



**SISTEMA AGROECOLÓGICO EN GANADERÍA PARA LA PRODUCCIÓN
DE CARNE. CASO ESTUDIO FINCA EL PALMAR, PAZ DE ARIPORO,
CASANARE**

1901-026

**Silvia Fernanda Benavides Uyaban
Alexandra Meléndez Gallo**

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

**SISTEMA AGROECOLÓGICO EN GANADERÍA PARA LA PRODUCCIÓN
DE CARNE. CASO ESTUDIO FINCA EL PALMAR, PAZ DE ARIPORO,
CASANARE**

**Silvia Fernanda Benavides Uyaban
Alexandra Meléndez Gallo**

Trabajo de grado presentado para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director:
Gestión para el Desarrollo Urbano y Rural Sostenible

Línea de Investigación:
Carlos Eduardo Quintero Murillo

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

Agradecimientos

A mis padres por el apoyo incondicional, a mis amigos Juliana, Diego y Paola que estuvieron en mi proceso de aprendizaje, a Alondra por sacarme de las crisis existenciales y ante todo agradecer al profesor Carlos Eduardo Quintero por guiarnos y compartir su conocimiento con nosotras. Y a aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron en estos 5 años de carrera y me demostraron el verdadero significado de compañía. Con mucho cariño.

Silvia Fernanda Benavides

Agradezco a mis padres y hermanos por el apoyo constante e incondicional durante el transcurso de mi carrera universitaria, pues este título también es de ellos, a mi director Carlos Eduardo Quintero por su tiempo y dedicación a nuestro proyecto, a mis profesores por guiarme en el camino de formación profesional, a mis amigos y compañeros que me acompañaron en este proceso.

Gracias.

Alexandra Meléndez G

Tabla de contenido

Resumen

1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
2.1 <i>Contribución al producto interno bruto (PIB) de la ganadería</i>	3
3. Planteamiento del problema	5
4. Justificación	7
5. Objetivos general y específicos	8
5.1 <i>Objetivo general</i>	8
5.2 <i>Objetivos específicos</i>	8
6. Marco de referencia	8
6.1 <i>Estado del arte</i>	8
6.2 <i>Marco conceptual</i>	14
6.3 <i>Marco teórico</i>	16
6.4 <i>Marco normativo</i>	21
6.4.1 <i>Normas legales</i>	21
6.4.2 <i>Normas técnicas</i>	23
6.5 <i>Marco geográfico</i>	23
6.6 <i>Marco institucional</i>	26
7. Metodología	27
7.1 <i>Diseño de investigación</i>	27
7.1.1 <i>Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.</i>	28
7.1.2 <i>Objetivo Específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.</i>	35
7.1.3 <i>Objetivo Específico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.</i>	39
7.2 <i>Plan de trabajo</i>	39
8. Resultados, análisis y discusión de resultados	43
8.1 <i>Resultados objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.</i>	44
8.1.1 <i>Dimensión social</i>	44
8.1.2 <i>Dimensión económica</i>	45
8.1.3 <i>Dimensión ecológica</i>	48
8.2 <i>Análisis y discusión de resultados objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.</i>	60

8.3 Resultados objetivo específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio	66
8.3.1 Barreras vivas	67
8.3.2 Cercas vivas	67
8.3.3 Abonos orgánicos	68
8.3.4 Pastoreo controlado y rotativo	68
8.3.5 Rotación de cultivos	69
8.3.6 Asociación de pastos y leguminosas	70
8.3.7 Abonos verdes	70
8.3.8 Mantener cultivos de cobertura	70
8.3.9 Buenas prácticas ganaderas	71
8.3.10 Buenas prácticas de disposición de insumos pecuarios	71
8.4. Análisis y discusión de resultados objetivo específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio	75
8.5. Resultados objetivo específico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.	76
8.5.1 Fase 1: Corto plazo	76
8.5.2 Fase 2: Mediano plazo	88
8.5.3 Fase 3: Largo plazo	100
8.6. Análisis y discusión de resultados objetivo específico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.	104
8.6.1 Fase 1: Corto plazo	104
8.6.2 Fase 2: Mediano plazo	105
8.6.3 Fase 3: Largo plazo	105
9. Conclusiones	111
9.1 Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.	111
9.2 Objetivo Específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.	111
9.3 Objetivo Específico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.	112
10. Recomendaciones	113
10.1 A futuros proyectos	111
10.2 Al propietario	112
10.3 A entidades gubernamentales	113
11. Referencias	114
12. Anexos	121
12.1 Anexo 1. Límites de la propiedad según la escritura.	121

12.2 Anexo 2. PIB de Casanare según viso del DANE	123
12.3 Anexo 3. Respuesta la solicitud de información a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Ambiente.	124
12.4 Anexo 4. Formato entrevista	125
12.5 Anexo 5. Resultado análisis de suelo, laboratorio Agrilab.	127
12.6 Anexo 6. Referente de resultados de suelo, laboratorio Agrilab.	129

Listado de tablas

<i>Tabla 1: Normas legales vigente en Colombia para el sector productivo ganadero.</i>
<i>Tabla 2: Normas técnicas en para abordar el desarrollo del proyecto de investigación</i>
<i>Tabla 3. Matriz de variables.</i>
<i>Tabla 4. Matriz de alternativas.</i>
<i>Tabla 5. Escala de valoración para la matriz de alternativas</i>
<i>Tabla 6. Plan de Trabajo.</i>
<i>Tabla 7. Matriz metodológica</i>
<i>Tabla 8. Valoración del nivel de escolaridad</i>
<i>Tabla 9. Costos de sistema convencional</i>
<i>Tabla 10. Producción del sistema convencional</i>
<i>Tabla 11. Resultados análisis de laboratorio suelos.</i>
<i>Tabla 12. Referente de laboratorio Agrilab</i>
<i>Tabla 13. Datos obtenidos de aforo forrajero</i>
<i>Tabla 14. Número de ganado que hay en cada potrero</i>
<i>Tabla 15. Capacidad de carga de los potreros</i>
<i>Tabla 16. Identificación de especies forrajeras del área de estudio</i>
<i>Tabla 17. Identificación de especies arbóreas del área de estudio</i>
<i>Tabla 18. Evaluación de alternativas</i>
<i>Tabla 19. Escala de valoración para la matriz de alternativas</i>
<i>Tabla 20. Datos estimados para la división de potreros</i>
<i>Tabla 21. Datos de periodo de descanso y ocupación para cada potrero</i>
<i>Tabla 22. Especies para cercas vivas</i>
<i>Tabla 23. Cantidad de individuos necesarios para límites de potreros</i>
<i>Tabla 24. Presupuesto fase 1</i>
<i>Tabla 25. Especies para barreras vivas</i>
<i>Tabla 26. Cantidad de árboles y arbustos necesarios para realización de barreras</i>
<i>Tabla 27. Especies gramíneas</i>
<i>Tabla 28. Especies leguminosas herbáceas y arbustivas</i>
<i>Tabla 29. Requerimiento de semillas en kg para cada especie</i>
<i>Tabla 30. Presupuesto fase 2</i>
<i>Tabla 31. Especies forrajeras sugeridas para rotación de cultivo</i>
<i>Tabla 32. Rotación de cultivos para 4 años</i>
<i>Tabla 33. Presupuesto fase 3</i>

Listado de figuras

- Figura 1. Inventario de la ganadería bovina con orientación a la producción de carne.*
- Figura 2. Aporte de la ganadería a PIB Nacional*
- Figura 3. Aporte de la ganadería a PIB Agropecuario*
- Figura 4. Aporte de la ganadería a PIB pecuario*
- Figura 5: Estructura del planteamiento del problema*
- Figura 6. Estructura de teorías*
- Figura 7. Creación de un sistema agroecológico sostenible*
- Figura 8: Referenciación especial del departamento de Casanare y municipio de Paz de Ariporo*
- Figura 9: Referenciación especial de la Vereda Caño Chiquito, Paz de Ariporo, Casanare*
- Figura 10. Referenciación espacial del área de estudio Finca El Palmar, Vereda Caño Chiquito, Paz de Ariporo*
- Figura 11: Toma de muestra para aforo forrajero*
- Figura 12. Realización de entrevista al propietario de la Finca El Palmar*
- Figura 13. Datos de nivel de escolaridad por finca de acuerdo a entrevista*
- Figura 14. Fotografía potrero 1.*
- Figura 15. Fotografía potrero 2*
- Figura 16. Fotografía potrero 3*
- Figura 17. Fotografía potrero 4.*
- Figura 18. Almacenamiento de residuos aprovechables*
- Figura 19. Velocidad media (m/s) y dirección predominante del viento, periodo: ene-jun*
- Figura 20. Velocidad media (m/s) y dirección predominante del viento, periodo: jul-dic*
- Figura 21. Barreras vivas o cortinas rompevientos*
- Figura 22. Cercas vivas*
- Figura 23. Realización de abonos orgánicos*
- Figura 24. Pastoreo controlado y rotativo*
- Figura 25. Rotación de cultivos*
- Figura 26. Asociación de cultivos*
- Figura 27. Sistema convencional y sistema agroecológico de ganadería*
- Figura 28. Capacitación de buenas prácticas ganaderas*
- Figura 29. Lados para la siembra de cerca viva*
- Figura 30. Siembra de cerca viva*
- Figura 31. Elaboración de abono orgánico compostado, parte 1*
- Figura 32. Elaboración de abono orgánico compostado, parte 2*
- Figura 33. Distribución de los 6 potreros y aplicación de abono orgánico en la Finca El Palmar*
- Figura 34. Alternativas de pastoreo controlado y rotativo, abonos verdes y cercas vivas*
- Figura 35. Alternativas barreras vivas y asociación de pastos*
- Figura 36. Lados para la siembra de barreras vivas*
- Figura 37. Barrera viva, arbustos y árboles*
- Figura 38. Capacitación de buenas prácticas de almacenamiento de insumos pecuarios y consideraciones de rotación de cultivo*
- Figura 39. Modelo estado actual*
- Figura 40. Modelo fase 1*
- Figura 41. Modelo fase 2*
- Figura 42. Modelo fase 3*

Listado de ecuaciones

- Ecuación 1. Peso promedio de pastos*
- Ecuación 2. Producción total de forraje*
- Ecuación 3. Disponibilidad total de forraje*
- Ecuación 4. Disponibilidad total de forraje diario*
- Ecuación 5. Peso total del lote*
- Ecuación 6. Consumo de forraje diario*
- Ecuación 7. Periodo de ocupación*
- Ecuación 8. Periodo de rotación*
- Ecuación 9. Consumo por rotación*
- Ecuación 10. Área de pastoreo*
- Ecuación 11. Capacidad de carga*

Resumen

Este proyecto surge de la necesidad de implementar alternativas de recuperación, desde el enfoque de un sistema agroecológico ganadero de levante para la producción de carne a través de técnicas que garanticen y generen un beneficio económico, social y ecológico. Se realizó un diagnóstico que presentó que en el municipio de Paz de Ariporo (Casanare), el inadecuado y excesivo uso de los terrenos por las actividades ganaderas, generan una gran degradación del suelo, constituyendo una baja fertilidad que afecta la productividad y por consiguiente la ampliación de la frontera ganadera para nuevas áreas utilizadas con tal fin. La investigación evalúa variables cuantitativas y cualitativas, es decir, con un enfoque mixto y un alcance descriptivo, correlacional y explicativo. Los resultados del proyecto se estudian desde el campo de estudio de diferentes áreas de la ingeniería ambiental, se analizan variables como suelos, aire y agua, entre otras variables evaluadas del componente ecológico, también se es tenido en cuenta los componentes social y económico, además de ello se realizará un modelo agroecológico que integre de manera holística el sistema ganadero de levante para producción de carne, e incluye la transición al sistema y los costos de implementación.

Palabras clave: producción ganadera, sistema agroecológico, manejo de suelos.

Abstract

This project arises from the need to implement recovery alternatives, from the approach of an agroecological cattle raising system for meat production through techniques that guarantee and generate an economic, social and ecological benefit. A diagnosis was made that presented that in the municipality of Paz de Ariporo (Casanare), the inadequate and excessive use of the land by livestock activities, generate a great degradation of the soil, constituting a low fertility that affects productivity and therefore the extension of the cattle frontier for new areas used for this purpose. The research evaluates quantitative and qualitative variables, that is, with a mixed approach and a descriptive, correlational and explanatory scope. The results of the project are studied from the field of study of different areas of environmental engineering, variables from soil, air and water are analyzed, among other variables evaluated from the ecological component, the social and economic components are also taken into account, in addition an agroecological model that holistically integrates the cattle raising system for meat production will be carried out, and includes the transition to the system and the costs of implementation.

Keywords: livestock production, agroecological system, soil degradation.

1. Introducción

Desde las épocas tempranas del surgimiento y desarrollo del hombre, se tuvo la necesidad de suplir la demanda alimentaria, con ella se empieza a hacer uso extensivo de suelos con fin ganadero, debido a esto y el crecimiento exponencial de la población se intensifica el uso del suelo. La producción ganadera de forma extensiva causa problemas en el suelo degradando la composición física, química y biológica del suelo haciendo que a través del tiempo pierda su potencial productivo. En concordancia, el problema central es el sistema convencional en el sector de levante para producir carne, por lo cual se plantea el objetivo del trabajo como elaborar una propuesta de sistema ganadero agroecológico de levante para producción de carne, de acuerdo a algunas variables ecológicas, sociales y económicas. Estudio de caso finca El Palmar, Paz de Ariporo, Casanare.

Para cumplir con esto el trabajo se estructuró por medio de 4 capítulos, donde el primero corresponde al análisis de la situación y se establece el planteamiento del problema desde la revolución verde que conduce al deterioro de los recursos naturales a través de la ganadería convencional, la justificación y motivación para realizar el trabajo y por último el establecimiento de los objetivos; en el segundo capítulo se muestran los marcos de referencia que sirven como línea base para la construcción del proyecto; el tercer capítulo corresponde al desarrollo de los objetivos por medio de los resultados, análisis e interpretación, y finalmente, el capítulo de conclusiones y recomendaciones.

El trabajo se basa en la idea de proponer un sistema agroecológico por medio de alternativas agroecológicas que se ajustan a la zona de estudio con el fin de establecer un modelo correspondiente a una forma ambiental de manejar el sistema productivo. Los sistemas agroecológicos surgen de la agroecología que, como disciplina científica, estudia la funcionalidad de los ecosistemas desde la multidimensionalidad de la realidad rural, es decir, como sistemas complejos que requieren una mirada transdisciplinaria (Aeberhard & Rist, 2009).

De esta forma, se busca establecer y analizar las afectaciones hacia las matrices ecosistémicas, la población y el factor económico involucrado que se producen en las actividades ganaderas en la finca El Palmar de Paz de Ariporo- Casanare con la idea hacer modelos productivos que manejan e involucran adecuadamente los componentes ecológico, económico y social.

2. Antecedentes

Se encuentra pertinente hablar sobre los antecedentes de la ganadería bovina de carne en Colombia, su desarrollo e influencia sobre el ambiente. Para finales de la década de 1980 la concentración de la tierra en Colombia, y la tenencia de la misma deja de ser el patrón de poder y riqueza, por tanto, el país para 1990 buscaba la internacionalización y hacer parte del movimiento que se venía dando de globalización incursionando en diferentes sectores; sin embargo, varias actividades se enfrentaron a panoramas de alta competitividad donde se vieron afectadas, como el caso de la ganadería donde no se pudo lograr la reactivación económica en el sector. En consecuencia, el sistema ganadero del país incursiono en seguir abriendo la frontera agrícola y extender los territorios dedicados a la producción de carne y leche, con el fin de solucionar el ascendente desempleo y otras variables económicas de ese momento (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002). Por ende, el país con valiosos recursos naturales y con tradiciones fuertemente agrarias se ve forzado a entrar al nuevo modelo económico sujeto a determinantes de producción, comercialización y consumo que impactan el ambiente.

El inventario ganadero en Colombia desde los años 1990 se ha mantenido aproximadamente en la misma cantidad de animales del hato, a causa del bajo consumo nacional y por la pérdida de mercados internacionales (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002), en consecuencia, la ganadería de levante y ceba creció a tasas muy bajas. Posteriormente, este sector ganadero pasó por un proceso donde se relegó a un segundo renglón, pasando a ser considerada “como una actividad subsidiaria de un mercado de tierras para la agricultura tecnificada o para el desarrollo urbanístico” (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002) sin importancia ambiental.

Los estudios sobre el campo, esto es, del espacio que tradicionalmente se localiza a partir de los confines de las ciudades, ha sido siempre un importante objeto de conocimiento en los estudios geográficos, por ser el ámbito tradicional para el desarrollo de las actividades como la producción de alimentos, la cría de ganado, la pesca o bien la explotación de los bosques (Ávila Sánchez, 2015). En el medio rural el tipo y las condiciones de la producción agrícola y ganadera han cambiado. La expansión de la ganadería en Colombia desde mediados del siglo XIX ha sido en gran medida la historia de la transformación de los bosques del país en “un verde lago colosal” de pasto (Van Ausdal, 2009)

Según Llorente (1994) citado en (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002), el 90 % de la producción nacional de carne en los sistemas de ganadería bovina, “proviene de los sistemas de pastoreo extensivo tradicional y pastoreo extensivo mejorado (41,8% y 49,1%, respectivamente)”, tanto por las actividades de cría y la parte fundamental de la ceba.

Finalmente, se decidió hacer el trabajo de grado teniendo en cuenta la problemática mencionada sobre la ganadería convencional y teniendo en cuenta lo que sugiere el Instituto Alexandre Von Humboldt:

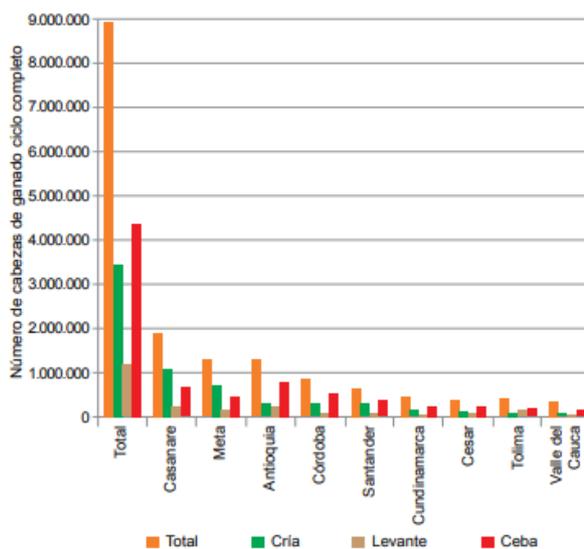
“La ganadería del país necesita encaminarse hacia una alta productividad en la que se usen de manera efectiva y sostenible los recursos naturales, de tal forma que los futuros proyectos ganaderos solo puedan realizarse en zonas propicias, y los existentes mejoren su rendimiento disminuyendo los impactos sobre el territorio” (Instituto Humboldt, 2018).

Por consiguiente, se consolida que los sistemas de producción ganadera deben buscar alternativas tecnológicas, que en el mediano plazo, logren aumentar la productividad bovina, donde se trabaje en lograr avances en el manejo de praderas orientadas hacia una producción limpia, permitiendo mejoras sustanciales en los programas de alimentación y de forma sustentable (Mahecha, Gallego, & Peláez, Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad, 2002) a través de estrategias agroecológicas o sistemas silvopastoriles que se dirijan a las áreas que ya están dentro de la frontera agrícola.

2.1 Contribución al producto interno bruto (PIB) de la ganadería

A nivel ganadero, según la Encuesta Nacional Agropecuaria, ENA, durante el año 2014 el inventario de ganado bovino en Colombia alcanzó 20.944.801 cabezas, de las cuales 8.961.403 estaban orientadas a la producción de carne y distribuidas dentro del ciclo completo, así: 3.429.538 en etapa de cría, 1.153.105 en levante y 4.378.761 en ceba. Siendo el departamento del Casanare el de mayor número de cabezas destinadas a la producción de carne, con 1.854.015, seguido por los departamentos de Meta, Antioquia y Córdoba (DANE, 2016).

Figura 1. Inventario de la ganadería bovina con orientación a la producción de carne.



Fuente: (DANE, 2016)

Además, la ganadería bovina es una de las actividades económicas con mayor presencia en el campo colombiano, puesto que en la gran mayoría de los municipios y regiones a diferentes escalas encontramos producción, también vale recalcar que hay diferentes especialidades como lo son cría,

levante, ceba, lechería especializada o doble propósito. De acuerdo a (FEDEGAN, Ganadería Colombiana, 2016) se encontró los siguientes datos relevantes:

- La ganadería contribuye con el 1,4% del PIB nacional

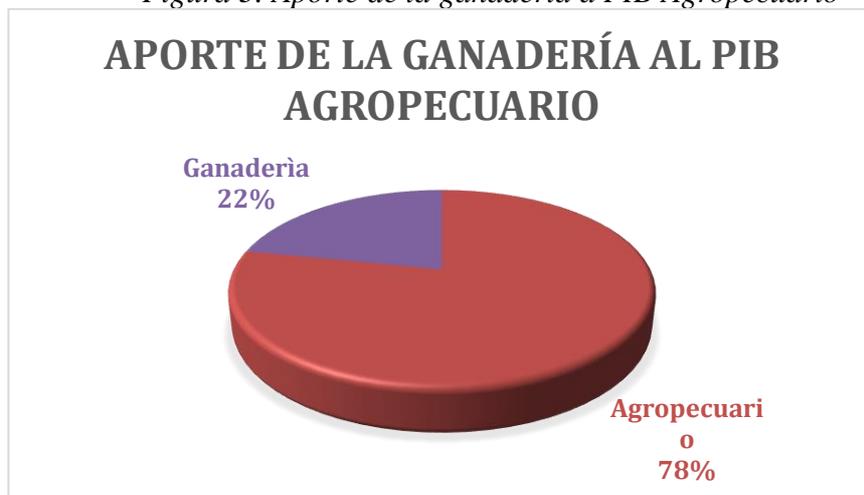
Figura 2. Aporte de la ganadería a PIB Nacional



Fuente: (Autoras, 2019)

- La ganadería aporta el 21,8% del PIB agropecuario

Figura 3. Aporte de la ganadería a PIB Agropecuario



Fuente: (Autoras, 2019)

- La ganadería aporta el 48,7% del PIB pecuario

Figura 4. Aporte de la ganadería a PIB pecuario



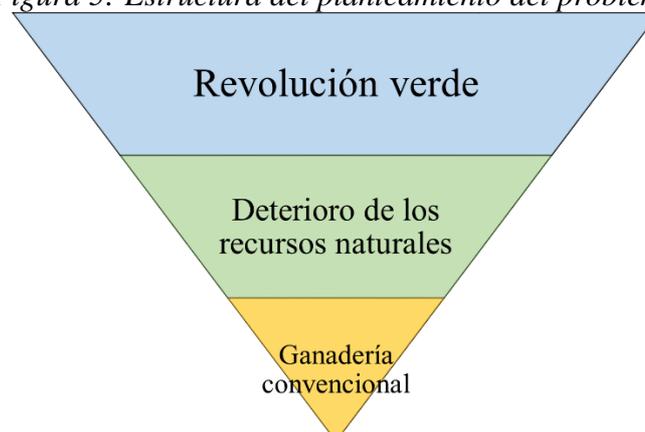
Fuente: (Autoras, 2019)

Por otro lado, de acuerdo a la plataforma digital de (DANE, Producto Interno Bruto (PIB) Departamental, 2017) se pudo evidenciar el aporte de Casanare que desde la ganadería fue el 1,43% (Ver anexo 2) lo que indica que es un departamento que genera un gran aporte al porcentaje ya anteriormente mencionado del PIB pecuario.

3. Planteamiento del problema

Para el planteamiento del problema de la presente investigación se partió desde la revolución verde y su incidencia en la forma de producir en los sistemas agrícolas, en un contexto más particular se tiene en cuenta el deterioro de los recursos naturales por la presión ejercida sobre ellos a partir de esta revolución, y finalmente se tiene la práctica de la ganadería convencional y específicamente para este caso, los sistemas ganaderos convencionales de levante que afectan el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5: Estructura del planteamiento del problema



Fuente: (Autoras, 2019)

Desde sus inicios, “la revolución verde tuvo como finalidad generar altas tasas de productividad agrícola sobre la base de una producción extensiva de gran escala y el uso de alta tecnología” (Cecccon, 2008) para un alto rendimiento donde se permitía el uso masivo de fertilizantes y maquinaria pesada. Con esto, se buscaba mejorar la dinámica pobre y declinante del sector agropecuario colombiano

donde la ganadería tiene un gran peso, es así como las mejores tierras del país se empezaron a utilizar para la ganadería extensiva (Vergara, 2010) lo que contribuyó a la expansión de la frontera agropecuaria.

La expansión del sector ganadero está ejerciendo una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales mundiales (FAO, 2019), es bien conocido que la ganadería en Colombia se ha desarrollado de manera extensiva, es decir, “el área en ganadería es aproximadamente de 38 millones de hectáreas, con una capacidad de carga alrededor de 0,6 cabezas por hectárea, lo que caracteriza los sistemas de producción como extensivos” (Vergara, 2010), destinando grandes terrenos, con bajos niveles de inversión y con manejo inadecuado, lo cual ha provocado un deterioro ambiental de los ecosistemas y un impacto negativo en los sectores socioeconómicos del país (Mahecha, Gallego, & Peláez, Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad, 2002). El 55 % del hato ganadero colombiano, compuesto por 25 millones de cabezas, es destinado a la producción de ganadería de carne (Suárez , y otros, 2005), no obstante, la cantidad de kilogramos obtenidos de carne está por debajo del promedio mundial por la mala calidad que se evidencia desde el sistema productivo, mostrando la baja productividad y el alto costo para el desarrollo humano y sustentable.

El sistema productivo de ganadería convencional se caracteriza por utilizar grandes extensiones de terreno para la actividad, de la misma forma, no se tiene en cuenta los impactos generados por el sistema en las matrices ecosistémicas. “El sector ganadero es el mayor consumidor de tierras agrícolas, a través del pastoreo y el uso de cultivos forrajeros. También juega un papel importante en el cambio climático, la gestión de la tierra y el agua y la biodiversidad” (FAO, 2019). Para Henning Steinfeld, jefe de la subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector de la FAO, “el ganado es uno de los principales responsables de los graves problemas medioambientales actuales”, citado en (Chavarrías, s.f.). Adicionalmente, este proceso influye directamente en la población involucrada dado que representa la principal actividad económica en Paz de Ariporo, sin embargo, “la ganadería extensiva produce muy poco empleo y valor económico y genera un impacto negativo sobre el medio ambiente” (Vergara, 2010).

Particularmente para la zona de estudio, se evidencia que la actividad ganadera es importante en 27 de los 32 departamentos, dentro de ese territorio una de las zonas más importantes es los Llanos Orientales para la producción de carne con 1'595.866 cabezas de ganado (Suárez , y otros, 2005), es decir, con un alto potencial de afectación al ecosistema. Además, Mahecha y otros (2002) expresa en su artículo titulado “Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad” sobre la ganadería en los llanos lo siguiente.

“El Sistema extractivo está basado en la capacidad productiva del medio natural para generar biomasa, con mínima injerencia humana sobre estos procesos. Este tipo de ganadería se desarrolla en regiones apartadas de los Llanos Orientales, caracterizadas por la pobreza del suelo, praderas naturales que soportan cargas muy bajas y variables, con alta dependencia del régimen climático y de los recursos disponibles” (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002).

Si bien la ganadería es una actividad productiva creciente en el área que ocupa, cada vez sus efectos negativos para el suelo se hacen más evidentes (Sadeghian , Rivera , & Gómez , 1998). Se buscó establecer y analizar las afectaciones al ambiente que se producen por la actividad ganadera en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare debido al uso intensivo del suelo para la producción ganadera.

Pregunta de investigación

¿Qué componentes agroecológicos debe comprender el sistema de producción ganadera de levante y cuál debe ser una estrategia de implementación en el caso de estudio?

4. Justificación

Conforme con la idea de satisfacer las necesidades de la población se evidencia la necesidad de aumentar la productividad desde un enfoque ambiental. En el mismo sentido, surgió la oportunidad de encontrar y establecer una estrategia que permita manejar el sistema de manera sostenible, equilibrando las variables ecológicas, sociales y económicas que resulten en el uso y aprovechamiento adecuado del sistema agroecológico ganadero, evitando de este modo la explotación del recurso suelo que se genera con el sistema convencional que desconoce la interrelación de los tres componentes en y los impactos generados en el ambiente.

Por ende, desde la ingeniería ambiental se vio la necesidad de contribuir al desarrollo de estrategias para contribuir al desarrollo rural sostenible del país, específicamente en el sector de la ganadería de carne, a través de componentes ecológicos, económicos y sociales. Dentro del componente ecológico se tiene el estudio que involucra determinar el ciclo de vida y aprovechamiento actual de los pastos, la influencia de las condiciones de clima propios de la región y un estudio de suelos para describir y evaluar las propiedades químicas, físicas y morfológicas, en relación a su uso, manejo y conservación; además identificar los principales factores edáficos limitantes para la producción vegetal y evaluar las normas de manejo para los casos más importantes (Mahecha, Rosales, Molina, & Molina, 1998), de esta manera en el componente ecológico se necesitó de una evaluación del suelo que permitió establecer los procesos que contribuyen al mejoramiento de la capacidad productiva del mismo. Por esto, uno de los retos más grandes que enfrenta la investigación en los trópicos húmedos y subhúmedos es la necesidad de desarrollar una ganadería viable con sistemas de cultivos que sean capaces de asegurar la producción incrementada y sostenible con un mínimo de degradación del recurso suelo (Kang, 1994).

Según Vallejo Quintero (2013) la sostenibilidad ambiental se alcanza a través del mantenimiento y del mejoramiento de la calidad del suelo. Dicha calidad es definida como la “capacidad del suelo para funcionar”, y se evalúa midiendo un grupo mínimo de datos que corresponden a diversas propiedades edáficas (físicas, químicas y biológicas). Es importante establecer criterios para valorar el manejo o uso de los suelos, de tal forma que se crea la necesidad de orientar la producción agropecuaria hacia nuevas tecnologías fundamentadas en la recuperación de los suelos degradados a través de un manejo agroecológico sostenido que favorezca la biodiversidad (Vallejo Quintero, 2013). Así como, la relación de las demás variables ecológicas que se relacionan con el sistema estudiado.

El manejo, uso y preservación adecuada del suelo establece conocer las dinámicas que mejoran sus propiedades para aumentar la producción por unidad de trabajo, de esta forma se ve la necesidad de evaluar y mejorar la capacidad productiva del sistema en conjunto, es decir, mejorar el aprovechamiento responsable y sostenibles del sistema ganadero para que sea un referente de producción con buenas prácticas de pastoreo, socialmente adecuado y económicamente viables haciéndolo estable en el tiempo y generando un impacto alto de cambio del modelo productivo convencional por la viabilidad de aplicar el proyecto en la zona.

Con respecto al aspecto social, este representa un papel importante dentro de estos sistemas productivos debido a la importancia que tiene la comunidad dentro de los principios de la agroecología, pues es entendida como parte fundamental del sistema; por otra parte, también es importante crear consciencia en trabajadores y propietarios, sobre el adecuado aprovechamiento del

recurso que representa su fuente de empleo. Adicionalmente, a través de la asistencia técnica se ve una apropiación del trabajador por su bienestar y calidad de vida.

Desde lo económico, se entiende que la optimización de los procesos productivos ofrece la oportunidad de reducir costos por el carácter de sostenibilidad en el tiempo que tiene, es decir, con un sistema adecuado donde se aprovecha el potencial del terreno y se maneja adecuadamente permitiendo que cumpla el proceso natural a través de buenas prácticas, se obtienen mejores resultados de producción que es ambientalmente viable.

Las investigaciones que se realizan sobre sistemas agroforestales donde se pretenden evaluar las ventajas y los efectos benéficos deben incorporar cada vez elementos y metodologías que permitan demostrarlas y evidenciarlas (Sadeghian , Rivera , & Gómez , 1998), en este sentido, es imperativo implementar cada vez técnicas de manejo sostenible para disminuir los impactos ambientales que se generan por la actividad ganadera, teniendo en cuenta que es una de las principales actividades en el país y establecer la capacidad de servicios eco sistémicos que puede ofrecer. Igualmente, los estudios realizados para plantear estrategias en estos sistemas productivos representan una línea base para futuros proyectos que buscan contribuir al desarrollo ambiental del país enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

5. Objetivos general y específicos

5.1 Objetivo general:

Elaborar una propuesta de sistema agroecológico en ganadería para producción de carne. Estudio de caso ganadería de levante, finca El Palmar, Paz de Ariporo, Casanare.

5.2 Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo actual de ganadería de levante.
- Evaluar diferentes componentes para un sistema agroecológico en ganadería para producción de carne que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.
- Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia para su implementación.

6. Marco de referencia

6.1 Estado del arte

Considerando la problemática identificada en el sector de la producción ganadera y teniendo en cuenta lo referente a los sistemas agroecológicos, a continuación, se pretende exponer los artículos y trabajos de grado más representativos en el ámbito institucional, posteriormente artículos del orden nacional y finalmente internacional que se relacionan, teniendo en cuenta las estrategias en los componentes ecológico, económico y social desde una perspectiva ingenieril para el desarrollo de los sistemas productivos agropecuarios que se acerquen a la sostenibilidad.

Desde la perspectiva institucional se revisó el proyecto de grado *“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”* de Galán (2012) que plantea identificar alternativas de mejoramiento continuo en el sector lechero en el Departamento de Caquetá con el fin de atender a la problemática de las prácticas inadecuadas dentro del proceso productivo primario que

se realiza en el sector lechero, debido a las cuales, los autores evidenciaron la baja productividad, eficiencia y el bajo precio del producto. Como metodología trabajaron desde el paradigma descriptivo de investigación, enfoque cuantitativo para realizar la matriz de evaluación de Leopold. En adición, establecieron determinar los impactos y riesgos ambientales generados por los pequeños y medianos productores para realizar un diagnóstico bajo el concepto de buenas prácticas agrícolas y ganaderas, posteriormente describen los diferentes componentes o alternativas para el manejo del sistema y finalmente, la generación de insumos viables que conforman la propuesta de mejoramiento del mismo.

El concepto importante en el que se enmarca el proyecto son las buenas prácticas ganaderas, donde se busca desarrollar esquemas eficientes y sostenibles que se aplican a los sistemas productivos de forma adecuada teniendo en cuenta la protección del animal, la seguridad de los alimentos, el bienestar de los trabajadores para buscar aumento en la competitividad y sostenibilidad. Igualmente, establece los puntos a tratar dentro de esta herramienta para lograr el objetivo propuesto, como la vigilancia a los productos para que no tengan residuos, el mejoramiento de la calidad, el factor diferenciador que da valor agregado, el acceso que la propuesta genera en la incursión a nuevos mercados y la reducción de costos.

En esta investigación, se establece que la mayoría de los predios bajo la zona de estudio utilizan más del 50% del área para la ganadería, y el área destinada para bosque no supera el 50 % restante. Respecto al agua determinaron que el recurso destinado para la actividad se extrae principalmente de las fuentes naturales en buen estado que están en cada predio. Respecto al matriz suelo encontraron que no se utilizan agroquímicos, el 97 % realiza rotación de cultivos y el 86 % de los predios pertenecen a un sistema silvopastoril, sin embargo, se estableció que el suministro de agua para los trabajadores es tomado de las mismas fuentes hídricas para el ganado. A lo anterior, proponen alternativas de conservación de ecosistemas, suelo, manejo de residuos, uso eficiente y ahorro de agua, así como mejorar el bienestar del trabajador y del animal. En conclusión, se logra realizar un diagnóstico ambiental identificando los impactos y riesgos sobre los recursos naturales, mostrando prioridad en la mayoría de impactos a las matrices ecosistémicas; con ayuda de las listas de chequeo establecieron la disposición de los terrenos para la actividad y por último, se menciona la relevancia del mejoramiento de las diferentes variables y la aplicación de las buenas prácticas ganaderas (Galán, 2012).

En el documento *“Formulación de un sistema productivo agropecuario sostenible bajo fenómeno de variabilidad climática. Estudio de caso Finca El Campano, vereda Lagunitas, Municipio de Tausa, Cundinamarca”* de Huertas Prado (2015) buscaban realizar un diagnóstico agroecológico y socioeconómico para evaluar alternativas de técnicas sostenibles agropecuarias y consecutivamente establecer los lineamientos del sistema productivo agropecuario. Encontró que la producción se caracteriza por tener un sistema de agricultura convencional semi mecanizada con rotación de pastos semi-intensivos y uso de agroquímicos; igualmente, encontraron presencia de sistemas silvo-forestal-pastoril con bosques nativos.

La metodología presentó un enfoque mixto con variables cualitativas en el trabajo con el agricultor para entender la perspectiva del sistema de producción actual a través de entrevistas; el enfoque cuantitativo se reflejó en el estudio analítico-deductivo donde se descompone el problema en componentes evaluables. Realizaron un levantamiento topográfico y revisión de información del Plan de Ordenamiento Territorial de Tausa para establecer la línea base, revisaron bibliografía sobre buenas prácticas agrícolas para identificar y exponer diferentes alternativas y analizarlas por medio de una matriz. De esta forma seleccionaron las que se adecuan a las características de la zona de estudio teniendo en cuenta la información obtenida de la CAR y el IDEAM sobre las condiciones

climatológicas, por último, definieron los lineamientos del sistema por medio de interpretación espacial del plano topográfico para elaborar fichas de manejo ambiental.

Finalmente, en este trabajo se tuvo en cuenta la huella hídrica de los cultivos y la cantidad de agua contaminada por el uso de agroquímicos, considerando las pérdidas de agua en el cultivo por escorrentía relacionada a la labranza del suelo, también la demanda de agua teniendo en cuenta la intensidad y dirección de los vientos, asimismo el fenómeno de erosión eólica que produce. En conclusión, se proponen 7 fichas de proyectos sobre abonos verdes, zanjas a nivel, rotación de cultivos, restauración ecológica, renovación de praderas y siembra de cercas vivas, donde se abarca el respectivo objetivo, lineamientos, acciones, costos y cronogramas, evidenciando de esta forma los componentes de la propuesta para un sistema productivo adaptado a la variabilidad climática (Huertas Prado, 2015).

De acuerdo con Burbano (2017) en su trabajo ***“Propuesta de un sistema productivo agropecuario sostenible, teniendo en cuenta algunos componentes ambientales. Estudio de caso Finca El Edén vereda Rincón Santo, municipio de Subachoque, Cundinamarca”*** planteo relacionar los componentes ecológicos, económico y sociales para dar como resultado una estrategia de conservación de los recursos naturales por medio de técnicas agropecuarias sostenibles. La metodología utilizada estuvo dividida en dos partes, de la investigación y el método de estudio; en la primera se identificaron las partes del sistema agropecuario para evaluar las problemáticas; en la segunda se estableció las fases a seguir por objetivo.

