

**Mejoramiento De La Eficiencia Y Sostenibilidad De La Producción De Forraje En El  
Municipio De Patía, Cauca**

Ricardo Alexis Galindez Salazar

Asesor

Magaly Adriana Velasco Salazar

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas, y de Negocios ECACEN

Especialización en Gestión de Proyectos

2025

**Nota de Aceptación**

---

Magaly Adriana Velasco Salazar

---

Jurado

---

Jurado

## Resumen

El presente proyecto aborda la problemática de la baja eficiencia productiva y sostenibilidad ambiental en la producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca, territorio que presenta procesos de degradación del suelo, escasez hídrica, poca tecnificación y adopción limitada de prácticas agroecológicas. Mediante un enfoque investigativo mixto, el estudio integra análisis descriptivos del sistema forrajero, intervención de campo, monitoreo y evaluación comparativa entre parcelas convencionales y parcelas manejadas bajo estrategias sostenibles.

Se determina una línea base exhaustiva de las condiciones socioeconómicas, agroecológicas y productivas durante la etapa diagnóstica, analizando indicadores como la fertilidad del suelo, erosión, cobertura vegetal, acceso al agua y rendimiento inicial del forraje. Posteriormente, se implementa un conjunto de prácticas agrícolas sustentables y se evalúa su impacto en los indicadores productivos y ambientales; mediante estrategias de optimización agronómica enfocada en la selección de especies forrajeras adaptadas, el manejo del recurso hídrico, la fertilización basada en diagnósticos técnicos y la densidad de siembra.

Los resultados esperados buscan evidenciar mejoras en la calidad y cantidad de forraje, aumento de la materia orgánica del suelo, reducción de la erosión superficial y mayor eficiencia en el uso de recursos productivos. Asimismo, se proyecta un impacto socioeconómico positivo a través de la reducción de los costos de alimentación ganadera y el fortalecimiento de las capacidades técnicas de los productores. La investigación se alinea con los ODS y aporta evidencia para la toma de decisiones orientadas al desarrollo agropecuario sostenible, proponiendo un modelo replicable de innovación forrajera para territorios con condiciones edafoclimáticas similares.

***Palabras clave:*** Producción de forraje, sostenibilidad agropecuaria, conservación del suelo, sistemas silvopastoriles, prácticas agrícolas sostenibles, calidad nutricional, agroecología, desarrollo sostenible, degradación del suelo.

## Abstract

This project addresses the problem of low productive efficiency and environmental sustainability in forage production in the municipality of Patía, Cauca, a territory characterized by soil degradation, water scarcity, limited technological development, and restricted adoption of agroecological practices. Using a mixed-methods research approach, the study integrates descriptive analyses of the forage system, field intervention, monitoring, and comparative evaluation between conventional plots and plots managed under sustainable strategies.

A comprehensive baseline of socioeconomic, agroecological, and productive conditions is established during the diagnostic phase, analyzing indicators such as soil fertility, erosion, vegetation cover, water access, and initial forage yield. Subsequently, a set of sustainable agricultural practices is implemented, and their impact on productive and environmental indicators is evaluated through agronomic optimization strategies focused on the selection of adapted forage species, water resource management, fertilization based on technical diagnoses, and planting density. The expected results aim to demonstrate improvements in forage quality and quantity, increased soil organic matter, reduced surface erosion, and greater efficiency in the use of productive resources. A positive socioeconomic impact is also projected through reduced livestock feed costs and strengthened technical capacities among producers. This research aligns with the Sustainable Development Goals ODS and provides evidence for decision-making focused on sustainable agricultural development, proposing a replicable forage innovation model for territories with similar soil and climate conditions.

