



FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA  
DE POPAYÁN



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA  
OPCIÓN DE GRADO  
ESTE CASO

FECHA: 3 de diciembre de 2022  
HORA: 8 a.m.  
LUGAR: Salón 226 Sede San Jose

Se realizó la Sustentación Presencial del trabajo de grado modalidad Estudio de Caso, denominado "DISTRIBUCIÓN Y ARREGLO DE UN SISTEMA AGROSILVOPASTORIL EN LA FINCA "PALO VERDE" PATÍA (CAUCA) MEDIANTE HERRAMIENTAS DE ANALISIS ESPACIAL." presentado por los estudiantes **Eder Rene López** identificado con CC. 1.061794029 y **Stephanie Aguilar**, identificada con CC. 1.074190207 del programa de Administración de Empresas Agropecuarias.

Para efectos de este documento, la Sustentación Pública se llevó a cabo el mismo día, según normas vigentes de la Fundación Universitaria de Popayán.

La sustentación se considera:

APROBADO:

NO APROBADO:

OBSERVACIONES:

*José Gregorio Betancur*

Director

*Bibiana Montoya Bonilla*

Bibiana Montoya Bonilla  
Jurado

*José Gregorio Betancur*  
Mg. José Gregorio Betancur  
Director de Programa

## **DISTRIBUCIÓN Y ARREGLO DE UN SISTEMA AGROSILVOPASTORIL EN LA FINCA “PALO VERDE” PATÍA (CAUCA) MEDIANTE HERRAMIENTAS DE ANALISIS ESPACIAL.**

<sup>1</sup> Stephania Aguilar Álvarez; <sup>1</sup>Eder Rene López Balanta

1 Estudiantes, Programa Administración de empresas Agropecuarias, Fundación Universitaria de Popayán.

### **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue diseñar un sistema agrosilvopastoril en la finca Ganadera involucrando estrategias de distribución espacial para el conocimiento de coberturas actuales y potenciales de aprovechamiento forrajero en la Vereda Palo verde del municipio de Patía, Cauca. La metodología empleada en esta investigación fue de tipo cualitativa empleando herramientas de teledetección y datos abiertos apoyado de sistemas de información geográfica en los softwares Qgis y Arcmap. El análisis de coberturas vegetales se realizó mediante interpretación de imágenes satelitales y la propuesta de coberturas potenciales mediante la superposición ponderada de diferentes características agrológicas de datos abiertos, las características edáficas permitieron organizar la finca de tal manera que se identificó un área de 10.24 ha para ocupación ganadera debido a su vocación de uso y 0,854 ha como área propuesta para banco de forrajes, 0,331 ha como área para seguridad alimentaria de los habitantes de la finca, 1,876 ha área de conservación de bosque continuo, remanentes de vegetación Arborea equivalentes a 2.84 distribuidas alrededor de la finca, 0.96 para cultivos misceláneos y/o frutales, 0.32 ha para construcción y/o vivienda. Esta metodología permitirá una alternativa sostenible y sustentable para la finca además de la promoción del uso de SIG en la planificación agropecuaria.

**Palabras clave:** SIG, Coberturas vegetales, planificación agropecuaria

## CONTENIDO

1. CAPITULO I.....	3
1.1 INTRODUCCIÓN .....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	5
1.5 REFERENTE TEÓRICO .....	5
2. CAPITULO 2.....	8
2.1 PRESENTACIÓN DEL CASO .....	8
2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	9
3. CAPITULO 3.....	11
3.1 METODOLOGÍA .....	11
3.2 RESULTADOS.....	12
3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
3.4 CONCLUSIONES.....	22
3.5 RECOMENDACIONES .....	23

## 1. CAPITULO I

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Las regiones neotropicales de América son una de las áreas con mayor presión sobre el uso de la tierra, que ha involucrado efectos sobre la estabilidad de los ecosistemas en los que habitan sus pobladores. Los procesos económicos sobre la demanda por las tierras más productivas, las necesidades alimentarias de las zonas más habitadas son una de las razones que han involucrado la pérdida del suelo por erosión, deforestación, la inestabilidad de las cuencas hidrográficas y la pérdida de los recursos no renovables (Uribe, 1996).

Los efectos sobre los ecosistemas debido a los procesos antrópicos de producción ganadera buscan en el siglo 21 nuevas alternativas en las cuales se revaloricen los recursos ecosistémicos de las regiones tropicales involucrando en los sistemas de producción los recursos arbóreos y arbustivos como elementos fundamentales para el diseño de sistemas productivos más eficientes y sostenibles (Guitierrez, 2018). Pues, la ganadería ha sido considerada como una de las principales causas de la deforestación en América Latina (Suttie, 2000). Además, se le atribuyen externalidades negativas como la pérdida de la biodiversidad, pérdida de capacidad productiva de los suelos, aporte a los procesos de calentamiento global por emisión de gases y la disminución de la calidad y cantidad de agua.

Cabe mencionar que gran parte de los problemas anteriormente mencionados se asocian a los procesos de producción ganadera particularmente en zonas de bosque seco tropical asociados al incremento de la cobertura de pastizales, generando alta perturbación de los estratos de los bosques (Vergara, 2014) y que se asocia a prácticas de mala planificación productiva, bajos rendimientos, la no asociación de alternativas sostenibles además de desconocimiento de información sobre el manejo y uso de especies forestales, arbustivas y forrajeras adaptas a cada zona biogeográfica (Escobar, 1999), generando la implementación de sistemas de producción ganaderas extensivas en zonas ecológicamente sensibles como la subregión biogeográfica del Patía (Gallego, Morales, & Vivas, 2012). Es así como, desde un contexto neotropical en la región del valle del Patía, Cauca las zonas productivas han deformado el bosque seco tropical, perdiendo los pocos remanentes que se involucran dentro de las zonas rurales. La poca planificación productiva temporal y espacial han incrementado las áreas de producción ganadera extensiva, dejando de lado alternativas nutricionales adaptadas a la región que permitirán estrategias de producción sostenibles y sustentables. La finca