Se evidencia la relevancia de evaluar la perspectiva de los diferentes actores sociales sobre las condiciones ambientales del entorno, para el caso del estudio, de la vereda Rincón Santo, en el proceso de formulación de proyectos ambientales que den los lineamientos de un sistema productivo agropecuario enmarcado en la sostenibilidad y que, además, sea de fácil replicación y buena adaptabilidad a las demás fincas del sector rural de Subachoque, apoyándose en que la mayoría de las variables a considerar son las mismas para el sistema de la finca y los predios vecinos, de esta forma, no solo se convierte en un sistema único sino en un sistema holístico adaptable (Burbano Verjan, 2017).

El documento titulado ***“Elaboración de una propuesta de un sistema productivo agropecuario sostenible como alternativa de conservación de los suelos, estudio de caso: Finca Rosa Blanca, vereda Los Arrecifes, Arauca – Colombia”*** de Bocanegra Vargas (2018) se centran en la medición de variables cualitativas como el conocimiento de la realidad social por medio de espacios que permiten conversaciones directas con los propietarios y variables cuantitativas en la recolección de datos y observaciones en la fase de diagnóstico. Identificaron diferentes técnicas de sistemas sostenibles agropecuarios existentes para la comparación de las alternativas más viables.

Finalmente, se logra reorganizar algunas zonas de la finca para aprovechar el recurso suelo adecuadamente de acuerdo con el estudio de suelos. Integraron cuatro técnicas que favorecen la adaptabilidad de las variables para obtener finalmente el modelo ajustado donde se busca desarrollar programas de implementación basadas en los beneficios en los aspectos social, económico y ecológico, además, tiene en cuenta el costo que supone llevar a cabo el sistema productivo agropecuario sostenible (Bocanegra Vargas, 2018).

Como se observa, los proyectos de grado encontrados en el ámbito de la Universidad El Bosque establecen claramente una línea base del desarrollo y metodología para llevar a cabo proyectos que buscan como resultado una propuesta de sistemas agroecológicos pertinentes a cada caso de estudio, cada trabajo evidencia un campo de aplicación o tema específico diferente, no obstante, todos se

relacionan en el enfoque de la investigación debido a su carácter holístico que se busca desde la ingeniería ambiental, de igual forma, se establece similitud en las fases o etapas de consecución de los proyectos donde se parte de un diagnóstico, evaluación de alternativas desde la agroecología y por último la propuesta.

En cuanto a proyectos identificados en el ámbito nacional se encontró el documento de Loaiza, Carvajal & Ávila (2014) ***“Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuena Centella (Dagua Colombia)”***, en dicha investigación evaluaron el manejo de los predios aledaños a la microcuena Centella en cuanto a la agroecología. Los aspectos tenidos en cuenta fueron cobertura, manejo de suelos, agua, residuos sólidos, así como aspectos socio-económicos y político-institucionales. Utilizaron para sintetizar los resultados con el ISSPA de acuerdo a parámetros agroecológicos que permitieron comparar los diferentes sistemas de producción y dar los resultados de la integralidad de los terrenos que pertenecen al estudio.

En este artículo se menciona el contraste de las estrategias que surgen en busca del desarrollo sostenible en la forma de producción agrícola, que se encuentran más entrelazadas con los fines ambientales. Los modos de producción campesina que se basan en principios de la aplicación de la ecología al diseño y manejo de diferentes agro sistemas, donde se busca reducir sustancias nocivas para los recursos naturales como lo agroquímicos y su sustitución por formas biológicas que constituyen sinergia con los diferentes componentes del sistema. Explican que “la agroecología maneja un concepto de respeto por la naturaleza que promueve la participación justa de los agricultores y rescata los conocimientos ancestrales”, es decir, se manifiesta la importancia de construir sistemas holísticos dando como resultado nuevos caminos de manejar el campo de carácter equitativa y eficiente social y económicamente (Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014).

Así mismo se identificó un proyecto implementado, ***“Experiencia de una empresa familiar agropecuaria centenaria y su impacto en el desarrollo sostenible”*** es una experiencia en el desarrollo e implementación de sistemas silvopastoriles en Colombia y en América Latina ha sido la reserva natural El Hatico, empresa familiar certificada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como ecológica desde 1996. Donde sus propietarios, con el acompañamiento del Centro de Investigación para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), así como con la participación de estudiantes (pregrado y posgrado) de diferentes universidades públicas y privadas de nuestro país, han estudiado los diferentes componentes del sistema (suelo, pastura, árbol y animal). De esta manera, se han implementado sistemas de producción con distintos arreglos agroforestales y manejo agropecuario, los cuales han permitido evidenciar un impacto positivo a nivel económico, ambiental y social (Vallejo Quintero, 2013).

En un estudio realizado por Molina & Sánchez (2017) sobre los sistemas agropecuarios, ***“Sostenibilidad de sistemas ganaderos bovinos de alta montaña en Colombia”***, estudiaron la sostenibilidad de 8 sistemas ganaderos alto andinos. Encontraron en promedio carga animal de 0,5 UGG, producción de leche de 4 kg/vaca/día, intervalos de partos de 450 días y producciones de forraje de 2,45 t MS/ha con 14% PC y 60% FDN. En promedio para el bosque, el carbono orgánico del suelo fue de 33,72 t/ha y para los potreros de pastoreo de 25,29 t/ha, siendo significativa la diferencia ($p < 0,05$). En este estudio utilizaron encuestas estructuradas para los propietarios y mediciones de campo para las variables experimentales. Además, utilizaron herramientas tecnológicas como el software LIFE-SIM para realizar la simulación de estrategias de alimentación ambientales viables para un animal en un periodo de un año (Molina Benavides & Sánchez Guerrero, 2017).

En el artículo de la Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias ***“Characterization of cattle farms and adoption of agroforestry systems as a proposal for soil management in Caquetá”***, propiciaron la

adopción de sistemas agroforestales como propuesta para la recuperación y reorientación del uso tradicional del suelo en sistemas agropecuarios tradicionales en la Amazonia colombiana (Ramírez, Lavelle, Orjuela, & Villanueva, 2012), emplearon técnicas de desarrollo rural participativo para reconocer el estado actual de los sistemas agropecuarios locales e intercambiaron experiencias para generar alternativas apropiadas al entorno. Concluyeron que avanzar en el mejoramiento de la oferta forrajera para alimentación animal, mantienen algunas áreas de pasturas asociadas con leguminosas herbáceas que generan stocks importantes de carbono establecen bancos de forraje para corte y acarreo, permiten la regeneración natural de árboles y siembran especies de leñosas forrajeras en los potreros.

Dentro de las diferentes técnicas de recuperación de suelos degradados por uso ganadero, mencionadas en el artículo ***“Guayaba en potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas”*** de Samorribia (1995) se implementó en Costa Rica la adaptación de guayaba (*Psidium guajava L.*) al ambiente de los potreros permite utilizarla en cercas vivas o para recuperar potreros degradados. Esta guayaba inicialmente con el papel de una maleza debido a que el ganado, el hombre y las aves dispersan las semillas y favorecen el establecimiento de las plantas, además, el ganado no consume este follaje. Sin embargo, se consideró que la guayaba es una mejor opción que las leguminosas comúnmente recomendadas para el establecimiento de cercas vivas y recuperación de las pasturas (Samorriba, 1995).

Por otra parte, se encontraron varios artículos que establecen una estrecha relación entre la agroecología y el cambio climático, en la publicación de Altieri & Nicholls (2013) ***“Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas”*** mencionan lo imperativo que representan la cultura campesina-indígena frente a diferentes eventos naturales, es un ejemplo de cómo esos conocimientos anteriores representan y han permitida la resiliencia frente al cambio climático. Estas tradiciones de manejo enseñan al sistema convencional el uso de las estrategias agroecológicas para mejorar la capacidad de resistencia y recuperación de los terrenos. En la investigación desarrollaron una metodología para identificar los conocimientos que se pueden aplicar en los sistemas agroindustriales para convertirlos en nuevos sistemas agrícolas que contribuyan al desarrollo sostenible conectados con las raíces y principios de antes, es decir, volver a los sistemas tradicionales (Altieri & Nicholls, 2013).

El siguiente artículo, ***“Estrategias sociales y ecológicas de resiliencia al cambio climático implementadas por los agricultores del municipio de Marinilla (Colombia)”*** donde trabajaron como objetivo la documentación a los agricultores que adoptaron o trabajan la agroecología sobre las causas y efectos del cambio climático y las transformaciones para adaptarse entre las que se encuentra el establecimiento de barreras vivas, construcción y mantenimiento de terrazas, incremento de materia orgánica en los suelos y la diversificación de los cultivos entre otras. Igualmente abordan alternativas tecnológicas como el manejo de los residuos sólidos, secadores solares, estufas eficientes y biodigestores que contribuyen al amortiguamiento frente al cambio climático y al desarrollo sostenible en zonas rurales.

Dentro de la investigación identificaron que la mayoría de predios de agricultores cuentan con tierras de 1 a 3 hectáreas caracterizadas por la producción de forma intensiva, bajo el concepto de la revolución verde, con un promedio de cinco especies en los diferentes estadios del desarrollo de las parcelas, no obstante, los agricultores vinculados al estudio se encontraban desde hace quince años trabajando con la Corporación de Estudios, Educación e Investigación Ambiental CEAM, con la que venían desarrollando capacitaciones en prácticas agroecológicas sostenibles. Por último, después de realizar 46 encuestas y 5 entrevistas a diferentes actores afines, lograron documentar las prácticas que

han emprendido los productores para mitigar los efectos del cambio climático (Zuluaga, Martínez, & Ruiz, 2013).

Otro de los documentos encontrados pertinente al tema es ***“Estrategias de adaptación al cambio climático en dos localidades del municipio de Junín, Cundinamarca, Colombia”***, este artículo surge como resultado a la implementación de un proyecto de “Fortalecimiento de la capacidad de adaptación de la agricultura al cambio climático en territorios productores de agua en Cundinamarca”, a partir de ahí, analizaron las estrategias de adaptación de las comunidades por medio de la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP). Desarrollaron dos etapas donde la primera consistió en el reconocimiento y posteriormente, la segunda en la implementación de las parcelas de prueba.

En la investigación identificaron las características socio-culturales de la población y el estado de las unidades productivas, en concordancia, jerarquizaron los elementos más relevantes dentro de los efectos al cambio climático en los sistemas ganaderos y agrícolas. Se evidencia que la participación de la comunidad representó un papel muy importante en la implementación de las estrategias propuestas debido a que son los campesinos quienes pueden hacer estables y duraderas dichas estrategias en el tiempo. Dentro de las alternativas implementadas se encuentran la intervención manual del suelo, parcelas sembradas de varias especies de acuerdo a los tiempos de cosecha, siembra de especies perennes en los terrenos de pastoreo, compostaje y utilización de microorganismos.

En ejecución, trabajaron desde el concepto de agricultura familiar a través del establecimiento de las parcelas de prueba contribuyendo al acceso a los recursos de la tierra y a la generación de ingresos. Por otro lado, demostraron la eficacia biológica comparado con el sistema productivo anterior, pues se reflejó un mejor uso de la tierra, aprovechamiento de los espacios dando como resultado mayor estabilidad ecológica, económica y social. Concluyendo, el artículo establece que “los sistemas silvopastoriles son una estrategia importante en la adaptación de los pequeños productores a los efectos del cambio climático” (Sierra, Cano, & Rojas, 2015)

Como se evidencia, los dos artículos mencionados anteriormente convergen en la importancia de proponer e implementar estrategias de adaptación de los sistemas agrícolas actuales hacia un enfoque agroecológico debido a la afectación en la producción agropecuaria en el trópico que el cambio climático causa, a la par, se manifiesta la importancia de la implementación de esta forma de producir para contribuir a la recuperación de los sistemas productivos y la conservación de las condiciones naturales de los ecosistemas.

En el ámbito internacional, se menciona la transdisciplinariedad del desarrollo humano a través de la adaptación y resiliencia al cambio climático desde el enfoque de la agroecología en el artículo ***“Adaptación y resiliencia al cambio climático, desde la agroecología y la transdisciplinariedad del desarrollo, Matagalpa, Nicaragua”***. Fernández & Salmerón (2017), estudiaron estas relaciones en comunidades de la Unión de Campesinos Organizados de San Dionisio (UCOSD), donde instauraron como importante el componente social por medio del acompañamiento comunitario para contribuir al desarrollo. En esta investigación menciona como interdisciplinar la unión de las ciencias naturales y socio-económicas, lo que representa para la ingeniería ambiental los tres pilares importantes: ecológico, económico y social.

Con base en este principio de relación de disciplinas, realizaron un diagnóstico que permitió el diálogo entre los diferentes actores de la investigación para identificar las perspectivas y las potencialidades sinérgicas, no obstante, se mencionan tres pilares ambiental, económico y social, es decir, entienden como ambiental solo lo ecológico. Posteriormente, realizaron un mapeo de las

parcelas a valorar con la metodología de Nicholls y Altieri (2013) citado en (Fernández & Salmerón, 2017) para realizar la etapa in situ y cierre de la investigación con las experiencias exitosas.

Por último, en lo relacionado con el desarrollo rural a través de la agroecología, se encontró el documento “*Agricultura ecológica y de proximidad como herramienta para el desarrollo rural: el ejemplo de San Sebastián*”, esta investigación resume el trabajo realizado por la Agencia de Desarrollo Comarcal Behemendi desde 2014 hasta 2016 sobre los sistemas agroecológicos. Se contemplan dichos sistemas agroecológicos como incipientes pero cada vez con mayor número de personas que se dedican al sector agrario. En España, especialmente en la comarca de San Sebastián impulsan proyectos a fin de promocionar nuevas iniciativas en la ruralidad por el desinterés de los agricultores tradicionales.

Establecen el cambio profundo que se ha venido dando hacia la agricultura ecológica y los sistemas de producción que mezclan alimentación con objetivos ambientales y sociales, este concepto es importante dentro de los sistemas agroecológicos en los componentes social y económico. Se buscaba diseñar una red de alimentación de alternativas en las zonas medias entre la ciudad y el campo por medio de entrevistas y dinámicas de grupos, evaluaron la producción ecológica, el desarrollo del sistema agroalimentario y finalmente la implicación y contribución de los participantes. Se constituyen los nuevos paradigmas que traen consigo estos sistemas, representando una opción de desarrollo en la que en primera instancia realizaron un diagnóstico de la situación que presentaban las redes agrarias alternativas y posteriormente proponer el camino para desarrollar la alternativa agroecológica (Alberdi, 2018).

6.2 Marco conceptual

Se considera relevante para fines de la investigación puntualizar los conceptos necesarios sobre la actividad ganadera, el uso de la tierra, la agroecología y sistemas agroecológicos. De esta forma se puede entender claramente las variables establecidas en las dimensiones ecológica, económica y social que se abordan en el trabajo.

La base conceptual del presente trabajo es la *ganadería* definida por Segrelles (1991) como una actividad económica que consiste en la crianza de animales para el consumo humano, esta actividad se encuentra dentro de las actividades del sector primario (Segrelles Serrano, 1991). Dentro de los tipos de ganadería encontramos la *ganadería orgánica* entendida como un sistema integrado por diversas actividades agrícolas y ganaderas basado en principios ecológicos (Von Borell & Sorensen, 2004).

La *ganadería extensiva* es la ganadería tradicional en donde se encuentran grandes cantidades de terreno con pocos animales que se alimentan directamente de lo que se produce en él (Mora Marín, Ríos Pescador, Ríos Ramos, & Almario Charry, 2016), y la *ganadería intensiva* es la que se desarrolla con fines productivos altos, utilizando las últimas tecnología o tecnología de punta; para llevar al mercado nacional e internacional, carne, leche, pieles, lana, huevos entre otros. La característica fundamental es que los animales son estabulados y confinados en espacios que generalmente son adecuados bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que han sido creadas en forma artificial, con el objeto de incrementar la producción en el menor tiempo posible, minimización de espacio, de fuerza de trabajo y optimizando el control de manejo, nutrición y producción (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002).

La actividad ganadera, orientada a la producción de carne bovina, cuenta con diversas razas, las cuales se dividen, de acuerdo con su calidad, en primera, segunda y tercera; esta clasificación se ha hecho tomando en cuenta la suavidad, la jugosidad y el sabor de la carne (DANE, 2016). La **ganadería de carne** tiene como objetivo la producción de carne a través del ciclo completo o a partir de algunas de sus etapas, las cuales comprenden la cría de terneros, en su mayoría machos destetos de ocho meses con pesos de 220 a 250 kilogramos, y el levante y ceba de machos hasta alcanzar pesos de 450 a 500 kilogramos a una edad entre 16 y 24 meses, bien sea en sistemas productivos intensivos o extensivos (FINAGRO, 2019).

Para la comprensión y mejor entendimiento de esta investigación es necesario tener en cuenta que el **ganado de levante** son animales tanto machos como hembras que se encuentran en periodo de crecimiento, estos suelen tener un peso de más o menos 200 kg y tienen una edad que oscila entre 8 meses y 1 año, esto consiste en levantarlos hasta un peso de aproximadamente 350 kg o lo que exija el mercado para así continuar con la ceba o venderlos a los ganaderos dedicados al negocio de la ceba (FEDEGAN, 2009).

Mientras que el **ganado de ceba** o engorde, son aquellos animales que se compran de un año de edad y unos 180 kilos de peso mínimo, para suministrarles pasto, agua, sal y algún suplemento si se requiere, para que en un plazo máximo de 30 meses o sea dos años y medio de edad el animal llegue a pesar 480 kilos. (FEDEGAN, 2009).

El **sistema ganadero** conceptuado es una unidad de investigación que expresa una combinación en la que se interfieren elementos de orden natural, económico y sociológico. El dominio de un sistema en el interior de un área netamente delimitada permite definir una región ganadera (Frémont, 2013).

El modelo de **ganadería tradicional** incluye cinco sistemas diferentes de producción. El sistema de pastoreo extractivo es aquel en el cual existe poca interacción humana y está basado en lo que puede producir el medio ambiente por sí mismo. El sistema extensivo tradicional incluye una mayor interacción humana, con el fin de darle un mejor manejo a las praderas y al ganado, mientras que el sistema extensivo mejorado usa pastos mejorados, existe un alto control de malezas, hay buena fertilización de los suelos y se usan sales y suplementos alimenticios. El sistema extensivo (tradicional y mejorado) constituye aproximadamente el 90% de todas las explotaciones ganaderas del país (Henaó Lafaurie, 2007).

En cuanto al **uso de suelo en Colombia**, el potencial actual agropecuario del país se aproxima al 37 % del territorio y comprende tanto los sistemas tradicionales (18 %) como los integrados con el bosque, es decir, los silvopastoriles, silvoagrícolas y agrosilvopastoriles (19 %), 22 millones de hectáreas tienen vocación agrícola, 4 millones vocación agroforestal y 15 millones vocación ganadera. Sin embargo, solo 5 millones de hectáreas se utilizan para agricultura y más de 34 millones de hectáreas se utilizan para ganadería (IGAC, 2012).

La **agroecología** es una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales (FAO, 2018). La agroecología es el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos ambientales y humanos (Altieri, 2001).

Dentro de la agroecología se entiende una **alternativa agroecológica** como “cualquier sistema agropecuario con un enfoque principalmente ecológico” (FAO, 2009) económico y social, en el cual

los **componentes** son cada una de las prácticas basadas en los principios agroecológicos para lograr el sistema.

Es importante recalcar que el bioma donde se desarrolla la actividad ganadera es la **pradera**, cuya vegetación predominante consiste en hierbas y matorrales, cuenta con un clima templado, entre semiárido y húmedo (Senra, 2009). Por ende, factores considerables dentro de este se considera el **forraje** entendido como las gramíneas o leguminosas cosechadas para ser suministradas como alimento a los animales, sea verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo, amonificación) (Instituto Nacional Tecnológico, 2016).

Por el sistema ganadero convencional se genera **degradación de suelos** definida como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios (FAO, 2018); y la **compactación** que se define como el incremento en la densidad y disminución de macro-porosidad en el suelo que perjudica las funciones del mismo e impide la penetración de las raíces, el agua y el intercambio gaseoso (SIAC, 2018).

Como soluciones al problema identificado se encuentra la **renovación de pastos o praderas** que es una técnica con múltiples variaciones y aplicaciones que dependen de varios factores tales como, ubicación geográfica del área, tipo de área, clima, precipitación, costos, finalidad, trabajos y mantenimiento posteriores a la renovación (Pérez Patiño, 2015).

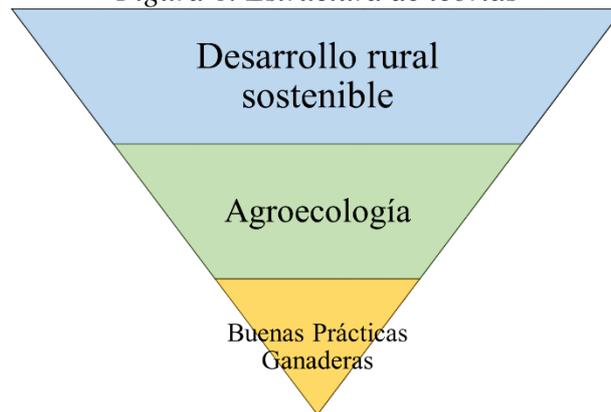
En concordancia, los **sistemas silvopastoriles** involucran la presencia de leñosas perennes (árboles o arbustos) que interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Vallejo Quintero, 2013). El **pastoreo** realizado por el ganado es el consumo directo de pastos, arbusto, forrajeros y árboles, esta es la forma más económica de alimentar a los animales para producción de carne y leche (FEDEGAN, 2018)

Los **sistemas de pastoreos** es el programa de manejo de pastoreo constituido por periodos de utilización y descanso de dos o más potreros que constituyen la finca con el objetivo de obtener una producción de forraje que sea estable y de buena calidad, pero que además se haga una utilización eficiente del recurso (Meneses & López, 1990). Dentro de estos sistemas tenemos el **pastoreo rotacional** que es el que se va a emplear en esta investigación, en este se divide toda el área en potreros pequeños, presenta tiempo de descanso y de ocupación definidos en áreas para que los animales regresen a cada una de ellas cuando sea el momento adecuado tanto en cantidad y calidad de forraje (incluye pastos y arbustos) (FEDEGAN, 2018) .

6.3 Marco teórico

Para el soporte de la investigación presente de este trabajo, es importante y necesario hacer énfasis en teorías sobresalientes que han sido importantes para los componentes sociales, ecológicos y económicos, por lo tanto, se desarrolló desde la teoría general (Desarrollo rural sostenible) hasta la particular (Buenas prácticas ganaderas)

Figura 6. Estructura de teorías



Fuente: (Autoras, 2019)

Para el desarrollo de la primera teoría **desarrollo rural sostenible** se debe tener en cuenta que este inicia a partir del concepto de desarrollo rural que surge en Francia en el año 1965, donde se fundamenta en concepto de la capacidad de aprendizaje y organización (Orea, 2002). También se define el desarrollo rural como un proceso localizado en el cambio social y el crecimiento económico sostenible con la finalidad de tener un progreso permanente de la comunidad rural y los individuos pertenecientes a ella (Valcarcel & Resalts, 1992), pero a partir de 1987 se empieza a manejar el termino sostenibilidad introducido por la Dra. Gro Harlem Brundtland donde de acuerdo a la ONU (1992):

“A partir del informe socioeconómico elaborado en distintos países pertenecientes a las Naciones Unidas, mejor conocido como “Informe Brundtland”, el cual circunscribe los aspectos ambientales al marco socioeconómico. Para 1992, en la segunda Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro se aprobaron tres acuerdos importantes: la Agenda 21 o Programa 21; el plan de acción para promover el desarrollo sostenible y un conjunto de principios sobre derechos civiles y obligaciones de los estados, junto a una declaración de los principios sobre ordenación, conservación y desarrollo sostenible de los bosques. Aspectos que permitirían mejoras en la calidad de vida de las poblaciones rurales que se encargan de la producción de alimentos” (ONU, 1992).

Por otro lado, el desarrollo sostenible consiste en un esquema de desarrollo humano, social y económico capaz de mantenerse de manera indefinida en sintonía con los sistemas biofísicos constituyentes del planeta y por esto los gobiernos deben ser garantes del desarrollo sostenible (Moldan & Dahl, 2007). En esto se deben tener en cuenta aspectos generales que de acuerdo a Zambrano & Cristancho (2015) son:

- *“Calidad de vida: Se debe ofrecer al mundo rural de infraestructuras y servicios necesarios, dar la cohesión económica y social y procurar la recuperación del prestigio social y los valores del medio rural ante una sociedad mayoritariamente urbana.*
- *Creación de empleo: Debe promocionar el empleo de jóvenes, desarrollar una verdadera política de ayuda a la mujer y diseñar planes de formación permanente.*
- *Diversificación económica: Debe buscarse la diversificación de los territorios generando otras ofertas, tales como la producción agraria, recreación y turismo, la agroindustria, la artesanía y la valorización ambiental.*
- *Sostenibilidad: El desarrollo no debe poner en peligro los recursos para generaciones futuras, sino más bien el desarrollo de la actividad agraria, cuidar el paisaje y mantener el espacio natural.*

- *La investigación y el desarrollo de nuevos productos, así como la adaptación del mundo agrario a las nuevas tecnologías es fundamental para no generar una brecha con los entornos urbanos e impedir la marginación del espacio rural.*” (Zambrano, Trujillo, & Solorzano, 2015).

Por otro lado, el **desarrollo rural sostenible** busca dar respuesta a dos necesidades básicas para hacer un futuro más ameno y para esto se debe mejorar la formación a pobladores para dar herramientas que generen transformaciones en su calidad de vida. Así también, se puede lograr una producción agrícola y ganadero sostenible que asegura el acceso a los alimentos necesarios, con la ideología de proteger y conservar la base de recursos naturales para seguir proporcionando servicios de producción, ambientales y culturales (Zambrano, Trujillo, & Solorzano, 2015).

Es importante tener en cuenta que la Red Cultural del Banco de la Republica en Colombia (2015) define el *desarrollo rural sostenible* como:

“Un proceso que busca el cambio social y el crecimiento económico de las comunidades rurales, a partir de la integración racional de los medios de producción, los recursos y las necesidades de estas poblaciones. Busca dar respuestas a tres necesidades como garantía de futuro: mejorar la formación y el bienestar de millones de personas que viven en medios rurales (cerca del 50% de la población mundial) para erradicar la pobreza extrema y evitar su migración a las ciudades; lograr una producción agrícola sostenible para garantizar el acceso a los alimentos; proteger y conservar la capacidad de los recursos naturales, paisajísticos y culturales” (Subgerencia Cultural del Banco de la República, 2015).

Adicional a esto, de forma más rigurosa y limitado, nace el término **agroecología** en los años setenta con conocimientos y técnicas propias de los campesinos y sus culturas, los padres de este gran termino son principalmente Altieri y Gliessman donde:

“Habla 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” (Altieri, 1999) (Gliessman, 1998).

Mientras que Altieri afirma que la **agroecología** a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de agricultura y ganadería, más unidas al ambiente y sensible socialmente; ligadas no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción (Altieri, 1999). Sin embargo, algunos autores diferentes a estos dos grandes hacen referencia al estudio de fenómenos que son netamente ecológicos dentro del campo de cultivo. Además, También, tiene un enfoque distinto del desarrollo agrícola convencional porque se basa en un paradigma científico diferente. El paradigma es holístico, los sistemas sociales y agroecológicos se reflejan entre sí por ende se dice que han co-evolucionado juntos, mientras que la investigación de la ciencia natural y de la ciencia social no se pueden separar. El paradigma es nuevo y está evolucionando todavía, pero “la agroecología comparte el paradigma con numerosos otros campos de investigación” (Altieri, 1999).

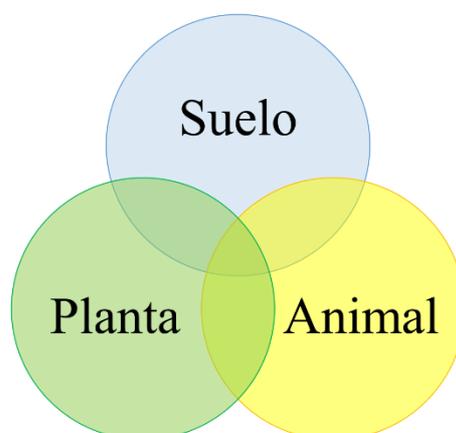
Es por esto que, las relaciones depredador/presa, o competencia de cultivo/maleza, es un ecosistema dentro del cual los procesos ecológicos que ocurren en otras formaciones vegetales, tales como ciclo de nutrientes, interacción depredadora/presa, competencia, comensalía y cambios sucesionales, también se dan. (Restrepo, Àngel, & Prager, 2000) La agroecología está centrada en las relaciones ecológicas en el campo y tiene el propósito de hacer sobresalir la forma, la dinámica y las funciones de estas relaciones, aunque en algunas investigaciones está implícita la idea que por medio del conocimiento de estos procesos y sus relaciones, los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, más sostenibles y con menor uso de insumos externos (Restrepo, Àngel, & Prager, 2000).

Por otro lado, según (Vallejo, 2012) los sistemas silvopastoriles se caracterizan por ser altamente diversificados y autosuficientes, lo cual, asociado con un manejo agropecuario adecuado y acorde con las características del agroecosistema, favorece procesos naturales e interacciones biológicas, mejora la calidad edáfica, disminuye la dependencia de insumos químicos externos e incrementa la productividad agropecuaria. Entre ellas están la introducción de otros cultivos e integración de agricultura-pecuaria, siendo a veces una práctica de renovación y no de recuperación. Estableciendo un manejo adecuado de todo el sistema suelo-planta-animal, lleva invariablemente a una mejoría en la producción pecuaria. Los tratamientos físico-mecánicos, encalado y fertilización. Este sistema es ampliamente utilizado, pero generalmente sin realizar el encalado y la fertilización. Su objetivo es descompactar y mejorar las condiciones físicas del suelo facilitando la infiltración del agua, mejorar la aireación ayudando al mejor desarrollo de las raíces, propiciar la mineralización de la materia orgánica liberando nutrientes al suelo. Este sistema produce una mejora a corto plazo (Vallejo, 2012).

En Guatemala se estableció una metodología de investigación adaptativa y validación tecnológica por medio de herramientas que permiten estimar la condición de la pastura que evalúa factores relacionados con la degradación de la tierra (erosión), degradación de la composición botánica (malezas), vigor y diversidad de las especies forrajeras (productividad) y uniformidad del suelo.

La producción orgánica de carne que tiene dieta alimenticia basada en pastos naturales y derivados de otros productos obtenidos bajo los mismos criterios, es decir, alimentos que no han sido expuestos a fertilizantes artificiales y pesticidas químicos, debe de ser más sostenible que la carne producida en los sistemas convencionales (Kumm, 2002).

Figura 7. Creación de un sistema agroecológico sostenible



Fuente: (Autoras, 2019)

Actualmente, a nivel internacional se han desarrollado estrategia y nuevas visiones a cerca de la actividad ganadera, por ello se ha desarrollado el término ganadería orgánica que tiene como finalidad establecer y mantener una interdependencia entre el suelo y la planta, la planta y animal y además el animal y el suelo, para así crear un sistema agroecológico sostenible, basado en recursos que allí se encuentren, para así tener un aproximamiento al concepto de integridad funcional de sistemas (Thompson & Nardone, 1999).

En los últimos años, América latina ha tenido una gran respuesta a el aumento en la producción de carne y leche llegando a convertirse en el principal productor de carne bovina y lácteos, sin tener en cuenta que este crecimiento ha ocurrido mediante sistemas intensivos de producción que causan impactos ambientales significativos (FAO, 2016). Es por ello que países latinos desde 1999 ya incorporan sistemas agroecológicos en el negocio pecuario de bovinos, 20 países como Uruguay, México, Cuba, Costa Rica, Panamá y Bolivia, entre los que se destacan Brasil, Argentina y Colombia (Santana, 2015). El ganado vacuno poblaba una gran variedad de medios, desde los páramos hasta la árida península de la Guajira. Sin embargo, en general los hatos de ganado estaban más bien circunscritos geográficamente: cuatro centros de producción el altiplano cundiboyacense, el valle del alto Magdalena, el valle del alto río Cauca, y porciones del interior de la costa Caribe- contenían aproximadamente dos terceras partes del hato nacional (Shawn, 2009) Las condiciones del medio donde se encuentren los animales les permiten desarrollar un comportamiento natural y esto ha sido uno de los puntos importantes de los interesados de la ganadería orgánica, también la adecuada salud y el bienestar de los animales son componentes elementales de ese sistema de producción (Lund & Röcklinsberg, 2001).

En la actualidad, debido a la necesidad de buscar alternativas de producción que sean amigables con el medio ambiente se han creado diferentes términos que hacen parte de esta búsqueda de nuevas alternativas, es por ello que nace el termino relevante de **Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)** es un conjunto de actividades basado en la eficiente práctica ganadera y así mismo un adecuado manejo de recursos, procurando que en todas las fases del proceso productivo se refleje la implementación de medidas que garanticen al consumidor de carne un alimento con calidad sensorial, sanitaria, productiva, ambiental y social (Toro & Madrid, 2011) Por otra parte también se define Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), como componente que permite a pequeños y medianos productores, diferenciar sus productos de los otros, teniendo en cuenta todas las implicancias económicas que esto trae (mayor calidad, acceso a nuevos-exclusivos mercados, reducción de costo), estas constituyen una herramienta cuyo uso persigue la sostenibilidad económica, social y ambiental, de las explotaciones agropecuarias (Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011).

Adicional a esto encontramos que de acuerdo al proyecto de buenas prácticas ganaderas en el manual 3 del mismo nombre, las normas creadas en este manual según Uribe y otros (2011):

“Pretenden minimizar el impacto que las prácticas pecuarias tienen sobre el medio ambiente, disminuir los riesgos de contaminación de los productos pecuarios con agentes químicos, físicos y biológicos y mejorar tanto el bienestar laboral de los trabajadores rurales, como el bienestar de las especies animales que son explotadas técnicamente. El establecimiento de las BPG requiere un registro ordenado de todas las actividades que se desarrollan en la finca, de esta manera el productor tendrá una visión más clara sobre el funcionamiento de su empresa pecuaria. “Hacer las cosas bien y dejar constancia de ello”.

Estos arreglos permiten que: El ganado tenga comida durante todo el año, incluyendo en las épocas secas, aumente capacidad de carga y con ello la producción de leche y/o carne, los costos de producción se reduzcan, los suelos y las fuentes de agua mejoren su calidad, la ganadería siga siendo un buen negocio en el largo plazo,

contribuyendo a la conservación y el uso sostenible de los recursos natural.” (Uribe, Zuluaga, Valencia, Murgueitio, & Ochoa, 2011).

Es por ello que para la implementación de estas buenas prácticas ganaderas se requiere de dedicación y constancia por parte de la persona a implementarla, teniendo en cuenta que trae consigo beneficios, estos no se verán reflejados hasta después de un tiempo, y de ser así, se obtendrán ventajas para el productor como para el consumidor final de los productos. Uribe y otros (2011) afirman que estas ventajas son:

- *“Acceso a mercados nacionales e internacionales con mejores precios y oportunidades, disminuyendo la cadena de intermediarios.*
- *El manejo de registros proporciona al productor un mejor conocimiento sobre el comportamiento económico y financiero de su empresa, permitiéndole tomar decisiones administrativas oportunas y apropiadas.*
- *La gestión se hace más próspera en términos productivos y económicos, al mejorar la administración, manejo de insumos, instalaciones y personal, distribución adecuada de labores, aumentando también la competitividad de la empresa al disminuir costos y siendo eficientes.*
- *Mejora la imagen de la empresa y sus productos ante los compradores.*
- *A nivel de comunidad rural mejora las posibilidades de ser incluidos en mercados regionales, nacionales o internacionales.*
- *Mejora las condiciones laborales y sociales del trabajador rural.” (Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011)*

6.4 Marco normativo

6.4.1 Normas legales.

Se describen (Tabla 1) las Normas Legales vigentes pertinentes al sistema agropecuario, el sector productivo ganadero.

Tabla 1: Normas legales vigente en Colombia para el sector productivo ganadero.

NORMAS LEGALES		
Año	Norma	Propósito
1974	Decreto 2811	Código Nacional de los Recursos Naturales renovables. Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra
1991	Constitución Política de Colombia	Elevó a norma constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a través de los siguientes principios fundamentales.
1993	Ley 99	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA).
1993	Ley 23	Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.
1997	Ley 388	Ordenamiento territorial, que reglamenta los usos del suelo.
2000	Ley 607	Se modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, y se reglamenta la asistencia técnica directa rural en consonancia con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
2006	Resolución 187	Sistema de control de productos agropecuarios ecológicos.
2011	Decreto 4145	La UPRA tiene por objeto orientar la política de gestión del territorio para usos agropecuarios.
2014	Decreto 1443	Se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).
2017	Ley 1876	Crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria – SNIA Es un componente estratégico del complejo rompecabezas del modelo de desarrollo rural que quiere implementar el gobierno nacional; en donde encajan diversas políticas públicas para el sector rural: PECTIA, documentos Conpes, leyes y otras normas

Fuente: (Autoras, 2019)

Dentro del marco legal colombiano establecido en este proyecto, se evidencia que en el país se encuentra más normativa pertinente al manejo y conservación de los recursos naturales respecto a las relacionadas a los sistemas ganaderos, sistemas agrícolas y agroecológicos. No obstante, en las últimas décadas se encuentran dos normas muy importantes para el desarrollo rural; la Ley 607 de 2000 sobre la asistencia técnica obligatoria por parte del estado y la Ley 1876 de 2017 sobre el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria.

6.4.2 Normas técnicas.

Se describen (Tabla 2) las Normas Técnicas Colombianas NTC y Guías internacionales pertinentes para abordar el desarrollo del proyecto en sistemas agroecológicos ganaderos.

Tabla 2: Normas técnicas en para abordar el desarrollo del proyecto de investigación.

NORMAS TÉCNICAS	
Norma	Propósito
Política para la Gestión Sostenible del Suelo	Busca promover el manejo sostenible del suelo en Colombia
NTC 4113-1 Gestión ambiental calidad de suelo. Muestreo. Guía para el diseño de programas de muestreo	Establece los principios generales que se deben aplicar en el diseño de programas de muestreo para el propósito de caracterizar y controlar la calidad del suelo, y para identificar fuentes y efectos de contaminación de suelo y material relacionado
Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo de USDA	Establece el procedimiento para las mediciones de calidad del suelo.
Guía Práctica para la Caracterización del Suelo y del Terreno (RASTA)	Establece una metodología para caracterizar el suelo y el terreno de una forma simple y en el sitio.
NTC 5400 Icontec	Reglamento para la certificación de buenas prácticas agrícolas

Fuente: (Autoras, 2019)

Respecto a las normas técnicas aplicables al proyecto, dentro de las más relevantes se encuentran las relacionadas a la toma de muestras de suelo para posterior análisis en laboratorio.