**Keywords:** Forage production, livestock sustainability, soil conservation, silvopastoral systems, sustainable agricultural practices, nutritional quality, agroecology, sustainable development, soil degradation.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	9
Planteamiento del problema.....	11
Justificación .....	14
Objetivos .....	17
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos .....	17
Marco conceptual y teórico.....	18
Hipótesis .....	23
Tabla de variables .....	24
Metodología .....	25
Resultados esperados .....	38
Resultados obtenidos .....	40
Análisis de resultados .....	42
Presupuesto .....	44
Cronograma de actividades.....	45
Conclusiones.....	46
Recomendaciones .....	48
Referencias bibliográficas.....	49

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Índice de implementación de prácticas sostenibles .....	27
Tabla 2. Requerimientos técnicos e insumos para el manejo de hectáreas.....	33
Tabla 3. Parámetros evaluadores .....	35
Tabla 4. Analisis de resultados .....	42

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Tabla de variables</i> .....	24
Figura 2. <i>Presupuesto</i> .....	44
Figura 3. <i>Cronograma de actividades</i> .....	45

## Introducción

La producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca, constituye un eje fundamental para la sostenibilidad ganadera y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de la región. No obstante, factores como la degradación del suelo, la variabilidad climática, la escasa disponibilidad hídrica y la limitada adopción de prácticas agrícolas sostenibles han generado un sistema forrajero con baja productividad, altos costos de mantenimiento y una marcada vulnerabilidad ambiental, afectando de manera directa a los pequeños y medianos productores del territorio, quienes depende del forraje como principal insumo para la alimentación de su hato ganadero.

Ante el contexto, surge la necesidad de desarrollar una investigación aplicada que permita comprender integralmente las condiciones agroecológicas que determinan la producción forrajera y evaluar alternativas de manejo sostenible orientadas a mejorar la eficiencia productiva y la resiliencia de los sistemas agropecuarios locales. El presente proyecto se estructura bajo un enfoque mixto que combina análisis de variables edáficas, climáticas y socioeconómicas con la implementación de prácticas sostenibles en campo, con el fin de generar evidencia técnica que demuestre su impacto en la calidad del suelo, la disponibilidad de biomasa y la sostenibilidad del sistema.

La investigación se desarrolla en cuatro fases: diagnóstico inicial, implementación de prácticas sostenibles, optimización del manejo agronómico y evaluación de impacto. Estas fases permiten establecer relaciones causales entre las prácticas implementadas y los cambios observados en variables dependientes como rendimiento del forraje, materia orgánica del suelo, calidad nutricional, cobertura vegetal y eficiencia hídrica. Asimismo, se incorporan análisis

comparativos con parcelas testigo, a fin de validar científicamente la efectividad de las estrategias propuestas.

El proyecto se fundamenta en el marco conceptual de la producción sostenible de forrajes, el manejo integrado de recursos naturales, la agroecología y los sistemas silvopastoriles, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con políticas nacionales orientadas a la protección del suelo y a producción agropecuaria resiliente. En este sentido, la investigación busca no solo generar conocimiento técnico, sino también fortalecer capacidades locales y ofrecer una ruta metodológica replicable en territorios con condiciones climáticas y edáficas similares.

## Planteamiento del problema

La producción ineficiente de forraje en el municipio de Patía, Cauca representa un problema crítico para la sostenibilidad agropecuaria, donde gran parte de las actividades económicas dependen de la ganadería de pequeña y mediana escala. Este municipio, ubicado al sur del departamento del Cauca, presenta una extensión aproximada de 723 km<sup>2</sup> y un rango altitudinal que va desde los 550 hasta los 3.000 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 28 °C y un régimen bimodal de lluvias que oscila entre los 1.200 y 1.800 mm anual. (Alcaldía Municipal de Patía, 2023).

A pesar de contar con condiciones agroecológicas potencialmente favorables, la degradación de los suelos, la variabilidad climática y las prácticas productivas inadecuadas han limitado de forma significativa la calidad y cantidad de los forrajes disponibles, afectando la productividad ganadera y la seguridad alimentaria local.

Una de las causas más relevantes es la erosión y pérdida de fertilidad del suelo, fenómeno ampliamente documentado en las zonas de la Cordillera, Meseta y Pie de Monte del municipio. Estas áreas presentan procesos avanzados de erosión hídrica laminar y en surcos, producto de la deforestación, el sobrepastoreo y el uso del fuego para la renovación de pasturas, prácticas tradicionales pero insostenibles que destruyen la capa fértil del suelo. (Alcaldía Municipal de Patía, 2023; Ortiz, 2015).