palo verde con cerca de 20 ha involucra sistemas de producción ganadera para carne y doble propósito en donde además se asocian paisajes boscosos y otros sistemas agrícolas a pequeña escala. Sin embargo, no se ha definido una propuesta productiva que este adaptada a las condiciones agroclimáticas de las zonas, así como sistemas asentados a las condiciones de suelo óptimas, potenciales y espacialmente ordenadas que permitan una administración acorde. Para afrontar este reto, es necesario plantear estrategias tecnológicas, administrativas y agroecológicas que contribuyan a mitigar y/o adaptarse a los efectos del cambio climático como la estacionalidad en la distribución de las lluvias, disponibilidad de forraje en las praderas y la degradación de características de los agroecosistemas, volumen de aguas y la productividad de los suelos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta importante para optimizar la toma de decisiones en la producción animal a partir del análisis de la información geo-referenciada recopilada en la finca (Parra-Henao 2010). Así la incorporación “silvopastoreo”, asignada mediante planificación espacial, la inclusión de gramíneas, leguminosas, arbóreas y bejucos que permitan la alimentación del ganado bovino a través de su follaje y frutos, permitirá grandes beneficios eco sistemáticos y productivos además de generar estrategias de bienestar animal (Botero, De La Ossa, & Jaime, 2013). En este sentido, el trabajo pretende contribuir al desarrollo de estrategias encaminadas a generar un sistema de producción ganadera que involucre la planificación local de la finca “palo verde” en el municipio de Patía, Cauca, añadiendo conocimientos de agroforestería, planificación de forrajes, nutrición e identificación de estrategias para la mitigación al cambio climático.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Para afrontar este reto, es necesario plantear estrategias tecnológicas, administrativas y agroecológicas que contribuyan a mitigar y/o adaptarse a los efectos del cambio climático como la estacionalidad en la distribución de las lluvias, disponibilidad de forraje en las praderas y la degradación de características de los agroecosistemas, volumen de aguas y la productividad de los suelos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta importante para optimizar la toma de decisiones en la producción animal a partir del análisis de la información geo-referenciada recopilada en la finca (Parra-Henao 2010);

Por tanto, la inclusión de todas las herramientas tecnológicas utilizadas en la ganadería permitirá la generación de datos para mejorar la objetividad en la toma de decisiones, favoreciendo la optimización del manejo de cada uno de los componentes de los hatos

ganaderos (Pomar, López, & Pomar, 2011). además de la ubicación exacta de las áreas que lo conforman, permitiendo la aplicación de prácticas enfocadas en las necesidades específicas de cada sitio, lo cual contribuirá a mejorar la competitividad por medio del aumento de la producción y la reducción de los costos de producción.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar y distribuir un sistema agrosilvopastoril y sustentable en la finca palo verde, Patía, Cauca.

#### **1.3.1 Objetivo específico**

- Delimitar y caracterizar espacialmente las coberturas vegetales actuales
- Determinar la distribución espacial potencial y diseñar un sistema agrosilvopastoril integral
- Realizar un análisis de financiero para la implementación del sistema de producción

### **1.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

La finca palo verde fue adquirida por la familia López en los años 80s se conforma por la unión de los lotes catastrales 195320003000000010045000000000 y 19532000300000001006400000000, de las cuales han especializado su producción en carne involucrando en la introducción de razas Angus y Simmenthal además de uso de razas criollas adaptadas en la zona denominada siete colores. Desde el año 2010 la finca a implementado forrajes que corresponden Angleton con ocupación cercana al 90% seguido de los pastos estrella y bombasa. La capacidad de carga no supera las 20 cabezas de ganado y existe 8 lotes con áreas variables para la ocupación. actualmente el predio es manejado por mano de obra familiar en el que se involucran 3 individuos en permanente manejo. Dos lotes se manejan con riego bombeado teniendo como reservorio dos lagos artificiales en la finca, los lotes siguientes correspondientes se ha propuesto el uso de agua por pozo y aducción de agua de rio

### **1.5 REFERENTE TEÓRICO**

#### **Municipio de Patía**

El municipio de Patía se encuentra localizado al suroccidente del departamento del Cauca, latitud Norte 02° 06' y longitud Oeste 76° 59', y su cabecera municipal - El Bordo está a una distancia aproximada de 82 Km de Popayán. El municipio cuenta con una

extensión de 784 km<sup>2</sup>, el cual cuenta con las siguientes condiciones agroecológicas; altura sobre el nivel del mar entre 550 y 3000 m.s.n.m. vale la pena resaltar que la altura promedio en la zona plana donde se llevaron a cabo los ensayos fue de 680 m.s.n.m., la temperatura media oscila entre 30 y 32 °C, y una precipitación anual de: 1800 mm (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2012), resaltando que estas condiciones edafoclimáticas varían a lo largo del valle, el cual posee suelos de mediana fertilidad, generalmente de origen aluvial y coluvial, con altos contenidos de materia orgánica, en los cuales dentro de las actividades agropecuarias predomina la explotación de la ganadería extensiva (desarrollada en su mayor extensión por grandes productores, quienes son dueños del 80% de la tierra aproximadamente) (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2012).

### **Recursos hídricos y climatología**

El río Patía es uno de los más importantes del sur occidente de Colombia y es considerado el segundo más caudaloso del litoral Pacífico. Geográficamente, se denomina río Patía en la localidad de El Hoyo, donde interceptan los ríos Timbio y Quilcacé. La precipitación media anual en la Estación Patía es de 1600 mm (municipio de Patía, departamento del Cauca 02°4'N, 77°03'W; altitud 680 msnm), datos para el mismo período 1999-2014. Con una distribución bimodal, dividida en dos períodos lluviosos (marzo – mayo y octubre - diciembre) que son separados uno del otro por dos períodos secos (enero – febrero y junio – septiembre). La característica de intensidad y distribución puede estar influenciada por el fenómeno de El Niño (Guitierrez, 2018). Las características secas del valle del Patía están dadas por la escasez de las lluvias durante los meses de junio – septiembre que se relacionan con las altas temperaturas y alta evaporación (1600 mm).

### **Biogeografía del bosque seco en el Patía**

Los bosques secos en el área del Patía existen desde el Holoceno, y estas condiciones secas prevalecen y responden a los cambios de precipitación relacionados principalmente con su posición en la zona de convergencia intertropical (García, Corzo, Isaacs, & Etter, 2014). El ámbito geográfico que lo rodea es el resultado de diferentes eventos volcánicos, fluviales y estructurales moldeadores del paisaje actual (INGEOMINAS, 2002). La depresión formada recibió aportes sedimentarios del levantamiento de la Cordillera Central, comportándose como una cuenca de sedimentación dominada por mares someros desde el Eoceno medio Mioceno, donde se depositaron las formaciones Mosquera y Esmita (DNP, 1993). Debido a la suave

estratificación que presentan las rocas que la constituyen generan pendientes suaves en la dirección del buzamiento y escarpes empinados en el contrapendiente,

### **Población patiana**

Los primeros asentamientos en el valle del Patía con fines agrícolas y comerciales se iniciaron en el siglo XVII donde se concentran las grandes producciones ganaderas en las áreas de bosque seco (Cerón, 2005). Muchas poblaciones con el mismo nombre, Patía, tuvieron su origen en la cercanía al río, por la facilidad de lavar oro, como también en la explotación de sal, y del Puro o totumo (*Crescentia cujete*); todas las poblaciones estuvieron asociadas a la cría de ganado principalmente y al cultivo de frutales a pequeña escala (Zuluaga). La ampliación de la frontera agropecuaria se sometió a incendios controlados que fueron un elemento importante en la transformación de éstos ecosistemas, por lo tanto la posibilidad de encontrar vegetación nativa es baja, quedan escasos relictos de bosques en las riberas de las quebradas y vegas. Características sociales del Patía La población total del municipio es de 30,500 habitantes, por vereda se distribuyen aproximadamente 300 habitantes.