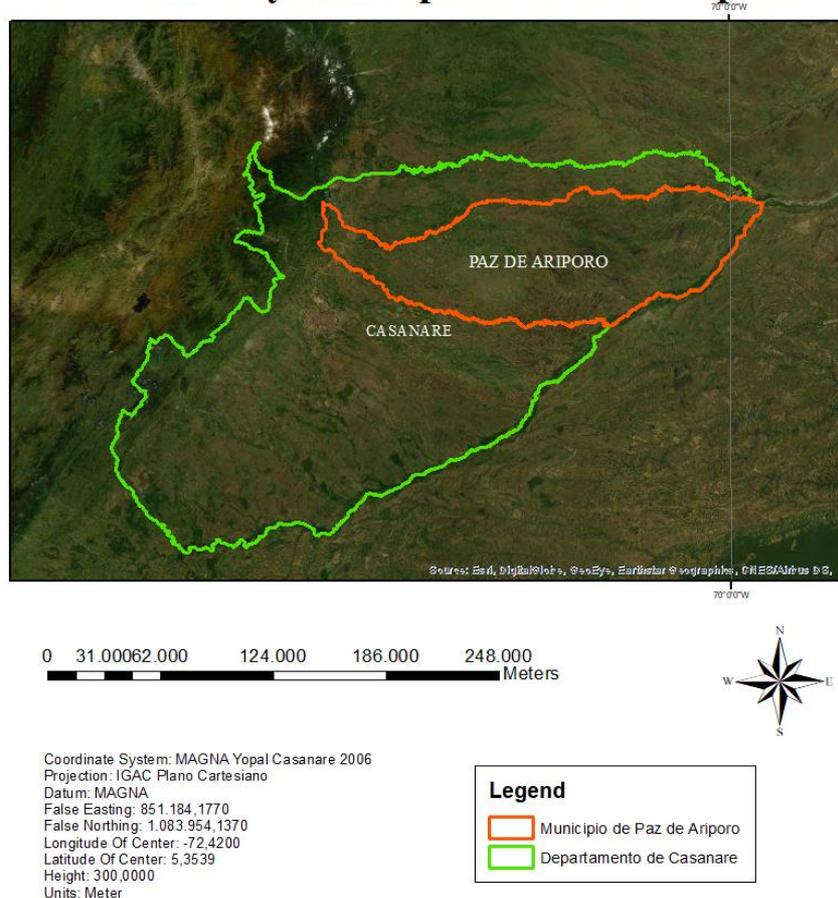
6.5 Marco geográfico

El departamento de Casanare cuenta con 19 municipios, entre ellos el municipio de Paz de Ariporo, se encuentra ubicado en la parte nororiental del departamento de Casanare, presenta una extensión de 13.793 Km². (Alcaldía Municipal de Paz de Ariporo, 2008).

A continuación, se muestra un mapa que se diseñó con ayuda del software ArcGIS versión 10.5, se realizó la referenciación espacial del departamento de Casanare ubicando el municipio de Paz de Ariporo en la figura 8, así mismo, en la figura 9 se referenció la vereda de Caño Chiquito y por último en la figura 10 se realizó la referenciación adecuada de la delimitación de la finca y los adecuados potreros que se usan actualmente para la actividad ganadera de levante, además, en este apartado también se describen algunos aspectos generales importantes de la zona que se debieron tener en cuenta para realizar esta investigación.

Figura 8: Referenciación especial del departamento de Casanare y municipio de Paz de Ariporo

Referenciación espacial del departamento de Casanare y municipio de Paz de Ariporo



Elaborado por: Silvia Fernanda Benavides
Alexandra Melendez Gallo

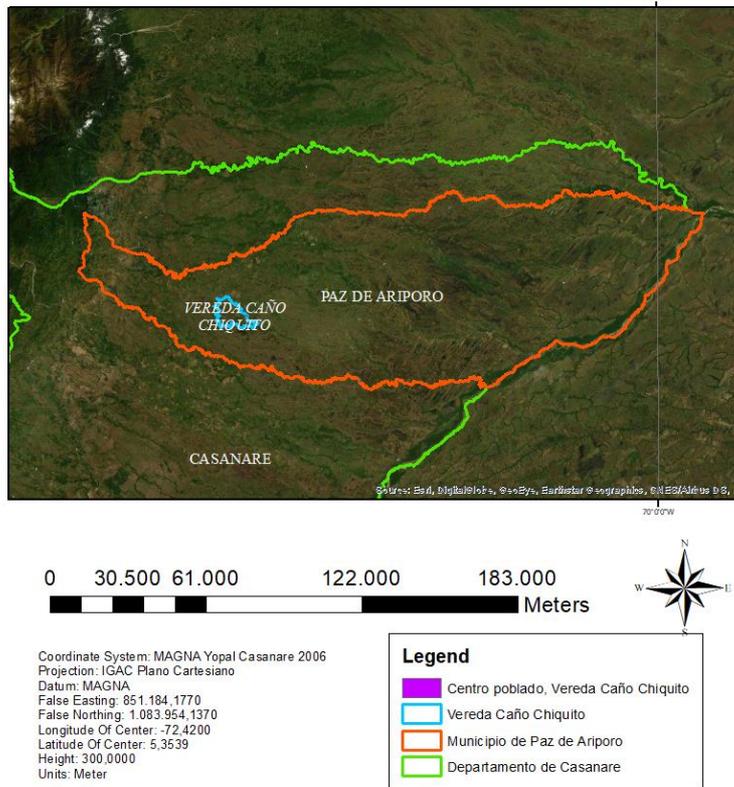
Fuente: (Autoras, 2019)

El territorio en su mayoría es plano, por su topografía presenta solamente piso térmico cálido y está bañado por numerosos caños y corrientes menores, presenta una temperatura promedio de 28°C con una altura aproximada es de 340 m.s.n.m, precipitación media anual de 2684 mm. (Alcaldía Municipal de Paz de Ariporo, 2008).

El área de estudio se encuentra ubicada exactamente en la vereda Caño Chiquito, del municipio de Paz de Ariporo del Departamento de Casanare, presenta terreno de piedemonte llanero (Alcaldía Municipal de Paz de Ariporo, 2008). De acuerdo a una llamada telefónica con el presidente de la junta de acción comunal Leopoldo Niño Ávila, pudimos obtener información de cuantos habitantes hay aproximadamente en la vereda y de cuantas fincas son productoras de ganado, puesto que al solicitar la información con la alcaldía esta nos informó que no puede ser suministrada por políticas de seguridad en el sector. La población total de la vereda de acuerdo a la investigación fue de 400 habitantes aproximadamente y 80 fincas de las que se ubican en la vereda ejercen esta misma actividad.

Figura 9: Referenciación especial de la Vereda Caño Chiquito, Paz de Ariporo, Casanare.

Referenciación espacial de la Vereda Caño Chiquito, Paz de Ariporo, Casanare



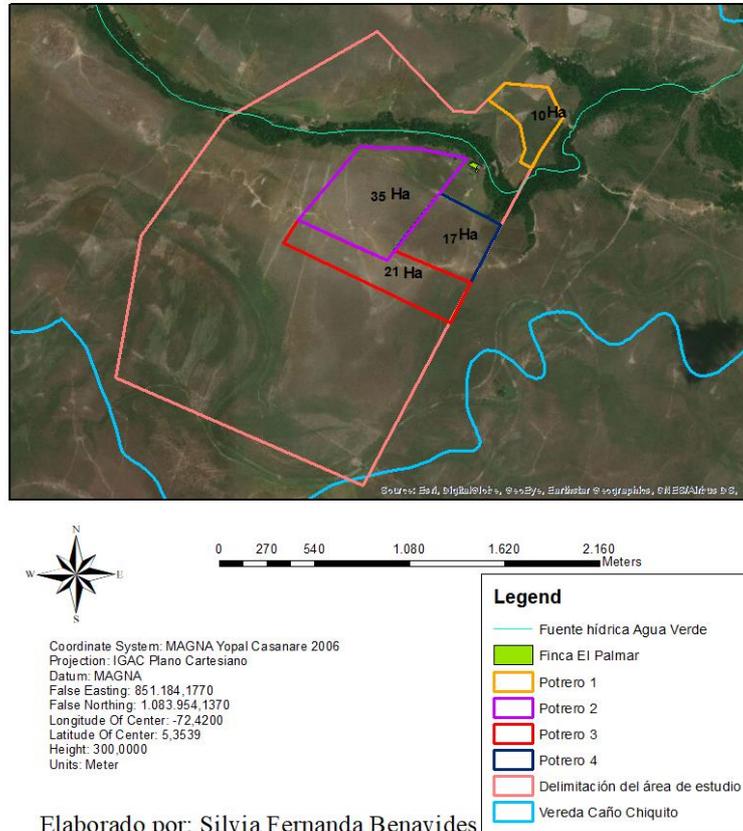
Elaborado por: Silvia Fernanda Benavides
Alexandra Melendez Gallo

Fuente: (Autoras, 2019)

Por otro lado, de acuerdo con la aplicación de Google maps se pudo establecer un punto con coordenadas geográficas de la zona de estudio que son $5^{\circ}39'02.8''N$ y $71^{\circ}27'51.6''W$, también para la ubicación exacta de la finca a la hora de ser referenciada, se utilizó el sistema de coordenadas establecido en las escrituras de propiedad (Anexo 1). En la figura 10 se ubicó las coordenadas para hacer la delimitación de la zona de estudio y también se digitalizó los potreros que son usados actualmente para esta actividad.

Figura 10. Referenciación espacial del área de estudio Finca El Palmar, Vereda Caño Chiquito, Paz de Ariporo

Referenciación espacial del área de estudio Finca El Palmar, Vereda Caño chiquito, Paz de Ariporo



Elaborado por: Silvia Fernanda Benavides
 Alexandra Melendez Gallo

Fuente: (Autoras, 2019)

6.6 Marco institucional



Universidad El Bosque: Universidad de carácter privado sujeta a inspección y vigilancia por medio de la Ley 1740 de 2014 y la ley 30 de 1992. Con enfoque biopsicosocial y cultural que permite asumir un compromiso con el país teniendo como eje fundamental la promoción de la dignidad de la persona en todos los aspectos de su vida.

7. Metodología

El marco metodológico establecido para esta investigación está conformado por el diseño de investigación y el plan de trabajo. La primera parte corresponde al diseño metodológico respecto al alcance, enfoque y método de investigación, posteriormente, se explica el plan de trabajo de acuerdo a los pasos establecidos para el desarrollo de cada uno de los objetivos del estudio.

7.1 Diseño de investigación

El presente trabajo de grado corresponde a una investigación de enfoque mixto según Hernandez Sampieri y otros (2014), donde se estudia una realidad intersubjetiva, es decir, combina el enfoque cuantitativo y cualitativo principalmente durante el desarrollo de los objetivos establecidos para esta investigación. Las variables cuantitativas tratadas durante el proyecto se tienen en cuenta por la necesidad de ser medidas y estimadas las magnitudes de los fenómenos (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) correspondientes, donde los datos adquiridos más adelante corresponden a números producto de mediciones estudiadas en el mundo real, de acuerdo a procedimientos estandarizados y aceptados por la comunidad científica. Por otro lado, las variables cualitativas abordadas “corresponden a descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas” según Pattom (2011) como se cita en (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

La perspectiva del proyecto de grado es ambiental, donde los resultados del proyecto se estudian principalmente desde el componente ecológico, económico y social para obtener la evaluación general del sistema ganadero actual y en concordancia proponer el sistema agroecológico ganadero que contemple variables de los tres componentes, obteniendo así un resultado holístico y enmarcado en la ingeniería.

Teniendo en cuenta el objetivo general establecido, el proyecto tiene un alcance descriptivo, correlacional y explicativo. Primero se toma en cuenta el alcance descriptivo dado que se “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, el proceso o cualquier otro fenómeno que se someten” (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) al sistema ganadero en estudio, es decir, esto sugiere recoger información sobre las variables establecidas para la Finca El Palmar. Sin embargo, como el alcance descriptivo de la investigación no contempla la relación de los conceptos o variables establecidas, el proyecto también tiene un alcance correlacional dado el fin holístico e integrador de la ingeniería ambiental, ya que este alcance permite “conocer la relación o grado de asociación que existe entre las variables en un contexto en particular” (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). Finalmente, se busca con el alcance explicativo mostrar la viabilidad de las alternativas presentadas frente a las variables estudiadas.

De esta forma se utiliza un método científico “aplicado al análisis de los discursos que pueden tener diversas formas de expresión” (Lopera, Ramírez, Zuluaga, & Ortiz, 2010) como la información obtenida de las entrevistas realizadas para la obtención de información a través de la palabra hablada enfocado a las variables cualitativas tratadas, dicho método es conocido como analítico. Por medio del cual se buscó analizar e interpretar los testimonios de los actores relacionados y contrastar la información requerida.

El proyecto está dividido en tres etapas de acuerdo a los objetivos específicos, cada una de ellas dependiente de la anterior.

7.1.1 Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.

Para desarrollar el diagnóstico se realizaron dos visita a campo, esta inmersión inicial representa la sensibilización con el ambiente que se busca estudiar para identificar las fuentes de información que aportaran los datos necesarios para las variables, es decir, se realiza un barrido de información sobre el hato ganadero en las tres dimensiones estudiadas: social, económica y ecológica, con el fin de analizar la realidad del sistema de producción extensivo de ganadería desarrollado en la finca.

Para lo anterior, se realiza una matriz donde se contemplan la dimensión, las variables, aspectos, indicadores, técnicas e instrumentos que orienta la recolección de información como se muestra en la tabla 3. Matriz de variables.

Tabla 3. Matriz de variables.

MATRIZ DE VARIABLES						
Dimensión	VARIABLES	Aspectos	Indicador/ Descriptor	Unidad	Técnica	Instrumento
Social	Nivel de escolaridad	Capacidad de entendimiento y claridad de la información técnica	Grado de escolaridad	Primaria, Bachillerato, Tecnólogo, Técnico, Profesional	Entrevista	Banco de preguntas
	Asistencia técnica	Asistencia Privada	Entidades en el municipio	# de entidades	Entrevista*/ observación directa	Banco de preguntas/ registro fotográfico
		Asistencia Pública	Entidades en el municipio	# de entidades	Entrevista/ observación directa	Banco de preguntas/ registro fotográfico
		Contenido de capacitaciones	# temas enfocados en agroecología / los temas tratados	# temas	Entrevista*/revisión bibliográfica	Banco de preguntas/ computador
		Frecuencia de capacitaciones	# Visitas / año	# vistas / año	Entrevista*	Banco de preguntas
		Conformación del equipo	# de profesionales o técnicos en ganadería/ total de los profesionales o técnicos	# de profesionales o técnicos en ganadería/ total de los profesionales o técnicos	Entrevista/revisión bibliográfica	Banco de preguntas/ computador
	Organizaciones comunitarias	Formales**	# Asociaciones del sector	# Asociaciones del sector	Entrevista	Banco de preguntas
		Informales***	# Lugares de reunión de la población	# Lugares de reunión de la población		
	Unidades productivas (fincas)	Unidades productivas de levante	# fincas de levante/ total fincas de la zona	# fincas de levante/ total fincas de la zona	Entrevista	Banco de preguntas
	Salud ocupacional	Afiliación a entidad de salud	Atención médica	# trabajadores afiliados	Observación directa/Entrevista	Banco de preguntas/ Registro fotográfico
		Afectaciones en la salud	Existencia de EPP	# de EPP/ Total de EPP para la actividad ganadera		
			Uso de EPP	Unidades de frecuencia (horas, día, mes)		
Económica	Insumos	Maquinaria y equipos de trabajo	Maquinarias usadas anualmente	# de maquinarias usadas/año	Entrevista/ Revisión bibliográfica	Banco de preguntas/Computador
			Costo de maquinaria	COP/año		
	Mano de obra		# jornaleros/ Ha	# jornaleros/ Ha	Entrevista/ Revisión bibliográfica	Banco de preguntas/computador
			Costo mano de obra	COP/ año		

	Costos producción de sistema ganadero convencional	Producción	Cabezas de ganado levantadas/Ha	cabezas de ganado/Ha		
			Costo de la producción de levante/Ha	Costo ganado/Ha		
		Insumos	Costo total insumos/ha	Costo/ mes		
		Ganancia	Relación entre ganancias y pérdidas	COP / año	Uso de software	Computador
Ecología	Agua	Fuentes disponibles	# de fuentes hídricas en la vereda	# de fuentes hídricas	Revisión cartografía/ Observación directa	Computador
		Consumo	Caudal/ tanques de agua	m3	Entrevista/ revisión bibliográfica	Banco de preguntas/ computador
		Precipitación	Litros caídos * unidad de superficie al año	mm	Análisis documental/ revisión bibliográfica	Computador
	Suelo	Propiedades físicas	Textura	%	Análisis laboratorio/ observación directa	Método de Bouyoucos
			Densidad aparente	kg/ m3 o g/cm3	Análisis laboratorio	Cálculo
			Compactación	%	Revisión bibliográfica	Computador
			Infiltración	Suelo drenado	Revisión bibliográfica	Computador
		Propiedades químicas	pH	Unidad de pH	Análisis laboratorio/ pasta de saturación	Conductímetro
			Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g	Análisis laboratorio	Cálculo
			Cationes intercambiables	meq/100g	Análisis laboratorio	Sin. Acetato de Amonio/ EEA/ NTC 5349
			Cationes	mg/kg	Análisis laboratorio	Sin. Ácida Mehilch/ EEA/ NTC 5526
		Propiedades Biológicas	Materia Orgánica	%	Análisis laboratorio	Cálculo
			Carbono Orgánico	%	Análisis laboratorio	Sin. Dicromato de Potasio/ Colorímetro/ NTC 5403
		Tipo de pastoreo	Capacidad de carga	# cabeza de ganado/ Ha	Observación directa/ Entrevista	Banco de preguntas/ Registro fotográfico
			Tiempo de pastoreo	#cabeza de ganado/ha/ tiempo	Uso de software	Computador

		Rotación de potreros	# de animales/días/potrero	# de animales/días/potrero	Observación directa/ Entrevista	Banco de preguntas/ Registro fotográfico
Aire	Viento	Dirección del viento		Punto cardinal	Estación meteorológica/ Revisión bibliográfica	Indicador de dirección/Computador
		Velocidad de viento		m/s	Análisis documental/ revisión bibliográfica	Computador
Vegetación	Tipo de vegetación	# de árboles/ha		# de árboles/ha	Observación directa/ Entrevista	Banco de preguntas/ registro fotográfico
		# de arbustos/ha		# de arbustos/ha		
		Tipo de especies de árboles		Especie(s)		
		Tipo de especies de arbustos		Especie(s)		
	Cobertura	% de individuos por especie en área(ha)		% Ha		
	Pradera	Cantidad y área de las praderas actuales		# de praderas y área de cada una	Observación directa/ cálculos	Registro fotográfico
		Tipo de Pasto(s)		Especie (s)	Entrevista	Banco de preguntas
				% de especie (s)/parcela		
		Pastoreo		# animales/ parcela	Observación directa	Registro fotográfico
			# día de pastoreo /parcela	Entrevista	Banco de preguntas	
Animal	Cantidad	# cabezas de ganado para levantar del total	Unidad	Observación directa/Entrevista	Banco de preguntas/ registro fotográfico	
	Raza	# cabezas por raza del total				
Residuos Sólidos	Almacenamiento de insumos pecuarios y agrícolas	Insumos pecuarios	# de bodegas/tipo de insumo pecuario	Observación directa/ Entrevista	Registro fotográfico	
		Insumos agrícolas	# de bodegas/tipo de insumo agrícola			
	Manejo de residuos	Cantidad de residuos producidos		Kg/ mes	Observación directa/ entrevista	Banco de preguntas/ registro fotográfico

Fuente: (Autoras, 2019)

* Entrevista realizada a comunidad y alcaldía o UMATA

** Contemplados por la ley / oficiales

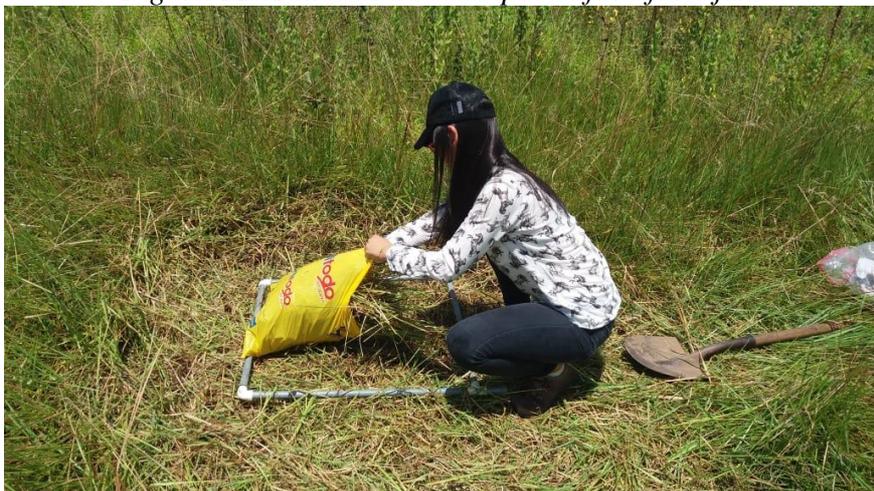
*** Asociaciones de la comunidad, sitios donde hay flujo de información

Respecto a la matriz de variables, la realización de la entrevista, la observación directa y el registro fotográfico responden a un criterio cualitativo donde se permite al investigador mayor flexibilidad a la hora de llevar a cabo el proyecto. De esta forma, se establece adelantar el modelo de entrevista como se muestra en el Anexo 3, se realizaron 5 en total: 3 a los propietarios y trabajadores de la finca que representa el caso de estudio y 2 a trabajadores de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Paz de Ariporo. Para la elaboración de las entrevistas se tuvo en cuenta una revisión documental para realizar un banco de preguntas con el fin de recolectar toda la información necesaria, no obstante, se planeó la idea de agregar más preguntas en el transcurso de las visitas si se consideraba pertinente. Las preguntas son abiertas y se recaban datos escritos, visuales y verbales. Tal recolección consiste en obtener las perspectivas de las personas involucradas directamente en el sistema productivo ganadero actual que se lleva a cabo en la Finca El Palmar; igualmente, resultan de interés las interacciones entre los trabajadores con otros grupos y colectividades del gremio ganadero a fin de contemplar las relaciones actuales y su influencia dentro del sistema para evaluar más adelante la posibilidad de aplicar el sistema agroecológico a otras fincas productivas en la zona.

Tipo de pastoreo.

Para llevar a cabo esta metodología se tiene como referencia la cartilla de “MANEJO DE PRADEAS Y DIVISIÓN DE POTREROS” (FEDEGAN, Cartilla Manejo de praderas y divisón de potreros, 2018) en este se define que a partir del cálculo de la oferta de forraje se puede determinar la capacidad de carga mediante un aforo. Para realizar este aforo se utiliza un marco de tubo PVC de 1 m², machete, pala, bolsas de recolección de muestras y gramera. Cada potrero presenta un mayor porcentaje de determinado pasto, es por ello que se decide a partir del gran número de hectáreas con el que cuenta cada uno, tomar 5 aforos aleatorios por cada potrero para realizar el aforo respectivo. A continuación, se muestran las ecuaciones que tienen relación para el cálculo de la capacidad de carga del área destinada a ganadería:

Figura 11: Toma de muestra para aforo forrajero



Fuente: (Autoras, 2019)

- *Peso promedio de pasto (P.P pastos):*

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

Ecuación 1. Peso promedio de pastos

Donde:

P.P pastos: Kg

- *Producción total de forraje por hectárea (PT):*

$$PT = (\text{Promedio ponderado}) (\text{Área en m}^2/\text{Ha})$$

Ecuación 2. Producción total de forraje

Donde:

PT: Kg/Ha

Promedio ponderado: (kg/m²)

Área en m²: 10000 (m²/Ha)

- *Disponibilidad total de forraje (DTF):* Cantidad total de pasto que se estima realmente sea aprovechada por 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. Disponibilidad total de forraje

Donde

DTF: Kg/Ha

PT: Producción total de forraje (Kg/Ha)

Porcentaje de desperdicio: 50%

- *Disponibilidad total de forraje diario (DTFd):* Es la disponibilidad total de forraje anteriormente hallada dividida en un mes (30 días)

$$DTFd = DTF / 30 \text{ días}$$

Ecuación 4. Disponibilidad total de forraje diario

Donde

DTFd: Kg/día*Ha

DTF: Kg/Ha

- *Peso de unidades gran ganado (UGG):* De acuerdo a la cartilla ya mencionada anteriormente (FEDEGAN, Cartilla Manejo de praderas y división de potreros, 2018) se dice que una unidad gran ganado pesa 450 kg y a su vez se dice que consumen de 12 a 14% de peso vivo por tanto consumen 58 kg/cabeza/día de pasto verde aproximadamente
- *Peso total del Lote (PTL):*

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

Ecuación 5. Peso total del lote

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 6. Consumo de forraje diario

Donde

CFD: (kg/día)

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

UGG: unidad gran ganado

- *Periodo de ocupación (PO)*: Tiempo empleado en el pastoreo de un potrero por un número determinado de animales:

$$PO = DTF / CFD$$

Ecuación 7. Periodo de ocupación

Donde

PO: Periodo de ocupación (Días/Ha)

DTF: Disponibilidad total de forraje (kg/Ha)

CFD: Consumo forraje diario (Kg /día)

- *Periodo de rotación (PR)*:

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 8. Periodo de rotación

Donde

PR: Días

PD: Período de descanso (días)

PO: Período de ocupación (Días/Ha)

- *Consumo por rotación (CR)*:

$$CR = CFD \times PO$$

Ecuación 9. Consumo por rotación

Donde

CR: kg

CFD: Consumo forraje diario (Kg /día)

PO: Período de ocupación (días)

- *Área de pastoreo (AP)*:

$$AP = CR / DTF$$

Ecuación 10. Área de pastoreo

Donde

AP: Ha

CR: Consumo por rotación (kg)

DTF: Disponibilidad total de forraje (kg/Ha)

- *Capacidad de carga (C.C)*:

Hace referencia a la cantidad de individuos que puede soportar un área en particular:

$$C.C = UGG/AP$$

Ecuación 11. Capacidad de carga

Donde

C.C = UGG/Ha

UGG: Unidades gran ganado

AP: Área de pastoreo (Ha)

Por otro lado, se encuentra el enfoque cuantitativo en la toma de muestras y el análisis de los resultados de la variable suelo en el componente ecológico de la investigación, se interpreta a la luz de los parámetros establecidos inicialmente respecto a la calidad del suelo de estudios previos consultados en la teoría y revisión bibliográfica que se exponen en el trabajo, lo anterior con el fin de

dar la explicación y evidenciar cómo los resultados de los estudios de suelo encajan dentro del desarrollo del primer objetivo específico planteado.

Toma de muestras de suelo.

De acuerdo con la Guía de toma de muestras de suelo para análisis químicos y físicos de Corpoica (2018), se debe considerar:

- Seleccionar áreas donde el suelo de la finca sea homogéneo.
- Establecer la toma de muestras a una profundidad de 10 a 20 cm debido a que son cultivos de pasturas.
- Para muestra disturbada de suelo: establecer recorrido que permita tomar muestras en todos los sectores del terreno y sean representativas, preferiblemente en zigzag, zeta o equis.
- Para muestra no disturbada de suelo: se toma una única muestra que represente el terreno.

Proceso de muestreo:

1. Se deben tomar 1 o 2 muestras por lote.
2. Limpiar la superficie con la pala para remover el material vegetal, el suelo debe quedar horizontal y plano para evitar la compactación dentro del cilindro.
3. Colocar el barreno verticalmente y golpear con el mazo manteniendo la posición, luego retirar haciendo palanca.
4. Retirar los anillos del barreno sin que se altere la muestra dentro de ellos.
5. La muestra del anillo debe tener por cada extremo aproximadamente 1 cm de suelo.
6. Cubrir el anillo con gasa o tela para conservar la muestra y envolver en bolsas de aluminio.
7. Llevar a laboratorio (Corpoica, 2018).

7.1.2 Objetivo Específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.

Posterior al resultado obtenido en el diagnóstico ambiental, en el segundo objetivo se contemplan las alternativas que mejor se adaptan a las problemáticas evidenciadas en el sistema ganadero de levante actual de acuerdo a los marcos de referencia. En este sentido, el objetivo se desarrolló en dos fases, donde en la primera se proponen las alternativas y en la segunda se evalúan alternativas de manejo sostenible enmarcada en las buenas prácticas en sistemas silvopastoriles donde se busca:

- Promover un uso de suelo diferente
- Tomar medidas de manejo: especies forrajeras más rastreras, menor carga animal.
- Involucrar al trabajador en la dinámica del sistema silvopastoril
- Buscar el manejo, uso y aprovechamiento adecuado de los recursos en el sistema.

Se realiza un análisis de importancia para dar prioridad a la implementación a corto, mediano y largo plazo de las alternativas de acuerdo a la matriz de alternativas que se muestra a continuación, en la cual se evalúan las variables correspondientes a los tres componentes social, económico y ecológico, frente a las alternativas consideradas y de acuerdo con la escala de valoración se califica y obtiene el total que define el tiempo en que se planea implementar dentro de la estrategia. Teniendo en cuenta que 5 representa una alternativa muy óptima, 3 una alternativa óptima y 1 una alternativa no óptima, donde 2 y 4 son valores intermedios entre los valores. La escala de valoración respondió a la necesidad de mostrar y hacer más visible la diferencia entre las alternativas evaluadas, después de

realizar la valoración se procede a sumar el resultado de cada fila y de mayor a menor resultado se les da la importancia a las alternativas dentro de la estrategia que se desarrolla en el tercer objetivo.

Tabla 4. Matriz de alternativas.

MATRIZ DE ALTERNATIVAS															
Alternativas	Dimensión													Total	Prioridad de alternativas
	Social					Económico			Ecológico						
	Variables														
	NE	AT	OC	UP	SO	Insumos	Costos de producción	Agua	Suelo	Aire	Vegetación	Animal	Residuos sólidos		
Barreras vivas															
Cercas vivas															
Abonos orgánicos															
Pastoreo controlado y rotativo															
Rotación de cultivos															
Asociación de pastos y leguminosas															
Buenas prácticas de disposición de insumos pecuarios															

Fuente: (Autoras, 2019)

NE: Nivel de escolaridad

AT: Asistencia técnica

OC: Organizaciones comunitarias

UP: Unidades productivas

SO: Salud Ocupacional

Tabla 5. Escala de valoración para la matriz de alternativas

Escala de valoración	
1	No óptimo
2	
3	Óptimo
4	
5	Muy óptimo

Fuente: (Autoras, 2019)

7.1.3 Objetivo Específico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.

El desarrollo del objetivo 3 tiene un enfoque cualitativo donde se busca integrar las mejores alternativas que se adaptan al sistema estudiado para lograr la propuesta de un sistema agroecológico asociado a las buenas prácticas ganaderas desde el desarrollo de los componentes ambientales: ecológico, económico y social.

Para esta investigación también es muy importante tener en cuenta que el concepto de *estrategia* es delimitado para los fines del tercer objetivo, la estrategia se caracteriza por tener múltiples opciones, caminos y resultados (Davies, 2000), está directamente relacionada con cómo se van a implementar las actividades que se desean incluir y en función de tiempo como se hace esto a corto, mediano y largo plazo, siempre teniendo en cuenta lograr cumplir con los objetivos propuestos. Para ello esta investigación maneja su estrategia dividida en 3 fases, cada una de ellas incluye los costos de implementación y además la estimación de tiempo de recuperación de inversión.

Se realiza un modelo que representa el cambio que obtendría la unidad de estudio a través de los tres tiempos de implementación, dicho modelo se realiza a través del software de diseño e igualmente se presenta la cartografía con apoyo de las herramientas de SIG donde se evidencie la integración y manejo de las variables estudiadas. Finalmente, se presentan los costos de inversión a través del presupuesto y el tiempo en que se recupera la inversión.

7.2 Plan de trabajo.

A continuación, se presenta el cronograma de trabajo para el desarrollo del proyecto.

Tabla 6. Plan de Trabajo.

CRONOGRAMA										
Objetivo General	Elaborar una propuesta de sistema ganadero agroecológico de levante para producción de carne, de acuerdo a algunas variables ecológicas, sociales y económicas. Estudio de caso finca El Palmar, Paz de Ariporo, Casanare.									
Objetivos Específicos	Actividades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
1. Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.	Revisión bibliográfica									
	Delimitación y distribución espacial de la Finca									
	Elaboración de la matriz de variables									
	Levantamiento de información en campo									
	Evaluación e interpretación de la variable ecológica suelo.									
	Caracterización de las especies de fauna utilizadas para la ganadería									
	Realizar el modelo actual de la Finca El Palmar									
	Cálculo de variables									
	Organización de la información									
	Análisis de toda la información									
2. Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio	Descripción de alternativas de sistemas productivos agropecuarios sostenibles									
	Realizar matriz de alternativas									
	Análisis de alternativas									
	Seleccionar alternativas para generar la propuesta									
3. Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.	Definición de prácticas que más se adaptan									
	Hacer presupuesto									
	Realización del modelo en software									

Fuente: (Autores, 2019)

Fases del plan.

Finalmente, se obtuvo la información pertinente para la investigación a través de técnicas de campo como las entrevistas a la población y toma de muestras de suelo para su eventual análisis, posteriormente la identificación y relación de las variables y por último el establecimiento de la propuesta del sistema agroecológico ganadero. Lo anterior por medio de diferentes actividades, técnicas, instrumentos y resultados esperados como se explica en la siguiente tabla.

Tabla 7. Matriz metodológica.

MATRIZ METODOLÓGICA					
Objetivo General	Elaborar una propuesta de sistema ganadero agroecológico de levante para producción de carne, de acuerdo a algunas variables ecológicas, sociales y económicas. Estudio de caso finca El Palmar, Paz de Ariporo, Casanare.				
Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento	Recurso	Resultado Esperado
1. Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.	Revisión bibliográfica	Análisis documental	Bases de datos	Talento humano, computador	Línea base y recolección de información
	Delimitación y distribución espacial de la Finca	Sistemas de Información Geográfica	Programa ArcGis	Talento humano, computador	Cartografía en ArcGis de la zona de estudio
	Elaboración de la matriz de variables	Análisis documental	Bases de datos, Microsoft Excel	Talento humano, computador	Variables sociales, económicas y ecológicas a tener en cuenta dentro del sistema ganadero
	Levantamiento de información en campo	Observación directa, entrevista	Guion de entrevista, registro fotográfico	Talento humano, cámara fotográfica, diario de campo	Información para interpretar las variables establecidas
	Evaluación e interpretación de la variable ecológica suelo.	Análisis de laboratorio	Laboratorio	Laboratorio Agrilab	Calidad del suelo y posibles alternativas
	Caracterización de las especies de fauna utilizadas para la ganadería	Inmersión en campo, observación directa	Entrevista, registro fotográfico	Talento humano, cámara fotográfica, diario de campo	Estado de vegetación
	Realizar el modelo actual de la Finca El Palmar	Diseño	Software	Talento humano, computador	Modelo de la zona de estudio

	Cálculo de variables	Interpretación de datos	Microsoft Excel	Entrevista, registro fotográfico, diario de campo	Análisis e interpretación de los componentes social, económico y ecológico del actual sistema ganadero de levante en la Finca El Palmar
	Organización de la información	Interpretación de datos	Información recolectada, Microsoft Office Excel y Word	Talento humano, computador	
	Análisis de toda la información	Análisis de alternativas, Interpretación de datos	Información recolectada, Microsoft Office Excel y Word	Talento humano, computador	
2. Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.	Descripción de alternativas de sistemas productivos agropecuarios sostenibles	Análisis documental	Base de datos	Talento humano, computador	Información pertinente sobre alternativas agroecológicas
	Realizar matriz de alternativas	Interpretación de datos	Microsoft Excel	Talento humano, computador	Matriz diligenciada
	Análisis de alternativas	Interpretación de datos	Microsoft Excel	Talento humano, computador	Las mejores alternativas de manejo y establecimiento del sistema agroecológico, asociado a las buenas prácticas ganaderas desde el desarrollo de los componentes ambientales: <u>ecológico, económico y social.</u>
	Seleccionar alternativas para generar la propuesta	Evaluación de matriz	Microsoft Office Excel y Word	Talento humano, computador	
3. Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.	Definición de prácticas que más se adaptan	Interpretación de datos	Microsoft Office Excel y Word	Talento humano, computador	Clasificación de alternativas a implementar a corto, mediano y largo plazo
	Hacer presupuesto	Búsqueda de información, Interpretación de datos	Microsoft Excel	Talento humano, computador	La propuesta detallada claramente con apoyo de las herramientas de SIG y el software de diseño donde se evidencie la integración y manejo de las variables sociales, económicas y ecológicas
	Realización del modelo	Diseño	Software	Talento humano, computador	

Fuente: (Autoras, 2019)

8. Resultados, análisis y discusión de resultados

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

Información del predio y manejo de ganado

El entrevistado propietario y trabajador Paco Benavides aseguró que la Finca El Palmar cuenta con 350 hectáreas, pero de estas solo 83 están destinadas a actividades ganaderas de tipo de levante, este ganado es vendido directamente en la finca, puesto que el cliente es el encargado de ir a la finca a recoger el ganado una vez se haya comprado. Por otro lado, la raza de ganado que predomina en la finca es Cebu (*Bos primigenius indicus*) Rojo y Blanco y Brahman (*Bos taurus indicus*) en su mayoría, el propietario aseguró que no utiliza fertilizantes puesto que no lo ve necesario, pero para combatir plagas como hormigas utiliza Lorsban ADVANCED que es un insecticida de amplio espectro.

Figura 12. Realización de entrevista al propietario de la Finca El Palmar



Fuente: (Autoras, 2019)

Respecto a las condiciones climáticas este presenta un régimen de humedad de tipo modal, puesto que asegura que la temporada de verano oscila en los meses noviembre-abril y la temporada de invierno oscila entre mayo-noviembre, esto puede variar a veces 1 mes debido a las condiciones climáticas con fenómenos como el niño y la niña que afectan. Las principales plagas que presenta en el ganado son en temporada de verano las garrapatas, en la transición de verano a invierno las moscas y en temporada de invierno los zancudos, para ello hace cada mes de la temporada baños a todo el ganado con una motobomba rociadora especializada para esta actividad con Butox, Bañamax, entre otros distintos baños medicados para evitar esta plaga. Respecto a las vacunas que deben aplicarle al ganado estas son principalmente abtosa+rabía y cepa 19, antibiótico como Ampromax, antimicrobiano como Oxitetraciclina, hemoparásito como Berenil y desparasitante como Hemopar B12.

En el terreno restante tienen ganado que no es manejado para sacar a venta, sin embargo, este juega un papel importante porque de allí es donde se saca el ganado que es puesto en proceso de levante, dado que esta finca lleva aproximadamente 50 años funcionando.