La disminución de la materia orgánica y la compactación del terreno reducen la infiltración y la capacidad de retención de agua, factores que comprometen directamente la producción de forrajes y, por ende, el rendimiento del hato ganadero.

La falta de asistencia técnica y la escasa adopción de tecnologías sostenibles agravan el problema. Muchos pequeños ganaderos del municipio continúan aplicando fertilizantes y

plaguicidas de forma empírica, sin asesoría técnica, lo que genera contaminación del suelo y de cuerpos de agua, además de un bajo aprovechamiento de los insumos.

Asimismo, la ausencia de capacitación en conservación de suelos, rotación de potreros y establecimiento de especies forrajeras adaptadas al clima local, perpetúa un modelo productivo de baja eficiencia y alta vulnerabilidad ambiental.

Los efectos socioeconómicos son notables, en los pequeños productores rurales se ven afectados por su baja producción del ganado, menor disponibilidad de alimento durante las épocas de sequía y mayores costos de mantenimiento. Afectando directamente sus ingresos y generando dependencia de insumos externos, reduciendo la sostenibilidad económica de las familias campesinas. Además, la degradación del suelo y la contaminación del agua comprometen la calidad de los ecosistemas locales, con pérdida de biodiversidad y deterioro de los servicios ambientales esenciales.

La problemática descrita tiene relación directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, especialmente el ODS 2 (Hambre Cero), el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), el ODS 13 (Acción por el clima) y el ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres). (Gamez, 2016).

El caso de Patía puede extrapolarse a zonas con climas cálidos secos o templados bajos con estaciones lluviosas marcadas y suelos erosionados, como los departamentos de Tolima, Cundinamarca y Huila, donde se presentan condiciones edafoclimáticas comparables: altas temperaturas, suelos frágiles y dependencia de la ganadería extensiva. (Minambiente, 2021). En estas áreas, la adopción de prácticas sostenibles (como sistemas silvopastoriles, uso de especies forrajeras resistentes a la sequía y conservación de agua en suelos) puede replicarse como modelo de adaptación y mitigación al cambio climático.

La ineficiente producción forrajera en Patía atenta contra la seguridad alimentaria local, la gestión sostenible del recurso hídrico, la mitigación del cambio climático y la conservación de suelos, evidenciando la necesidad de estrategias integrales que promuevan la innovación sostenible en la producción agropecuaria.

En síntesis, la producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca, se encuentra limitada por un manejo inadecuado del suelo y del recurso hídrico, la baja adopción de prácticas agrícolas sostenibles y persistencia de sistemas productivos tradicionales que aceleran la degradación del suelo y reducen la eficiencia productiva. Estas condiciones generan una disminución sostenida en la cantidad y calidad del forraje disponible, incrementan los costos de producción ganadera y comprometen la sostenibilidad ambiental y económica de los pequeños y medianos productores rurales.

### **Formulación del problema**

¿Cómo influye la implementación de prácticas agrícolas sostenibles en la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca?

## Justificación

La producción sostenible de forraje representa un eje fundamental para la productividad ganadera y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. En el municipio de Patía (Cauca), cuya economía depende en gran medida de la ganadería extensiva y la producción agropecuaria, la disponibilidad y calidad del forraje se ha visto comprometida por factores como la degradación del suelo, la variabilidad climática y el uso inadecuado de recursos naturales. Estas condiciones han generado una disminución progresiva en la capacidad de carga ganadera y, por tanto, una reducción de los ingresos de los pequeños y medianos productores rurales. (Ministerio de Agricultura, 2025).

El municipio de Patía, se caracteriza por un clima cálido-seco, con temperatura media de 25 °C, precipitaciones de 2.171 mm anual, con una altitud sobre el nivel del mar de 910 m y periodos marcados de sequía. (Alcaldía Municipal de Patía, 2018). Dichas condiciones, combinadas con la deforestación y el sobrepastoreo, han acelerado la erosión del suelo, reduciendo su capacidad para retener agua y nutrientes, lo cual limita significativamente la producción forrajera. De acuerdo con la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, los suelos del sur del Cauca presentan un alto grado de vulnerabilidad y requieren la implementación de prácticas conservacionistas, para garantizar la sostenibilidad agrícola y pecuaria. (UPRA, 2024).