## 2. CAPITULO 2

### 2.1 PRESENTACIÓN DEL CASO

La finca palo verde se ubica en el municipio de Patia al occidente de la vereda denominada con el mismo nombre (Palo verde), las problemáticas de la finca involucran características de producción tradicional sin parámetros administrativos y que no contemplan una distribución espacial que delimite cada sistema productivo, además de la mala planificación temporal adaptada a los cambios climáticos recurrentes de la zona. La finca presenta un sistema principal de producción ganadera de doble propósito que involucran capacidades de carga intermitentes entre 0.5 y 1 UGG; las temporadas de sequia ah dificultado la sostenibilidad de la producción la cual requiere una estrategia de suplementación de alimento en temporada seca.



*Ilustración 1 Finca Palo verde*

La finca se divide en el uso de 7 potreros sin tener en cuenta días de ocupación ni de descanso por la variabilidad de especies forrajeras sembradas, sin embargo si presentan acceso al recurso hídrico. La finca tiene buen acceso vial para cada subsistema de producción y la venta de ganado para carne se hace en los mercados cercanos del casco urbano y Balboa. El subsistema de producción de leche aun es bajo representado un promedio de 4 litros días por vaca lo que involucra un cambio de dieta y manejo en este subsistema de producción.



*Ilustración 2 Separación de potreros*

## **2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La ganadería basada en pastoreo intensivo ha generado cambios en los paisajes rurales de los países tropicales y se reconocen sus grandes repercusiones en el medio ambiente (Mehecha, 2003). En América tropical los agroecosistemas se utilizan en las pasturas, llegando a ocupar hasta el 80% del área territorial, el incremento de esta actividad se ha hecho sobre la reducción de ecosistemas naturales de bosques tropicales (Murgueitio & Ibrahim, 2008).

Los efectos sobre los ecosistemas debido a los procesos antrópicos de producción ganadera buscan en el siglo 21 nuevas alternativas en las cuales se revaloricen los recursos ecosistémicos de las regiones tropicales involucrando en los sistemas de producción los recursos arbóreos y arbustivos como elementos fundamentales para el diseño de sistemas productivos más eficientes y sostenibles (Guitierrez, 2018). Pues, la ganadería ha sido considerada como una de las principales causas de la deforestación en América Latina (Suttie, 2000). Además, se le atribuyen externalidades negativas como la pérdida de la biodiversidad, pérdida de capacidad productiva de los suelos, aporte a los procesos de calentamiento global por emisión de gases y la disminución de la calidad y cantidad de agua.

En el valle del Patía, Cauca las zonas productivas han deformado el bosque seco tropical, perdiendo los pocos remanentes que se involucran dentro de las zonas rurales. La poca planificación productiva temporal y espacial han incrementado las áreas de producción ganadera extensiva, dejando de lado alternativas nutricionales adaptadas a la región que permitirán estrategias de producción sostenibles y sustentables. La finca

palo verde con cerca de 20 ha involucra sistemas de producción ganadera para carne y doble propósito en donde además se asocian paisajes boscosos y otros sistemas agrícolas a pequeña escala. Sin embargo, no se ha definido una propuesta productiva que este adaptade a las condiciones agroclimáticas de las zonas, así como sistemas asentados a las condiciones de suelo optimas, potenciales y espacialmente ordenadas que permitan una administración acorde.

### 3. CAPITULO 3

#### 3.1 METODOLOGÍA

##### 3.1.1 Delimitación de área de estudio y caracterización espacial de uso de suelo

Mediante el uso de georreferenciador convencional y datos catastrales se delimitó la finca palo verde, se identificó su área total y mediante herramientas de geometría en los programas Qgis y Arcmap se clasificaron las áreas de ocupación y uso de suelo mediante análisis adaptado y modificado bajo clasificación supervisada mediante los siguientes pasos.

**Coberturas vegetales:** La identificación del área de interés se dividió en zonas de uso agrícola, pecuario, áreas de construcción y vivienda, además a partir de cartografía de datos abiertos para Colombia se identificaron datos de topográfica, planimétrica y agrología provenientes de plataformas como IGAC, SIAC, UPRA, IDEAM (Pilehforoosha, Karimi, & Taleai, 2014). Así los datos se asociaron a características productivas de ganadería, razas, delimitación de pastos y tipo de forraje, se involucrará conflictos de uso y rendimiento basado en comparación con datos secundarios de investigaciones previas.

**Caracterización agroclimática y edafológica:** A partir de datos abiertos se identificación de patrones climáticos presentes en la finca “palo verde” para lo cual se graficaron y compararon promedios y estacionalidad de lluvias desde el año 2010 al año 2021, los datos climáticos se usarán de antecedentes promedio mensuales de Ideam de acuerdo con las estaciones de mayor cercanía además de datos estacionarios de la plataforma worldclim. Para los datos de edafológicos se usarán de cartografía 1:100:000 de igac que corresponde a datos de caracterización física y tipológica de suelos, usando corte de datos vectoriales y y se compararán con patrones de ocupación.

##### 3.1.2 Determinación y diseño del sistema agrosilvopastoril

Mediante herramientas de geometría y análisis individual de capas en el software arcmap se realizó el diseño propuesto para la finca palo verde mediante los siguientes pasos

**Identificación de áreas potenciales de ocupación:** Basado en la caracterización actual del suelo y su correspondencia a las características climáticas- edafológicas, se realizara a partir de investigaciones previas la identificación de coberturas de pastos y forrajes acordes a las preferencias individuales del material vegetal y uso alimentario de

animales, se identificaron los lugares potenciales para la implementación de bancos de proteínas acordes a las necesidades productivas, se mapeó el arreglo espacial del sistema agrosilvopastoril desde áreas de producción especialmente pecuarias, áreas de construcción, bancos de forrajes, áreas de soberanía alimentaria y huertos, áreas de producción de especies menores, arreglos agrosilvopastoriles con especies adaptadas a la zona, áreas de conservación de bosque seco tropical y rondas hídricas.