8.1 Resultados objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.

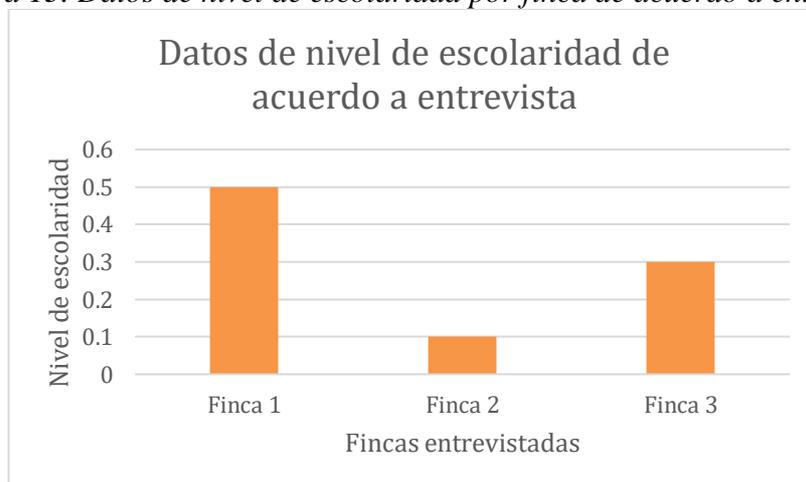
Para llevar a cabo el desarrollo de este objetivo se tuvo la necesidad de hacer dos inmersiones a campo, donde en la primera visita se permitió realizar una observación directa del estado actual de la finca permitiendo poder diseñar un modelo donde se reflejó como estaba distribuido espacialmente los potreros que son usados para dicha actividad ganadera, también se pudo realizar una entrevista previa que su contenido estaba distribuido en dimensión social, económica, ecológica de manera específicas, con preguntas muy puntuales aplicándola al propietario de la finca (ver anexo 4) con el fin de obtener información que permitiera poder desarrollar este objetivo y también se pudo hacer la toma de muestra de suelo para poder ser mandada a analizar y obtener sus resultados para hacer la respectiva comparación con la literatura y análisis personal. En la segunda inmersión a campo se pudo realizar la determinación de la capacidad de carga mediante la estrategia adaptada del Manual de manejo de praderas y división de potreros ya antes mencionado, registro fotográfico de las especies arbóreas y de pastos que había en cada potrero, además se ultimaron detalles de recolección de datos y visitas a los centros como la alcaldía y el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).

8.1.1 Dimensión social.

Nivel de escolaridad.

El propietario y trabajador de la finca cuenta con un nivel de escolaridad básica primaria; sin embargo, él ha adquirido la experiencia en el manejo del ganado porque explica y argumenta qué desde que tenía 7 años de edad trabajaba con el papá en actividades como la que ejerce actualmente, lleva 50 años trabajando en actividad ganadera y siempre se ha dedicado a eso.

Figura 13. Datos de nivel de escolaridad por finca de acuerdo a entrevista



Fuente: (Autoras, 2019)

Donde el nivel de escolaridad se evaluó de acuerdo a:

Tabla 8. Valoración del nivel de escolaridad

Nivel de escolaridad	Valor
Técnico	1
Tecnólogo	0,7
Bachiller	0,5
Primaria	0,3
Preescolar	0,1

Fuentes: (Autoras, 2019)

Por otro lado, de acuerdo a la información suministrada por entrevistas realizadas, se evidenció que otro propietario aledaño, Harvey Benavides, cuenta con un nivel de educación preescolar y otro propietario vecino, Francisco Campo, cuenta con nivel de educación bachiller, pero como ya antes se menciona, estas personas se han dedicado toda su vida a trabajar en el campo y han adquirido conocimiento en esta actividad con autoaprendizaje o aprendizaje autónomo.

Asistencia técnica.

En la zona de estudio la gerencia de desarrollo económico y ambiental de la UMATA (Unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria) es liderada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de municipio de Paz de Ariporo, gracias a la información brindada mediante una solicitud previa a esta entidad (ver anexo 3), se logró validar la información recibida por medio telefónico a cerca del personal perteneciente dispuestos a servicio para asistencias técnicas en las veredas, este equipo de trabajo es conformado por dos técnicos pecuarios, un técnico agrícola, un profesional para prestar los servicios en el sector agrícola y medioambiental, un veterinario, un tecnólogo de apoyo y una secretaria.

Por otro lado, el secretario de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente Fabio Antonio Cely, aseguró que las asistencias técnicas se hacen cuando los propietarios de las fincas las solicitan y debe haber un numero relevante del total de fincas de la vereda interesados en ella para que esta se pueda realizar. Algunos programas que la secretaria nos pudo decir con certeza que habían brindado fueron: razas criollas y colombianas, nutrición animal, sabanas inundables, estrategias para la conservación de fauna y flora, pero no se pudo obtener específicamente que temas se habían tratado a profundidad y no fue posible acceder al contenido de cada uno de los programas mencionados. También, por otro lado, se informa que algunos programas son dados por órdenes departamentales para beneficio a los finqueros.

Mediante una entrevista previamente realizada se pudo evidenciar que el propietario de la finca nos informó sobre dos programas brindados ya hace varios años, como lo son inseminación artificial, razas de fácil adaptación, repoblamiento bovino y mejora de pradera, al preguntar por estos programas en Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente nos informan que esos programas fueron brindados a nivel departamental y no es posible acceder al contenido de ellos. De acuerdo con el propietario, la finca cuenta con asistencia de técnicos particulares 1 vez al año o cada que se requiera de forma necesaria.

Organizaciones comunitarias.

La vereda Caño Chiquito cuenta con una junta de acción comunal conformada por un presidente, un vicepresidente, un tesorero y una secretaria, en cada junta desarrolla actividades dependiendo el

enfoque como tal de la reunión, en alguna si hay programas de ganadería o temas relacionados se aprovecha el espacio para dialogar y discutir acerca del nuevo proyecto, además de ello en cada junta como todos los participantes son residentes de la vereda se dialoga sobre las fincas productoras, competitivas y comercializadoras.

Por otro lado, existe un comité ganadero dentro del municipio de Paz de Ariporo, con 162 asociados donde de ellos 8 son participantes de la junta directiva. Mediante una petición escrita se realizó la solicitud para saber con exactitud cuántos de los asociados hacían parte de la vereda Caño Chiquito, pero no se obtuvo ninguna respuesta debido a políticas de privacidad y seguridad para los ganaderos.

Unidades productivas.

De acuerdo con la entrevista que se realizó a el propietario de la Finca El Palmar, Paco Benavides, aseguró que en promedio las fincas competitivas de la vereda son 80 fincas, para corroborar esta información se hizo una solicitud formal presentando una carta al ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y a la Secretaría de Planeación del municipio de Paz de Ariporo pero fue imposible adquirir esta información por políticas de seguridad a los ganaderos de la región, sin embargo se pudo por vía telefónica corroborar esta información con Leopoldo Niño Ávila quien es el Presidente de la Junta de Acción Comunal de la vereda donde la respuesta textual que se obtuvo por parte de él a realizarle la pregunta ¿Sabe usted cuantas fincas son comercializadoras de ganado de levante en el sector? el respondió “En las reuniones nosotros tenemos charlas con los finqueros de la zona y ellos me cuentan que aunque no son grandes comercializadores porque solo sacan viajes de ganado por ahí cada año, dos años... ellos como ya saben cuáles son las fincas que son competencia por decir así son más o menos 80-85 aproximadamente, porque hay algunas finquitas que sacan solo cupos de 16 mautes y otras sacan hasta 5-10 viajes de ganado que son 16-17 reses por camión!”

Salud Ocupacional.

El propietario solo utiliza los EPP completos (elementos de protección personal) tales como guantes, tapabocas, gafas y botas cuando van a realizar actividades de baño de ganado, puesto que asegura que es el único escenario totalmente necesario por el manejo de la motobomba rociadora con químico antiparásitos, puesto que en el día a día, se utiliza de estos elementos solo las botas, el propietario resaltó que no ha presentado lesiones o enfermedades relacionadas con la actividad ganadera.

Por otra parte, relacionado a las obligaciones de salud, este no paga ningún tipo de ARL ni servicio de salud contributivo o complementaria, cuenta con un servicio de salud subsidiada y el punto de salud más cercano está ubicado en el casco urbano del municipio de Paz de Ariporo. También afirma que cuando presenta alguna complicación de salud requiere a un médico particular para la revisión puesto que las citas se demoran mucho tiempo.

8.1.2 Dimensión económica.

Costos de sistema convencional.

En la tabla 9 se muestran los costos del sistema de ganadería convencional al año, en ella encontramos la mano de obra y los insumos, de allí se derivan los costos totales de cada uno de los ítems anteriormente señalados

Tabla 9. Costos de sistema convencional

SISTEMA CONVENCIONAL				
Costos de inversión	Unidad	Valor unidad	Cantidad	Total /año
1. Mano de obra				
Jornalero	Unidad	\$ 100.000	8	\$800.000
<i>Subtotal mano de obra</i>				\$ 800.000
2. Insumos				
2.1 Praderas y suelo				
Lorsban	1 lt	\$ 32.7000	1	\$ 32.700
Cal agrícola	50kg	\$ 21.600	1	\$ 21.600
2.2 Sales y suplementos				
Sales mineralizadas	40 kg	\$ 36.000	52	\$ 432.000
Melaza	5 lt	\$ 28.000	20	\$ 560.000
2.3 Medicamentos (Vacunas, desparasitantes, antibióticos, baños, otros)				
Aftosa+rabia	Unidad	\$ 1.850	57	\$ 105.450
Ampromax	25 gr	\$ 4.900	14	\$ 68.600
Bañamax	1 lt	\$ 112.000	1	\$ 112.000
Berenil	100 ml	\$90.500	3	\$ 271.500
Butox	1 lt	\$105.300	1	\$105.300
Hemopar B12	500 ml	\$ 137.900	2	\$ 275.800
Oxitetraciclina	500 ml	\$ 99.000	2	\$ 198.000
<i>Subtotal insumos</i>				\$ 3.622.950
Total				\$ 4.222.950

Fuente: (Autoras, 2019)

De esta estructura de costos, la que puede generar variaciones es la variable de sales y suplementos, puesto que todo depende de la temporada de verano, puesto que en esta temporada los costos pueden aumentar, sin embargo, la estimación se hizo con la cantidad promedio que han necesitado desde hace 5 años.

Producción sistema convencional.

Tabla 10. Producción del sistema convencional

Producción de carne			
Números bovinos producción	de en	Valor venta res	Valor total/año
57		\$ 1.000.000	\$ 57.000.000

Fuente: (Autoras, 2019)

Actualmente la producción de la finca se viene desarrollando por la crianza y levante de 57 reses distribuidas en los 4 potreros ya mencionados, la venta de cada una de ellas tiene un costo de \$1.000.000 que es el precio estipulado y el comprador debe recogerlas en la finca para hacer su adecuado traslado, de esta forma se obtendría una ganancia total al año de \$57.000.000, también se

debe tener en cuenta que dependiendo de la oferta de venta esta puede aumentar el precio hasta \$1.200.000

8.1.3 Dimensión ecológica.

Agua.

La fuente de abastecimiento de agua para consumo humano es traída en galones de agua cada 8 días desde el centro rural que se ubica a 20 minutos, mientras que para actividades como tal de la finca es principalmente de 4 pozos profundos y una fuente hídrica aledaña, ellos hacen recolección de aguas lluvias en temporadas de invierno para ser aprovechada para el uso de los baños, pero para la actividad ganadera utilizan el método de bombeo para extraer el agua subterránea, sin embargo se hace uso en las actividades de aproximadamente:

- Consumo bovino: 900 litros en total utilizados en 3 bebederos que son llenados 1 vez al día.
- Consumo de agua casa: 10 litros/día

Es por esto que, al no contar servicio de acueducto, en la finca no se está generando ningún costo en las actividades mencionadas.

Suelo.

De acuerdo a la entrevista que se le realizó al propietario de la finca del caso estudio, informó que en esta no hacen uso de fertilizantes químicos debido a que no lo ven necesario porque el pasto que tienen en su finca en época de lluvias está de buen aspecto visual, mientras que para época de verano a pesar de que no tienen gran disponibilidad de agua sirve como alimento para el ganado; sin embargo hacen un reforzamiento en la alimentación con sal y melaza para ganado, al realizar la visita a campo se pudo evidenciar y corroborar esta información puesto que no existe presencia de empaques ni botellas de fertilizantes en el área donde almacenan los insumos ni en ninguna otra área de la finca.

Para la caracterización de la matriz ecosistémica suelo y su importancia dentro del diagnóstico ambiental en el componente ecológico, se realizó un estudio de suelos, los resultados del laboratorio se observan a continuación y están soportados por el anexo 5.

Tabla 11. Resultados análisis de laboratorio suelos.

Aspecto	Variable	Resultados	Unidades
Biológicos	Materia Orgánica	0.679	%
	Carbono Orgánico	0.394	%
Físicas	Textura	Franco Arcillo Arenoso	Adimensional
	Densidad Aparente	1.60	g/cm ³
	Saturación de Humedad Media	17.0	%
Químicas	pH	5.81	pH
	Capacidad de Intercambio Catiónico	1.55	meq/100g
	Nitrógeno Total	0.033	%
	Calcio Intercambiable Ca	1.01	meq/100g
	Magnesio Intercambiable Mg	0.230	meq/100g
	Potasio Intercambiable K	0.095	meq/100g
	Sodio Intercambiable Na	0.217	meq/100g
	Cobre Cu	2.24	mg/kg
	Hierro Fe	127	mg/kg
	Manganeso Mn	28.6	mg/kg
	Zinc Zn	0.780	mg/kg
	Boro B	0.153	mg/kg
	Fósforo P	4.07	mg/kg
Azufre S	9.45	mg/kg	

Fuente: (Autoras, 2019)

A continuación, se presentan los valores referentes dados por el laboratorio Agrilab que realizó el análisis de suelo, los niveles de contenido de elementos en suelos, cultivo: patos clima medio soportados en el anexo 6.

Tabla 12. Referente de laboratorio Agrilab.

Elemento	Unidades	Nivel			
		Deficiente	Bajo	Medio	Alto
COS	%	1.0	2.0	4.0	>4.0
pH		4.50	5.60	6.80	8.20
CIC	meq/100g	5.0	10	20	40
Ca	meq/100g	1.50	3.00	6.00	12.0
Mg	meq/100g	0.75	1.50	3.00	6.00
K	meq/100g	0.15	0.30	0.60	1.20
Na	meq/100g	0.02	0.04	0.48	0.96
Cu	p.p.m.	0.50	1.25	2.5	5.0
Fe	p.p.m.	10	20	100	200
Mn	p.p.m.	5.0	10	50	100
Zn	p.p.m.	1.0	2.0	5.0	20
B	p.p.m.	0.25	0.50	1.0	2.0
P	p.p.m.	7.5	15	30	60
S	p.p.m.	10	30	60	120

Fuente: (Autoras, 2019)

Tipo de pastoreo.

Los datos obtenidos en los aforos de los 5 potreros con el fin de calcular la capacidad de carga actual de cada potrero se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. Datos obtenidos de aforo forrajero

Potrero	Aforo	Peso (kg)	Peso total aforo (kg)
1	1	2,708	13,014
	2	2,876	
	3	2,132	
	4	2,843	
	5	2,455	
2	1	3,445	16,707
	2	3,433	
	3	3,335	
	4	3,232	
	5	3,262	
3	1	5,437	27,632
	2	5,675	
	3	5,865	
	4	5,223	
	5	5,432	
4	1	2,432	12,550
	2	2,544	
	3	2,343	
	4	2,554	
	5	2,677	

Fuente: (Autoras, 2019)

Teniendo en cuenta que nuestro caso de estudio, en la tabla 14 se expuso que la finca cuenta con 4 potreros cada uno con un área en hectáreas, una siguiente casilla del peso total en kilogramos de los aforos anteriormente mencionados, el número de ganado que existente en cada potrero, seguido del

peso total de las reses del potrero en kilogramos (sabiendo que el peso de cada res es aproximadamente 230 kg) y que de acuerdo a la cartilla ya mencionada anteriormente (FEDEGAN, Cartilla Manejo de praderas y división de potreros, 2018) dice que una unidad gran ganado (UGG) pesa 450 kg, con estos datos se procedió a realizar el cálculo respectivo por potrero reemplazando en las ecuaciones ya descritas

Tabla 14. Número de ganado que hay en cada potrero.

Potrero	Área (Ha)	Peso total (Kg) de aforo	Cabezas de ganado	Peso total de reses (kg)	UGG
1	10	13.01	8	1840	4.09
2	35	16.71	20	4600	10.22
3	21	27.63	17	3910	8.69
4	17	12.55	12	2760	6.13

Fuente: (Autoras, 2019)

Potrero 1: 10 hectáreas

- *Peso promedio de pasto (P.P pastos).*

$$P.P \text{ pastos} = \frac{13,01 \text{ kg}}{5} = 2,60 \text{ Kg}$$

- *Producción total de forraje por hectárea (PT).*

$$PT = (2,60 \text{ Kg/m}^2) (100000 \text{ m}^2/\text{Ha}) = 260200 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje (DTF).*

$$DTF = 260200 \text{ Kg/Ha} - 50\% = 130100 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje diaria (DTFd).*

$$DTFd = \frac{130100 \text{ Kg/Ha}}{30 \text{ días}} = 4336,67 \text{ Kg/día*Ha}$$

- *Peso total del Lote (PTL).*

$$PTL = (230\text{Kg}) (4,09 \text{ UGG}) = 940,44 \text{ Kg}$$

- *Consumo de forraje diario (CFD).*

$$CFD = 58 \text{ Kg/cabeza /Día} * 4,09 \text{ UGG} = 237,22 \text{ Kg/día}$$

- *Periodo de ocupación (PO).*

$$PO = \frac{4336,67 \text{ Kg/día*Ha}}{237,16 \text{ Kg/día}} = 18,29 \text{ Días/Ha}$$

- *Periodo de rotación (PR).*

$$PR = 18,29 \text{ Días/Ha} + 10 \text{ días} = 28,29 \text{ días/Ha}$$

- *Consumo por rotación (CR).*

$$CR = 237,16 \text{ Kg/día} * 18,29 \text{ días} = 4336,67 \text{ Kg}$$

- *Área de pastoreo (AP).*

$$AP = \frac{4336,67 \text{ Kg}}{4336,67 \text{ Kg /Ha}} = 1,00 \text{ Ha}$$

- *Capacidad de carga (C.C).*

$$C.C = \frac{4,09 \text{ UGG}}{10 \text{ Ha}} = 0,40 \text{ UGG/Ha}$$

Potrero 2: 35 hectáreas

- *Peso promedio de pasto (P.P pastos).*

$$P.P \text{ pastos} = \frac{16,71 \text{ kg}}{5} = 3,34 \text{ Kg}$$

- *Producción total de forraje por hectárea (PT):*

$$PT = (3,34 \text{ Kg/m}^2) (350000 \text{ m}^2 / \text{Ha}) = 1169700 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje (DTF).*

$$DTF = 1169700 \text{ Kg/Ha} - 50\% = 584850 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje diaria (DTFd).*

$$DTFd = \frac{5804850 \text{ Kg/Ha}}{30 \text{ días}} = 19495 \text{ Kg/día*Ha}$$

- *Peso total del Lote (PTL).*

$$PTL = (230 \text{ Kg}) (10,22 \text{ UGG}) = 2351,11 \text{ Kg}$$

- *Consumo de forraje diario (CFD).*

$$CFD = 58 \text{ Kg/cabeza /Día} * 10,22 \text{ UGG} = 592,89 \text{ Kg/día}$$

- *Periodo de ocupación (PO).*

$$PO = \frac{19495 \text{ Kg/día*Ha}}{592,89 \text{ Kg/día}} = 32,88 \text{ Días/Ha}$$

- *Periodo de rotación (PR).*

$$PR = 32,88 \text{ Días/Ha} + 10 \text{ días} = 42,88 \text{ días/Ha}$$

- *Consumo por rotación (CR).*

$$CR = 592,89 \text{ Kg/día} * 32,88 \text{ días} = 19495,00 \text{ Kg}$$

- *Área de pastoreo (AP).*

$$AP = \frac{19495 \text{ Kg}}{19495 \text{ Kg /Ha}} = 1,00 \text{ Ha}$$

- *Capacidad de carga (C.C).*

$$C.C = \frac{10,22 \text{ UGG}}{35 \text{ Ha}} = 0,29 \text{ UGG/Ha}$$

Potrero 3: 21 hectáreas

- *Peso promedio de pasto (P.P pastos).*

$$P.P \text{ pastos} = \frac{27,63 \text{ kg}}{5} = 5,53 \text{ Kg}$$

- *Producción total de forraje por hectárea (PT).*

$$PT = (5,53 \text{ Kg/m}^2) (210000 \text{ m}^2 / \text{Ha}) = 1160460 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje (DTF).*

$$DTF = 1160460 \text{ Kg/Ha} - 50\% = 580230 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje diaria (DTFd).*

$$DTFd = \frac{580230 \text{ Kg/Ha}}{30 \text{ días}} = 19341,00 \text{ Kg/día*Ha}$$

- *Peso total del Lote (PTL).*

$$PTL1 = 230 \text{ Kg} * 8,69 \text{ UGG} = 1998,44 \text{ Kg}$$

- *Consumo de forraje diario (CFD).*

$$CFD = 58 \text{ Kg/cabeza /Día} * 8,69 \text{ UGG} = 503,96 \text{ Kg/día}$$

- *Periodo de ocupación (PO).*

$$PO = \frac{19341,00 \text{ Kg/día*Ha}}{503,96 \text{ Kg/día}} = 38,38 \text{ Días/Ha}$$

- *Periodo de rotación (PR).*

$$PR = 38,38 \text{ Días/Ha} + 10 \text{ días} = 48,38 \text{ días/Ha}$$

- *Consumo por rotación (CR).*

$$CR = 503,44 \text{ Kg/día} * 38,38 \text{ días} = 19341,00 \text{ Kg}$$

- *Área de pastoreo (AP).*

$$AP = \frac{19341,00 \text{ Kg}}{19341,00 \text{ Kg /Ha}} = 1,00 \text{ Ha}$$

- *Capacidad de carga (C.C).*

$$C.C = \frac{8,69 \text{ UGG}}{21 \text{ Ha}} = 0,41 \text{ UGG/Ha}$$

Potrero 4: 17 hectáreas

- *Peso promedio de pasto (P.P pastos).*

$$P.P \text{ pastos} = \frac{12,55 \text{ kg}}{5} = 2,51 \text{ Kg}$$

- *Producción total de forraje por hectárea (PT).*

$$PT = (2,51 \text{ Kg/m}^2) (170000 \text{ m}^2 / \text{Ha}) = 426700 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje (DTF).*

$$DTF = 426700 \text{ Kg/Ha} - 50\% = 213350 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje diaria (DTFd).*

$$DTFd = \frac{213350 \text{ Kg/Ha}}{30 \text{ días}} = 7111,67 \text{ Kg/día*Ha}$$

- *Peso total del Lote (PTL).*

$$PTL = (230 \text{ Kg}) (6,13 \text{ UGG}) = 1410,67 \text{ Kg}$$

- *Consumo de forraje diario (CFD).*

$$CFD = 58 \text{ Kg/cabeza /Día} * 6,13 \text{ UGG} = 355,73 \text{ Kg/día}$$

- *Periodo de ocupación (PO).*

$$PO = \frac{7111,67 \text{ Kg/día*Ha}}{355,73 \text{ Kg/día}} = 19,99 \text{ Días/Ha}$$

- *Periodo de rotación (PR).*

$$PR = 19,99 \text{ Días/Ha} + 10 \text{ días} = 29,99 \text{ días/Ha}$$

- *Consumo por rotación (CR).*

$$CR = 355,73 \text{ Kg/día} * 19,99 \text{ días} = 7111,67 \text{ Kg}$$

- *Área de pastoreo (AP).*

$$AP = \frac{19495 \text{ Kg}}{19495 \text{ Kg /Ha}} = 1,00 \text{ Ha}$$

- *Capacidad de carga (C.C).*

$$C.C = \frac{6,13 \text{ UGG}}{17 \text{ Ha}} = 0,36 \text{ UGG/Ha}$$

A modo de resumen, se diseñó la tabla 15 donde integra todos los resultados obtenidos a partir de los cálculos mencionados anteriormente.

Tabla 15. Capacidad de carga de los potreros

Potreros	Peso promedio de pasto (Kg)	Producción total de forraje por hectárea (Kg/Ha)	Disponibilidad total de forraje (Kg/Ha)	Disponibilidad total de forraje diario (Kg/día/ha)	Peso total del lote (kg)	Consumo de forraje diario (Kg/Día)	Periodo de ocupación (Días/Ha)	Periodo de rotación (Días)	Consumo por rotación (kg)	Área de pastoreo (Ha)	Capacidad de carga (UGG/Ha)
1	2,60	260200	130100	4336,67	940,44	237,22	18,29	28,29	4336,67	1,0	0,40
2	3,34	1169700	584850	19495	2351,11	592,76	32,88	42,88	19495	1,0	0,29
3	5,53	1160460	580230	19341	1998,44	503,44	38,38	48,38	19341	1,0	0,41
4	2,51	426700	213350	7111,67	1410,67	355,54	19,99	29,99	7111,67	1,0	0,36

(Autoras, 2019)

En la anterior tabla, se tiene en cuenta el número de potreros, el peso promedio de pasto estimado en kg de acuerdo al método de aforo ya mencionado, la producción total de forraje por hectárea, la disponibilidad total de forraje de cada potrero, de ella se deriva la disponibilidad total de forraje diario, luego el peso total del lote respecto a todas las unidades gran ganado presentes en cada potrero, seguido del periodo de ocupación en días/ha y el periodo de rotación que tiene en cuenta los días de descanso que son solo 10 días cada año, también el consumo que genera las unidades gran ganado por cada rotación y el área de pastoreo en hectáreas para cada potrero, para así por ultimo calcular la capacidad de carga que está dada en unidades gran ganado por hectárea.

Aire.

De acuerdo con la Caracterización climática y meteorológica del centro y oriente del país (Boyacá, Cundinamarca, Meta y Casanare) del (IDEAM y MAVDT, 2011) el municipio de Paz de Ariporo y en general el departamento de Casanare presenta vientos provenientes principalmente del este y noreste en la mayoría del año con velocidades desde 0.5 m/s y una máxima de 3.5 m/s, excepto durante el mes de julio que presenta dirección predominante desde el sur con velocidades de 0.5 m/s en el oriente hasta 3.0 m/s en la parte occidental del departamento.

Vegetación.

Cobertura vegetal.

De acuerdo a la cartilla “Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquía” se pudo hacer la identificación y comparación con el registro fotográfico tomado en campo, para poder saber el nombre científico de las especies forrajeras existentes en el área de estudio, el cálculo del porcentaje de área se realizó de acuerdo a que cada hectárea posee estos 6 tipos de pastos sobresalientes, debido a ello, para calcular el área se tuvo en cuenta que el valor máximo para 1 hectárea es 100%, de este modo:

Tabla 16. Identificación de especies forrajeras del área de estudio

Nombre Común	Nombre Científico	Área (Ha) %	Registro fotográfico
Guaratara	<i>Axonopus purpusii</i>	30%	 <p data-bbox="940 512 1241 546">Fuentes: (Autoras, 2019)</p>
Rabo de vaca	<i>Andropogon bicornis</i>	20%	 <p data-bbox="940 1052 1241 1084">Fuentes: (Autoras, 2019)</p>
Lambedora	<i>Leersia hexandra</i>	15%	 <p data-bbox="940 1597 1241 1626">Fuentes: (Autoras, 2019)</p>

Gramma	<i>Paspalum notatum</i>	10%	 <p>Fuentes: (Autoras, 2019)</p>
Braquiaria amarga	<i>Brachiaria decumbens</i>	10%	 <p>Fuentes: (Autoras, 2019)</p>
Braquiaria dulce	<i>Brachiaria humidicola</i>	15%	 <p>Fuentes: (Autoras, 2019)</p>

Fuentes: (Autoras, 2019)

Tabla 17. Identificación de especies arbóreas del área de estudio

Nombre común	Nombre científico	Número de ejemplares	Registro fotográfico
Palo de aceite	<i>Copaifera pubiflora</i>	25	 <p data-bbox="943 837 1257 871">Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Cañafistol	<i>Cassia moschata</i>	16	 <p data-bbox="943 1178 1257 1211">Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	13	 <p data-bbox="943 1632 1257 1666">Fuente: (Autoras, 2019)</p>

Chispeador	<i>Tapirira guianensis</i>	6	 <p>Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Guarataro	<i>Vitex Orinocensis</i>	16	 <p>Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	8	 <p>Fuente: (Autoras, 2019)</p>

Fuentes: (Autoras, 2019)

Potreros.

Con la visita a campo se evidencio la amplitud de los terrenos seleccionados para dicha actividad, el caso de estudio cuenta con 4 potreros para hacer el adecuado proceso de levante de ganado, actualmente no está en producción.

Figura 14. Fotografía potrero 1.



Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 15. Fotografía potrero 2.



Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 16. Fotografía potrero 3.



Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 17. Fotografía potrero 4.



Fuente: (Autoras, 2019)

Residuos sólidos.

La finca no cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos por estar alejada del centro urbano del municipio de Paz de Ariporo, sin embargo, los residuos peligrosos que son generados por actividades de vacunación (recipientes de medicamentos, corto punzantes y jeringas) son almacenados y devueltos nuevamente a la veterinaria que los vende. Por otro lado, los residuos que son aprovechables para reciclables, el propietario de la finca los almacena y los lleva nuevamente al centro urbano de Paz de Ariporo para ser vendidos a los recicladores o entregarlos a la empresa recolectora de residuos sólidos.

Figura 18. Almacenamiento de residuos aprovechables



Fuente. (Autoras, 2019)

8.2 Análisis y discusión de resultados objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.

Con respecto a los resultados de la dimensión social, se evidenció que el nivel de escolaridad de los finqueros es un nivel primaria-bachillerato de acuerdo a las entrevistas que se pudieron realizar (Figura 7), puesto que de acuerdo a (Freire & Guimaraes, 1998) la función de la educación rural es una tarea que implica concientización a los individuos que apropian críticamente diferentes conceptos, sin embargo como señala Djeacoumar, (2001)

“La educación para el desarrollo debe permitir a cada individuo tener las claves de su propio desarrollo dentro de la sociedad en que se halla y permite relacionar los contenidos académicos con la formación personal para que cada persona tenga la posibilidad de participar en el desarrollo de su entorno y comprender los vínculos entre la realidad global y el desarrollo local” (Djeacoumar, 2001).

De acuerdo a esto, se debe tener en cuenta que a la hora de plantear alternativas de solución y la implementación del nuevo modelo que se propone este debe tener un lenguaje óptimo y claro para el entendimiento de toda la información que se quiera brindar a los finqueros, sin embargo, también se debe realizar una capacitación adecuada donde el lenguaje sea un lenguaje claro y donde se den oportunidades de interacción continua con el finquero.

Por otro lado, se evidenció que en esta hay deficiencia en las asistencias técnicas con respecto a temas ambientales de conservación a los recursos naturales en la actividad ganadera, obteniendo como consecuencia un sistema ganadero insostenible en la Finca El Palmar que generó degradación en la cobertura vegetal de pastos, el alto costo de insumos como sales y suplementos ya antes mencionados en el presupuesto, que pueden no ser necesarios si se tiene un alto contenido de forraje rico en proteína para la buena alimentación de cada una de las reses.

De acuerdo con la Ley 607 del 2000 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) las entidades prestadoras del servicio pueden ser de dos tipos, publicas en su forma directa UMATA o contar con entidades privadas constituidas para este fin, sin embargo, se evidenció que el municipio de Paz de Ariporo no cuenta con una sede en forma directa de esta entidad, sino que se encuentra mediante la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, sin embargo, como ya antes se mencionó, el acceso a las diferentes fuentes de información acerca de los proyectos que se trabajaron es muy restringida impidiendo de esta forma una investigación más a fondo para saber si este cuenta con un plan de actividades o programas en pro a los recursos naturales. Vale recalcar que esta entidad cuenta con un personal profesional básico para desempeñar esta labor de revisión y supervisión de cumplimientos y seguimientos de proyectos ya implementados.

De acuerdo con la información que se pudo obtener de organizaciones comunitarias se puede analizar que el área de estudio cuenta con 2 comités o juntas donde se pueden reunir a dialogar acerca de la actividad ganadera como lo es la Junta de Acción Comunal Inter veredal y el Comité de ganadero a nivel municipal, esto es de vital importancia ya que la (FAO, 2008) afirma que las organizaciones comunitarias son importantes puesto que en ellas se lleva a cabo asambleas, reuniones, talleres y múltiples reuniones para planificar, organizar, discutir, informar o evaluar diferentes actividades que realiza la organización. Esto con el fin de garantizar un canal de comunicación óptimo.

Debido a la dificultad para obtener una información concreta acorde con las unidades productivas, se pudo evidenciar que a la hora de hacer investigación algunos sectores impiden el acceso a ella debido a las problemáticas sociales que se han venido desarrollando durante años, Además de ello, se evidenció que los ganaderos siempre han sido un punto importante y vulnerable al ser víctimas de estas problemáticas sociales.

Con respecto a la variable de salud ocupacional, de acuerdo al Decreto 1443 (Ministerio del Trabajo, 2014) en el que se 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” (Ministerio del Trabajo, 2014).

En este sentido, aunque en la actividad ganadera no se cumple un horario establecido ni se tiene en cuenta una contratación legal mediante un contrato escrito, este debería ser protegido por una póliza de seguro debido a que en esta actividad se ve expuesto el trabajador a riesgos laborales como los estipula de acuerdo (Moreno, Perefán, Ramírez, & Reyes, s.f) a riesgos externos como lo son físicos (calor y pisos resbalosos), Químicos (Líquidos peligrosos), Biológicos (Culebras, bacterias, virus, equinos y bovinos), Musculares (Posturas inadecuadas, levantamiento y transporte de cargas pesadas) Mecánicos (herramientas y máquinas), Locativos (desorden en las áreas de trabajo y falta de señalización), Saneamiento básico (Ausencia de agua potable), Naturales (Crecimiento y desbordamiento de ríos y exposición continua a sol).

En relación con la dimensión económica se tiene que los costos anuales de producción del sistema convencional son en total de COP \$ 57'000.000, de este valor el costo total de insumos y mano de obra es de COP \$4.222.950 teniendo en cuenta que este puede generar variaciones de acuerdo a la cantidad de jornaleros, si se requiere de más suplementos al año o si el ICA incluye en su esquema

de vacunación una nueva vacuna no estipulada, esto sin tener en cuenta el daño ambiental que genera en la compactación debido al pisoteo del ganado, sin embargo de acuerdo con base al trabajo realizado por Marzola & Ruiz (2012) el sistema agroecológico ambientalmente sostenible puede ver características de un sistema agroecológico que no utiliza agroquímicos, que tiene en cuenta la generación de empleo y que busca de forma más amigable con el territorio generar un beneficio económico a comparación con el sistema convencional, de esta forma se evidencia que la finca caso estudio no usa en gran medida agroquímicos, sin embargo para que se estipule dentro de un sistema agroecológico ganadero no tienen en cuenta la dimensión ecológica de pastos.

Respecto a la dimensión ecológica se encontró carencia en la información respecto al recurso hídrico debido a la falta de planes programas o proyectos que influyan sobre el ganadero, generando así una libertad para el uso de este recurso teniendo en cuenta que su única finalidad es que el lote de ganado no presente déficit del mismo. De acuerdo a 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” (Pineda O. , 2016).

De esta forma de acuerdo con los resultados ya dados, el consumo bovino total es de 900 litros/día, con ello, se pudo calcular que en la finca se utiliza al año 319.500 litros y en promedio para consumo doméstico 3.650 litros.

De acuerdo a los datos obtenidos para la variable suelo, como se observa en las propiedades biológicas de la tabla 11, la finca presenta un suelo con un contenido de materia orgánica (MOS) de 0.679 % y carbono orgánico (COS) de 0.394%. Teniendo en cuenta los niveles de contenido de elementos en suelos de cultivos para pastos clima medio y cálido que se muestran en la tabla 12, soportados por el Anexo 5 y establecidos por el laboratorio Agrilab, dicho carbono orgánico es deficiente pues es menor al 1.0%. Así mismo se evidencia que la cantidad de residuos orgánicos de origen animal y vegetal es poca, por consiguiente, es un suelo con muy poca materia orgánica dado que el COS es el principal elemento que forma parte de la MOS.

Por otro lado, en cuanto a la saturación de humedad, el suelo muestra un 17.0% referente al contenido de agua presente cuando todos los espacios ya están llenos de agua, es un indicador del drenaje de los suelos (FAO, 2019) que se relaciona con la densidad del suelo puesto que la afecta en la relación aire con agua en los poros y la disminución del volumen total de los mismos (Zamora & Cristancho, 2008). Por medio de la densidad aparente se puede interpretar el espacio poroso del suelo debido que representa la relación entre la masa del suelo seco y el volumen global (USDA, 1999), el suelo presenta una densidad de 1.60 g/cm³ y una textura franco arcillo arenosa, es decir, presenta entre 20 y 35% la fracción de arcilla y entre 45 y 80% la fracción de arena. De acuerdo con la Guía para la evaluación de la Calidad y Salud del Suelo, en un suelo con dicha densidad aparente y la textura mencionada el crecimiento radicular se puede ver afectado (USDA, 1999). Se estableció que el suelo cuenta con una porosidad de 36,22 % correspondiente a una porosidad por debajo del valor normal entre 40%-50% (FAO, 2019), indicando efectivamente un grado de compactación.

En las propiedades química, se encontró un pH bajo a medio de acuerdo con el referente de Agrilab, con un valor de 5.81, es decir, moderadamente ácido correspondiente a suelos de pradera subhúmeda. El pH afecta la disponibilidad de los nutrientes y la solubilidad de minerales en el suelo, los suelos ácidos representan suelos lixiviados y los alcalinos suelos más áridos (USDA, 1999), no obstante, el

pH se puede ver afectado por prácticas agrícolas como el encalado, que efectivamente como se obtuvo de la entrevista al propietario de la finca, se aplica una cantidad insuficiente de 50 kg a cada hectárea por año de cal agrícola.

La capacidad de intercambio catiónico CIC depende de la cantidad de MOS y está directamente relacionada a la fertilidad del suelo (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008). Se evidencia que la CIC es deficiente a baja en contraste con el referente del laboratorio Agrilab, tiene un valor de 1.55 meq/100g que contribuye a la interacción con los cationes presentes en el suelo. En cuanto a lo que se refiere al contenido de nitrógeno del suelo, se estudió el nitrógeno total con un resultado de 0.033%, el nitrógeno se encuentra presente en diferentes formas y se da en función de la temperatura, humedad, aireación, pH entre otros factores (USDA, 1999). A pesar de lo anterior, se consideró importante dicha variable para evaluar los requerimientos que el suelo es capaz de suplir y la necesidad de fertilización nitrogenada a las pasturas.

Para el caso de estudio, los cationes intercambiables y cationes no son tenidos en cuenta como variables, sin embargo, son importantes para ver la disponibilidad de los mismos, de esta forma, se evidenció que el suelo presenta bajos niveles para retener e intercambiar nutrientes (Intagri, 2019). Dado que el COS y los cationes interactúan por la CIC y contribuyen a la fertilidad del suelo (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008), se explica también el deficiente contenido de COS y el estado del suelo.