La escasez de agua constituye uno de los factores más críticos en la producción de forraje, durante los periodos secos la disminución del caudal de ríos y quebradas afecta la disponibilidad hídrica para el riego de cultivos forrajeros y el consumo animal. Esta situación se ve agravada por la falta de infraestructura de almacenamiento de agua y la ausencia de sistemas de riego eficientes. (Banerjee, 2023). Según la FAO, la eficiencia hídrica en la producción

agropecuaria es un reto global, especialmente en zonas de clima cálido donde los cambios en los patrones de precipitación impactan directamente la productividad vegetal. (Banerjee, 2023).

A ello se suma el uso inadecuado de agroquímicos, muchas veces aplicado sin capacitación técnica, lo cual contribuye a la degradación de los suelos, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad microbiana esencial para la fertilidad. (Rincón Castillo, 2021). Esta situación refleja la carencia de programas continuos de asistencia técnica rural, limitando la adopción de prácticas agroecológicas y tecnologías apropiadas que optimicen la producción de forraje y reduzcan impactos ambientales. Según un estudio de la Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Antioquia, la implementación de sistemas silvopastoriles en regiones con clima cálido y seco ha demostrado mejorar la oferta forrajera, incrementar la calidad nutricional del pasto y reducir la erosión del suelo. (Mahecha, 2016).

El presente proyecto se justifica por la necesidad de mejorar la eficiencia productiva y sostenibilidad ambiental de la producción de forraje, obteniendo como beneficio alternativo el fortalecimiento de la ganadería patiana, otorgando mejoras nutricionales. Se busca implementar prácticas de manejo integral del suelo y del agua, fomentar el uso racional de insumos agrícolas y promover la adopción de tecnologías sostenibles como los sistemas silvopastoriles y el uso de variedades forrajeras adaptadas al clima local (por ejemplo, Tifton-85, *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha*), las cuales han mostrado alto rendimiento en condiciones de estrés hídrico moderado. (UNAL, 2023).

Desde el punto de vista social y económico, este proyecto beneficiará directamente a los pequeños productores rurales del Patía, que dependen del ganado como principal fuente de ingreso y seguridad alimentaria. La mejora en la disponibilidad de forraje reducirá los costos de

alimentación, aumentará la productividad del hato ganadero, mejorará los ingresos familiares y fortalecerá la resiliencia económica ante eventos climáticos adversos.

El fortalecimiento de la producción de forraje sostenible contribuirá a la conservación de los suelos, la recuperación de áreas degradadas y la mitigación del cambio climático mediante el incremento de la cobertura vegetal y el secuestro de carbono. De igual manera, se alineará con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, especialmente con el ODS 2 (Hambre Cero), ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 13 (Acción por el clima) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres). (Gamez, 2016).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.

### **Objetivos específicos**

Establecer las condiciones agroecológicas, productivas y socioeconómicas de los sistemas de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca

Analizar qué prácticas agrícolas sostenibles orientadas a la conservación del suelo son las adecuadas para la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.

Diseñar estrategias de optimización del manejo agronómico y nutricional de los cultivos forrajeros en el municipio de Patía, Cauca

## **Marco conceptual y teórico**

### **Producción sostenible de forraje**

La producción sostenible de forraje se concibe como un proceso integral orientado a garantizar el suministro constante y de calidad de alimentos vegetales para el ganado, mediante aguas que armonicen la productividad agropecuaria con la preservación de los recursos naturales. Este enfoque promueve el uso eficiente y racional del suelo, el agua y la biodiversidad, con el fin de mantener la fertilidad del suelo, reducir la erosión, conservar a cobertura vegetal y fortalecer la capacidad de los sistemas productivos frente a la viabilidad climática. (Narváez et al., 2023).