***Mapeo del sistema*** A partir de los patrones de distribución potencial se propuso cartografía temática con áreas de ocupación de ganado, tiempos de rotación de pasturas, áreas de siembra de bancos de proteínas, y temporadas de mitigación a efectos climáticos basados en soluciones de silos y alternativas alimentarias para épocas temporales correspondientes.

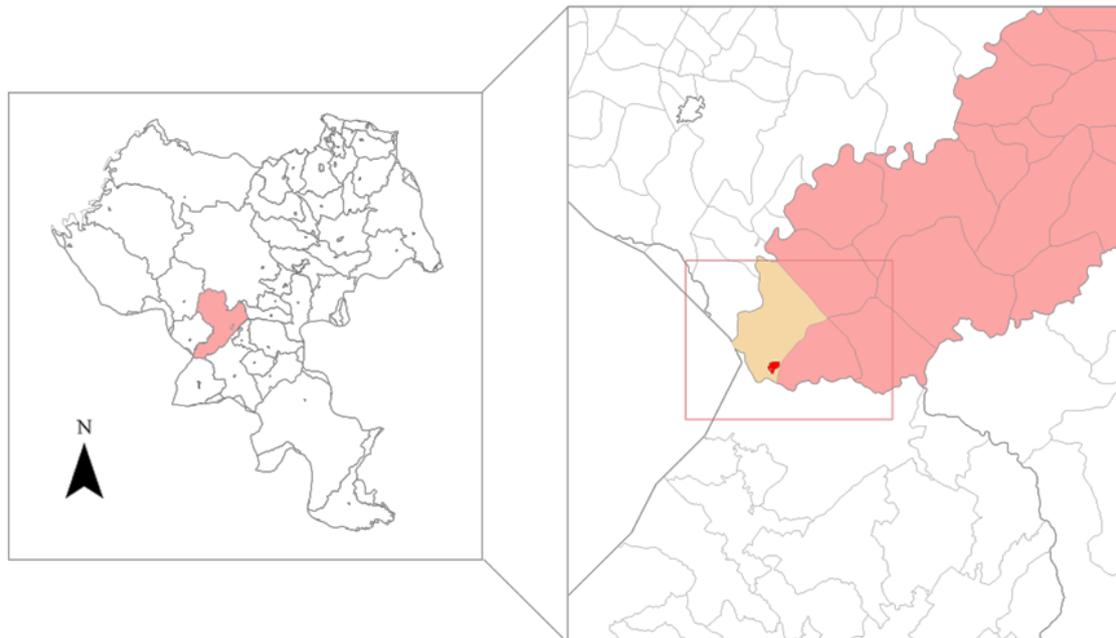
### **3.1.3 Análisis financiero de implementación**

Se realizó un listado de costos de implantación y manejo del área de ocupación de acuerdo con los diseños propuestos

## **3.2 RESULTADOS**

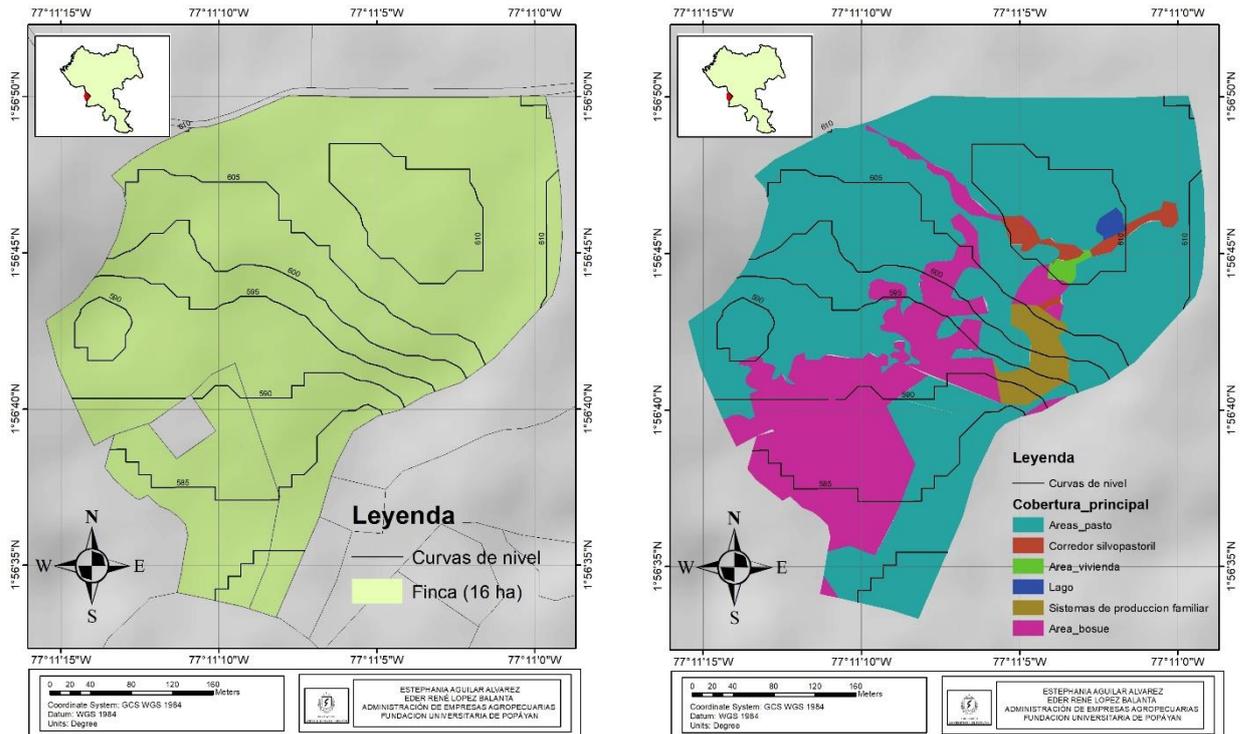
### **3.2.1 Delimitación de área de estudio y caracterización espacial de uso de suelo**

La finca palo verde se ubica hacia el sur occidente del municipio de Patía, departamento del Cauca, Colombia en la vereda palo verde entre las coordenadas de referencia  $1^{\circ}56'41.63''N$  y  $-77^{\circ}11'8.22''E$ , delimitada hacia el sur con la quebrada dos ríos, al norte con acceso vial al casco urbano y al occidente con cercanías al río Patía, la finca se caracterizó por presentar clima subxerofítico a una altura de 580 msnm promedio. Mediante el cálculo de áreas y usando la cartografía base IGAC catastral (Datos abiertos) del predio se estima un área legal de 16.6 ha divididas desde áreas de producción ganadera, familiar y conservación.