En cuanto a los cationes intercambiables se observó que respecto al referente (tabla 12) el potasio K, calcio Ca y magnesio Mg presentan cantidades deficientes con 0.095 meq/100g, 1.01 meq/100g y 0.230 meq/100g respectivamente, mientras que el sodio Na se encuentra en un nivel bajo a medio con 0.217 meq/100g. Respecto con los cationes se encontró que el suelo posee 4.07 ppm de fósforo P, 127 ppm de hierro Fe, 28.6 ppm de Manganeso Mn, 2.24 pp, de cobre Cu, 0,780 ppm de zinc Zn, 0.153 ppm de boro B y 9.45 ppm de azufre S.

De acuerdo a la interpretación, se encontró que la cantidad de COS está relacionado con la reducción del espacio poroso del suelo, usualmente las propiedades se ven afectadas por la compactación que presenta resistencia a la penetración de nutrientes (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008), de esta forma se estableció que los suelos estudiados presentan un nivel alto de compactación por el constante pisoteo de los animales y a la ausencia de prácticas para ayudar a la aireación del suelo. Así mismo, la compactación y el COS se relacionan con la densidad aparente del suelo, pues a todo nivel de compactación la resistencia a la penetración aumenta con la disminución de agua en el suelo (FAO, 2019). Se dedujo que la estabilidad de agregados del suelo es baja debido a la MOS presente, pues “la estabilidad de los agregados en general se incrementa con el contenido de materia orgánica” (USDA, 1999), es decir, la baja cantidad representativa en dicha estabilidad indica que el suelo no resiste la perturbación por el paso del agua, no tiene gran capacidad de proteger la materia orgánica de los agregados influyendo en la compactación del suelo.

Por otra parte, debido al resultado obtenido de la densidad se evaluó la porosidad del suelo que efectivamente se encuentra por debajo de los valores normales establecidos por la FAO. En cuanto a la saturación de humedad se infiere que el suelo de la finca en el momento de la toma estaba en época de invierno por lo que pudo haber lluvia abundante o existe un estrato impermeable a poca profundidad (Zamora & Cristancho, 2008), sin embargo, el resultado no presenta problemas en cuanto al crecimiento radicular de las plantas pues en suelos muy saturados es cuando las plantas acuáticas mueren por falta de respiración (FAO, 2019).

Dado la textura del suelo se evidenció la importancia del mismo en la fertilidad y da una idea del manejo de la laborabilidad y la amplitud de aireación pues los suelos arcillosos tienden a retener más nutrientes que los suelos arenosos (USDA, 1999), no obstante, el suelo presenta mayor cantidad de arenas por lo que se infirió que no tiene la capacidad de retener tantos nutrientes. Teniendo en cuenta el grupo textural presentado por la finca se estableció que el suelo presenta una permeabilidad de 6,4 mm/h, es decir, presenta una permeabilidad media a baja (Rasmussen & Parton, 1994), de esto depende la facultad del suelo para permitir el paso de agua dado que las arcillas se expanden y llenan los poros.

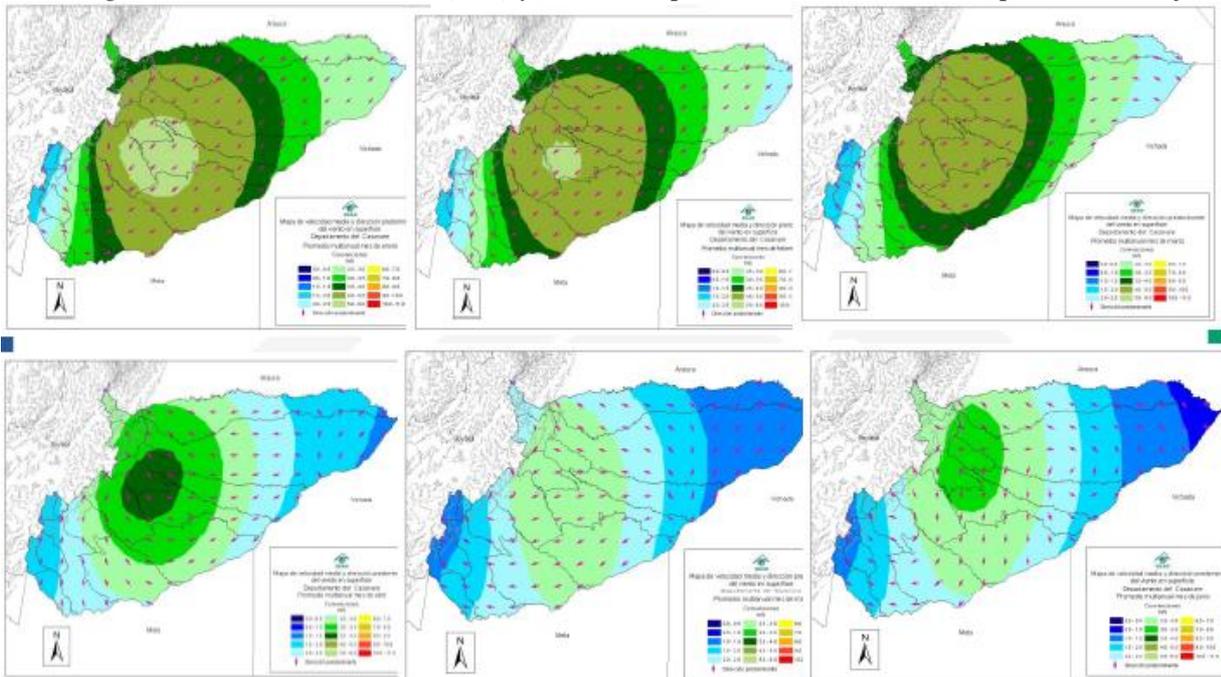
Respecto a los resultados en materia orgánica directamente relacionados al carbono orgánico y demás parámetros evaluados del suelo, se hace necesario considerar una alternativa para aumentar dicho parámetro, “los cambios en el manejo agrícola pueden aumentar potencialmente la tasa de acumulación de C orgánico (SOC) del suelo” (West & Post, 2002) a través de nuevas prácticas. Además, debido al bajo contenido de nitrógeno del suelo es importante proveerlo del mencionado elemento por medio de materia orgánica. La labranza de conservación, que incluye a la cero labranza (Lal, 1997) y la aplicación de abonos verdes entre otras, son sistemas de manejo de suelos que tiene una alta capacidad potencial para secuestrar C en el suelo (Rasmussen & Parton, 1994) y así mejorar paulatinamente las demás propiedades del suelo afectadas.

Finalmente, la disponibilidad de nutrientes vegetales se ve afectada por el pH y por los cambios en la solubilidad de los minerales; la mayoría de estos minerales son más solubles en suelos ácidos haciendo que sean lavados y no estén disponibles en el suelo (USDA, 1999), contrariamente que el pH registrado en los análisis de laboratorio corresponde a moderadamente ácido no se ve la necesidad de utilizar alguna práctica para manejar este parámetro dado que ya se realiza en calada del suelo y se desconoce el pH por el que se le aplica, a pesar que “la mayor disponibilidad de los nutrientes, se halla entre pH 6.0 y 7.0” (USDA, 1999).

Con base a los datos obtenidos para el tipo de pastoreo, se evidenció que la ganadería que se presenta actualmente es de tipo extensiva debido al gran número de hectáreas con las que cuenta cada potrero y número respectivo de reses, de acuerdo al concepto ya antes mencionado definido por (Mora Marín, Ríos Pescador, Ríos Ramos, & Almario Charry, 2016) esta es la ganadería tradicional en donde se encuentran grandes cantidades de terreno con pocos animales que se alimentan directamente de lo que produce el terreno. De acuerdo a la metodología de aforo forrajero para determinar la capacidad de carga (C.C) del predio, teniendo en cuenta cada cálculo realizado se puede establecer que para este caso estudio en todos los potreros la capacidad de carga arrojó que es baja comparado con la literatura de FEDEGAN, (2014) que establece que la capacidad de carga (UGG/Ha) de acuerdo a los indicadores actuales es de 0,6 para la zona de Casanare, esto quiere decir que por cada hectárea en promedio se podría tener una res de 270 kg de peso vivo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la capacidad de carga no está dada únicamente por las unidades gran ganado sobre las hectáreas, este puede variar de acuerdo a un adecuado mejoramiento de potreros, un correcto establecimiento y mantenimiento de pasturas, una rotación de potreros efectiva y manejo balanceado del inventario animal dentro de la finca generando una mejora en la capacidad de carga mejoraría (Gallego, Lezama, & Pezzani, 2017).

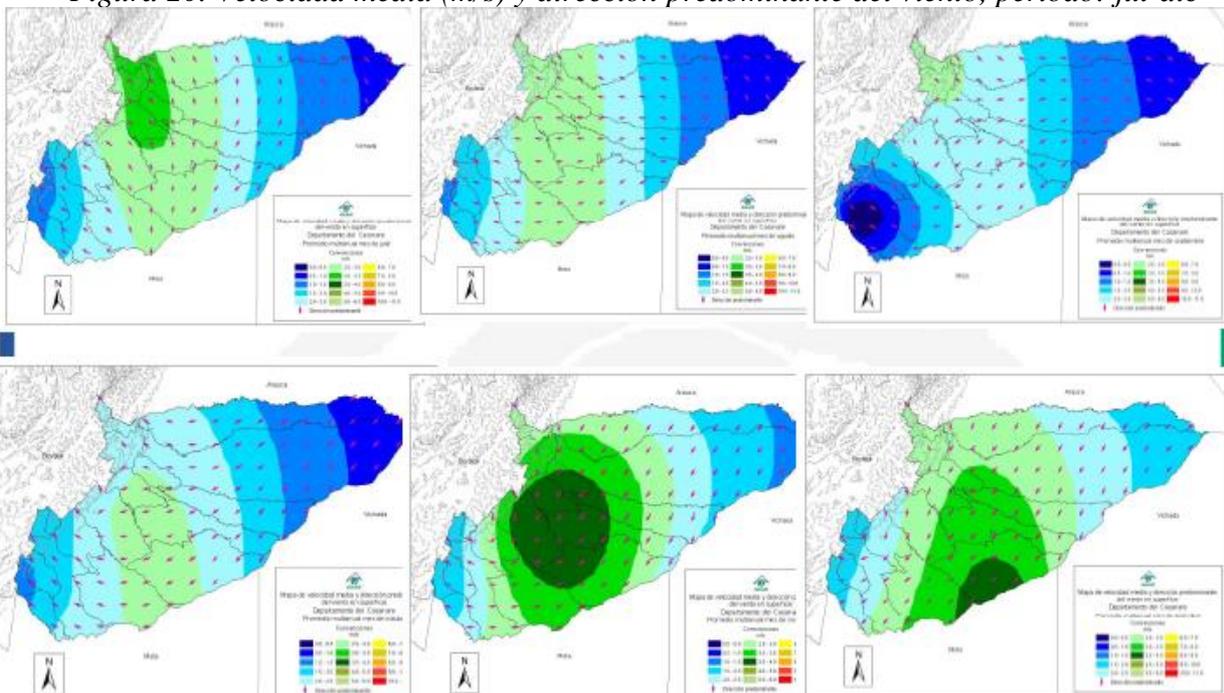
Con respecto a la dirección de los vientos como ya se mencionó e igualmente, en el atlas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales para el año 2017 la dirección de procedencia del viento para todo el departamento de Casanare es del este (IDEAM, 2015), así mismo, de acuerdo al Atlas de viento de Colombia en la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio llamada Carimagua, Meta, para el transcurso de los años 1981 a 2003 el viento proviene del noreste para esa zona del oriente colombiano (IDEAM y UPME, 2017).

Figura 19. Velocidad media (m/s) y dirección predominante del viento, periodo: ene-jun



Fuente: (IDEAM y UPME, 2017)

Figura 20. Velocidad media (m/s) y dirección predominante del viento, periodo: jul-dic



Fuente: (IDEAM y UPME, 2017)

Lo anterior concuerda con lo expresado por el propietario de la finca, dado que afirma que en temporada de invierno el viento se dirige de norte a sur, que en contraste con la teoría para la región Orinoquia, el viento fluye de componente norte en el semestre transcurrido entre octubre y marzo,

tornándose hacia la componente sur desde mayo hasta agosto (Alcaldía Municipal de Cagua Cundinamarca, 2018).

Por otro lado la dimensión ecológica tiene en cuenta las diferentes especies forrajeras que se encontraron en el predio, se tuvo en cuenta las seis especies arbóreas más predominantes para hacer la identificación de su nombre científico y todas ellas son especies nativas de la región, corroborando esta información en la cartilla “Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquia” y que de acuerdo a Peñuela, Fernández, Castro, & Ocampo (2011).

*“Se ha determinado que bancos están cubiertos principalmente por gramíneas de porte bajo y especies de crecimiento erecto en forma de macolla, tales como Guaratará (*Axonopus purpusii*) y Rabo de Vaca (*Andropogon bicomis*); aunque existen en estas áreas gramíneas con gran potencial forrajero entre las que sobresalen pastos blancos (*Panicum versicolor*), Gramas (*Paspalum nonatum*), Lamedora (*Leersia Hexandra*)”* (Peñuela, Fernández, Castro, & Ocampo, 2011).

Adicional a esto las especies arbóreas identificadas en el área de estudio, también siendo nativas y propias de la región, son plantas arbóreas principalmente son de lento crecimiento, pues estas especies llevan años en formación en esta área, se encuentran cerca a zonas inundables y tienen una organización especial como lo son bosques de galería a lo largo de los ríos, caños y rebalses entre ellos sobresalen especies arbóreas como cañafistol (*Cassia grandis*), aceite (*Copaifera pubiflora*) y guarataro (*Vitex Orinocensis*), entre otras (Peñuela, Fernández, Castro, & Ocampo, 2011).

Respecto a la variable de residuos sólidos, por ser una finca alejada del centro veredal no cuenta con servicio de recolección por parte de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Paz de Ariporo, sin embargo, como ya se mencionó anteriormente en la exposición de resultados, los desechos utilizados en vacunación que son residuos peligrosos biosanitarios son devueltos nuevamente a la empresa que los vende, puesto que, de acuerdo a Uribe (2018) 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, en este caso la empresa prestadora será nuevamente quien vende el producto puesto que no se cuenta con una empresa como tal que preste este servicio.

8.3 Resultados objetivo específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.

Dentro de las alternativas o prácticas de la agroecología pertinentes y que cobran relevancia teniendo en cuenta las condiciones identificadas en el primer objetivo se mencionan las siguientes:

El uso del suelo según su vocación. Representa la utilización del suelo de acuerdo a lo que se ha recomendado como su uso adecuado teniendo en cuenta las condiciones biofísicas (FAO y MADS, 2018). Se entiende por vocación del suelo a “las tierras que por las características de los suelos permiten el establecimiento de sistemas de producción agrícola, con plantas cultivadas de diferentes ciclos de vida” (IGAC, 2019).

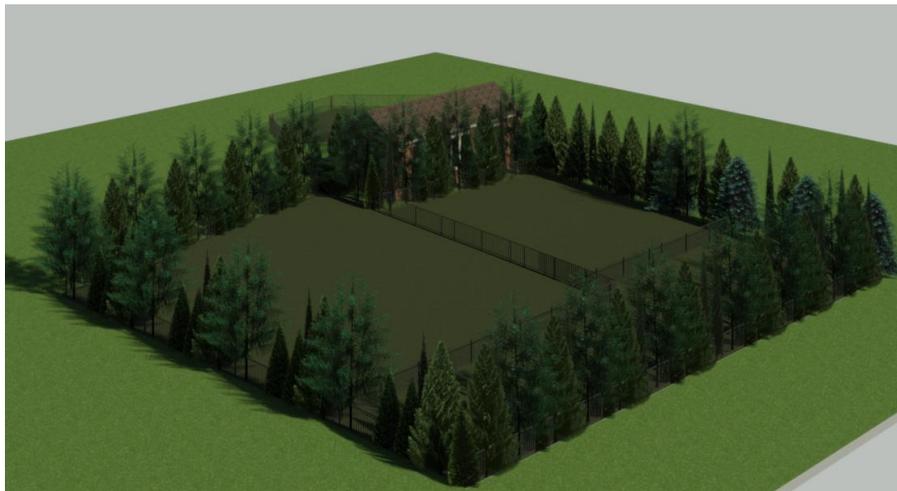
El uso adecuado de suelo es importante debido a (FAO y MADS, 2018):

- Permite la conservación a largo plazo del suelo porque se utilizan el suelo de acuerdo a lo que puede soportar las propiedades biofísicas.
- No hay sobre utilización ni sub utilización.
- Previene la erosión.

- El drenaje natural, la humedad y demás propiedades físicas se conservan.
- No se afectan las condiciones químicas y biológicas del suelo.

8.3.1 Barreras vivas: son cultivos que se siembran, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión y ayuda a la conservación del suelo (FAO, 2011) y mejorar la resistencia del sistema agrícola frente a eventos climáticos, así mismo, contribuyen a la diversificación funcional de los agroecosistema, aumentando con esto el control biológico de plagas, la polinización y disminuyendo el uso de plaguicidas (Vázquez, 2011).

Figura 21. Barreras vivas o cortinas rompevientos



Fuente: (Autoras, 2019)

8.3.2 Cercas vivas: Con las cercas vivas se establece un límite con la siembra de árboles y arbustos a distancias cercanas y se les fija un alambre, el propósito es controlar el movimiento de los animales y enriquecer el suelo (FAO y MADS, 2018).

Figura 22. Cercas vivas



Fuente: (Autoras, 2019)

Dentro de los principales beneficios de implementar las barreras y cercas vivas se encuentran (FAO, 2011):

- Retienen la tierra que arrastra el agua, dejando pasar solo el agua que corre.
- Proporcionan beneficios en pasto, leña, alimentos para animales y humanos.
- Funcionan para el mejoramiento del suelo.
- A largo plazo, evita la pérdida de la fertilidad de los suelos.
- Contribuyen de forma positiva a mejorar las condiciones micro climáticas del animal.

8.3.3 Abonos orgánicos: “Los abonos orgánicos y bio fertilizantes presentan efectos positivos sobre la fertilidad del suelo porque contribuyen a subsanar deficiencias nutricionales inmediatas, de mediano o de largo plazo” (FAO y MADS, 2018).

Figura 23. Realización de abonos orgánicos



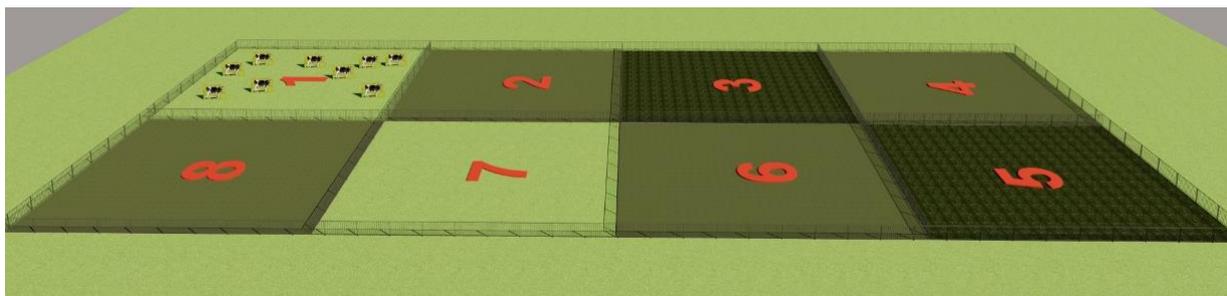
Fuente: (Autoras, 2019)

El manejo orgánico de los suelos contribuye a (Kolmans & Vásquez, 1999) (FAO y MADS, 2018):

- Los requerimientos de las plantas obtienen dosis óptimas.
- Se mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo porque promueven un continuo aporte de biomasa al suelo.
- Incrementa la disponibilidad de nutrientes para las plantas de fosforo (P) y nitrógeno (N).
- Mejora el contenido de materia orgánica.
- Evita la aplicar de forma excesiva o en déficit los nutrientes.
- Después de un tiempo el requerimiento de estos abonos orgánicos disminuye.
- Dificulta el lavado e inmovilización de los nutrientes.
- Mejora la estabilidad y agregación del suelo.

8.3.4 Pastoreo controlado o rotativo: Es la movilización del ganado dentro de la extensión del terreno con el fin de evitar la compactación de los suelos, además de dar el tiempo adecuado para que el suelo descanse del pisoteo y mejoren las condiciones de las praderas (FAO y MADS, 2018). “El pastoreo rotativo consiste en subdividir un campo o potrero en varias parcelas que serán pastoreadas sistemáticamente de modo que mientras una parcela es pastoreada las demás descansan” (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

Figura 24. Pastoreo controlado y rotativo



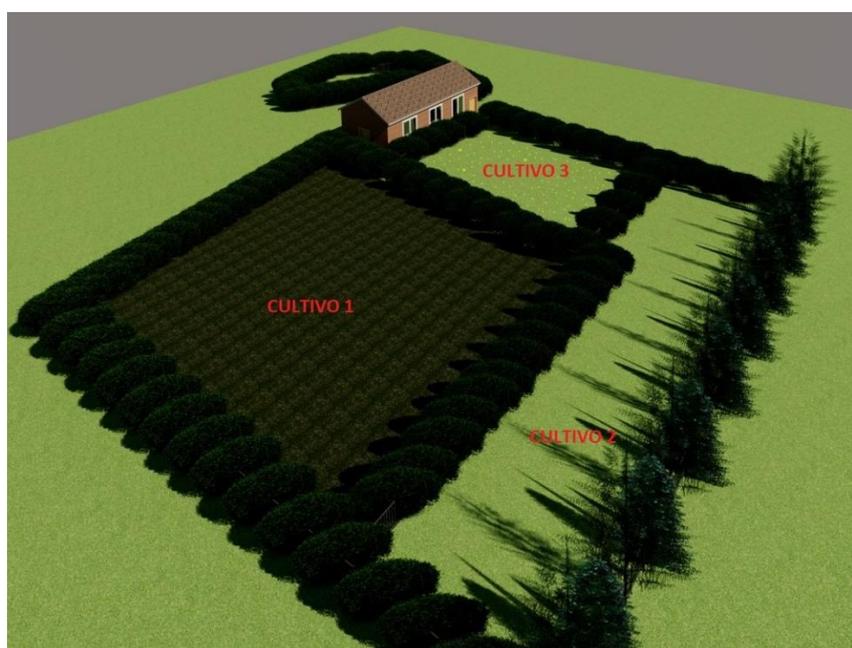
Fuente: (Autoras, 2019)

Dentro de los beneficios del pastoreo rotativo se encuentran (FAO y MADS, 2018):

- Mejora la distribución del alimento con los nutrientes necesarios para los animales.
- Previene el sobrepastoreo.
- Mejora la cobertura del suelo evitando la degradación, compactación y erosión.
- Provee forraje constantemente a los animales.
- Genera mayor crecimiento de los animales.

8.3.5 Rotación de cultivos: La rotación de cultivos es un conjunto de secuencias, en las cuales se ocupa el suelo con cultivos diferentes que se suceden en el tiempo con la finalidad de mantener la fertilidad del suelo buscando mantener una cobertura productiva (Kolmans & Vásquez, 1999).

Figura 25. Rotación de cultivos



Fuente: (Autoras, 2019)

La rotación de cultivos contribuye a (FAO y MADS, 2018):

- Incremento de la diversidad biológica.
- Reduce el riesgo de infestación de plagas y malezas.
- Promueve el buen balance de nutrientes del suelo.
- La incidencia de plagas disminuye y el uso de agroquímicos.

- Mayor diversidad en la producción de plantas que implica en la nutrición ganadera.
- Mayor distribución de agua y nutrientes a través del suelo.
- Mejor equilibrio de fósforo (P) y potasio (K) de fuentes orgánicas.

8.3.6 Asociación de pastos y leguminosas: Es la instalación de dos o más cultivos bajo el mismo tiempo con gran valor en los sistemas tradicionales donde se genera una compatibilidad y beneficio mutuo (Kolmans & Vásquez, 1999).

Figura 26. Asociación de cultivos



Fuente: (Autoras, 2019)

Las principales ventajas de esta práctica son (FAO, 2019) (DANE, 2016):

- Mejor regulación y retención de humedad.
- Mejora la fertilidad del suelo por la asociación simbiótica de las leguminosas con las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Incremento de la nutrición del animal por la mezcla de especies gramíneas y leguminosas que aumentan la producción y calidad del forraje.
- Aumento en la formación de humus.
- Favorecimiento en la conservación o repoblación de la micro y macro fauna del suelo.
- Óptimo aprovechamiento de energía solar.

8.3.7 Abonos verdes: Los abonos verdes “son la agregación al suelo de plantas sembradas o biomasa vegetal no descompuesta con el fin de mejorar la fertilidad y calidad del suelo” (FAO y MADS, 2018).

8.3.8 Mantener cultivos de cobertura: “Los cultivos de cobertura mejoran la estabilidad del sistema, no solo en la mejora de las propiedades del suelo sino también por su capacidad para promover una mayor biodiversidad en el agroecosistema” (FAO, 2019), estos cultivos buscan “mantener el campo cubierto con material orgánico verde o seco” (FAO y MADS, 2018).

Mantener los cultivos de cobertura y abonos es beneficioso ya que (FAO, 2019):

- Protege el suelo.
- Moviliza y recicla nutrientes como el fósforo (P) y el potasio (K) permitiendo que estén disponibles.

- Mejora la estructura del suelo y rompe las capas compactadas.
- Controla malezas y plagas.
- Proporcionan materia orgánica adicional para mejorar el suelo.
- Proporciona labranza biológica.
- Contribuyen como amortiguador de los cascos evitando la compactación.

8.3.9 Buenas Prácticas Ganaderas: De acuerdo con el Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria las buenas prácticas ganaderas son actividades encaminadas a

“Minimizar el impacto de la actividad pecuaria sobre el medio ambiente, disminuir los riesgos de contaminación de los productos con agentes químicos, físicos y biológicos y mejorar tanto el bienestar laboral de los trabajadores rurales, como el bienestar de las especies animales que son explotadas técnicamente. Por consiguiente, las BPG se soportan en el registro ordenado de las actividades y labores que se desarrollan en la finca, permitiendo al productor conocimiento pleno del funcionamiento de su empresa, hacer las cosas bien y dejar constancia” (DANE, 2016).

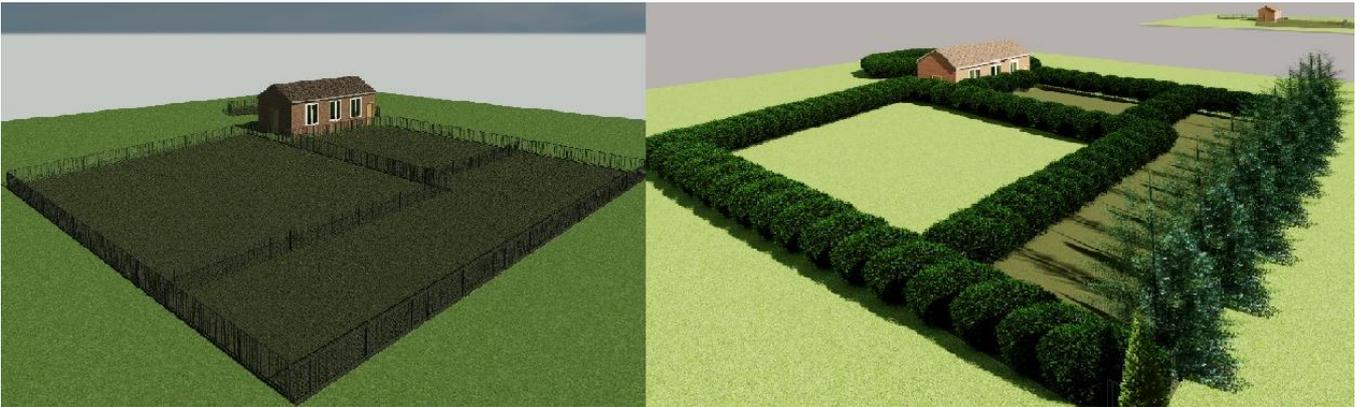
Dentro de los aspectos que se obtienen con las buenas prácticas ganaderas se tiene (DANE, 2016):

- Disponibilidad de comida durante todo el año para el ganado.
- Aumenta la capacidad de carga de los terrenos, lo que repercute en el mejoramiento de la producción de los animales.
- Los costos de producción disminuyen-
- Contribuyen a la conservación de los suelos y agua.
- Mantiene el negocio de la ganadería a largo plazo aportando a la conservación de los recursos naturales.
- Acceso a mayores y mejores mercados.

8.3.10 Buenas prácticas de disposición de insumos pecuarios: Se refiere al manejo de los productos, información al personal capacitado y adecuación de espacios como el establecimiento de barreras que eviten contaminación en el almacenamiento de medicamentos veterinarios con alimentos para animales y fertilizantes, además, del manejo y la disposición final de los residuos resultantes (Numa Castro & Salcedo Salazar, 2007).

Las alternativas buscan contribuir a la conformación de un sistema agroecológico que tenga en cuenta la relación suelo-planta-animal en las dimensiones ecológica, económica y social, enmarcado en los principios agroecológicos propuestos por (Altieri, 1999) en su publicación Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. En concordancia, se muestra la transformación de una finca desde un sistema convencional a un sistema agroecológico de ganadería.

Figura 27. Sistema convencional y sistema agroecológico de ganadería



Fuente: (Autoras, 2019)

A continuación, se presenta la matriz de evaluación de los componentes agroecológicos anteriormente mencionados.

Tabla 18. Evaluación de alternativas.

MATRIZ DE ALTERNATIVAS															
Alternativas	Dimensión													Total	Prioridad de alternativas
	Social					Económico			Ecológico						
	Variables														
	NE	AT	OC	UP	SO	Insumos	Costos de producción	Agua	Suelo	Aire	Vegetación	Animal	Residuos sólidos		
Barreras vivas	1	1	3	4	1	3	3	3	4	4	4	5	1	37	4
Cercas vivas	1	1	3	5	1	3	3	3	5	4	4	5	1	39	3
Abonos orgánicos	1	3	3	3	2	3	4	4	5	3	5	5	3	44	2
Pastoreo controlado y rotativo	1	3	2	4	2	4	5	4	4	3	5	5	2	44	1
Rotación de cultivos	1	1	2	3	1	2	2	2	4	1	5	4	1	29	7
Asociación de pastos y leguminosas	1	2	2	4	1	3	2	2	5	1	5	5	1	34	5
Buenas prácticas de disposición de insumos pecuarios	4	3	1	1	5	2	2	2	3	2	1	1	5	30	6

Fuente: (Autoras, 2019)

NE: Nivel de escolaridad

AT: Asistencia técnica

OC: Organizaciones comunitarias

UP: Unidades productivas

SO: Salud Ocupacional

Tabla 19. Escala de valoración para la matriz de alternativas

Escala de valoración	
1	No óptimo
2	
3	Óptimo
4	
5	Muy óptimo

Fuente: (Autoras, 2019)

	Prioridad 1
	Prioridad 2
	Prioridad 3

8.4 Análisis y discusión de resultados objetivo específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.

En la tabla 18 se evidenció el total de puntos de las alternativas evaluadas y su posterior priorización respondiendo al orden en que van a ser tenidas en cuenta para el desarrollo de las fases de la estrategia. En la fase más próxima, es decir, a corto plazo las alternativas de pastoreo controlado y rotativo, abonos orgánicos y cercas vivas son tenidas en cuenta debido a la pertinencia para empezar a manejar el recurso suelo desde el principio para mejorar las condiciones. Para la fase dos, mediano plazo, las alternativas seleccionadas fueron barreras vivas y asociación de pastos y leguminosas para empezar la implementación de nuevos socios vegetales para la nutrición del animal y del suelo. Finalmente, a largo plazo se tienen las alternativas de buenas prácticas de disposición de insumos pecuarios y rotación de cultivos con el fin de desarrollar la capacitación sobre el manejo tanto del suelo y los residuos.

Las alternativas de mantener cultivos de cobertura y abonos verdes son consideradas importantes para el manejo integrado del suelo, no obstante, no fueron evaluadas dentro de la matriz debido a que son más aptas para la recuperación de suelos en actividades de agricultura que ganadería teniendo en cuenta los tiempos y demanda de los terrenos. Sin embargo, estas dos alternativas son necesarias implementarlas en una fase posterior a la estrategia si el propietario está de acuerdo es someter por tiempos los terrenos a un cultivo de cobertura con lo que se buscara no permitir que el suelo se vea expuesto mayormente a la pérdida de nutrientes y erosionabilidad por el uso actual.

Las alternativas fueron consideradas importantes teniendo en cuenta los principios ecológicos establecidos por Reinjntjes y otros., (1992) citado en (Altieri, 2001), donde se menciona importante el aumento del reciclado de biomasa para optimizar la disponibilidad y el flujo de nutrientes a través de prácticas que aporten a las óptimas condiciones del suelo para asegurar el crecimiento de las plantas por medio de la materia orgánica, es así como se evaluó el uso de abonos orgánicos, cultivos de cobertura y abonos verdes . Otro principio corresponde a minimizar las pérdidas de recursos y energía por medio del aumento de cobertura, en este sentido, se analizó el manejo de coberturas del suelo y la asociación de especies que pueden crecer al tiempo aprovechando mejor la energía solar y brindando una dieta variada y nutrida al ganado.

Igualmente, se establece favorecer los microclimas óptimos para la producción, que se buscó con alternativas como las barreras y cercas vivas para contribuir a la reducción del estrés calórico del animal. Los bovinos se ven beneficiados de la gran oferta de forraje y del mejoramiento de las condiciones de un ambiente bajo en estrés calórico que les permite buenas condiciones de pastoreo (Buitrago, Ospina, & Narváez, 2018), dado que el desempeño del animal se ve afectado por los entornos del clima cuando el rango de temperatura en el cual pueden vivir, producir y reproducirse adecuadamente varía. Dicho rango se modifica de acuerdo a la raza del animal, no obstante, para razas de clima medio o cálido es entre 10 y 27°C. Cuando el sistema proporciona “una zona de termo neutralidad el animal no tiene problemas en la liberación del calor corporal, no interfiere con las funciones fisiológicas, metabólicas” (Navas Panadero, 2010) y mejora su producción.

De acuerdo al último principio, la relación entre el suelo, planta y animal se refleja en las alternativas propendiendo al último principio de aumentar “la interacción biológica y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves” (Altieri, 2001), es decir, buscar la productividad y estabilidad del sistema de la finca aumentando la eficiencia biológica y permitiendo que el sistema sea productivo, en concordancia, “los sistemas agroforestales ofrecen una alternativa sostenible para aumentar la biodiversidad animal y vegetal, y para aumentar

los niveles de producción animal con reducida dependencia de los insumos externos” (Sánchez, 1998).

En la construcción del sistema agroecológico también es importante la perspectiva social dado que los agrosistemas deben parte de su resiliencia y estabilidad a factores sociales y económicos como los precios en el mercado de la producción, los costos y la función del trabajador. La administración humana en los sistemas de producción agrícola han alterado el funcionamiento y los patrones de flujo de energía y nutrientes, así como la dinámica ecosistémica, sin embargo, son mecanismos y relaciones que aún funcionan y deben ser mejorados, es decir, “los sistemas agrícolas son una interacción compleja entre procesos sociales externos e internos, y entre procesos biológicos y ambientales” (Altieri, 1999) por lo que dentro de la matriz de alternativas se evalúan de acuerdo a los componentes ecológico, económico y social, no obstante, se consideró que el componente de la formación al trabajador sea transversal, que se encuentre presente en todas las fases de la estrategia en el tercer objetivo. Este componente se puede trabajar a través de formación y capacitación y asistencia técnica obligatoria por las entidades gubernamentales.

8.5 Resultados de objetivo específico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.

La propuesta se desarrolla en 3 fases correspondientes a corto, mediano y largo plazo con el fin de introducir paulatinamente las alternativas evaluadas y priorizadas en el objetivo 2, para hacer el sistema agroecológico donde se tiene en cuenta mejorar el manejo del componente ecológico e involucrar los componentes social y económico. Se plantea a plazos o en fases para permitir que el propietario de la finca pueda llevar más adelante su implementación.

Objetivo de la estrategia: Plantear la implementación en 3 fases del sistema agroecológico de ganadería para la Finca El Palmar en Paz de Ariporo, Casanare.

Se estableció desarrollar a lo largo del progreso de la estrategia el manejo del componente social en cuanto a las capacitaciones, dada la importancia que representa el involucrar y hacer que el trabajador tenga conocimientos básicos establecidos sobre las alternativas que se trabajan en cada una de las fases, es decir, el primer componente tenido en cuenta en las fases son las capacitaciones para permitir el acceso de información adecuada al trabajador, para que pueda responder a las necesidades y se obtenga el progreso del sistema.

8.5.1 Fase 1: Corto plazo, enero-marzo de 2020

La primera fase consta de 4 secciones: iniciando con la capacitación referente a las buenas prácticas ganaderas y además sobre las alternativas que se despliegan durante este periodo, seguido del pastoreo controlado y rotativo de acuerdo a la capacidad de carga del terreno, luego el procedimiento de abonos verdes y por último el establecimiento de las cercas vivas.

Figura 28. Capacitación de buenas prácticas ganaderas



CAPACITACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS (BPG)

Qué es? Actividades con enfoque a minimizar impactos en el medio ambiente generado por las actividades pecuarias

PUESTA EN PRÁCTICA: Enero 2021
RESPONSABLE: Secretaria de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Paz de Ariporo.

BENEFICIOS

- Disponibilidad de comida durante todo el año para el ganado.
- Aumenta la capacidad de carga de los terrenos, mejorando la producción de los animales.
- Costos de producción disminuyen
- Contribuye a la conservación de suelos y agua.
- Mantiene el negocio de la ganadería a largo plazo aportando a la conservación de los recursos naturales.
- Acceso a mayores y mejores mercados.

ACTIVIDADES

1. **Formación y capacitación.** Los empleados deben contar con adecuada formación para responder a las necesidades, intereses y prioridades, todo esto con el fin de mejorar los conocimientos en la organización.

2. **Asistencia técnica.** Asistencia de instrucción, formación de habilidades, la transmisión de conocimientos prácticos sobre la ganadería y los sistemas agroecológicos con el fin de mejorar la calidad de la implementación de diferentes prácticas.

Fuente: (Autoras, 2019)

Se establece dentro de los lineamientos sociales desarrollar la formación y capacitación de los trabajadores y el desarrollo de la asistencia técnica por parte de la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Paz de Ariporo.

Formación y capacitación: El personal o trabajadores representan un papel importante dentro de la organización, por lo tanto, el desarrollo de los recursos humanos ayuda naturalmente a motivar a trabajar y a aprender, de esta forma, resulta en un progreso para la actividad. Los empleados deben contar con una adecuada formación para poder responder a las necesidades, intereses y prioridades, es decir, constituye el esfuerzo generalizado para mejorar los conocimientos en la organización (Böhrt Pelaez, 2000).

Asistencia técnica: Es la asistencia no financiera proporcionada por especialistas locales para compartir información y conocimientos, instrucción, formación de habilidades, la transmisión de conocimientos prácticos sobre la ganadería y los sistemas agroecológicos con el fin de mejorar la calidad de la implementación de diferentes prácticas identificadas como prioridad para la actividad (UNESCO, 2019).

Pastoreo controlado y rotativo.