La producción sostenible impulsa la autonomía y resiliencia de los pequeños productores, fortaleciendo sus conocimientos técnicos y su capacidad de invocación para implementar estrategias adaptadas al contexto local. Se busca reducir la dependencia de insumos externos y promover la adopción de tecnologías sostenibles, garantizando así una producción viable, responsable y equitativa.

### **Manejo de recursos hídricos**

Los estudios muestran que la eficiencia en el uso de agua no aumenta de manera proporcional al incremento del riego, existen niveles óptimos de aplicación hídrica que permiten maximizar la producción sin generar desperdicio ni deterioro ambiental. (Mezzomo et al., 2020). El manejo del recurso hídrico es un componente esencial dentro de los sistemas de producción de forraje sostenible, sobre todo en zonas con gran variabilidad climática o escasez en la disponibilidad de agua.

### **Producción de forrajes tropicales**

La producción de forrajes se define como el grupo de procesos agronómicos que permiten la implantación, gestión, recolección y/o pastoreo de especies vegetales (gramíneas,

arbustos y leguminosas) para su utilización en la alimentación animal. La calidad y la productividad del forraje en los trópicos dependen de las condiciones climáticas, las condiciones edáficas y las condiciones de manejo; dependiendo de la gestión agronómica y las condiciones del medioambiente, los rendimientos de materia seca en forrajes tropicales pueden fluctuar considerablemente. Para una administración eficaz de las praderas, se requiere seleccionar especies que se adapten al clima, corregir el fertilizante del suelo y protegerse contra la degradación del pastizal. (CIAT, 2023).

### **Manejo del suelo**

El manejo del suelo se refiere al conjunto de prácticas destinadas a preservar y optimizar la calidad física, química y biológica de la tierra con el objetivo de asegurar que esta sea productiva y sostenible a largo plazo. El control de la erosión, la rotación de cultivos, el empleo racional de fertilizantes, la inclusión de materia orgánica y la preservación del estrato fértil son parte de estas actividades. El propósito de la gestión sostenible del suelo es equilibrar la productividad agrícola con la preservación de los recursos naturales, fomentando métodos de producción que mantengan el suelo fértil, optimicen la absorción de agua y disminuyan el deterioro medioambiental. (Mardirossian, 2021).

### **Manejo de agroquímicos**

Se refiere a las actividades que involucran la elección, almacenamiento, aplicación, control, disposición y el seguimiento de los productos químicos que se emplean en sistemas agropecuarios, como, por ejemplo: insecticidas, herbicidas, fertilizantes y fungicidas. (García-Pineda & Bravo-Vallejos, 2022). Este manejo procura optimizar el rendimiento productivo de los cultivos o forrajeras, al tiempo que protege la salud de los trabajadores y comunidades rurales, salvaguardando los recursos naturales y la calidad ambiental.

### **Tecnologías para la producción sostenible**

La incorporación de tecnologías adaptadas al contexto local y al cambio climático es esencial para mejorar la eficiencia en la producción de forraje. La modernización tecnológica incluye sistemas de riego eficientes, semillas mejoradas, insumos orgánicos y herramientas digitales para la toma de decisiones basadas en datos. (Mengistu & Alene, 2016). La difusión de estas tecnologías debe estar acompañada de procesos de capacitación y fortalecimiento de capacidades productivas para que los agricultores adopten prácticas sostenibles de forma efectiva. (Gamez, 2016; Ministerio de Agricultura, 2025)

### **Objetivos del desarrollo sostenible (ODS)**

Los ODS son una inversión mundial para que todas las naciones colaboremos en la construcción de un mundo más equitativo, próspero y equilibrado con el medio ambiente. Implica asegurar que nadie sufra hambre, eliminar la pobreza, garantizar el cuidado de la salud de cada persona, brindar a todos los niños una educación de calidad, proteger el planeta y fomentar sociedades con paz y justicia, así como instituciones sólidas. Las 17 metas que se tienen como objetivo asegurar la sostenibilidad social, económica y ambiental del presente y el futuro de la humanidad. (Gamez, 2016).