*Ilustración 3 Patía, Palo verde*

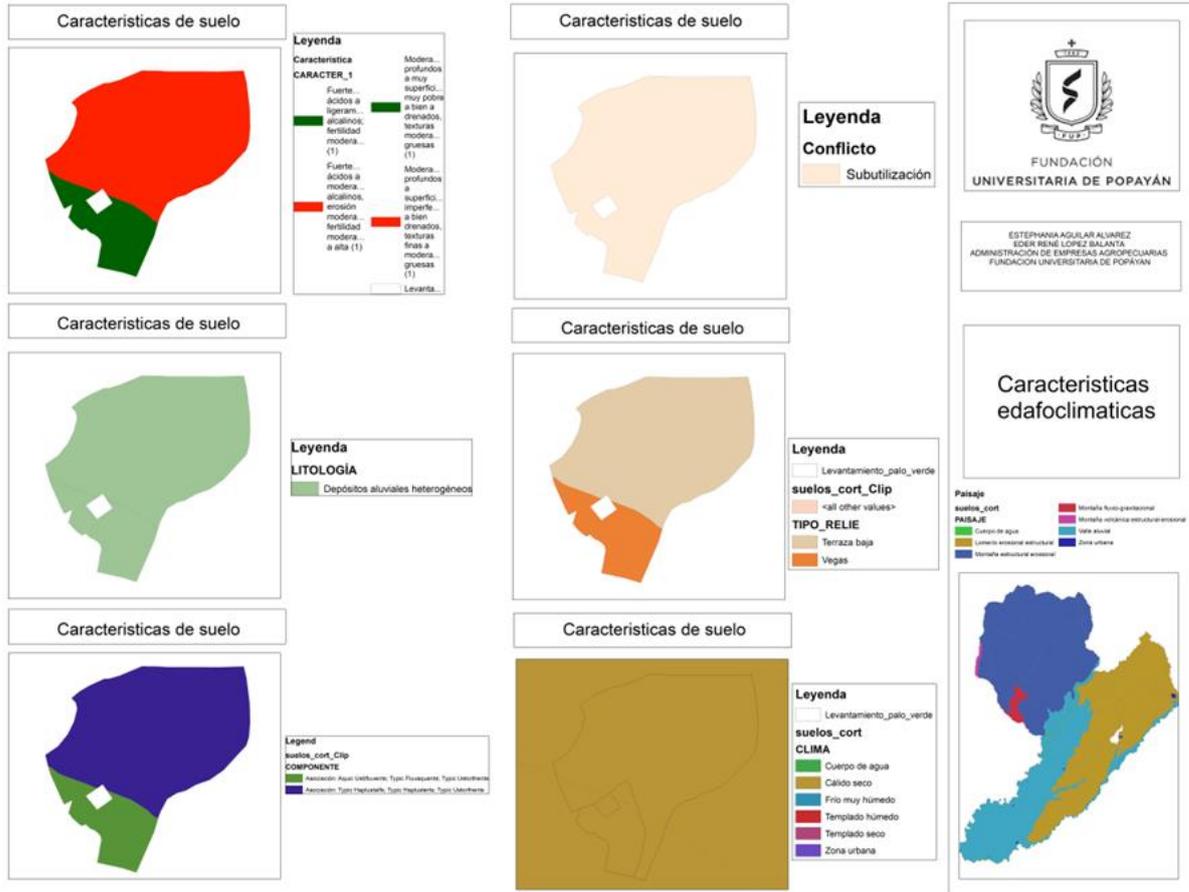
Los datos obtenidos mediante las herramientas SIG permiten identificar el terreno con formas de relieve planas con cotas desde 585 a 610 msnm, la determinación de ocupación y uso de suelo identifico que en la finca se presentan coberturas tales como potreros en una extensión de 11.65 ha equivalente a 69.8 % del área total de la finca demostrando especialización por la producción de ganadería de carne y doble propósito (Angus, simmental y cruces), seguido de áreas de bosque continuo característico de bosque seco con 3.35 ha equivalente a 20%, así las áreas con menor ocupación se estimó las de producción familiar y auto consumo con 4250, 6 m<sup>2</sup> y 636,870 m<sup>2</sup> como área de vivienda (Mapa 1).



Mapa 1 Levantamiento topográfico y coberturas vegetales

**Caracterización agroclimática y edafológica** La cartografía base igac visualizo en el área de estudio características de origen de suelos con depósitos aluviales heterogéneos, sus características varían desde suelos Moderadamente profundos a superficiales, imperfectos a bien drenados, texturas finas a moderadamente gruesas, fuertemente ácidos, erosión moderada y fertilidad moderada a alta en 10,460 ha y 6,2 ha con suelos Moderadamente profundos a muy superficiales, muy pobre a bien a drenados, texturas moderadamente gruesas a medias, fuertemente ácidos a ligeramente alcalinos y fertilidad moderada a alta.

Así mismo, un relieve tipo vegas hacia el sur del terreno y terraza baja en el norte con suelos tipo Asociación: Typic Haplustalfs; Typic Haplusterts; Typic Ustorthents.



Mapa 2 Caracterización de suelos y litología

Los análisis climáticos tomados de plataformas Worldclim y datos abiertos de ideam de la estación PATIA [52010180] mostraron una tendencia a periodos de alta sequía entre junio y septiembre además de un pico de disminución entre enero y febrero, contrastando periodos de mayor cantidad de lluvias entre octubre y diciembre superando los 300 mm mensuales, cabe anotar que las dinámicas de lluvias caracterizan a la zona con un ambiente subxerfítico (Ilustración 1).