Se estableció que los cuatro potreros actuales con un área de 83 hectáreas en total deben ser redistribuidos, sin embargo, el potrero número 1 que se encuentra separado de los demás y tiene 10 hectáreas se va a mantener como se encuentra en su estado actualmente, en este sentido, las 73 hectáreas que conforman el terreno más grande será dividido en 5 potreros iguales de 14.60 hectáreas cada uno. Igualmente, la finca cuenta con 57 cabezas de ganado distribuidas en los cuatro potreros actualmente, estas reses serán divididas en dos grupos de 28 y 29 animales. La distribución de los potreros y las cabezas de ganado se realizó teniendo en cuenta la capacidad de caga del terreno como se muestra a continuación.

Tabla 20. Datos estimados para la división de potreros

Potrero	Área (Ha)	Peso total (Kg) de aforo	Cabezas de ganado	Peso (Kg) total de ganado	UGG
1	14,6	17,476	28	6440	14,31
2	14,6	17,476	29	6670	14,82

Fuente: (Autoras, 2019)

Potrero 1.

- *Peso promedio de pasto (P.P pastos):*

$$P.P \text{ pastos} = \frac{17,476 \text{ kg}}{5} = 3,495 \text{ Kg}$$

- *Producción total de forraje por hectárea (PT):*

$$PT = (3,495 \text{ Kg/m}^2) (146000 \text{ m}^2 / \text{Ha}) = 510291,9 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje mensual (DTF):*

$$DTF = 510291,9 \text{ Kg/Ha} - 50\% = 255145,95 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje diaria (DTFd):*

$$DTFd = \frac{255145,95 \text{ Kg/Ha}}{30 \text{ días}} = 8504,87 \text{ Kg/día*Ha}$$

- *Peso total del Lote (PTL):*

$$PTL = (230 \text{ Kg}) (14,31 \text{ UGG}) = 3291,55 \text{ Kg}$$

- *Consumo de forraje diario (CFD):*

$$CFD = (58 \text{ Kg/cabeza /Día}) (14,31 \text{ UGG}) = 830,04 \text{ Kg/día}$$

- *Periodo de ocupación (PO):*

$$PO = \frac{8504,87 \text{ Kg/día*Ha}}{830,04 \text{ Kg/día}} = 10,25 \text{ Días/Ha}$$

- *Periodo de rotación (PR):*

$$PR = 10,25 \text{ días/Ha} + 20 \text{ días} = 30,25 \text{ días}$$

- *Consumo por rotación (CR):*

$$CR = (830,04 \text{ Kg/día}) (10,25 \text{ días}) = 8504,87 \text{ Kg}$$

- *Área de pastoreo (AP):*

$$AP = \frac{8504,87 \text{ Kg}}{8504,87 \text{ Kg/Ha}} = 1,00 \text{ Ha}$$

- *Capacidad de carga (C.C):*

$$C.C = \frac{14,31 \text{ UGG}}{14,6 \text{ Ha}} = 0,98 \text{ UGG/Ha}$$

Potrero 2.

- *Peso promedio de pasto (P.P pastos):*

$$P.P \text{ pastos} = \frac{17,476 \text{ kg}}{5} = 3,495 \text{ Kg}$$

- *Producción total de forraje por hectárea (PT):*

$$PT = (3,495 \text{ Kg/m}^2) (146000 \text{ m}^2 / \text{Ha}) = 510291,9 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje mensual (DTF):*

$$DTF = 510291,9 \text{ Kg/Ha} - 50\% = 255145,95 \text{ Kg/Ha}$$

- *Disponibilidad total de forraje diaria (DTFd):*

$$DTF = \frac{255145,95 \text{ Kg/Ha}}{30 \text{ días}} = 8504,87 \text{ Kg/día*Ha}$$

- *Peso total del Lote (PTL):*

$$PTL = (230 \text{ Kg}) (14,82 \text{ UGG}) = 3409,11 \text{ Kg}$$

- *Consumo de forraje diario (CFD):*

$$CFD = (58 \text{ Kg/cabeza /Día}) (14,82 \text{ UGG}) = 859,69 \text{ Kg/día}$$

- *Periodo de ocupación (PO):*

$$PO = \frac{8504,87 \text{ Kg/día*Ha}}{859,69 \text{ Kg/día}} = 9,89 \text{ Días/Ha}$$

- *Periodo de rotación (PR):*

$$PR = 9,89 \text{ días/Ha} + 20 \text{ días} = 29,89 \text{ días}$$

- *Consumo por rotación (CR):*

$$CR = (859,69 \text{ Kg/día}) (9,89 \text{ días}) = 8504,87 \text{ Kg}$$

- *Área de pastoreo (AP):*

$$AP = \frac{8504,87 \text{ Kg}}{8504,87 \text{ Kg/Ha}} = 1,00 \text{ Ha}$$

- *Capacidad de carga (C.C):*

$$C.C = \frac{14,82 \text{ UGG}}{14,6 \text{ Ha}} = 1,02 \text{ UGG/Ha}$$

La finca El Palmar quedará con 2 grupos de animales y 6 potreros para realizar la práctica de pastoreo rotativo, se empieza a rotar en sentido contrario a las manecillas del reloj con los grupos de ganado empezando en los potreros número 1 y 4 respectivamente con tiempo de pastoreo de 9 y 10 días respectivamente de forma aproximada, no obstante, puede variar por el periodo húmedo o seco debido a que en época húmeda los terrenos se recuperan más rápido (Instituto Nacional Tecnológico, 2016). El tiempo de descanso de cada potrero es de 20 días.

Tabla 21. Datos de periodo de descanso y ocupación para cada potrero.

Potrero	Área (hectáreas)	Periodo de ocupación	Días de descanso
1	10	9	20
2	14.6	10	20
3	14.6	10	20
4	14.6	10	20
5	14.6	10	20
6	14.6	10	20

Fuente: (Autoras, 2019)

Cercas vivas

Se establece una cerca viva simple con una o dos especies arbóreas o arbustivas que se manejan bajo poda a una altura similar. En la tabla 22 se enlistan las especies favorables para establecer las cercas vivas de acuerdo al clima y suelo que presenta la finca.

Tabla 22. Especies para cercas vivas

Especie	Características y aporte	Imagen
<p>Marango <i>Moringa oleífera</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leguminosa arbustiva perenne caducifolio. • Presenta rápido crecimiento, adulto llega a los 10 o 12 m de altura máxima. • Contiene alto nivel de proteína bruta oscila entre 15.6 a 26.4% • Digestibilidad alta. • Es una planta arbustiva de alto rendimiento de materia seca (25 - 99 t./ha). 	 <p>Fuente: (Agromática, 2019)</p>
<p>Moriche <i>Mauritia flexuosa</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de proteína de 2.3 hasta 5,4% • Producción de frutos de 9 a 12 meses que contienen proteína 	 <p>Fuente: (Barón, 2016)</p>
<p>Guásimo <i>Guazuma ulmifolia</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Arbusto grande. • En condiciones de sequía tiene un buen desempeño, produce la mayor cantidad de frutos. • Contenido de proteína por encima de 18% 	 <p>Fuente: (Faria, 2015)</p>
<p>Matarratón <i>Gliricidia sepium</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proteína cruda de 25 % • Es una leguminosa que fija nitrógeno atmosférico. • Es una fuente de fibra, proteína y grasa, esta especie puede ser utilizada para alimentación animal cuando debe ser podada. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • No demanda una nutrición exigente para su crecimiento. 	 <p>Fuente: (Ganadería sostenible, 2018)</p>
<p>Botón de oro <i>Tithonia diversifolia</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Herbácea muy ramificada con altura hasta de 5 m. • Se adapta a suelos de baja fertilidad y ácidos. • Ayuda a la restauración de suelos degradados. • Proteína entre 18.9 a 28.8 % 	 <p>Fuente: (Faria, 2015)</p>
<p>Morera <i>Morus eps</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • No es leguminosa, así que demanda nitrógeno del suelo. • Altos niveles de proteína entre 20ª 24% • Digestibilidad superior al 80% 	 <p>Fuente: (Agromática, 2019)</p>

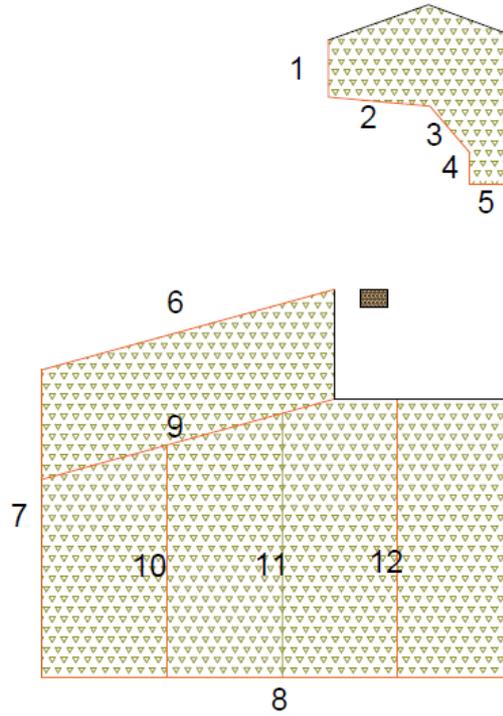
Fuente: (Autoras, 2019)

Se puede utilizar una o dos de las especies sugeridas por lado de la finca donde se deben sembrar o se pueden utilizar más para tener mayor diversidad, se debe tener en cuenta la disponibilidad de la especie dada la cantidad necesaria de individuos. Con estas especies se busca un doble propósito: separa los potreros interiores de la finca y el terreno dispuesto para la actividad de levante del área total de la finca, es decir, donde se requiere de separación, pero no es necesario el uso de la barrera viva con el fin de cortavientos; y servir como alimento para el animal cuando se realizan las podas.

Se recomienda sembrar las cercas vivas posterior a la redistribución del área, en concordancia, los nuevos 5 potreros llevan estas especies arbustivas como cerca que aporta facilidad para hacer la rotación de ganado. Son especies nativas o adaptadas de acuerdo a los intereses de la finca.

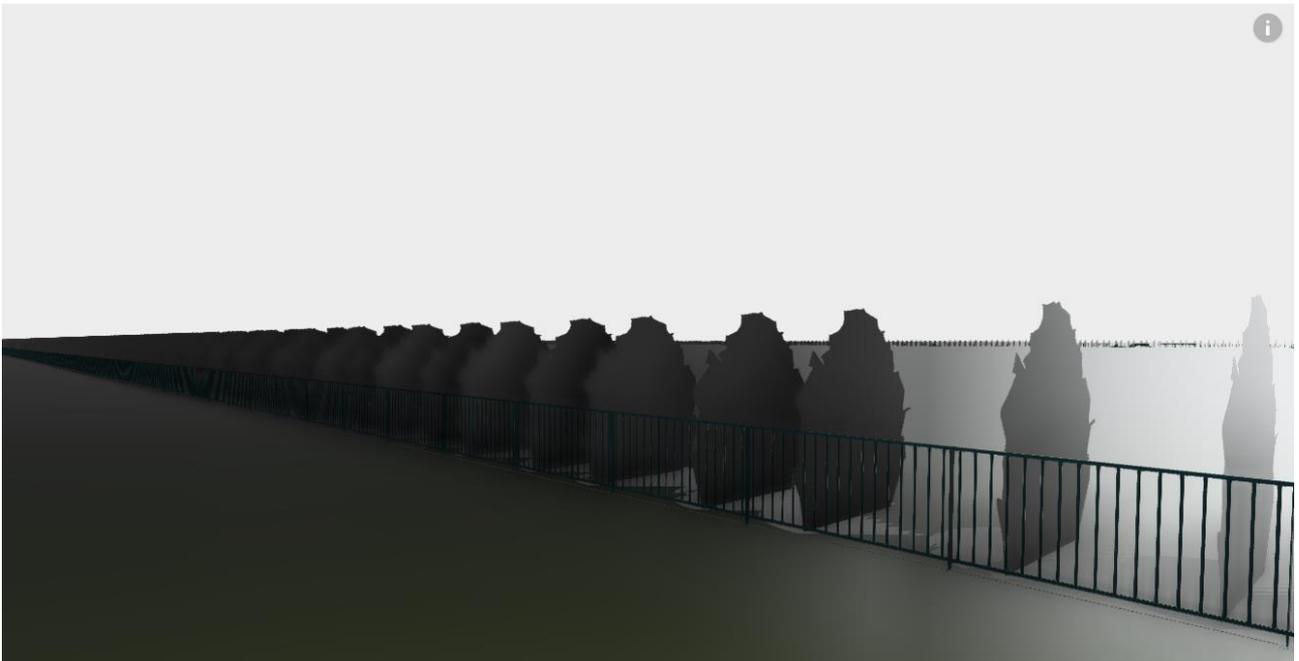
La siembra de las especies vegetales se debe realizar en los 12 lados identificados como límites donde no hay influencia del viento y límites internos de potreros como se muestra en la figura.

Figura 29. Lados para la siembra de cerca viva



Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 30. Siembra de cerca viva



Fuente: (Autoras, 2019)

La cantidad de individuos de las especies que se necesitan para los límites de los potreros y la finca se muestran a continuación:

Tabla 23. Cantidad de individuos necesarios para límites de potreros

Lado	Longitud (metros)	Individuos vegetales
1	135.71	68
2	230.73	231
3	147.26	74
4	74.73	37
5	74.61	37
6	688.02	344
7	697.99	345
8	1057.56	529
9	693.84	347
10	504.04	252
11	583.35	292
12	635.47	318
Total	5523.31	2874

Fuente: (Autoras, 2019)

Consideraciones (Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible) (Villanueva, Ibrahim, & Casasola, 2008):

- *Establecimiento:* se puede realizar por estacas tomadas de otros árboles de la misma especie con longitudes de 2 a 2.5 m y grosor de 5 a 10 cm, con la parte inferior afilada en la punta y la parte superior en diagonal.
- *Distancia entre postes:* la distancia entre las plantas debe ser de 2 m, si existe cerca muerta se siembran cerca a los estacones.
- *Alambre de púas:* En los primeros 3 a 6 meses se amarra el alambre con una cuerda para permitir que las plantas tomen fuerza en las raíces. Posteriormente el alambre puede ser prendido con grapas.
- *Poda:* Se cortan las ramas parcial o total de las copas de los árboles dos años después de la siembra para mantener la estructura.
- *Aprovechamiento:* uso de la poda como alimento para los animales teniendo en cuenta el valor nutricional.
- *Plantación:* los estacones se plantan en época seca a una profundidad de 30 a 40 cm.

Abonos orgánicos

Se sugiere realizar el tipo de abono orgánico de compostaje cuyos requerimientos son los siguientes (ICA, 2015):

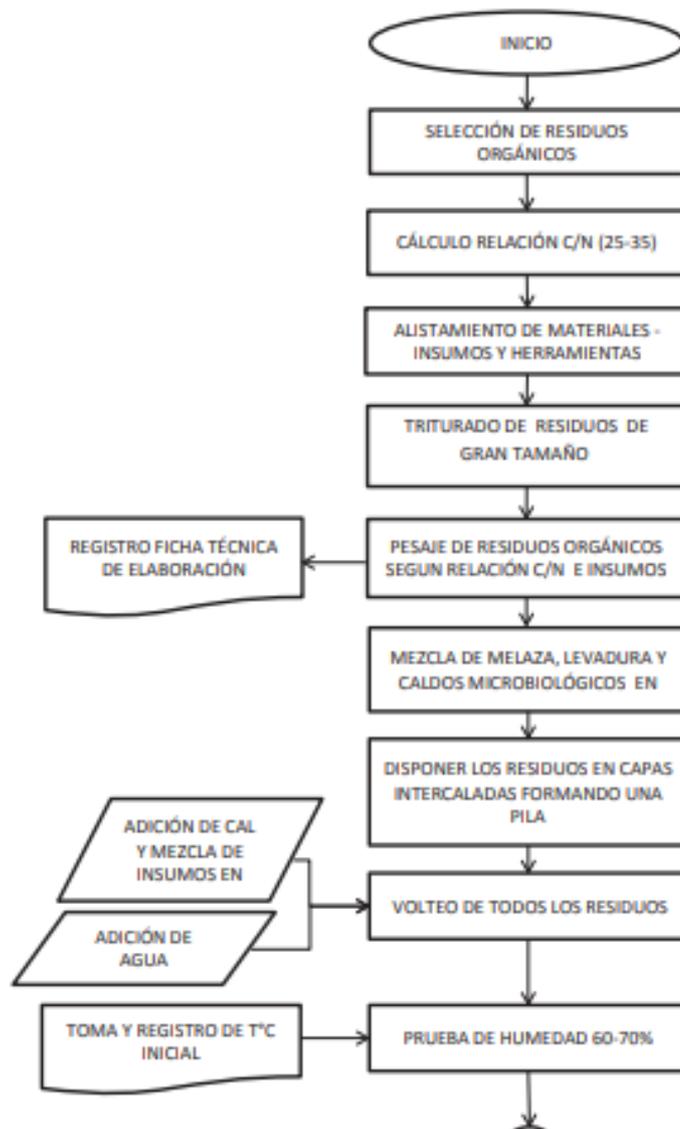
- *Fuente de carbono y nitrógeno:* residuos orgánicos ricos en carbono como residuos vegetales secos, pajas, virutas, aserrín, cascarillas, hojarasca, pasto seco, residuos de cocina; y residuos

ricos en nitrógeno como estiércol, contenido ruminal, residuos vegetales verdes. Proporción de 5000 kg de carbono a 400 kg de nitrógeno.

- *Fuentes microorganismos:* insumos de bacterias y hongos provenientes del ICA.
- *Fuente de nutrición:* proporción de 10 kg de miel de caña o melaza, 10 l de vinaza.
- *Fuentes minerales:* 100 kg cal dolomita o cal agrícola.
- *Agua:* proporción de 100- 200 l

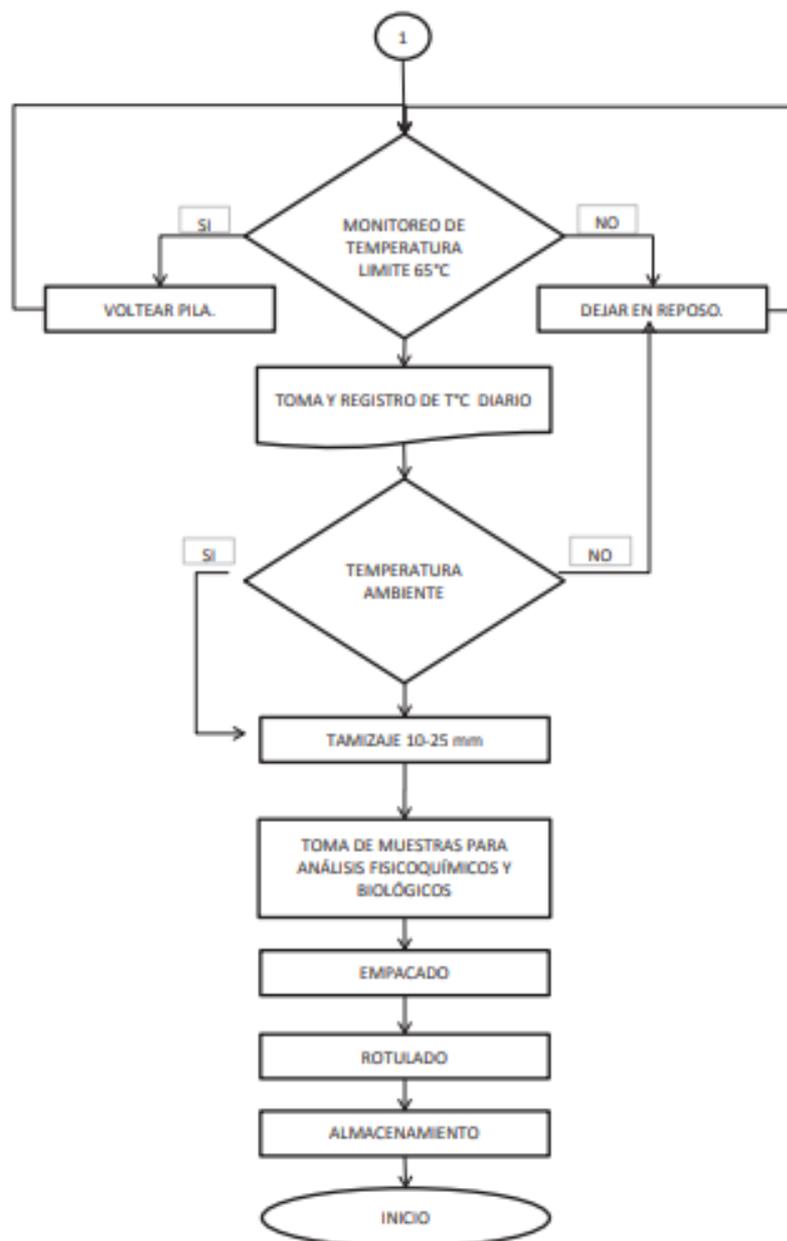
A continuación, se describe el procedimiento de elaboración del abono orgánico establecido por el ICA:

Figura 31. Elaboración de abono orgánico compostado, parte I



Fuente: (ICA, 2015)

Figura 32. Elaboración de abono orgánico compostado, parte 2



Fuente: (ICA, 2015)

Es imperativo considerar el uso de elementos de protección personal como:

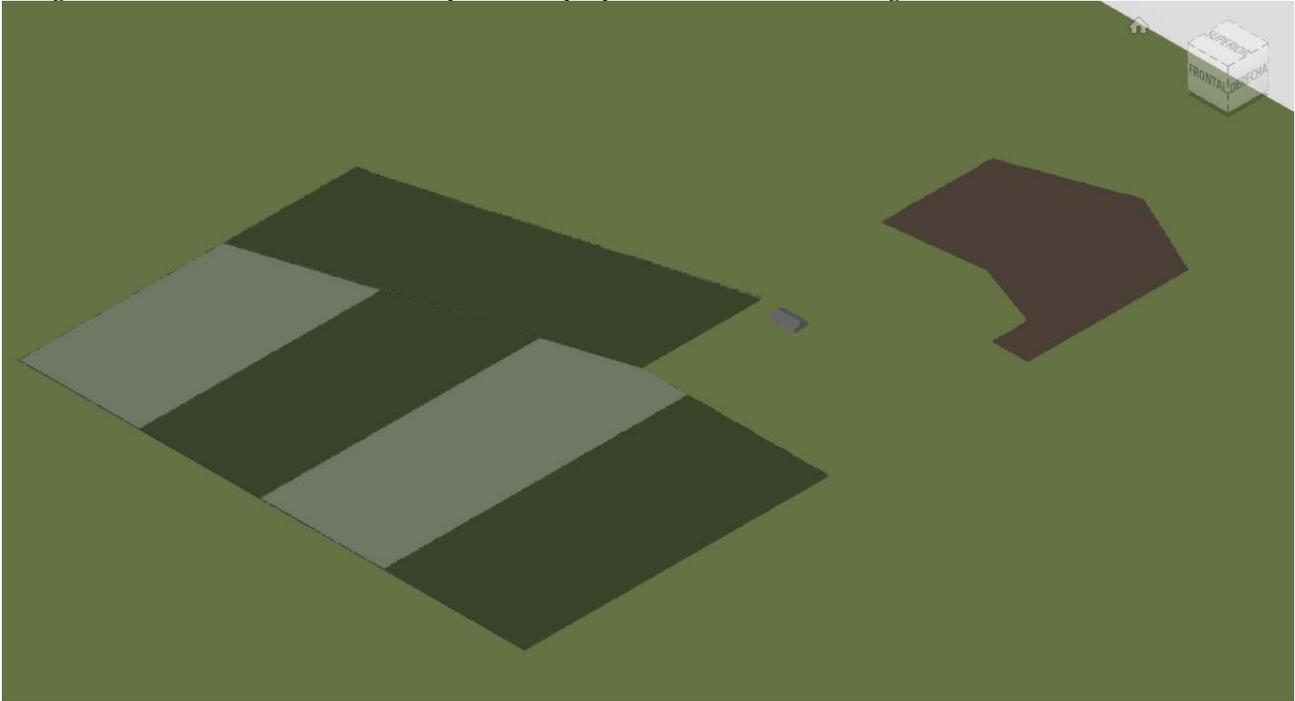
- Overol
- Guantes
- Botas de caucho
- Tapabocas o careta
- Protección para la cabeza
- Delantal plástico

Con base en los resultados de materia orgánica y carbono orgánico del suelo de la finca, se requiere un alto uso del abono orgánico; de la misma forma, dicha aplicación en el suelo depende de la

temperatura, la estructura del suelo y el uso de cultivos perennes o semi perennes. Teniendo en cuenta las especies forrajeras que se utilizaran, se debe incorporar en una proporción de 50-50% de suelo y el abono antes del cultivo para permitir la mejor absorción de agua y nutrientes (ICA, 2015).

Se sugiere utilizar el estiércol del ganado directamente sobre los potreros con la técnica de distribuir homogéneamente la materia orgánica y que el suelo se mantenga nutrido.

Figura 33. Distribución de los 6 potreros y aplicación de abono orgánico en la Finca El Palmar



Fuente: (Autoras, 2019)

Presupuesto

Conforme a las alternativas anteriores en la tabla 24 se establece el presupuesto de los insumos para la implementación.

Tabla 24. Presupuesto fase 1

PRESUPUESTO FASE 1				
Ítem	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
<i>Capacitaciones</i>				
Material informativo	4	unidad	\$ 7,500	\$ 30,000
<i>Pastoreo controlado y rotativo</i>				
Estacones	100	unidad	\$ 6,000	\$ 600,000
Barra hoyadora	3	unidad	\$ 45,000	\$ 135,000
Decámetro	1	unidad	\$ 59,900	\$ 59,900
Subtotal pastoreo controlado y rotativo				\$ 794,900
<i>Cercas vivas</i>				
Especie 1	1437	Plántulas	\$ 4,000	\$ 5,748,000
Especie 2	1437	Plántulas	\$ 4,000	\$ 5,748,000
Alambre de púas	2417	m	\$ 500	\$ 1,208,500
Grapas	2	cajas	\$ 6,460	\$ 12,920
Subtotal cercas vivas				\$ 12,717,420
<i>Abono orgánico</i>				
Melaza	10	kg	\$ 19,900	\$ 199,000
Vinaza	10	l	\$ 25,000	\$ 250,000
Cal agrícola	100	kg	\$ 700	\$ 70,000
Báscula	1	unidad	\$ 100,000	\$ 100,000
Termómetro de punzón	1	unidad	\$ 19,900	\$ 19,900
Subtotal abono orgánico				\$ 638,900
<i>Mano de obra</i>				
Ingeniero agrónomo	1		\$ 1,400,000	\$ 1,400,000
Jornaleros	5		\$ 828,116	\$ 4,140,580
Subtotal mano de obra				\$ 5,540,580
<i>Elementos de protección personal</i>				
Botas de caucho	6	pares	\$ 20,000	\$ 120,000
Overol	6	unidad	\$ 30,000	\$ 180,000
Guantes	6	pares	\$ 2,500	\$ 15,000
Gafas de protección	3	unidad	\$ 5,000	\$ 15,000
Protección para la cabeza	6	unidad	\$ 5,000	\$ 30,000
Delantal plástico	3	unidad	\$ 15,000	\$ 45,000
Subtotal elementos de protección personal				\$ 405,000
Total				\$ 20,126,800

Fuente: (Autores, 2019)

La mayor inversión en la fase 1 se realiza en el establecimiento de las cercas vivas por la cantidad de individuos de las especies vegetales para tal fin, representan un gran valor debido al área de la finca y la extensión de los límites de los potreros. El segundo costo de inversión alto es de mano de obra, por la necesidad de la dirección de un ingeniero agrónomo y 5 jornaleros para cubrir el trabajo en todo el terreno; no obstante, se recomienda solicitar la asistencia técnica de forma oportuna y programada del municipio para otros requerimientos. Se presenta un costo de inversión en estacones para la nueva división de los potreros, pues es necesario durante los primeros meses proteger las cercas vivas, sin embargo, se sugiere venderlos más adelante para recuperar parte del valor.

Figura 34. Alternativas de pastoreo controlado y rotativo, abonos verdes y cercas vivas.

 ALTERNATIVAS DE PASTOREO CONTROLADO Y ROTATIVO, ABONOS VERDES Y CERCAS VIVAS  		
<p>Qué es pastoreo controlado y rotativo? Subdividir un potrero, en varias parcelas, con el fin de evitar la compactación de los suelos, además de dar el tiempo adecuado para que el suelo descanse del pisoteo.</p>	<p>Qué es abono verde? Es la agregación al suelo de plantas sembradas o biomasa vegetal no descompuesta con el fin de mejorar la fertilidad y calidad del suelo.</p>	<p>Qué es cerca viva? Es el establece un límite con la siembra de árboles y arbustos a distancias cercanas, siendo fijada con un alambre</p>
<p>PUESTA EN PRÁCTICA: Febrero-Marzo 2021 RESPONSABLE: Secretaria de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Paz de Ariporo.</p>		
<p>BENEFICIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora la distribución del alimento con los nutrientes necesarios para los animales. - Previene el sobrepastoreo. - Mejora la cobertura del suelo evitando la degradación, compactación y erosión. - Provee forraje constantemente a los animales. - Genera mayor crecimiento de los animales. 	<p>BENEFICIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumentan la fertilidad del suelo. - Protegen al suelo de la erosión. - Dinamizan los proceso biológicos del suelo. - Favorecen y fomentan el control biológico - Control de plagas y enfermedades al suelo. - Limitan el desarrollo de malas hierbas. - Incrementan el porcentaje de materia orgánica fresca (biomasa) en el suelo 	<p>BENEFICIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retienen la tierra que arrastra el agua, dejando pasar solo el agua que corre. - Proporcionan beneficios en pasto, leña, alimentos para animales y humanos. - Funcionan para el mejoramiento del suelo. - A largo plazo, evita la pérdida de la fertilidad de los suelos. - Contribuyen de forma positiva a mejorar las condiciones micro climáticas del animal
<p>ACTIVIDADES</p> <p>1. Formación y capacitación. Informar a cerca de la capacidad de carga mediante talleres y actividades lúdicas que tengan interacción e inmersión en campo</p> <p>2. Asistencia técnica. Brindar un adecuado acompañamiento a la hora de implementar esta práctica, guiando de forma adecuada la distribución respectiva</p>	<p>ACTIVIDADES</p> <p>1. Formación y capacitación. Informar a cerca de todo lo relacionado con abonos verdes incluyendo que especies son las más utilizadas para esta práctica y demás detalles necesarios</p> <p>2. Asistencia técnica. Realizar el acompañamiento adecuado velando el cumplimiento correcto de esta práctica mediante asesoramiento constante.</p>	<p>ACTIVIDADES</p> <p>1. Formación y capacitación. Informar a cerca de las especies más aptas de acuerdo al terreno, la distancia y todos los parámetros de siembra requeridos.</p> <p>2. Asistencia técnica. Realizar el acompañamiento adecuado supervisando el cumplimiento correcto de esta práctica mediante asesoramiento constante.</p>

Fuente: (Autoras, 2019)

8.5.2 Fase 2: Mediano plazo, junio- julio de 2020

En esta fase se trabajan cuatro fases: la primera corresponde a la capacitación sobre las dos alternativas que se manejan, la segunda se refiere a las consideraciones para las barreras vivas, la tercera corresponde a la asociación de pastos y leguminosas de acuerdo al clima y, por último, una sección aplicada al seguimiento de las alternativas anteriores.

Figura 35. Alternativas barreras vivas y asociación de pastos



CONSIDERACIONES DE BARRERAS VIVAS Y ASOCIACIÓN DE PASTOS

Qué es barreras vivas? Son cultivos que se siembran, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión y ayuda a la conservación del suelo por las actividades pecuarias

Qué es asociación de pastos? instalación de dos o más cultivos bajo el mismo tiempo con gran valor en los sistemas tradicionales donde se genera una compatibilidad y beneficio mutuo

PUESTA EN PRÁCTICA: Junio- Julio 2021 **RESPONSABLE:** Secretaria de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Paz de Ariporo.

BENEFICIOS

- Se disminuyen las pérdidas de suelo, agua y nutrientes.
- Son sencillas, de simplicidad en el diseño y facilidad de mantenimiento.
- Son económicas y de fácil adopción por parte de los productores.
- Reduce la velocidad de escurrimiento
- Se favorece el filtramiento de agua al subsuelo almacenando mayor humedad,
- Mejoran las condiciones para los cultivos.

IMPORTANTE PARA LA SIEMBRA

Orientación: Perpendicular a la dirección del viento.

Forma y altura: Dadas por las que permiten el cambio del efecto de la circulación y altura dada por las mismas.

Densidad: Densidad de barrera sólida de 50% a 60%.

Separación entre hilera y planta: Entre 1 a 2 m entre arbustos y de 2 a 3 m entre árboles.

Número de hileras: 2 hileras.

BENEFICIOS

- Mejor regulación y retención de humedad.
- Mejora la fertilidad del suelo por la asociación simbiótica de las leguminosas con las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Incremento de la nutrición del animal por la mezcla de especies gramíneas y leguminosas que aumentan la producción y calidad del forraje.
- Aumento en la formación de humus.
- Favorecimiento en la conservación o repoblación de la micro y macro fauna del suelo.
- Óptimo aprovechamiento de energía solar.

IMPORTANTE PARA LA SIEMBRA

Tener en cuenta antes de la siembra las actividades antes de la preparación del suelo, la preparación del suelo, el tipo de semilla, la época de siembra, la forma de siembra, la distancia de siembra, profundidad de siembra, la fertilización, el manejo del establecimiento, la resiembra la cantidad de semilla:

Fuente: (Autoras, 2019)

Barreras vivas

Para la siembra de las barreras vivas es importante considerar (Corpoboyaca, 2019):

- **Orientación:** Las barreras deben ser plantadas perpendicularmente a la dirección predominante del viento. Teniendo en cuenta que el viento viene del norte y este, se instalaran las especies arbóreas en los límites norte y este del potrero 1 que corresponde a las 10 hectáreas, para las 73 hectáreas restantes, los árboles se sembraran igualmente sobre el límite de la parte norte y este, excepto en la parte norte del potrero 2 debido a que está muy cerca de la fuente hídrica, la cual actualmente cuenta con un conjunto de árboles en la rivera que sirven de barrera viva para el potrero.
- **Forma y altura:** Se deben utilizar especies que permitan el cambio en el efecto de la circulación del viento, es decir, que actúen como una especie de rampa. La altura es dada por el crecimiento de las especies utilizadas, no obstante, las especies utilizadas son propias de la región y aptas al clima o ya están dentro del predio.
- **Densidad:** Con el crecimiento de los árboles se debe obtener una densidad de barrera sólida de 50% a 60%.
- **Separación entre hileras y plantas:** Entre 1 a 2 m entre arbustos y de 2 a 3 m entre árboles
- **Número de hileras:** Se siembran dos hileras, la exterior de arbustos y la interior de árboles con una distancia máxima de 2 m entre ellas, preferiblemente 1 m.

Teniendo en cuenta lo anterior, las especies seleccionadas para sembrar y la cantidad se observan en la siguiente tabla:

Tabla 25. Especies para barreras vivas

Especie	Cantidad	Imagen
<p>Árbol Yopo <i>Anadenanthera peregrina</i></p>	<p>341</p>	 <p>Fuente: (Cormacarena, 2019)</p>
<p>Árbol Cambulo <i>Erythrina poeppigiana</i></p>	<p>340</p>	 <p>Fuente: (Cenicafé, 2016)</p>
<p>Arbusto Matarratón <i>Gliricidia sepium</i></p>	<p>512</p>	 <p>Fuente: (Tropical Forages, 2019)</p>

<p>Arbusto <i>Leucaena</i> <i>Leucaena</i> <i>Leucocephala</i></p>	<p>512</p>	 <p>Fuente: (Tropical Forages, 2019)</p>
--	------------	--

Fuente: (Autoras, 2019)

Las especies mencionadas fueron seleccionadas teniendo en cuenta sus características y el aporte que hacen al sistema agroecológico en su función de cortar las corrientes de viento y contribuir a un microclima apto para evitar el estrés calórico del animal. La especie más alta corresponde al árbol *Erythrina poeppigiana* (Cambulo) que alcanza alturas hasta de 20 a 30 metros, con una copa moderadamente extendida, es un árbol que se encuentra en el Amazonas y en la región del Orinoco donde está ubicado Paz de Ariporo, esta especie es muy utilizada en sistemas agroforestales donde se presenta mejora en la fertilidad del suelo después de plantar la especie debido a que es fijadora de nitrógeno además de la producción de hojarasca rica en nitrógeno cerca de un 4.1-4.9 %, como forraje tiene un alto contenido de proteína y tiene buena digestibilidad (Cormacarena, 2019).

Como el Cambulo no tiene ramas en los primeros 10-20 m se estableció utilizar el árbol *Anadenanthera peregrina* (Yopo), que forma el segundo estrato de la barrera, este árbol tiene una altura de 3 a 18 metros con copa extendida que permite cubrir las zonas que el estrato más alto deja libres, según Cormacarena (2019), es una especie que crece en las planicies de los llanos en la cuenca del Orinoco y en el departamento del Casanare, el Yopo es de fácil adaptación, aclimatación y establecimiento, crece rápidamente y tiene una alta capacidad de recuperación de suelos degradados y compactados. Una característica importante de utilizar este árbol para el sistema agroecológico es que no es apetecido por el ganado, es decir, puede crecer sin sufrir mortalidad, y favorece el crecimiento de las gramíneas como *Brachiaria brizantha* cv, Marandu, *B. humidicola* y *B. decumbens*.

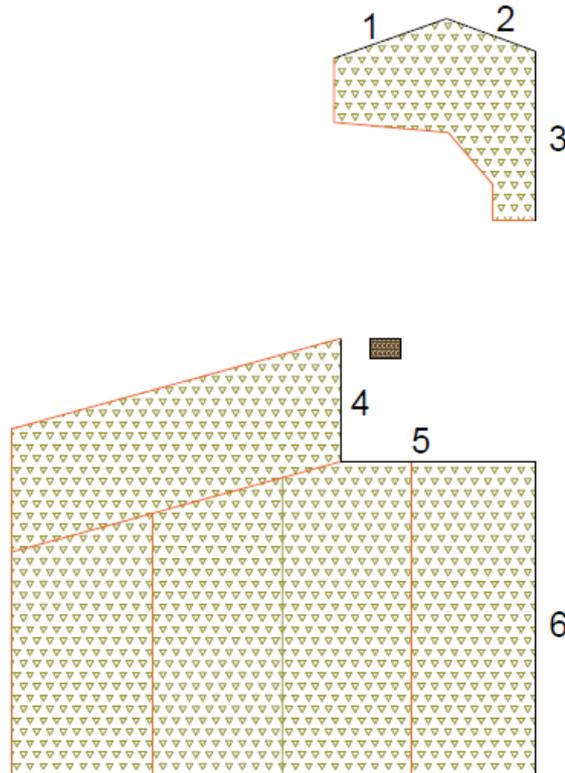
Para el estrato bajo se encuentra la especie *Gliricidia sepium* (Matarratón), este arbusto puede llegar a una altura hasta 12 metros, con ramas largas, arqueadas y frondosas, posee un alto potencial de producción de biomasa para el consumo y elevado valor nutritivo a un costo de producción bajo. Es una leguminosa que fija nitrógeno atmosférico en sus nódulos radicales y los almacena en su componente forrajero, es una fuente de fibra, proteína y grasa, esta especie puede ser utilizada para alimentación animal cuando debe ser podada. El Matarratón no demanda una nutrición exigente para su crecimiento, es una leguminosa arbórea, perenne, apta para el pH y condiciones de la finca respecto al suelo y clima (Cormacarena, 2019).