### **Sistemas silvopastoriles y bancos de proteínas**

Estos combinan pasturas con arbustos y árboles forrajeros, lo cual brinda beneficios adicionales respecto a los sistemas de solo pasturas. Los bancos de proteína, siendo áreas específicas sembradas con arbustos o árboles de alta calidad nutritiva, constituyen una estrategia para complementar la dieta durante épocas de escasez, mejorando la eficiencia del sistema forrajero completo. (Ibarra-Rondón et al., 2022).

### **Sostenibilidad, agroecológicas y resiliencia al cambio climático**

La producción de forrajes mediante un enfoque agroecológico fomenta sistemas que son funcionales y variados, los cuales incorporan gramíneas, leguminosas y árboles forrajeros para obtener diversos servicios ecosistémicos; la optimización de la calidad del suelo, absorción de carbono, disminución de la erosión y reducción de gases con efecto invernadero en diferentes sistemas. En áreas con una marcada estacionalidad de sequías y lluvias, es esencial implantar tecnologías que preserven el forraje y que introduzcan especies resistentes al estrés hídrico para mantener la oferta alimentaria y prevenir disminuciones en la productividad animal. (Peña-Calzada et al., 2025).

Cabe resaltar que las referencias encontradas, son de alto valor académico y técnico. Dado que la información reciente sobre el tema es limitada, se emplearon documentos como este, los cuales brindan partes significativas y fundamentación pertinente para el análisis realizado. (Peña-Calzada et al., 2025).

### **Enfoque agroecológico**

La agroecología se define como una aproximación global a la producción de alimentos que integra principios ecológicos y humanísticos, abarcando dimensiones sociales, económicas y políticas; este enfoque propone prácticas como la diversificación de cultivos, rotación, uso de cultivos de cobertura y el mínimo uso de insumo sintéticos, pretende instruir a los agricultores y la gestión colectiva del recurso. (Bezner Kerr et al., 2023). La agroecología contribuye al mejoramiento de la productividad y el fortalecimiento de los sistemas alimentarios frente al cambio climático, así mismo, contribuye con el sostenimiento de ecosistemas, la seguridad alimentaria y nutrición. (Bezner Kerr et al., 2023).

### **Sistemas agroecológicos**

Los sistemas agroecológicos se plantean como una opción revolucionaria en comparación con los modelos tradicionales de agricultura, en los que la eficiencia no se evalúa solamente en términos de productividad, sino desde un enfoque multidimensional que abarca dimensiones laborales, económicas y medioambientales. La agroecología, de acuerdo con Nguyen-Ba, sugiere que se avance hacia sistemas que mejoren la utilización de los recursos internos, disminuyan la dependencia de insumos sintéticos y fortalezcan la resiliencia ecológica y productiva. (Nguyen-Ba et al., 2025).

### **Hipótesis**

La implementación de prácticas agrícolas sostenibles en los sistemas forrajeros del municipio de Patía producirá mejoras significativas en la calidad del suelo, expresadas en un crecimiento gradual de su estabilidad física y contenido de materia orgánica; aumentará el rendimiento del forraje mediante un mayor aprovechamiento de nutrientes; elevará la cobertura vegetal al fortalecer la protección del suelo, y reducirá de manera observable los niveles de erosión. Esto cambios permitirán demostrar que las prácticas implementadas tienen un impacto positivo y medible sobre la productividad y la sostenibilidad del sistema forrajero local.

Esta hipótesis, permitirá guiar el proceso investigativo, estableciendo una relación esperada entre las variables (Prácticas forrajeras y productividad/sostenibilidad), permitiendo la medición y comprobación de resultados, esto determinará si los cambios implementados generan impactos reales y no casuales, toda esta hipótesis, servirá como base para futuras recomendaciones técnicas o de políticas agropecuarias.