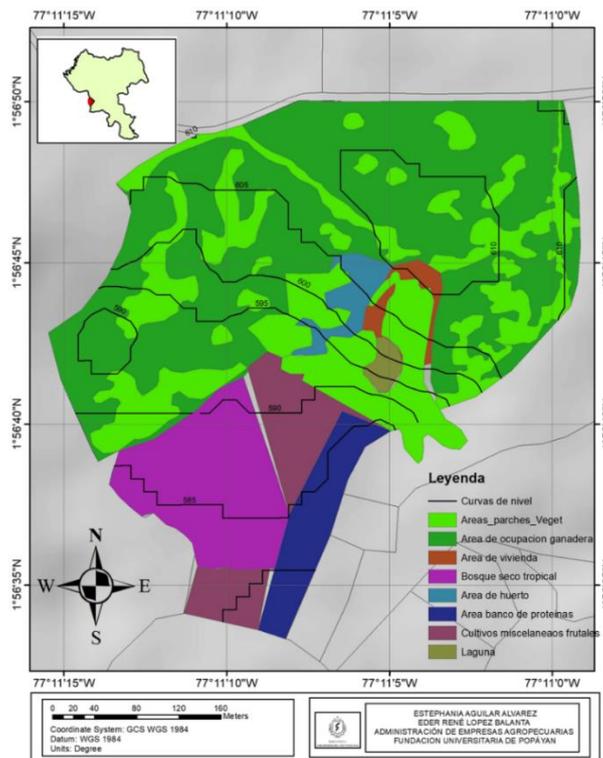


Ilustración 4 Promedio de Lluvias

### 3.2.2 determinación y diseño del sistema agrosilvopastoril

**Identificación de áreas potenciales de ocupación** Los análisis de ocupación resultantes de la superposición ponderada y las características edáficas permitieron organizar la finca de tal manera que se involucra un área de 10.24 ha para ocupación ganadera debido a su vocación de uso y 0,854 ha como área propuesta para banco de forrajes, 0,331 ha como área para seguridad alimentaria de los habitantes de la finca, 1,876 ha como área de conservación de bosque continuo, además de la permanencia de remanentes de vegetación Arborea equivalentes a 2.84 distribuidas alrededor de la finca, 0.96 para cultivos misceláneos y/o frutales, 0.32 ha para construcción y/o vivienda (Mapa 3).

#### Mapeo del sistema



Mapa 3 Coberturas potenciales

#### DESCRIPCION DE COSTOS

##### Diseño y delimitación subsistemas de producción

Item	Descripción	Valor unitario	Valor total
Subsistema silvopastoril			



Técnico	Profesional en topografía	1.000.000	1.000.000
Alambre eléctrico para cerca	329 ms lineales por lote	374.600	8.241.200
Postes	Cada 5 metros postes de madera plástica ecológicos	8.000	8.000.000
Plántulas de especies arbóreas	Plántulas de porte arbóreo 1050	2500	2.625.000
Plántulas de especies arbustivas	Plántulas 2100	2500	5.250.000
Semilla de forraje	5kg /ha	59.000	3.100.000
<b>Costos administrativos</b>			
Personal para la siembra de barreras arbóreas y arbustivas	20 jornales	25.000	500.000
Zootecnista para asesoría de manejo de ganadería	profesional	1.00.000	1.000.000
			<b>29.716.200</b>

### 3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

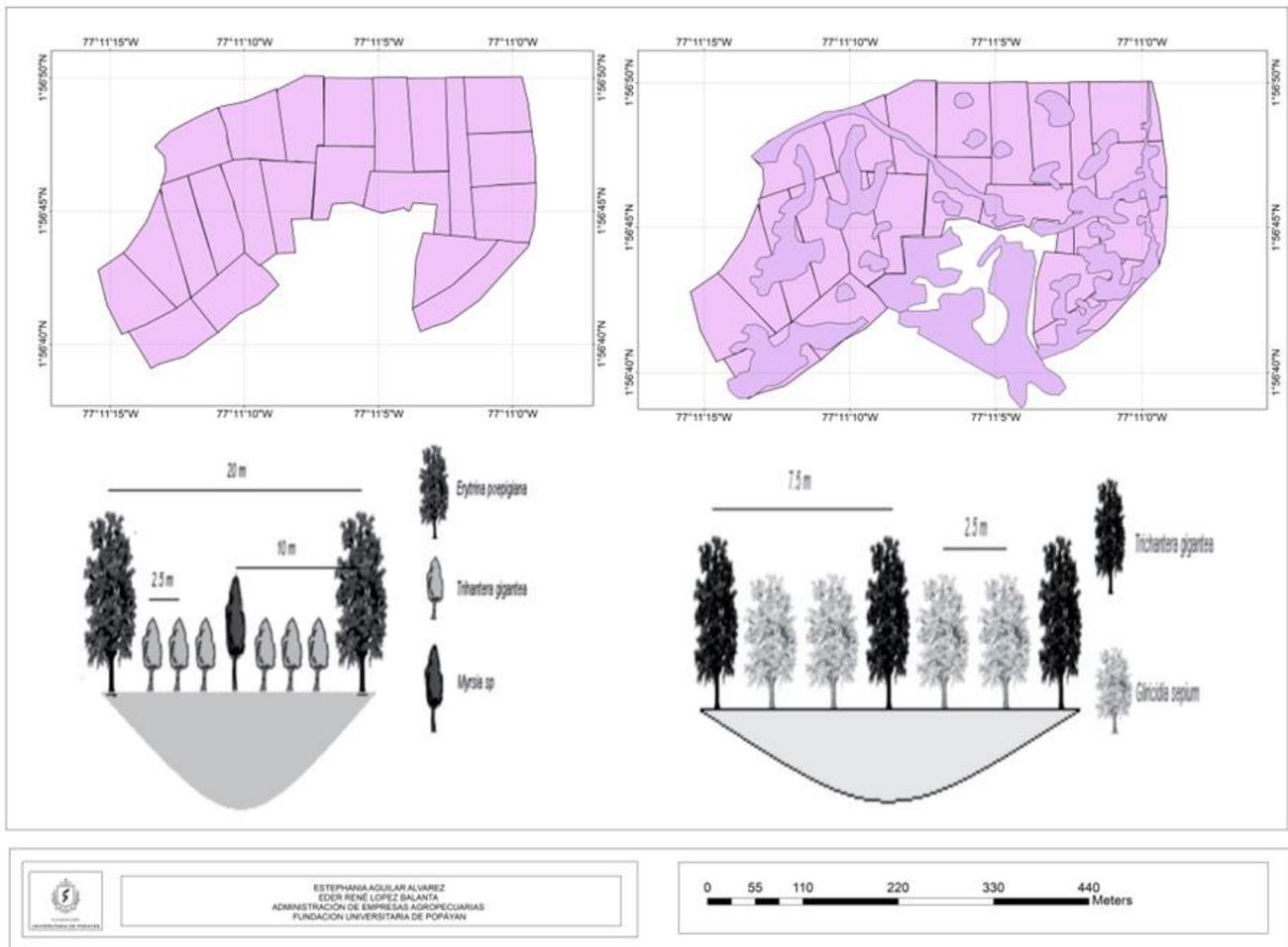
**Áreas de ocupación potencial** la inclusión de herramientas tecnológicas espaciales utilizadas en la ganadería permitió la generación de datos para mejorar la objetividad en la toma de decisiones, favoreciendo la optimización del manejo de cada uno de los componentes del hato ganaderos (Pomar, López, & Pomar, 2011); además de la ubicación exacta de las áreas que lo conforman, permitiendo la aplicación de prácticas enfocadas en las necesidades específicas de cada sitio, lo cual contribuirá a mejorar la competitividad por medio del aumento de la producción y la reducción de los costos de producción.