La última especie considerada es *Leucaena Leucocephala* (Leucaena) es una especie con 3 a 7 metros de altura y tronco de 5 a 50 cm de diámetro, es apta para un rango amplio de suelos, es una planta excelente para leña y tiene un follaje de alta digestibilidad del 60-70 % dentro del que un 20 a 25%

de proteína vitamina K y otros nutrientes. Tiene una alta producción de biomasa (Cormacarena, 2019).

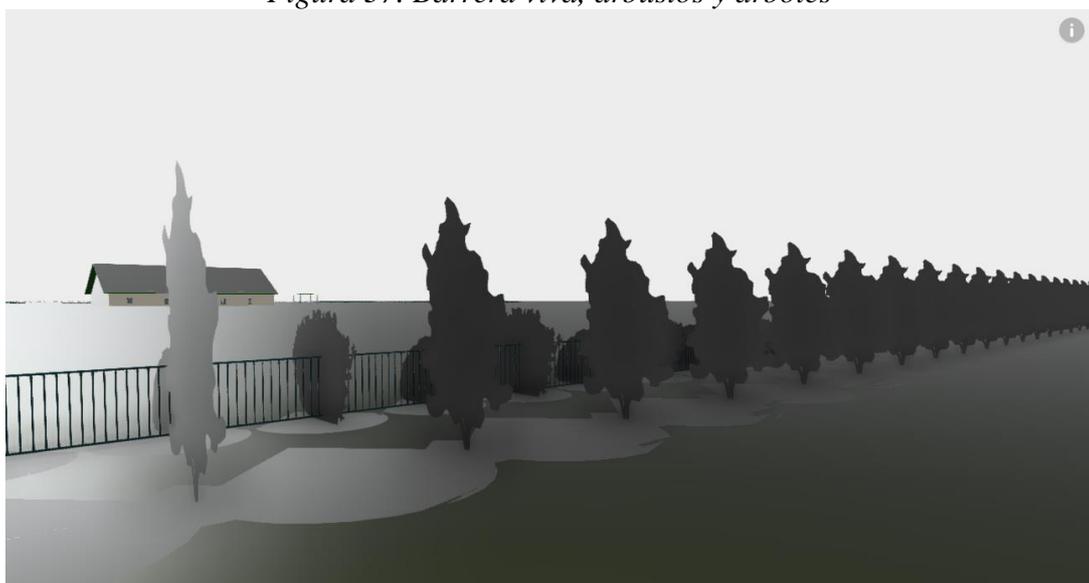
La siembra de las barreras vivas se debe realizar en los 6 lados de los límites de la finca que están perpendiculares a la dirección del viento proveniente principalmente del norte y este como se muestra en la figura 36.

Figura 36. Lados para la siembra de barreras vivas



Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 37. Barrera viva, arbustos y árboles



Fuente: (Autoras, 2019)

La cantidad de árboles y arbustos a sembrar en cada lado de los límites de la finca se relacionan a continuación.

Tabla 26. Cantidad de árboles y arbustos necesarios para realización de barreras vivas

Lado	Longitud (metros)	Cantidad de árboles	Cantidad de arbustos
1	245.77	82	123
2	193.49	64	97
3	334.48	111	167
4	250	83	125
5	390.06	130	195
6	634.23	211	317
Total	2048.03	681	1024

Fuente: (Autoras, 2019)

Para la instalación de las barreras se debe tener en cuenta (Corpoboyaca, 2019) (MAG) (Cormacarena, 2019):

- Evitar la instalación en época de invierno o verano extremo, procurando la humedad del suelo en estado óptimo.
- Limpiar la zona de malezas.
- Realizar hoyos de 30 a 60 cm para cada árbol.
- Separar los tallos gruesos de los delgados y sembrar por separado.
- El Yopo se siembra ya germinada para trasplante.
- El Cambulo se pueden sembrar en semilla remojada en agua por 12 horas o por estacas colocando ramas en capas.
- El Matarratón es recomendable sembrar en bolsa.
- Aplicar abono orgánico del utilizado para los potreros en el momento de hacer la plantación o en las 2 a 3 semanas siguientes.
- Establecer protección durante un año para que los animales no las ingieran o destruyan, esta protección se debe realizar construyendo a mínimo un metro una cerca con alambre reutilizado y los postas de madera que se utilizaban anteriormente para la división de los potreros.

Asociación de pastos y leguminosas

Se sugiere utilizar la asociación de gramíneas con leguminosas con un ciclo vegetativo anuales o bianuales, es decir, que vivan hasta dos años después de la siembra, no obstante, las especies perennes son recomendables por la cantidad de proteína que proveen. Dentro de las gramíneas se recomiendan de crecimiento erecto como los pastos de corte, sorgo forrajero, pasto alemán y de crecimiento semi erecto como *Brachiaria brizantha* cv Marandu. Las leguminosas recomendadas son herbáceas que desarrollan tallos leñosos y un cumplen un ciclo de vida corto como el centrosema, soya forrajera, clitoria, maní forrajero, canavalia entre otras y algunas arbustivas (Instituto Nacional Tecnológico, 2016).

En concordancia, las especies forrajeras gramíneas recomendadas que brindan a los animales una buena nutrición y tienen aptabilidad para el tipo de suelo se mencionan a continuación:

Tabla 27. Especies gramíneas

Especie	Características y aporte	Imagen
<p>Grama <i>Paspalum notatum</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Especie perenne. • Crecimiento de 75 cm de longitud. • Proteína bruta de 9.60% 	 <p>Fuente: (Alabama plants, 2019)</p>
<p>Pasto Angletón <i>Dichanthium aristatum</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es perenne que crece en forma de macolla se desarrolla rápidamente con altura entre 1 y 2 m. • Periodos de descanso hasta de 40 días en • Soporta una carga animal de 2 animales por hectárea • Proteína bruta oscila entre 7 y 9% 	 <p>Fuente: (Tropical forages, 2019)</p>
<p>Pasto Pará <i>Brachiaria mutica</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es perenne que forma fuertes estolones. • Crecimiento erecto, puede llegar a medir 2 m de altura. • Periodos de descanso de 35 días. • Puede llegar a soportar 3 unidades animales por hectárea • Proteína bruta oscila entre 9 y 11% 	 <p>Fuente: (Mundo pecuario, 2019)</p>

<p>Pasto Mulato I <i>Brachiaria híbrido</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Híbrido de <i>Brachiaria</i> proveniente del cruce <i>Brachiaria brizantha</i> x <i>Brachiaria decumbens</i>. • Es perenne. • Crecimiento de 55 a 80 cm de largo. • Más de 30 t. de rendimiento por hectárea. • Proteína bruta alta oscila entre 12 y 15%. 	 <p>Fuente: (Pasturas de América, 2019)</p>
---	--	---

Fuente: (Autores, 2019)

Es importante utilizar asociación que favorezca la nutrición del animal y especies que tengan un alto aporte proteico, es decir, se recomienda no continuar con la utilización de las especies forrajeras *Andropogon bicornis* (rabo de vaca) dado que tiene un aporte de proteína bajo de 3.28 %, la especie *Leersia hexandra* (lambedora) con un aporte de 4.83 % (Peñuela, Fernández, Castro, & Ocampo, 2011) y *Brachiaria humidicola* (braquiaria dulce) con un aporte de 4 a 7% de proteína (Instituto Nacional Tecnológico, 2016). De las especies gramíneas actualmente utilizadas se recomienda continuar con *Paspalum notatum* (grama) teniendo en cuenta su aporte proteico de 9.60% y su potencial para bancos de forraje (Peñuela, Fernández, Castro, & Ocampo, 2011).

Con el fin de realizar la asociación de gramíneas y leguminosas, en la siguiente tabla se describen las especies de leguminosas herbáceas y leguminosas arbustivas recomendadas para el sistema agroecológico.

Tabla 28. Especies leguminosas herbáceas y arbustivas

Especie	Características y aporte	Imagen
<p>Centrosema <i>Centrosema brasilianum</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es perenne. • Postrada a enredadera, de 40 a 50 cm de altura. • Contiene alto nivel de proteína bruta que oscila entre 15 y 25%. 	 <p>Fuente: (Tropical forages, 2019)</p>
<p>Fríjol terciopelo <i>Mucuna pruriens</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es anual a bianual. • Crecimiento vigoroso, hábito rastrero, se extiende encima de 6 a 10 m de longitud. • Contiene alto nivel de proteína bruta que oscila entre 11 y 23 % • La digestibilidad es alta de 70%. 	 <p>Fuente: (Heirloom & perinnial, 2019)</p>
<p>Canavalia <i>Canavalia brasiliensis</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es de ciclo anual o bianual. • Con hábito de crecimiento rastrero. • Crece en cualquier tipo de suelo. 	 <p>Fuente: (Tropical forages, 2019)</p>
<p>Cratylia <i>Cratylia argétea</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Arbustiva. • Se ramifica desde la base del tallo y se han encontrado hasta 11 ramas en plantas que tienen entre 1.5 y 3 m altura. • Contiene muy alto nivel de proteína bruta que oscila entre 18 y 30 %, se utiliza para el banco de proteína. • Su digestibilidad es de 60 y 65%. 	 <p>Fuente: (Tropical forages, 2019)</p>

Fuente: (Autores, 2019)

Consideraciones (Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, 2015) (Franco, Calero, & Duran, 2007):

- *Actividades antes de la preparación del suelo:* adecuación del terreno y tareas adicionales para la preparación del suelo, tener en cuenta la época de lluvias e inundaciones.
- *La preparación del suelo:* depende de la textura del suelo y el vigor de establecimiento de la especie, el terreno requiere labranza. Arado con distancias de 60 cm entre surcos y profundidad de 20 cm.
- *Tipo de semilla:* Se puede utilizar semilla botánica, si son semillas duras se debe realizar escarificación.
- *Época de siembra:* garantizar un buen contenido de humedad en el suelo después de la siembra.
- *Forma de siembra:* realizar siembra al voleo y garantizar la distribución de la semilla. También se puede realizar siembra por surcos hechos mecánicamente con tractor o con arado de animal.
- *Distancia de siembra:* la asociación de gramíneas y leguminosas en siembra por surcos se utiliza patrones 1:1 un surco para cada especie, o 2:2 dos para leguminosa por dos para gramínea. El ancho de la franja debe garantizar que las dos plantas se encuentren en la misma proporción, es decir, 50% de cada una, la distancia recomendada esta entre 40 a 50 cm entre plantas.
- *Profundidad de siembra:* para las semillas pequeñas la siembra puede ser superficial, para las de mayor tamaño como de la mayoría de las especies recomendadas, lo más apropiado es enterrar la semilla a 2 o 3 veces el tamaño.
- *Fertilización:* uso de abono orgánico, no debe quedar en contacto con la semilla.
- *Manejo del establecimiento:* se debe realizar resiembra de ser necesaria, deshierba oportuna y control de plagas. Dependiendo del desarrollo de la pastura, se recomienda hacer un pastoreo temprano con muchos animales pocos días si se busca favorecer el crecimiento de la leguminosa o con pocos animales varios días para beneficiar a la gramínea.
- *Resiembra:* se realiza un mes después de la siembra, es de forma manual.
- *Cantidad de semilla:* requerimiento aproximado de 5 kg por hectárea. En la tabla 29 se muestran los requerimientos para cada especie.

Tabla 29. Requerimiento de semillas en kg para cada especie

Especie	Área (hectáreas)	Semillas (kilogramos)
Gramma <i>Paspalum notatum</i>	14.6	73
Pasto Angletón <i>Dichanthium aristatum</i>	24.6	123
Pasto Pará <i>Brachiaria mutica</i>	29.2	146
Pasto Mulato I <i>Brachiaria híbrido</i>	14.6	73
Centrosema <i>Centrosema brasilianum</i>	29.2	146
Fríjol terciopelo <i>Mucuna pruriens</i>	29.2	146
Canavalia <i>Canavalia brasiliensis</i>	29.2	146

Los terrenos para la adecuación de los forrajes deben ser preparados inicialmente, estos potreros son tratados con abono orgánico en la fase anterior para garantizar una mejor calidad de las propiedades del suelo y permitir que cuando los cultivos forrajeros vayan a ser sembrados, las plantas tengan una mejor germinación de la semilla y crecimiento ideal.

Para la siembra se evidencia por CITA que cualquier forma funciona para el crecimiento óptimo de las especies, no obstante, la siembra al voleo representa el método más fácil y requiere menor cantidad de mano de obra, pero debido a la extensión de la finca resulta demorado y se utiliza incluso el doble de semillas que en otras formas de siembra. Con la siembra por surcos se utiliza menor cantidad de semillas y facilita las labores de control de malezas, en contraposición este tipo de siembra requiere más mano obra y se puede correr el riesgo de la no germinación por enterar la semilla demasiado.

Las leguminosas requieren tratamiento antes del sembrado e incluso pueden necesitar inoculación con la bacteria del género *Rhizobium* que le ayuda a fijar nitrógeno. Debido a que en finca no se usa fertilizantes de ningún tipo, se establece seguir de la misma forma, sin embargo, para suplir las necesidades nutritivas de la semilla y el suelo se utiliza abono orgánico y estiercol de ganado sin permitir contacto con la semilla directamente para evitar que se quemen por el contenido de nitrógeno y potasio. Después de la plantación se busca en el primer año el establecimiento de las especies perennes, es decir, que se mantenga una población fuerte con alto potencial de rendimiento para los años posteriores.

Seguimiento de las alternativas

Labores de manejo y mantenimiento de barreras vivas

- *Podas y aprovechamiento*: Se necesitan cortes periódicos para promover el macollamiento de las plantas y aprovechamiento del forraje podado. De 2 a máximo 3 podas anuales.
- *Control de maleza*: Realizar labores de control de vegetación que puede competir con las plantas de la cortina forestal permanentemente durante los dos primeros meses después de la siembra de forma manual con machete, eliminando maleza de 20 a 30 cm a lo largo de las barreras.
- *Control de plagas y enfermedades*: Identificar el riesgo o susceptibilidad a problemas de nematodos y complejos fungosos.

Labores de manejo para la asociación de gramíneas y leguminosas

- *Control de maleza*: eliminación manual, mecánica de toda planta que compite agresivamente con la pastura o que los animales no consuman. Si la maleza es perenne se debe realizar el control repetida y continuamente.
- *Siembra*: se debe verificar al mes que la pastura sea uniforme, de no ser así se debe realizar resiembra.
- *Crecimiento*: si se observa crecimiento no óptimo se debe retirar maleza y abonar.
- *Densidad de crecimiento de cada especie*: si en el asocio 50-50%, se observa crecimiento de la gramínea o leguminosa en mayor cantidad se debe pastorear con muchos o pocos animales para favorecer a la de menor crecimiento.

Presupuesto

El presupuesto de insumos para la fase 2 se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Presupuesto fase 2

PRESUPUESTO FASE 2				
Ítem	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Capacitaciones				
Material informativo	2	unidad	\$ 7,500	\$ 15,000
Barreras vivas				
Árbol Yopo	341	Plántulas	\$ 4,000	\$ 1,364,000
Árbol Cambulo	340	Plántulas	\$ 5,000	\$ 1,700,000
Arbusto Matarratón	512	Plántulas	\$ 3,000	\$ 1,536,000
Arbusto Leucaena	512	Plántulas	\$ 3,500	\$ 1,792,000
Grapas	2	cajas	\$ 6,460	\$ 12,920
Subtotal barreras vivas				\$ 6,404,920
Asociación de pastos y leguminosas				
Semillas Grama	58	kg	\$ 25,000	\$ 1,450,000
Semillas P. Angletón	98	kg	\$ 23,000	\$ 2,254,000
Semillas P. Pará	117	kg	\$ 25,000	\$ 2,925,000
Semillas P. Mulato I	58	kg	\$ 40,000	\$ 2,320,000
Semillas Centrosema	117	kg	\$ 25,000	\$ 2,925,000
Semillas Frijol terciopelo	117	kg	\$ 35,000	\$ 4,095,000
Semillas Canavalia	117	kg	\$ 43,000	\$ 5,031,000
Alquiler maquina arado	83	horas	\$ 10,000	\$ 830,000
Subtotal asociación de pastos y leguminosas				\$ 21,000,000
Total				\$ 27,419,920

Fuente: (Autores, 2019)

El mayor costo de inversión en la etapa 2 está dado por la compra de las semillas de los pastos, debido a la extensión de los potreros el consumo de semilla necesaria es considerable, además, algunas semillas tienen un precio elevado en el mercado. La compra de las plántulas de las 4 especies que forman la barrera viva tiene un costo representativo, las plántulas no tienen un precio elevado en el mercado; igualmente, los demás elementos necesarios para implementar las alternativas corresponden a insumos existentes o recursos con los que cuenta la finca.

8.5.3 Fase 3: Largo plazo, agosto-septiembre de 2020 hasta agosto de 2024

La última fase de la estrategia consiste en cuatro etapas; la capacitación a los trabajadores sobre las siguientes dos alternativas propuestas, las buenas prácticas de disposición de insumos pecuarios, la rotación de cultivos y el seguimiento del sistema.

Figura 38. Capacitación de buenas prácticas de almacenamiento de insumos pecuarios y consideraciones de rotación de cultivo

CAPACITACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO DE INSUMOS PECUARIOS Y CONSIDERACIONES DE ROTACIÓN DE CULTIVO

Qué es buenas prácticas de almacenamiento de insumos pecuarios? Es el manejo de los productos, información al personal capacitado y adecuación de espacios que eviten contaminación en el almacenamiento de medicamentos veterinarios con alimentos para animales y fertilizantes

Qué es rotación de cultivos? Conjunto de secuencias, en las cuales se ocupa el suelo con cultivos diferentes que se suceden en el tiempo con la finalidad de mantener la fertilidad del suelo buscando mantener una cobertura productiva

PUESTA EN PRÁCTICA Agosto- Sep 2021 RESPONSABLE: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Paz de Aripuro.

SE DEBE TENER EN CUENTA

- Material que se está almacenando.
- Capacidad de amontonamiento.
- Peligrosidad y tipo de envase.
- Ubicación del sitio.
- Seguridad.
- Equipos de protección personal.

DISPONER DE UN LUGAR

- Ubicado en un lugar a una distancia prudente de la vivienda con tamaño para almacenar los insumos necesarios.
- El lugar debe ser ventilado.
- Estructura resistente.
- Los productos no deben estar directamente sobre el suelo, envasados y organizados, además los correspondiente a vacunación deben estar en estantería organizados.
- Debe tener un área para hacer la práctica del abono orgánico.
- En la bodega solo debe guardar insumos pecuarios.

BENEFICIOS

- Incremento de la diversidad biológica.
- Reduce el riesgo de infestación de plagas y malezas.
- Promueve el buen balance de nutrientes del suelo.
- La incidencia de plagas disminuye y el uso de agroquímicos.
- Mayor diversidad en la producción de plantas que implica en la nutrición ganadera.
- Mayor distribución de agua y nutrientes a través del suelo.
- Mejor equilibrio de fósforo (P) y potasio (K) de fuentes orgánicas.

IMPORTANTE PARA LA SIEMBRA

- Antes de la siembra: para el cambio de cultivo se debe dejar pastorear bien la pradera.
- Época de siembra: durante el periodo de lluvias
- Método de siembra: seguir el mismo método establecido para la asociación de leguminosas y gramíneas.
- Tiempo de rotación: 2 años duración de los cultivos de leguminosas bianuales.
- Patrón de siembra: 1:1 un surco de leguminosa, 1 surco de gramínea.

Fuente: (Autoras, 2019)

Buenas prácticas de almacenamiento de insumos pecuarios

Para las condiciones del sitio de almacenamiento se debe tener en cuenta:

- Material que se está almacenando.
- Capacidad de almacenamiento.
- Peligrosidad y tipo de envase.
- Ubicación del sitio.
- Seguridad.
- Equipos de protección personal.

El propietario debe disponer un lugar para el almacenamiento de insumos pecuarios y de residuos teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debe estar ubicado en un lugar a una distancia prudente de la vivienda con tamaño para almacenar los insumos necesarios.
- El lugar debe ser ventilado.
- Estructura resistente.
- Los productos no deben estar directamente sobre el suelo.

- Debe tener un área para hacer la práctica del abono orgánico.
- En la bodega solo debe guardar insumos pecuarios.
- Los productos tienen que estar siempre envasados y organizados.
- Los productos correspondientes a vacunación y medicamentos deben estar en una estantería, organizados.
- Todo debe estar marcado.

Es necesario el uso de los elementos de protección personal como guantes, overol, petos, botas disponibles para cualquier actividad que se requiera; también se sugiere llevar un registro de todos los productos relacionados a la actividad ganadera de la finca, donde establezca la fecha, la compra, el valor, el uso de los productos veterinarios, el uso de semillas, la producción y uso de abono orgánico, la disponibilidad de elementos de protección personal y la disposición de los residuos; a fin de llevar un control sobre la gestión del manejo y almacenamiento de los insumos.

Para la disposición de los residuos pecuarios debe disponer una zona para la separación de los residuos en peligrosos y no peligrosos. Los no peligrosos deben estar separados en aprovechables como vidrio, plástico y papel no contaminado con sustancias peligrosas para reciclaje y no aprovechables. Debe disponer un guardián para los residuos punzantes o corto punzantes, para después ser llevados a una veterinaria y poder incorporarlos a la disposición adecuada. Por último, para las sustancias químicas debe disponerlos en otro contenedor y ser llevados a la entidad encargada en el municipio de la disposición de estos residuos.

Rotación de cultivos

Se sugiere hacer la rotación de cultivo cada dos años de acuerdo a las especies leguminosas anuales o bianuales establecidas para garantizar la diversidad de especies, fertilidad del suelo y los nutrientes para el animal a través del tiempo. Para lograr una rotación en todos los potreros se considera conveniente incluir dos especies forrajeras de leguminosas que contribuyen a las propiedades del suelo con gran aporte de materia orgánica.

Tabla 31. Especies forrajeras sugeridas para rotación de cultivo

Especie	Características y aporte	Imagen
<p>Soya forrajera <i>Neonotonia wightii</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alto uso como cobertura acompañada de otra especie. • Trepadora perenne. • Fijadora de nitrógeno. • Aporta proteína. • Soporta gran capacidad de carga 	 <p>Fuente: (Fernandez, s.f.)</p>
<p>Maní forrajero <i>Arachis pintoi</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Debe mantenerse pastoreada para que favorezca el crecimiento de la gramínea. • Es una de las leguminosas de mejor calidad y consumo por los animales. • Contribuye al requerimiento mineral del animal. • Contiene un aporte de proteína de 16.2 % • Degradabilidad de 81 % 	 <p>Fuente: (Rincón, 1999)</p>

Fuente: (Autoras, 2019)

Consideraciones

- **Antes de la siembra:** para el cambio de cultivo se debe dejar pastorear bien la pradera.
- **Época de siembra:** durante el periodo de lluvias
- **Método de siembra:** seguir el mismo método establecido para la asociación de leguminosas y gramíneas.
- **Tiempo de rotación:** 2 años duración de los cultivos de leguminosas bianuales.
- **Patrón de siembra:** 1:1 un surco de leguminosa, 1 surco de gramínea.

Primero se debe realizar la aplicación de abono verde, como las gramíneas utilizadas para la asociación son perennes, se comienza la rotación por las leguminosas que son bianuales, se propone la rotación para los primeros cuatro años de la siguiente forma.

Tabla 32. Rotación de cultivos para 4 años

Potreros	1-2 años		3-4 años	
	Gramínea	Leguminosa	Gramínea	Leguminosa
1	Pasto Angletón <i>Dichanthium aristatum</i>	Canavalia <i>Canavalia brasiliensis</i>	Pasto Angletón <i>Dichanthium aristatum</i>	Fríjol terciopelo <i>Mucuna pruriens</i>
2	Pasto Angletón <i>Dichanthium aristatum</i>	Centrosema <i>Centrosema brasilianum</i>	Pasto Angletón <i>Dichanthium aristatum</i>	Centrosema <i>Centrosema brasilianum</i>
3	Pasto Pará <i>Brachiaria mutica</i>	Fríjol terciopelo <i>Mucuna pruriens</i>	Pasto Pará <i>Brachiaria mutica</i>	Canavalia <i>Canavalia brasiliensis</i>
4	Pasto Mulato I <i>Brachiaria híbrido</i>	Fríjol terciopelo <i>Mucuna pruriens</i>	Pasto Mulato I <i>Brachiaria híbrido</i>	Maní forrajero <i>Arachis pintoi</i>
5	Gramma <i>Paspalum notatum</i>	Canavalia <i>Canavalia brasiliensis</i>	Gramma <i>Paspalum notatum</i>	Soya forrajera <i>Neonotonia wightii</i>
6	Pasto Pará <i>Brachiaria mutica</i>	Centrosema <i>Centrosema brasilianum</i>	Pasto Pará <i>Brachiaria mutica</i>	Centrosema <i>Centrosema brasilianum</i>

Fuente: (Autores, 2019)

Seguimiento de las alternativas

Gestión de los residuos sólidos generados y administración de insumos

- Registro de insumos: diligenciar una bitácora o formato sobre los insumos que se compran y se usan.
- Registro de residuos; diligenciar una bitácora o formato con los residuos generados de cada clasificación y la disposición final dada.

Labores de manejo para rotación de cultivos

- Verificación de compatibilidad: si se ve que las dos especies crecen de forma adecuada o hay necesidad de pastoreo o retiro de una especie.
- Control de maleza: eliminación manual, mecánica de toda planta que compite agresivamente con la pastura o que los animales no consuman. Si la maleza es perenne se debe realizar el control repetida y continuamente.
- Siembra: se debe verificar al mes que la pastura sea uniforme, de no ser así se debe realizar resiembra.
- Crecimiento: si se observa crecimiento no óptimo se debe retirar maleza y abonar.
- Densidad de crecimiento de la especie: si en el asocio 50-50%, se observa crecimiento de la gramínea o leguminosa en mayor cantidad se debe pastorear con muchos o pocos animales para favorecer a la de menor crecimiento.

Presupuesto

Los costos de inversión en los insumos de la fase 3 se relacionan a continuación.

Tabla 33. Presupuesto fase 3

PRESUPUESTO FASE 3				
Item	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Capacitaciones				
Material informativo	2	unidad	\$ 7,500	\$ 15,000
Buenas prácticas de almacenamiento de insumos pecuarios				
Infraestructura	1	unidad	\$ 600,000	\$ 600,000
Estanteria	1	unidad	\$ 120,000	\$ 120,000
Canecas residuos	3	unidad	\$ 30,000	\$ 90,000
Guardian residuos	1	unidad	\$ 10,000	\$ 10,000
Hojas de rotulación	6	unidad	\$ 600	\$ 3,600
Subtotal buenas prácticas de almacenamiento de insumos pecuarios				\$ 823,600
Rotación de cultivos				
Semillas Centrosema	58	kg	\$ 25,000	\$ 1,450,000
Semillas Frijol terciopelo	40	kg	\$ 35,000	\$ 1,400,000
Semillas Canavalia	58	kg	\$ 43,000	\$ 2,494,000
Semilla Soya forrajera	58	kg	\$ 28,000	\$ 1,624,000
Semilla Maní forrajero	117	kg	\$ 55,000	\$ 6,435,000
Subtotal rotación de cultivos				\$ 13,403,000
Total				\$ 14,241,600

Fuente: (Autores, 2019)

En la última fase de implementación el mayor costo está dado por la compra de semillas para realizar la rotación de cultivos, no obstante, es significativamente menor a la inversión en la compra de los insumos de asociación de gramíneas y leguminosas. En esta fase solo se compra la semilla de las leguminosas bianuales.

8.6 Análisis y discusión de resultados de objetivo específico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.

8.6.1 Fase 1.

En la industria de producción de carne, el pastoreo rotativo no se cree conveniente para evitar pérdidas en el peso del animal (Instituto Nacional Tecnológico, 2016); no obstante, para impedir que dicha pérdida sea significativa al tiempo que se permita tiempo a los potreros para descanso y rebrote de los forrajes, se estableció un número pequeño de potreros. Si la pastura tiene tiempos de descanso cortos la producción forrajera baja y si el tiempo de permanencia en un potrero es demasiada se afecta el suelo. Por lo anterior, se aplicó este método de pastoreo y el mejorar las pasturas como un conjunto para lograr una buena dieta para el animal, mejoras en el suelo y mayor capacidad de carga de los potreros.

La división de los potreros con cerca viva es una alternativa que permite la conectividad estructural del paisaje, va a permitir mejorar los suelos, va a contribuir a la producción de forraje y representa un elemento importante en mejorar el bienestar del animal. La cantidad de arbustos utilizados es considerable teniendo en cuenta las dimensiones de la finca, por consiguiente, representa un aporte a

la fijación de carbono, es decir, contribuye a la reducción del impacto en el aire generado por la actividad de ganadería (Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible).

8.6.2 Fase 2

La implementación de estas alternativas es relevante para establecer y fortalecer el sistema agroecológico de la finca. Las barreras vivas permiten la optimización del manejo de pastoreo y por lo tanto producción mejorada de carne, además del mejoramiento de la comodidad para los animales que funciona de forma positiva en el metabolismo y bienestar. Un factor no muy mencionado es el desempeño de estas barreras en la relación con las fincas vecinas, esclarece y mantiene los linderos entre fincas y contribuye al suelo de las dos unidades productivas (Corpoboyaca, 2019).

De acuerdo con Buitrago, Ospina, & Narváez (2018) incluir especies arbóreas distribuidas por el terreno de las fincas o utilizarlas para hacer cercas vivas o cortinas rompe vientos “es una herramienta para obtener una ganadería eficiente en términos productivos, de rentabilidad, competitividad y de conservación de los recursos naturales”; además, “en estos sistemas los bovinos aprovechan la oferta abundante de forraje y al mismo tiempo se benefician por el mejoramiento de las condiciones microclimáticas en un ambiente de bajo estrés calórico que les permite mejores condiciones de pastoreo” (Buitrago, Ospina, & Narváez, 2018).

Por otra parte, la asociación de cultivos presenta ventajas respecto a los monocultivos de gramíneas dado que los monocultivos presentan baja tolerancia a la sequía afectando la producción de forraje y la nutrición del animal; por el contrario, con la alternativa agroecológica se demuestra mayor estabilidad durante el año en la producción del forraje (Buitrago, Ospina, & Narváez, 2018). Como menciona Murgueitio (2014) citado en (Buitrago, Ospina, & Narváez, 2018) en un sistema donde se tiene en cuenta la relación planta-suelo-animal “se puede producir entre 12 y 4,5 veces más carne bovina que en el pastoreo extensivo y que en las pasturas de pastos mejorados sin árboles, respectivamente”. Existen especies forrajeras que necesitan ser manejadas bajo pastoreo rotativo, principalmente las plantas de porte erecto y semi erecto requieren luego de la defoliación un periodo de descanso largo que el pastoreo rotativo brinda para recuperar el área foliar y las reservas, igual que es el tiempo necesario para que el suelo se nutra con la interacción de las leguminosas y gramíneas.

Respecto a la relación de las especies vegetales como árboles y arbustos con el impacto en el aire de la actividad ganadera, diferentes autores (Altieri & Nicholls, 2013) (Buitrago, Ospina, & Narváez, 2018) mencionan que los sistemas agroecológicos que involucran árboles como barreras vivas y cercas vivas ofrecen el servicio ambiental de la captura y almacenamiento de carbono atmosférico, es decir, disminuyen la presión de la deforestación que ejerce la ganadería extensiva en los bosques.

8.6.3 Fase 3

La rotación de cultivos es el complemento para la asociación de leguminosas y gramíneas para mantener una dieta nutritiva para el ganado y conservar el suelo. “Los sistemas de producción orientados al monocultivo son inapropiados. A la larga, ocasionan bajos rendimientos, disminución de la materia orgánica, lo que, a su vez, trae como consecuencia el cansancio del suelo” (Kolmans & Vásquez, 1999). Por lo anterior, la rotación y asociación de cultivos como forraje contribuyen a lograr la diversidad en los cultivos que no se inhiban y se estimulen entre sí.

La finca va a tener una mayor capacidad de auto regeneración y conservación de la fertilidad a la que presenta actualmente con la aplicación de estas prácticas que se fundamentan en el principio de la ecología de la diversidad ordenada aplicada para la producción agropecuaria y el desarrollo del

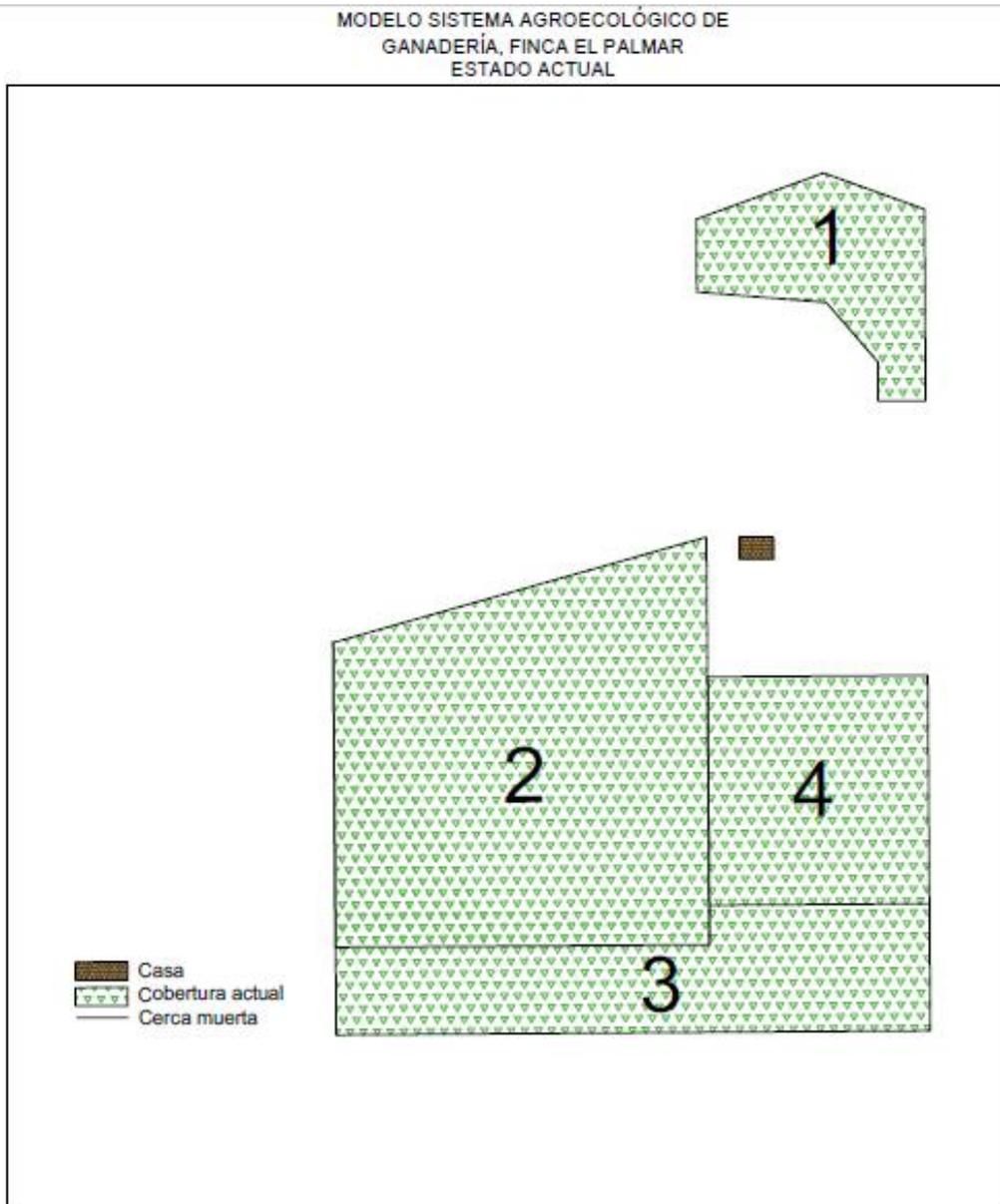
campo. Se añaden dos especies de leguminosas fijadoras de nitrógeno y con gran aporte de materia orgánica, estas especies también se recomiendan para realizar cultivos de cobertura o abonos verde si el propietario dispone potreros para someterlos a dicha alternativa.

Según (Rincón, 1999) se evidencia una alta productividad animal en las pasturas asociadas con la leguminosa maní forrajero después de varios años de pastoreo, también es una especie que mejora la calidad de la gramínea acompañante cuando la proporción de la leguminosa en el asocio supera el 20 % respecto a la gramínea. Esta planta presenta una muy buena integración con *Brachiara*, se infiere que asociada con las especies pasto *Brachiaria híbrido* (pasto mulato I) y *Brachiaria mutica* (pasto pará) se obtiene una productividad animal anual de 180 a 224 kg/animal y una carga de 2 a 2.5 animales por hectárea.

Con el cultivo de soya forrajera se recuperan praderas en un tiempo de 67 a 72 días, se considera una alternativa para obtener terrenos con una alta producción de forraje y una alta disponibilidad de biomasa (Rincón, 1999), es decir, el suelo de los potreros donde esta especie es incluida tendrán una mejora considerable en las propiedades que influye en la capacidad productiva del terreno y la capacidad de carga por la especie forrajera.

Finalmente, se presenta el modelo que representa la transición del sistema convencional de ganadería que se desarrolla actualmente en la finca El Palmar hasta la consolidación del sistema agroecológico de ganadería a través de las tres fases.