## Tabla de variables

**Figura 1.** *Tabla de variables*

Variable	Tipo de Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida	Técnica de Recolección	Instrumento
Prácticas agrícolas sostenibles	Independiente	Manejo del suelo	Tipo y número de prácticas conservacionistas aplicadas (cobertura vegetal, residuos orgánicos, siembra directa)	Número de prácticas implementadas	Observación directa	-Lista de cotejo -Ficha de campo
		Manejo hídrico	Métodos de conservación y eficiencia del uso del agua	-Presencia Ausencia	Observación directa	Ficha técnica
		Sistemas silvopastoriles	Presencia de árboles y arbustos forrajeros	-Sí No Área cubierta (%)	-Observación directa -Cartografía	-Registro fotográfico -GPS
Rendimiento forrajero	Dependiente	Producción de biomasa	Cantidad de forraje producido por hectárea	Toneladas de materia seca/ha/año	Medición en campo	-Cuadrantes de muestreo -Registro técnico
		Frecuencia de cosecha	Número de cortes posibles en el año	Número de cortes/año	Registro productivo	Ficha de control
Calidad nutricional del forraje	Dependiente	Contenido proteico	Porcentaje de proteína cruda	%	Análisis de laboratorio	Resultados de laboratorio
		Contenido de fibra	Nivel de fibra (FDN/FDA)	%	Análisis de laboratorio	Resultados de laboratorio
Calidad del suelo	Dependiente	Materia orgánica	Nivel de materia orgánica en el suelo	%	Análisis de laboratorio	Reporte de laboratorio
		Fertilidad	Niveles de N, P, K	mg/kg	Análisis de suelo	Informe edáfico
		pH del suelo	Nivel de acidez o alcalinidad	pH	Análisis de suelo	-Medidor -Laboratorio
		Compactación del suelo	Resistencia a la penetración	kg/cm <sup>2</sup>	Prueba de infiltración	Penetrómetro
Nivel de erosión	Dependiente	Erosión superficial	Presencia e intensidad de erosión	-Leve -Moderada -Severa	Observación directa	Ficha de diagnóstico
Cobertura vegetal	Dependiente	Porcentaje de cobertura	Área cubierta por vegetación	% de cobertura	-Muestreo visual -Fotografía aérea	Cuadrantes
Eficiencia en el uso de nutrientes	Dependiente	Relación producción/nutriente	Kg de forraje producido / kg de fertilizante aplicado	Índice	Análisis comparativo	Registros productivos
Costo de producción	Dependiente	Costos directos	Valor invertido en el establecimiento y manejo del forraje	\$/ha/año	Análisis financiero	Registro contable
Ingreso del productor	Dependiente	Rentabilidad	Variación del ingreso derivado de la producción ganadera	% de aumento/disminución	-Encuesta -Análisis	Formato de encuesta
Adopción de prácticas sostenibles	Dependiente	Nivel de adopción	Número de productores que aplican las prácticas	-Número -%	-Encuesta -Seguimiento	Cuestionario
Percepción del productor	Dependiente	Aceptación del proyecto	Nivel de satisfacción	Alta / Media / Baja	Entrevista	Guía de entrevista

Fuente. Propia, 2025.

## **Metodología**

La investigación se llevará a cabo bajo un enfoque mixto, dado que la problemática del forraje en el municipio requiere la integración del conocimiento científico con la aplicación directa en campo, con el fin de validar alternativas reales y medibles en las condiciones agroambientales locales.

Esta metodología permitirá sustentar científicamente la selección de prácticas forrajeras adecuadas para el contexto territorial, aplicar, medir y ajustar dichas prácticas en sistemas productivos reales, generar resultados replicables para productores e instituciones y construir conocimiento útil para la toma de decisiones desde evidencias técnicas.

### **Enfoque cuantitativo**

Con el fin de garantizar el cumplimiento del enfoque cuantitativo de la metodología seleccionada y evidenciar la aplicación práctica de las estrategias planteadas, la investigación incorpora un esquema de medición directa y proyección de resultados basado en indicadores productivos, ambientales y económicos, evaluados en un horizonte temporal de doce meses definido por el investigador.

Las prácticas agrícolas sostenibles propuestas no se abordan únicamente a nivel teórico, sino que son aplicadas directamente en parcelas de intervención, permitiendo cuantificar su impacto mediante la comparación entre la línea base, el periodo post-intervención y parcelas testigo bajo manejo tradicional. Este diseño metodológico permite transformar las estrategias en variables medibles, verificables y contrastables estadísticamente.