En este sentido La finca palo verde tiene vocación ganadera por sus características de relieve y litológicas de buenos drenajes. Sin embargo, las características edáficas referentes a acides de suelo han permitido organizar en esta investigación un área de ocupación de 10.2 ha con rotación de praderas considerando periodos de ocupación de 2 días y 42 días de descanso, determinando 22 potreros para ocupación de ganadera, considerando los remanentes de vegetación forestal en crecimiento del predio y acomodándose a la topografía pues ofrecen la generación de microclimas estables con ciclaje de nutrientes y mejora de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. En el predio tienen importancia especies como *Erythrina poeppigiana*, *Psidium guajava*, *Leucaena leucocephala*, *Cassia siamea*, *Myrsia sp*, *Guazuma*.



Ilustración 5 Delimitación individual de predio rotacional

Los predios serán divididos por cercas vivas de multiestrato y con alternativas nutricionales para el ganado, cada lote de rotación es de 0,46 ha ubicadas hacia el norte del predio como se muestra en el mapa 4. La rotación de los predios estará sujeta a las dinámicas climáticas pues las épocas entre enero y marzo deberán ocuparse teniendo presente periodos de sequía con menos de 100 mm mensuales



Mapa 4 Distribución de pastos y sistema silvopastoril

**Selección de material forrajero y agroforestal** Los materiales seleccionados tanto gramíneas como leguminosas arbustivas presentes en este estudio presentan potencial para ser considerados una opción forrajera basados en experiencias preliminares de Gallego, Morales, & Vivas, (2012) que permitan afrontar las épocas o condiciones agroecológicas adversas que se presentan en regiones de clima cálido y particularmente en el enclave sub-xerofítico del valle de Patía y la finca palo verde. De acuerdo con las

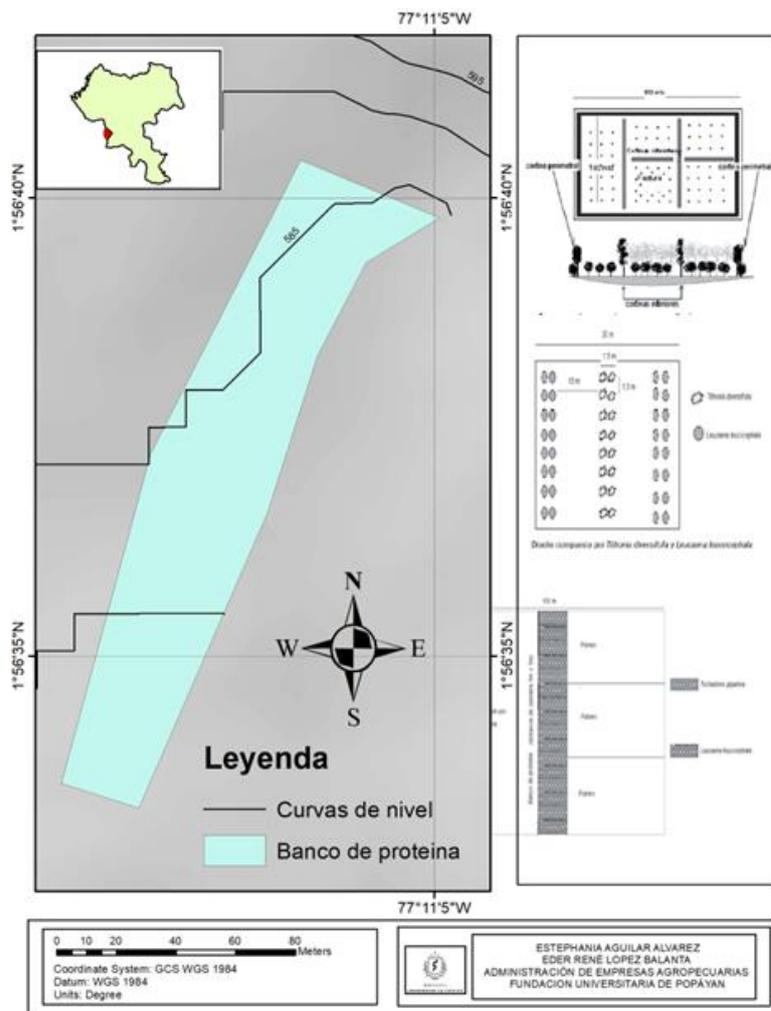
evaluaciones previas de estudios forrajeros en Patia, Cauca, Guitierrez (2018), propone que colecciones de *Chloris gayana* pueden ser una de las mejores alternativas forrajeras en la zona teniendo en cuenta la interacción genotipo ambiente se debe considerar a 13330, 10097, 10225, 1053, 6633 y 6631 como accesiones de interés, otra alternativa propuesta considerando las condiciones del predio evaluado se recomienda a *Cenchrus ciliaris* y los cultivares 6642, 15687, 16868 de Ciat.

Estos materiales son de fácil establecimiento, producen alto número de semillas, y toleran condiciones adversas como sequía y salinidad (Haffar, 1997), además de ser materiales apropiados para el pastoreo y la elaboración de heno. En el caso de *Chloris gayana* sus niveles de proteína cruda puede variar de 17% sobre a (Materia seca) en hoja muy joven, a 3% en hojas viejas (Tropicalforages.info. , 1999). Plantas jóvenes son muy palatables, pero después de que las plantas han fructificado son menos atractivas. La especie invade el suelo perturbado y puede ser una maleza de cultivo, sin embargo, generalmente se muere después de 4 a 5 años si no se altera más o se fertiliza, y rara vez invade áreas naturales (Marshall, 2012).

De acuerdo con los arreglos entre predios los sistemas silvopastoriles se recomiendan trabajar en tres estratos considerando su porte y la inclusión de especies representativas de la zona. Especies arbóreas como *Myrsia spp*, *Erythrina poeppigiana*, *Cassia fistula L*, *Calliandra sp*, *Spondias mombin*, *Jacaranda coerulea*, *Inga sp*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Trichantera gigantea*, *Crescentia cujete*, *Malvabiscus hibiscus*, *Vachellia fornesiana*, *Pithecellobium saman* todas presentes en los remanentes de bosques de la finca y el bosque continuo y que permitirán dar el porte alto del sistema silvopastoril (Escobar, 1999); por su parte el segundo y tercer estrato lo conformarían especies arbustivas de interés nutricional como *Titonia diversifolia*, *Cajanus Cajan*, *Dioctea sericea*, *Cronton ferragineus*, *Malvabiscus hibiscus*, *Vachellia fornesiana*, *Zanthoxylum fagara*, *Mimosa pigra* (Gallego, Morales, & Vivas, 2012).