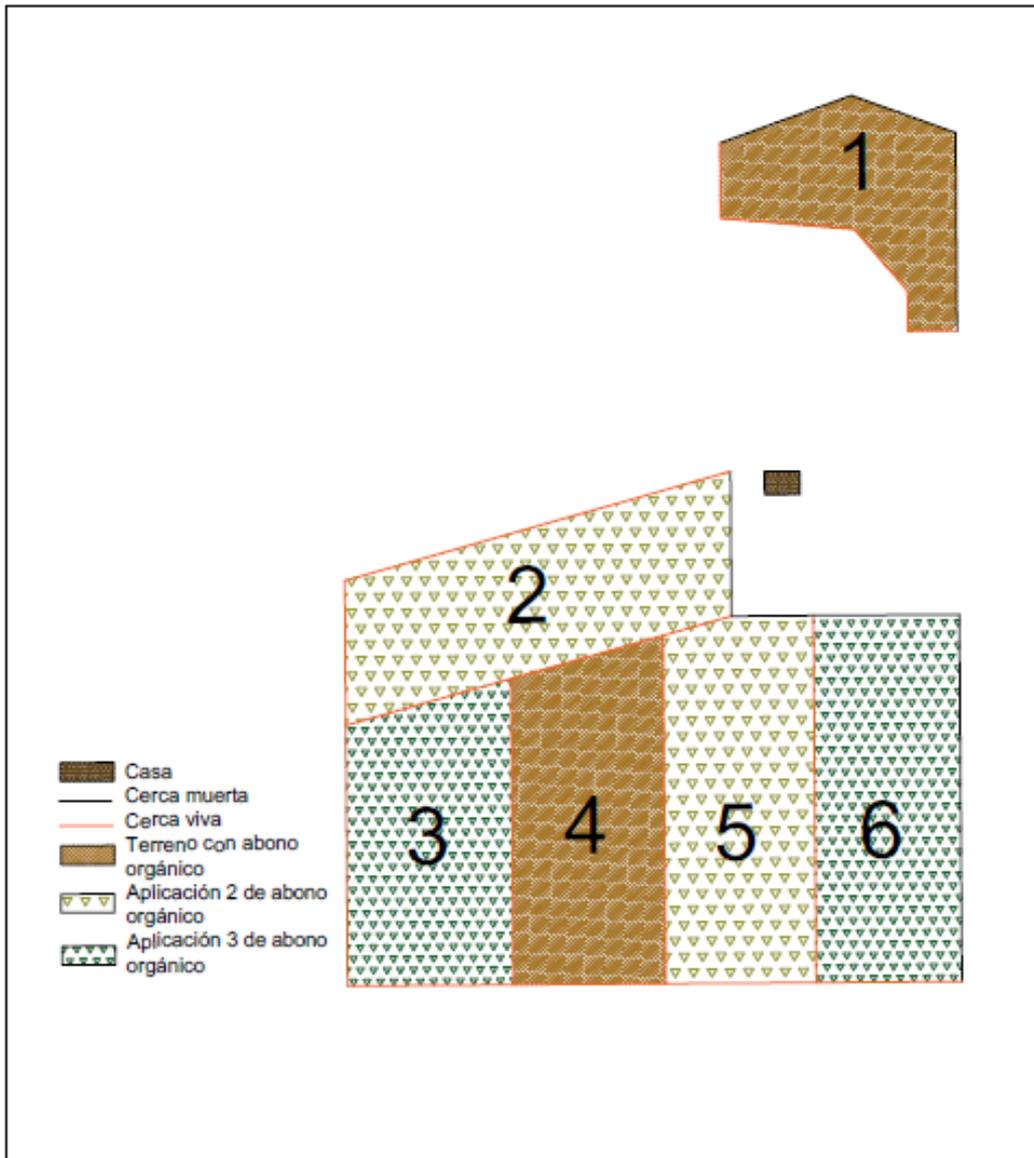
Figura 39. Modelo estado actual



Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 40. Modelo fase 1

MODELO SISTEMA AGROECOLÓGICO DE
GANADERÍA, FINCA EL PALMAR
FASE 1

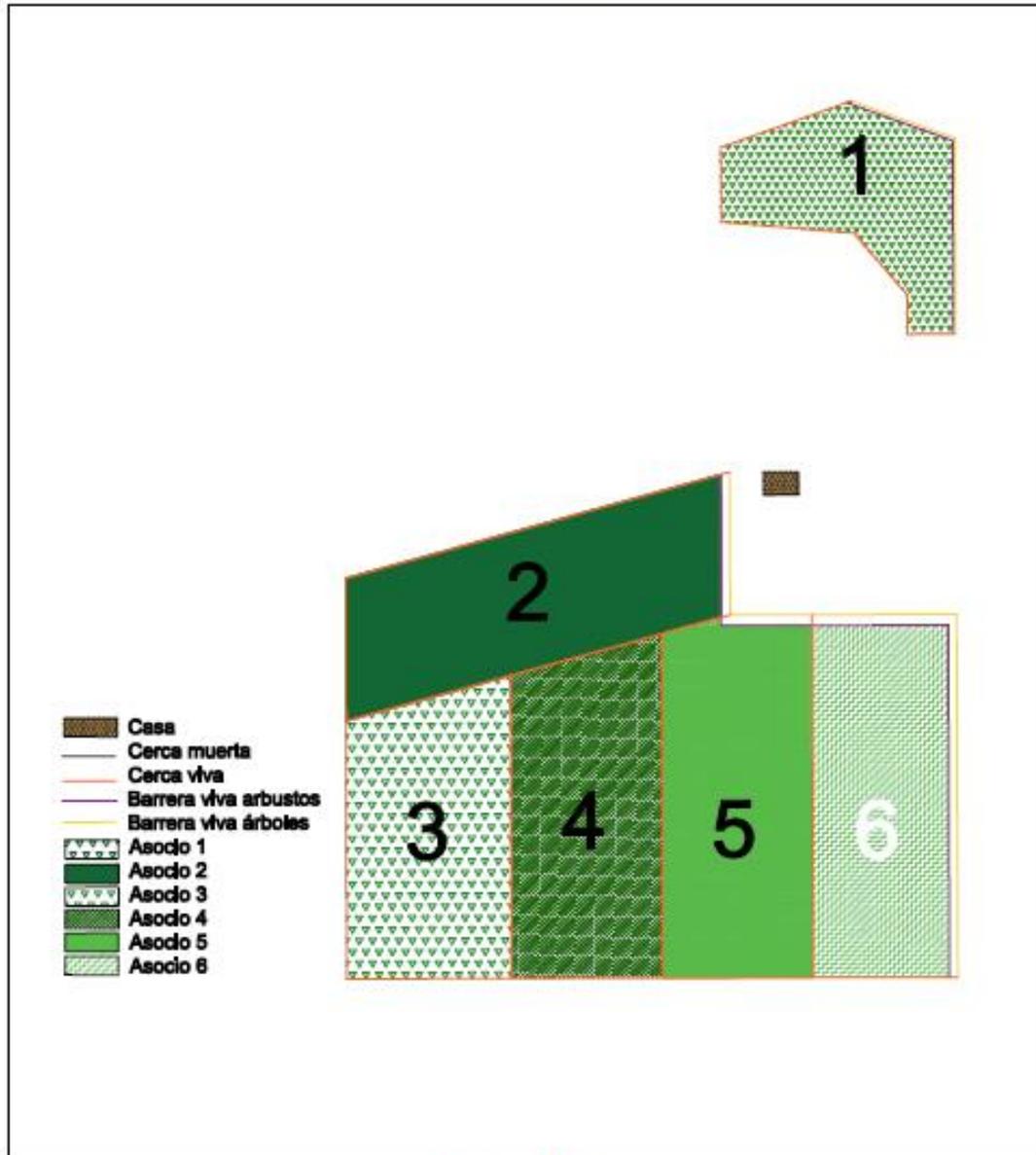


Escala: 1:1000

Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 41. Modelo fase 2

MODELO SISTEMA AGROECOLÓGICO DE
GANADERÍA, FINCA EL PALMAR
FASE 2

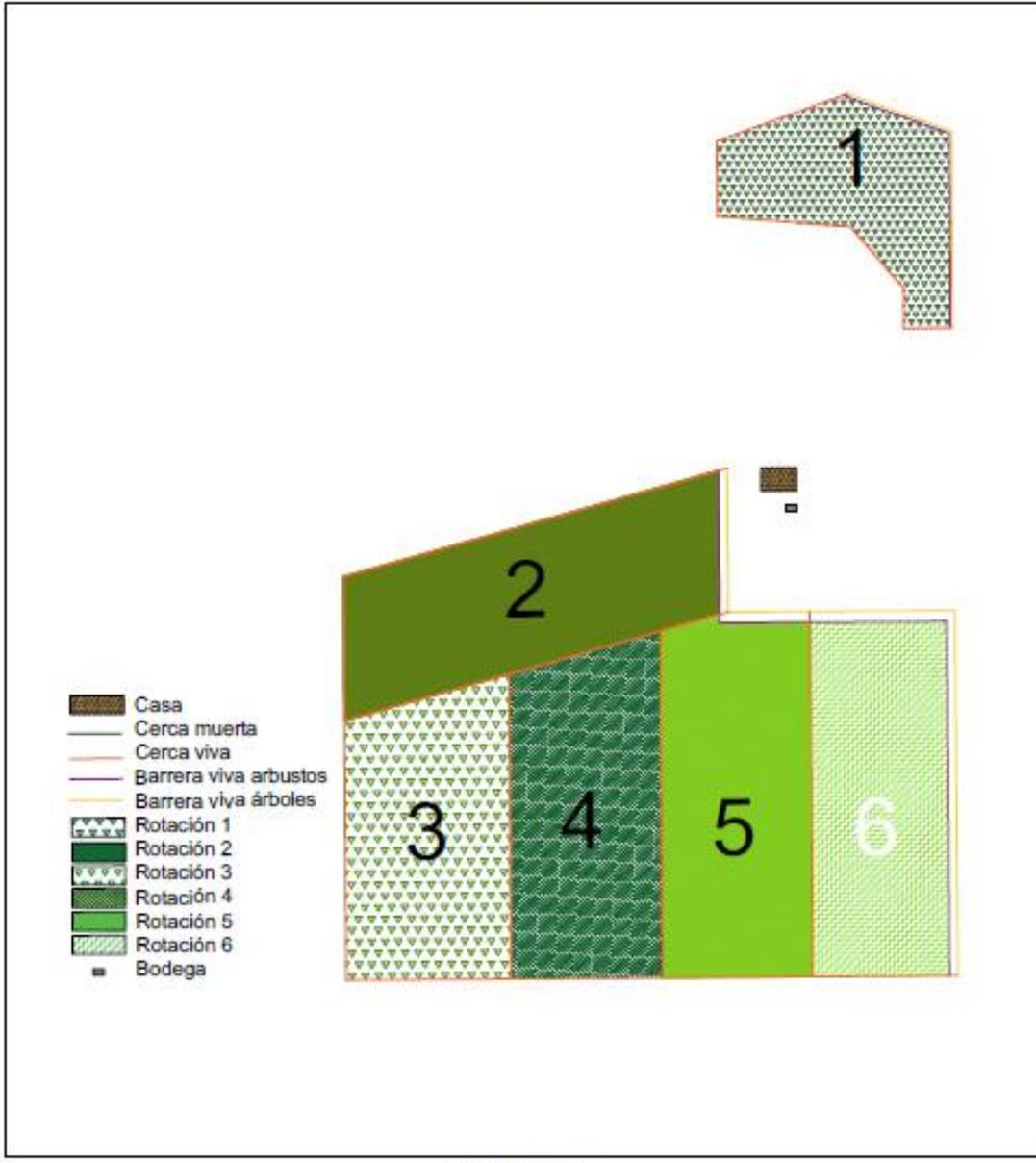


Escala: 1:1000

Fuente: (Autoras, 2019)

Figura 42. Modelo fase 3

MODELO SISTEMA AGROECOLÓGICO DE
GANADERÍA, FINCA EL PALMAR
FASE 3



Escala: 1:1000

Fuente: (Autoras, 2019)

9. Conclusiones

9.1 Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo ganadero de levante actual.

- Respecto a la dimensión social, es importante recalcar la ausencia que se pudo evidenciar de asistencia técnica por parte de la entidad asociada por la UMATA, esto de acuerdo a que por ser una Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente tiene diferentes enfoques y priorizan en los temas de mayor interés como lo es actualmente la agricultura, dejando a un lado la asistencia técnica agropecuaria que como bien antes se menciona, solo es atendida si un numero sobresaliente de ganaderos se encuentran interesados, siendo esta una forma limitante de acceder a información puesto que no todos los finqueros pueden movilizarse hasta el centro urbano de Paz de Ariporo y que además que de acuerdo a lo analizado anteriormente respecto al nivel de educación, algunos de los propietarios y trabajadores no tienen conocimiento de estas nuevas prácticas como lo es los sistemas ganaderos sostenibles.
- De acuerdo al plan de ordenamiento territorial se evidenció que no se tiene en cuenta la gestión de estrategias que promueva al cuidado y preservación del medio ambiente por parte de actividades agropecuarias, generando así un desequilibrio ecosistémico y un desarrollo rural no sostenible.
- En cuanto a la variable económica se evidenció la alta ganancia respecto al sistema de producción convencional, teniendo en cuenta que su costo de producción es bajo respecto a la ganancia, sin embargo, en este sistema tradicional no tiene en cuenta las afectaciones irreparables que se pueden estar ocasionando al entorno en el que normalmente transcurre.
- Obtener la información de documentación sobre los antecedentes, la situación actual y la problemática ambiental que presenta el sector ganadero en Paz de Ariporo especialmente en el caso de estudio escogido la finca El Palmar, es determinante para realizar el diagnóstico ambiental y analizar dicha actividad, lo que contribuye a establecer las oportunidades y proponer alternativas del manejo adecuado y enmarcados dentro de buenas prácticas de ganadería.

9.2 Objetivo Específico 2: Evaluar diferentes componentes agroecológicos del sistema productivo ganadero que se adapten a las condiciones ambientales del caso estudio.

- Con el análisis de las alternativas agroecológicas se demostró que todas las estrategias enunciadas son convenientes y pertinentes para manejar las dimensiones ecológica, económica y social; así mismo, se evidencio como dichas alternativas conservan una amplia relación con las ciencias agropecuarias y el crecimiento del campo de una forma sostenible-
- El pastoreo controlado y rotacional se consideró la alternativa más apta y de mayor prioridad para implementar en la Finca El Palmar, debido que influye directamente en la capacidad de carga, la regeneración del forraje y la compactación principalmente, opuesto al pastoreo extensivo que se realiza, el pastoreo rotacional además permite que se pueda implementar otras alternativas que contribuyen al bienestar del suelo y del animal.
- Se consideró muy relevante la inclusión de especies arbóreas y arbustivas al sistema agroecológico teniendo en cuenta las ventajas que traen al sistema como los servicios eco sistémicos que se obtienen con la arborización.
- En relación con las alternativas sociales de capacitaciones y las buenas prácticas ganaderas, se logra establecer que es necesario mantener un constante flujo de información a través de la

propuesta, dado que se encontró que la asistencia técnica es pertinente para involucrar al trabajador y enseñar perspectivas diferentes a las ya conocidas para mejorar el sistema productivo.

9.3 Objetivo Especifico 3: Diseñar un modelo del sistema ganadero agroecológico que incluya la estrategia de implementación.

- Se encontró una relación sinérgica entre el pastoreo rotacional y la asociación de gramíneas y leguminosas, para implementar forrajes mixtos es necesario tener en cuenta los tiempos de descanso de los potreros, que son el tiempo que el forraje necesita para su crecimiento y el suelo para su descanso; sin la rotación de los animales la relación benéfica de la asociación no sería óptima.
- Respecto a introducir árboles a los sistemas ganaderos actuales, se evidencio el potencial de diferentes especies multi propósito, que permiten su uso como cercas vivas, como barreas vivas o cortinas rompe vientos, contribuyen al mejoramiento del suelo a través de la fijación de nutrientes y la producción de materia orgánica y sus hojas y frutos sirven como forraje para la nutrición del animal.
- La implementación de la propuesta de sistema agroecológico de ganadería tiene un costo considerable debido a la gran extensión de la finca. Si bien los sistemas agroecológicos poseen alternativas que presentan bajo costo, en este caso se ve el aumento del valor por las hectáreas que conforman el área de estudio. No obstante, con la implementación del sistema agroecológico, la productividad y condiciones ambientales se verán positivamente impactadas.
- Se logró plantear un sistema agroecológico que involucra las dimensiones ecológica, económica y social de forma sinérgica y perdurable en el tiempo haciendo uso, manejo y aprovechamiento adecuado de los recursos de la finca y los insumos requeridos.

10. Recomendaciones

10.1 A futuros proyectos

A la hora de conseguir información es importante acceder a todas las entidades posibles como alcaldías, gobernaciones, páginas de entidades del sector y visores entre otros; puesto que cierta información se encuentra en planes, programas y proyectos a nivel departamental que constituyen una base sólida de información que se puedan corroborar con la brindada por parte de los finqueros.

Es importante establecer un cronograma adecuado que pueda permitir llevar los diseños a una fase experimental para contribuir más al conocimiento relacionado al crecimiento del sector rural de manera sostenible. Igualmente, es un área de estudio que ofrece grandes oportunidades como recuperar la importancia del sector agropecuario en Colombia con un enfoque ambiental.

10.2 Al propietario

Se recomienda solicitar la asesoría de la asistencia técnica del municipio para definir si los 50 Kg por hectárea de cal orgánica que se aplican a los suelos es la adecuada para neutralizar el pH, dado que si se neutraliza entre 6.0 y 7.0 se puede obtener una mejora considerable en la disponibilidad de los minerales del suelo. Igualmente, es importante revisar basados de que valor del pH se parte para seleccionar dicha cantidad.

Solicitar la asistencia técnica del ingeniero agrónomo de la Secretaría de para el establecimiento y manejo de los cultivos sobre todo en métodos de siembra y mantenimiento los primeros meses del cultivo. Igualmente, solicitar la asistencia oportuna del profesional de veterinaria para mantener la salud y bienestar de los animales.

Realizar las pruebas de compatibilidad para la asociación y rotación de cultivos sugeridas por la autora Ana Primavesi, para comprobar efectivamente que los socios establecidos en las características de las plantas funcionan y son óptimos. Los métodos establecidos son:

“Se extrae la raíz con toda la tierra, enseguida, se sacude con fuerza para tirar la tierra. Se coloca la tierra en un plato o sobre una superficie y se introducen 50 semillas del cultivo que se quiere sembrar. Paralelamente, se colocan 50 semillas en otro plato o superficie con arena lavada. Si las semillas sembradas en la tierra nacen primero con más vigor y en mayor número, se señala que existe compatibilidad entre las dos. Pero, si las semillas plantadas en la arena germinan primero, es señal de incompatibilidad entre las dos. Obviamente, esta última asociación o rotación no debe ser realizada” (Mahecha, Rosales, Molina, & Molina, 1998).

“Se toma una hoja (1.0 g de hoja) de cada uno de los cultivos a probar. Enseguida se machaca y se introduce cada una de ellas en 20 ml de agua destilada (el volumen de agua puede medirse con una jeringa hipodérmica). Se deja reposar durante cuatro horas y enseguida se pasa por papel filtro o en cuatro láminas de gasa. Paralelamente, se prepara una solución al 10% de cloruro de cobre (10 g en 100 ml de agua destilada). A cada 4 ml de solución se le agregan 4 ml de extracto de una de las hojas. Se mezcla bien y se coloca el líquido en una placa Petri y se deja secar. En la placa surgirá una cristalización armónica, típica de la planta. Repítase el proceso con el extracto de la otra planta. A continuación, se mezclan 5 ml de un extracto de igual cantidad con el otro. Agréguese a 4 ml la solución de cobre (4 ml). Viértase en una placa Petri y déjese secar. Si la cristalización formada fuera armónica las dos plantas son compatibles, pero si fueran confusas las plantas no son compatibles y por tanto no pueden participar en una asociación o rotación” (Mahecha, Rosales, Molina, & Molina, 1998).

Es relevante mantener las alternativas en el tiempo y cada dos años realizar la rotación de los cultivos bianuales para enriquecer el suelo y mantener una dieta nutritiva para el animal.

10.3 A entidades gubernamentales

El crecimiento y contribución de la labor que desarrollan a la comunidad se ve afectada por la ausencia de información, claridad y accesibilidad a la misma.

Es fundamental incluir dentro de la planeación estratégica de las entidades territoriales nuevas prácticas y formas de producir para mejorar los sistemas pecuarios debido a la gran influencia sobre los territorios. En adición, el sector rural es un camino aún por manejar para contribuir al desarrollo desde la conservación y aprovechamiento adecuado de los recursos.

11. Referencias

- Aeberhard, A., & Rist, S. (2009). Transdisciplinary co-production of knowledge in the development of organic agriculture in Switzerland. *Ecological Economics*, 1171-1181.
- Agromática. (2019). *Sencilla guía del cultivo de la morera*. Retrieved from Agromática: <https://www.agromatica.es/sencilla-guia-del-cultivo-de-la-morera/>
- Alabama plants. (2019). *Paspalum notatum*. Retrieved from Alabama plants: https://www.alabamaplants.com/Grasses/Paspalum_notatum_page.html
- Alberdi, J. C. (2018). Agricultura ecológica y de proximidad como herramienta para el desarrollo rural: el ejemplo de San Sebastián. *Ager*, 191-224.
- Alcaldía Municipal de Cogua Cundinamarca. (2018). *Plan básico de ordenamiento territorial*. Cogua.
- Alcaldía Municipal de Paz de Ariporo. (2008, Abril). *Descripción del municipio*. Retrieved from <http://www.pazdeariporo-casanare.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Alcaldía Municipal de Cogua Cundinamarca. (2018). *Plan de ordenamiento territorial*. Cogua.
- Altieri, M. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordad-Comunidad.
- Altieri, M. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. In *Agroecología: El camino hacia una Agricultura Sustentable* (pp. 27-34).
- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 7-20.
- Ávila Sánchez, H. (2015). Tendencias recientes en los estudios de Geografía rural. Desarrollos teóricos y líneas de investigación en países de América Latina. *Investigaciones Geográficas*, 75-90.
- Barón, C. (2016). *Potencial productivo, aprovechamiento pecuario y aproximación monetaria de los frutos de Mauritia Flexuosa en morichales remanentes en las sabanas inundables de Paz de Ariporo-Casanare*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Bocanegra Vargas, D. M. (2018). *Elaboración de una propuesta de un sistema productivo agropecuario sostenible como alternativa de conservación de los suelos, estudio de caso: Finca Rosa Blanca, vereda Los Arrecifes, Arauca – Colombia*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Böhrt Pelaez, M. R. (2000). Capacitación y desarrollo de los recursos humanos: reflexiones integradoras. *Revista Ciencia y Cultura*, 123-131.
- Buitrago, M. E., Ospina, L. A., & Narváez, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín científico Centro de Museos*, 31-42.
- Burbano Verjan, Á. J. (2017). *Propuesta de un sistema productivo agropecuario sostenible, teniendo en cuenta algunos componentes ambientales. Estudio de caso Finca El Edén vereda Rincón Santo, municipio de Subachoque, Cundinamarca*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Ceballos. (2004, Diciembre). *Diagnóstico Socioeconómico de los Sistemas Agroproductivos en la Asociación de Agricultores y Ganaderos*.
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*, 1(91), 21-29.
- Cenicafé. (2016). *Erythrina sp. para sistemas agroforestales con café*. Fondo Nacional del Café.
- Chavarrías, M. (s.f.). *Producción ganadera e impacto ambiental*.
- Cormacarena. (2019). *Cercas vivas para barreras multiestrato control de olores ofensivos para el departamento del Meta*. Villavicencio: Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena.

- Corpoboyaca. (2019). *Capítulo III. recomendaciones para la implementación de cercas vivas y barreras rompevientos*. Retrieved from Corporación Autónoma Regional de Boyacá: https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/01/CAPITULO_III_RECOMENDACIONES_PARA_LA_IMPLMENTACION_DE_CERCAS_VIVAS_Y_BARRERAS_ROMPEVIENTOS.pdf
- Corpoica. (2018, Enero 10). Guía toma de muestras de suelo para análisis químicos y físicos.
- DANE. (2016). *Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*. Departamentor Administrativo Nacional de Estadística.
- DANE. (Febrero de 2016). *Ganadería bovina para la producción de carne en Colombia, bajo las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)*. Obtenido de Boletín mensual. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_feb_2016.pdf
- DANE. (2017). *Producto Interno Bruto (PIB) Departamental*. Retrieved from <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=9d091f802200470d816eb1f063aa6aee>
- Davies, W. (2000, October 01). Understanding strategy. (R. Randall, Ed.) *Strategy & Leadership*, 28(5), 25-30. doi:<https://doi.org/10.1108/10878570010379428>
- Djeacoumar, A. (2001). *Educación para el Desarrollo*. Honduras: INDP.
- FAO. (2008). *Organización Comunitaria*. Roma, Italia: Estelí.
- FAO. (2009). *Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO*. Retrieved from FAO.
- FAO. (2011). *Colección "Buenas prácticas" Barreras vivas*. Guatemala: FAO/Unión Europea.
- FAO. (2016). *Síntesis, Ganadería y los objetivos de desarrollo sostenible*. Panama.
- FAO. (2018). *Agroecología y Agricultura familiar*. Retrieved from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/>
- FAO. (2018). *Degradación de suelos*. Retrieved from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- FAO. (2019). *Conservation agriculture*. Retrieved from Food an Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/en/>
- FAO. (2019). *Ganado y Medio Ambiente*. Retrieved from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2019). *Glosario de términos sobre humeado del suelo*. Retrieved from FAO: <http://www.fao.org/3/y4690s/y4690s02.htm>
- FAO. (2019). *La ganadería y el medio ambiente*. Retrieved from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2019). *Portal de Suelos de la FAO*. Retrieved from Organizacipon de las Ncaiones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- FAO y MADS. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. Bogotá.
- Faria, J. (2015). *Especies de árboles a sembrar en los potreros en el trópico*. Retrieved from Lechería: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/especies-arboles-sembrar-potreros-t32170.htm>
- FEDEGAN. (2009, Mayo 12). *Ganado de ceba o engorde*. Retrieved from <https://www.fedegan.org.co/el-ganado-de-levante>
- FEDEGAN. (2009, Julio 17). *Ganado de levante*. Retrieved from <https://www.fedegan.org.co/el-ganado-de-levante>

- FEDEGAN. (2014). Bases para la formulación del plan de acción 2014-2018 para el mejoramiento de la ganadería del departamento del Casanare. *BASES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN 2014 – 2018 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA*, 28-31.
- FEDEGAN. (2016). Ganadería Colombiana. In *Hoja de ruta 2018-2022* (p. 17). Bogotá, Colombia: Federación Colombiana de Ganaderos.
- FEDEGAN. (2018). *Cartilla Manejo de praderas y división de potreros*.
- Fernandez, A. (n.d.). *Sistema silvopastoril: leguminosas forrajeras perennes*. Retrieved from Lechería: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/sistema-silvopastoril-leguminosas-forrajeras-t41853.htm>
- Fernández, C. d., & Salmerón, F. (2017). Adaptación y resiliencia al cambio climático, desde la agroecología y la transdisciplinariedad del desarrollo, Matagalpa, Nicaragua. *Agroecología*, 107- 120.
- FINAGRO. (2019). *Colombia siembra-Mejor ganadería*. Retrieved from FINAGRO: <https://www.finagro.com.co/noticias/colombia-siembra-mejor-ganader%C3%ADa>
- Franco, L., Calero, D., & Duran, C. (2007). *Manual de establecimiento de pasturas*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, CIAT, INTEP y Gobernación del Valle del Cauca.
- Freire, P., & Guimaraes, F. (1998). *Dialogos sobre educación*. Quito: CEDEC.
- Frémont, A. (2013). *L'élevage en Normandie. Etude Géographique, Caen, Association des Publications de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de I. Caen: 'Université de Caen*.
- Galán, D. (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 D.C.: Universidad El Bosque.
- Gallego, F., Lezama, F., & Pezzani, F. (2017). Estimación de la productividad primaria neta aérea y capacidad de carga ganadera: un estudio de caso en Sierras del Este, Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 21(1), 1-3.
- Ganadería sostenible. (2018). *Hay cercas vivas de Matarratón con más de un siglo de existencia*. Retrieved from Ganadería sostenible: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/hay-cercas-vivas-de-matarraton-con-mas-de-un-siglo-de-existencia>
- Gliessman, S. (1998). *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Michigan.
- Gobernación de Casanare. (2010). División político administrativa de Casanare. *Plan vial departamental de Casanare*, 15.
- Heirloom & perennial. (2019). *Mucuna pruriens*. Retrieved from Heirloom & perennial: <https://www.foodforests.eu/products/mucuna-pruriens-velvet-bean>
- Henao Lafaurie, E. (2007). *Los sistemas silvopastoriles: El futuro de la ganadería en Colombia*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: Mc Graw Hill Education.
- Huertas Prado, P. A. (2015). *Formulación de un sistema productivo agropecuario sostenible bajo fenómeno de variabilidad climática. Estudio de caso Finca El Campano, vereda Lagunitas, Municipio de Tausa, Cundinamarca*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- ICA. (2015). *Cartilla práctica para la elaboración de abono orgánico compostado en producción ecológica*. Bogotá: Minagricultura.
- IDEAM & UPME. (2017). *Atlas de viento de Colombia*. Subdirección de Meteorología, Bogotá.
- IDEAM. (2015). *Dirección de procedencia del viento Anual*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2017). *Atlas de viento de Colombia*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- IDEAM y MAVDT. (2011). *Caracterización*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

- IDEAM y MAVDT. (2011). *Caracterización climática y meteorológica del centro y oriente del país (Boyacá, Cundinamarca, Meta y Casanare)*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM y UPME. (2017). *Atla de viento de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Unidad de Planeación Minero Energética.
- IGAC. (2012). *Mapa de vocación del suelo zona Casanare*. Retrieved from Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- IGAC. (2019). *¿Qué es la vacación de suelos?* Retrieved from Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Instituto Humboldt. (2018, agosto 29). *Una propuesta: excluir áreas del país con ganadería de alto impacto y baja productividad*. Retrieved from Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Instituto Nacional Tecnológico. (2016). *Manual del protagonista: Pastos y forrajes*. Nicaragua: MAG, INTA, IPSA.
- Intagri. (2019). *La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo*. Retrieved from Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>
- Kang, B. (1994). Cutivos en callejones: Logros y perspectivas. *Agroforesteria en Desarrollo*, 61-82.
- Kolmans, E., & Vásquez, D. (1999). *Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación*. La Habana: Grupo agricultura orgánica ACTAF.
- Kumm, K.-I. (2002). Sustainability of organic meat production under Swedish conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95-101.
- Lal, R. (1997). Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂- enrichment. *Soil and Tillage Research*, 81-107.
- Loaiza, W., Carvajal, Y., & Ávila, Á. J. (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 161-179.
- Lopera, J. D., Ramírez, C. A., Zuluaga, M. U., & Ortiz, J. (2010). *El método analítico*. Medellín: Universidad de Antioquia .
- Lund, V., & Röcklinsberg, H. (2001). Outlining a Conception of Animal Welfare for Organic Farming Systems. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 391-424.
- MAG. (n.d.). *Proyecto para el apoyo a pequeños agricultores en la zona oriental Barreras vivas Guia Técnica 7*. Retrieved from Ministerio de Agricultura y Ganadería El Salvador: https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_07.pdf
- Mahecha, L., Gallego, L., & Peláez, F. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Col Ciencia*, 213-225.
- Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C. H., & Molina, E. (1998). Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. *Agroforesteria para la producción animal en Latinoamérica* (pp. 325-336). FAO.
- Martinez, E., Fuentes, J. P., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 68-96.
- Marzola, H., & Flor, R. (2012). *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*. Cartagena: Facultad de estudios ambientales rurales.
- Meneses, R., & López, J. (1990). Sistema de pastoreo para zona de secano. *La platina*, 28.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2000). *Ley 607*. Bogotá: Congreso de Colombia.
- Ministerio del Trabajo. (2014). *Decreto 1443*. Bogotá: Ministerio del Trabajo.

- Moldan, F., & Dahl, G. (2007). Review of sustainability indicators. *A Scientific Assesment*, 413.
- Molina Benavides, R. A., & Sánchez Guerrero, H. (2017). *Sostenibilidad de sistemas ganaderos bovinos de alta montaña en Colombia*. Palmira: UNAD.
- Mora Marín, M. A., Ríos Pescador, L., Ríos Ramos, L., & Almario Charry, J. L. (2016). *Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia*. Universidad de la Amazonia.
- Moreno, L., Perefán, M., Ramírez, M., & Reyes, J. (s.f). Capacitaciones a pequeños ganaderos: Salud Ocupacional. *Corpoica*, 5-9.
- Mundo pecuario. (2019). *Paja pará- Brachiaria mutica*. Retrieved from Mundo pecuario: https://mundo-pecuario.com/tema191/gramineas/paja_para-1063.html
- Navas Panadero, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, 113-122.
- Numa Castro , M. E., & Salcedo Salazar, C. A. (2007). *Gupia para el almacenamiento de los insumos agrícolas*. Bogotá: ICA.
- ONU. (1992). Organización de las Naciones Unidas. *Cumbre de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo*.
- Orea, G. (2002). Ordenamiento territorial. *Agrícola Española*.
- Pasturas de América. (2019). *Brachiaria híbrida- cultivar mulato*. Retrieved from Pasturas de América: <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/historias-exito/mexico/brachiaria-hibrida-mulato/>
- Peñuela, L., Fernández, A., Castro, F., & Ocampo, Á. (2011). *Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la orinoquia*. Bogota: The Nature Conservancy y Fundación Horizonte Verde.
- Pérez Patiño, J. M. (2015). *Estrategias para la renovación de praderas degradadas en la hacienda los Pulpitos*. Corporación Universitaria Lasallista.
- Pineda. (2016, 10 25). Retrieved from El uso adecuado del agua en explotaciones de ganado bovino: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/uso-adecuado-agua-explotaciones-t39737.htm>
- Pineda, O. (2016). *El uso adecuado del agua en explotaciones de ganado bovino*. Guatemala: Boletín técnico. Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación Viceministerio de desarrollo económico rural.
- Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente. (2015). *Pastos y forrajes*. Managua: USDA, CRS, Progres, CIAT.
- Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. (n.d.). *Cercas vivas*. Department of Energy & Climate change, Fedegan, Fondo Nacional del Ganado, gef, El Banco Munial, CIPAV, The Nature Conservancy y Fondo Acción.
- Ramírez, B., Lavelle, P., Orjuela, J., & Villanueva, O. (2012). Characterization of cattle farms and adoption of agroforestry systems as a proposal for soil management in Caquetá. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 391-401.
- Rasmussen, P. E., & Parton, W. J. (1994). Long-term effects of residue management in wheat-fallow: I. Inputs, Yield, and soil organic matter. *Soil Science Society of America*, 525-530.
- Reinoso Ortiz, V., & Soto Silva, C. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II Patoreo rotativo y en franjas. *Revista veterinaria Montevideo*, 15-24.
- Restrepo, J., Àngel, D., & Prager, M. (2000). *Agroecología*. Santo Domingo. República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, INC (CEDAF).
- Rincón, A. (1999). *Maní forrajero (Arachis pintoi), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria*. Villavicencio: Corpoica.
- Sadeghian , S., Rivera , J. M., & Gómez , M. E. (1998). Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. *Agroforesteria para la producción animal en Latinoamérica* (pp. 77-95). FAO.

- Samorriba, E. (1995). Guayaba en potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas. *Agroforestería en las Américas*, 27-29.
- Sánchez, M. (1998). Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica* (pp. 1-12). Roma: FAO.
- Santana, A. (2015, Octubre 16). Colombia, entre los 4 países destacados por tener silvopastoriles en la ganadería. *CONtexto Ganadero*, 1. Retrieved from <https://www.contextoganadero.com/internacional/colombia-entre-los-4-paises-destacados-por-tener-silvopastoriles-en-la-ganaderia>
- Segrelles Serrano, J. A. (1991). La producción ganadera intensiva y el deterioro del medio ambiente. *Mundo Ganadero*, 33-39.
- Senra, A. (2009). Impacto del manejo del ecosistema del pastizal en la fertilidad natural y sostenibilidad del suelo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 3-16.
- Shawn, V. A. (2009). *Potreros, ganancias y poder. Una historia ambiental de la ganadería en Colombia, 1850-1950*. Retrieved from Historia Crítica: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81112369008>
- SIAC. (2018). *Degradación de suelos*. Retrieved from Sistema de Información Ambiental de Colombia: <http://www.siac.gov.co/erosion>
- Sierra, S., Cano, J. G., & Rojas, F. (2015). Estrategias de adaptación al cambio climático en dos localidades del municipio de Junín, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 227- 237.
- Suárez , R., Melo , J., Suárez, G., Ibarra , S., Machado, A., & Mejia, M. (2005). *La academia y el sector rural 4*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Subgerencia Cultural del Banco de la República. (2015). *Desarrollo rural sostenible*. Retrieved from http://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Desarrollo_rural_sostenible
- Thompson, P. B., & Nardone, A. (1999). Sustainable livestock production: methodological and ethical challenges. *Livestock Production Science*, 111-119.
- Toro, M., & Madrid, J. (2011). Fundamentos estratégicos para la Especialización de la Producción Primaria en Leche Orgánica y Ecologica como valor agregado desde los Hatos Lecheros. Caldas (Antioquia): Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias.
- Tropical forages. (2019). *Canavalia brasiliensis*. Retrieved from Tropical forages: http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/canavalia_brasiliensis.htm
- Tropical forages. (2019). *Centrosema brasilianum*. Retrieved from Tropical forages: http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/centrosema_brasilianum.htm
- Tropical forages. (2019). *Cratylia argentea*. Retrieved from Tropical forages: <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Cratylia%20argentea.htm>
- Tropical forages. (2019). *Dichanthium aristatum*. Retrieved from Tropical forages: <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Dichanthium%20aristatum.htm>
- Tropical Forages. (2019). *Gliricidia sepium*. Retrieved from Tropical Forages: http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/gliricidia_sepium.htm
- UNESCO. (2019). *¿Qué es la asistencia técnica?* Retrieved from UNESCO: <https://es.unesco.org/creativity/node/1035>
- 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, F., Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., & Ochoa, L. (2011). *Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá, Colombia: GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV.
- USDA. (n.d.).
- USDA. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. USDA.
- Valcarcel, P., & Resalts, G. (1992). Balance y perspectivas del desarrollo local en España en Canto, Desarrollo rural. *IRYDA. Ministerio de Agricultura y Pesca*.
- Vallejo Quintero, V. E. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia forestal*, 83-99.
- Vallejo, V. (2012). *Efecto del establecimiento de sistemas silvopastoriles sobre la comunidad microbiana edáfica (total y de bacterias oxidadoras de amonio) en la Reserva Natural: E Hatico-Valle*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Van Ausdal, S. (2009). Pato, profit y poder: Una historia ambiental de la ganadería de ganado en Colombia, 1850-1950. *Historia Crítica*, 126-149.
- Vázquez, L. (2011). Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. *Innovacion agroecológica*, 75-101.
- Vergara, W. (2010, septiembre). La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia. *Científica animal*(3), 45-53.
- Villanueva, C., Ibrahim, M., & Casasola, F. (2008). *Valor económico y ecológico de las cercas vivas*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Von Borell, E., & Sorensen, J. T. (2004). Organic livestock production in Europe: aims, rules and trends with special emphasis on animal health and welfare. *Livestock Production Science*, 3-9.
- West, T., & Post, W. (2002). Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation. *Soil Science Society of America*, 1930-1946.
- Zambrano, F., Trujillo, E., & Solorzano, C. (2015). Desarrollo Rural Sostenible: Una necesidad para la seguridad agroalimentaria en Venezuela. *AiBi-UDES*, 3.
- Zamora, J. C., & Cristancho, F. (2008). *La humedad en las propiedades físicas del suelo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Zuluaga, G., Martínez, E., & Ruiz, A. (2013). Estrategias sociales y ecológicas de resiliencia al cambio climático implementadas por los agricultores del municipio de Marinilla (Colombia). *Agroecología*, 79-84.