**Área de Banco de proteínas** El área propuesta destinada a bancos de proteínas será dedicada al cultivo de especies con alto contenido proteico en sus forrajes como suplemento para los animales en se recomienda el uso de especies como *Trichantera gigantea*, *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan*, *Malvabiscus hibiscus*, *Desmodium velutinum* CIAT 23981 y *Cratylia argentea* CIAT 18516 solas o en asocio (Vivas, 2005). Para la siembra pueden utilizarse distancias de siembra de un metro entre plantas por un metro entre surco, el predio se encuentra unido por camino con el área de ocupación ganadera para facilitar el manejo y que facilita el corte y acarreo del forraje, también el área se puede usar como sitio de sistemas de ramoneo controlado. para corte se deben

sembrar en altas densidades a distancias entre 0.5 y 1m para especies como *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena Leucocephala*, (Carrillo, 2014) mientras que para ramoneo se requiere dejar callejones de aproximadamente 2 metros de ancho con el fin de permitir el ingreso de los animales (Guitierrez, 2018). Se debe considerar un plan de fertilización intensivo de acuerdo con análisis de suelo, ya que la demanda nutricional en esta zona ser alta (mapa 5).



Mapa 5 Banco de proteínas potencial

### Costos de implementación

La implementación del diseño del sistema agrosilvopastoril tiene un costo de \$29.716.200 sin embargo, los costos de implementación pueden reducir si se plantean estrategias de plantación en la finca a partir del uso del recurso forestal presente en los relictos de bosque y áreas arbustivas dentro de la finca, además se puede promover el aprovechamiento forestal para bosques cuando se ha reemplazo de mejores

alternativas agroforestales. Se debe considerar que la finca debe realizar aforos para la evaluación de pastos actuales, así como análisis bromatólogos para saber el estado actual de ocupación y definir si es necesario el cambio de pasturas; considerando que también deben realizarse planes de adaptación y rendimiento con los forrajes propuestos

### **3.4 CONCLUSIONES**

- Las herramientas de planificación de praderas y diseño de sistemas integrados de producción son una alternativa potencial para la producción ganadera sostenible en regiones de climas complejos como el valle del Patía.
- La implementación de estrategias de conservación de la biodiversidad vegetal mediante sistemas agroforestales y silvopastoriles permitirán adecuarse como sistemas de mitigación al cambio climático.
- Los datos abiertos permiten la planificación de siembras y alternativas nutricionales en épocas de climas extremos.

### 3.5 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar cálculos de capacidad de carga y adaptabilidad de pastos propuestas
- Es imprescindible realizar aforos y capacidad genética para determinar el potencial productivo de la finca
- Realizar una propuesta de uso eficiente del agua, usando los recursos hídricos presentes en la zona; involucrando diseño e inversión de obras
- Mejorar los componentes técnicos de los subsistemas de producción tanto para especies menores como acuícolas

### 3.6 BIBLIOGRAFÍA

Amézquita, M. (2022). Investigación en árboles forrajeros: curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. . CATIE. Costa Rica.

Botero, A., De La Ossa, L., & Jaime, V. (2013). Estudio de caso: un sistema de producción silvopastoril con enfoque agroecológico, departamento del Magdalena, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Animales.* , 2(1): 225-242.

Carrillo, S. &. (2014). Evaluación en la fase de establecimiento de parcelas demostrativas con asociaciones forrajeras para sistemas de pastoreo en el valle del Patía. Cauca. Universidad del Cauca.

Cerón, B. (2005). Evolución socioambiental y del espacio geográfico en el Valle del Patía. *El caso de Taminango. ASOPATÍA - II Laboratorio de Paz.*

Escobar, I. (1999). Conceptos de agroforestería y principales sistemas silvopastoriles para la producción bovina. Conferencia en el primer curso Internacional de producción bovina bajo sistemas sostenibles. Santafé de Bogotá,, UDCA. 12-14 de mayo.

Gallego, E., Morales, S., & Vivas, N. (2012). Propuesta para el uso de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en sistemas ganaderos en el valle del patía. Cauca. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Rev.Bio.Agro vol.10 no.2 Popayán.*

García, H., Corzo, G., Isaacs, P., & Etter. (2014). Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia Insumos para su gestión. En: Pizano, C y H. García (Editores) *El bosque seco Tropical en Colombia*. Primera edición, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p. 229.

Guitierrez, J. (2018). Evaluación de germoplasma forrajero con uso potencial en el enclave subxerofítico del Patía, Cauca, Colombia. Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia , 103.

Haffar, I. &. ( 1997). Effect of various bale treatments on physical quality and chemical composition of Rhodes grass (*Chloris gayana*). *Grass and Forage Science* , 52(2), 199–206. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1997.tb02350.x>.

Marshall, V. M. (2012). Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *Journal of Arid Environments*, 78, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.005>.

Mehecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y sus principales limitantes para su implementación en la ganadería Colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16(1):11-18.

Murgueitio, E., & Ibrahim, M. (2008). Ganadería y medio ambiente en América Latina. Ganadería del futuro, Investigación para el desarrollo. EDEGAN-CIPAV –CATIE –FAO-COLCIENCIAS, Bogotá. Colombia.

Pilehforoosha, P., Karimi, M., & Taleai, M. (2014). A GIS-based agricultural land-use allocation model coupling increase and decrease in land demand. *Agricultural Systems*, Volume 130, 116–125.

Pomar, J., López, V., & Pomar, C. (2011). Agent-based simulation framework for virtual prototyping of advanced livestock precision feeding systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 78, Number 1, 88–97.

Suttie. (2000). Hay and straw conservation for small-scale farming and pastoral conditions. *FAO Plant Production and Protection Series No. 29*.

Tropicalforages.info. (1999). *Chloris gayana*;

Uribe, A. (1996). Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. *Compilación de memorias de seminarios Internacionales sobre sistemas Silvopastoriles*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Fondo Nacional del Ganado (FEDEGAN), Colciencias y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural., Santa Fé de Bogotá. 294 p.

Valle, J. L., Palma, J. M., & Sangines, G. L. (s.f.). Biomasa y composición nutricional de la asociación *Gliricidia sepium* - *Cenchrus ciliaris* - *Gliricidia sepium* al establecimiento. *Avances En Investigación Agropecuaria*, (Cc), 1–7.

Vergara, H. (2014). Patrones de la vegetación y tipos de uso de la tierra en el valle del patía. *Colombia Forestal*, 25-45.

Vivas, N. (2005). Evaluación agronómica de 137 accesiones de, 88. Retrieved from, <http://www.bdigital.unal.edu.co/6583/1/nelsojosevivasquila.2005.pdf>.

Zuluaga, F. U. (s.f.). La sociedad patiana en la segunda mitad del siglo XIX. . *Revista Novedades Colombianas. Museo de Historia Natural. Universidad del Cauca*, pp 27 - 44.