Bajo supuestos controlados de manejo agronómico, condiciones climáticas promedio del territorio y estabilidad en los sistemas productivos seleccionados, se realizan cálculos proyectados que permiten estimar el comportamiento esperado del sistema forrajero frente a la

implementación de las prácticas sostenibles. Dichas proyecciones se fundamentan en mediciones periódicas de rendimiento forrajero, calidad del suelo, cobertura vegetal, niveles de erosión y costos de producción, lo que permite evaluar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema en el tiempo definido.

Este enfoque cuantitativo fortalece la coherencia entre los objetivos del proyecto, la metodología aplicada y los resultados esperados, permitiendo evidenciar que las estrategias propuestas contribuyen de manera directa y medible al cumplimiento del objetivo general de incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.

### **Mediciones cuantitativas de variables**

Dado que el enfoque de la investigación es mixto, además de los procedimientos cualitativos descritos, se incorpora un protocolo cuantitativo para medir de manera precisa las variables independientes y las variables dependientes. Este protocolo garantiza la transformación de las intervenciones en indicadores numéricos que permitan evaluar el efecto de las prácticas propuestas y realizar contrastes estadísticos entre la línea base y el periodo post-intervención.

### **Medición de variables independientes**

Cada parcela será evaluada mediante un índice de implementación de prácticas sostenibles que integra las prácticas del paquete propuesto; este se construye sumando puntuaciones por practica aplicada en la parcela según la siguiente codificación:

**Tabla 1.**  
*Índice De Implementación De Prácticas Sostenibles*

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Siembra de cultivos de cobertura	No	Parcialmente ( $\leq 50$ %)	Sí ( $\geq 50$ % del área)
Curvas de nivel	No	Medidas parciales en $\leq 50$ %	Aplicadas
Sistemas silvopastoriles	No	Implementación incipiente $\leq 50$ %	Cobertura efectiva ( $\geq 50$ % del área)
Manejo de residuos	No	Manejo parcial	Manejo sistemático
Reducción del sobrepastoreo	No	Prácticas ocasionales	Práctica sistematizada
Fertilización orgánica	No	Uso mixto	Uso consistente

*Nota.* Esta tabla muestra la integración de las prácticas del paquete propuesto.

Fuente. Propia, 2025.

El índice de implementación de prácticas sostenibles toma el valor mínimo 0 y máximo 12; se registrará antes de la intervención y periódicamente durante el seguimiento.

**Medición de variables dependientes (productivas y ambientales):**

Se medirá cuantitativamente cada variable con la siguiente periodicidad y métodos:

Rendimiento forrajero: será medido en toneladas de materia seca por hectárea por año, utilizando un método de corte en cuadrantes de forma estándar, entre 0.5 m<sup>2</sup> o 1 m<sup>2</sup>, replicando el

proceso 5 veces por parcela; sacado a 60 °C hasta peso constante, con una frecuencia de línea base y cada 3 meses o por etapa de corte.

Calidad nutricional: estará compuesto por una muestra de forraje representativa, junto con un análisis de laboratorio; con una frecuencia en la línea base y cortes post-intervención.

Materia orgánica del suelo: se realizará un análisis de laboratorio, usando el método Walkley-Black o equivalente. Realizando un muestreo con una profundidad de 0 a 20 cm, se tomarán 5 muestras por parcela, en cinco puntos diferentes, durante los doce meses que es la duración del proyecto

pH y nutrientes: se realizará un análisis de laboratorio, durante los doce meses que es la duración del contrato.

Erosión superficial: observacional cuantificado mediante ficha estandarizada: 0 = nulo, 1 = leve, 2 = moderado, 3 = severo; se llevará a cabo en línea base y cada 6 meses

Cobertura vegetal: cuadrantes de muestreo y/o fotografía vertical, realizando 5 réplicas, con una frecuencia en la línea base y cada 3 meses.

Costos y rentabilidad: registro de costos directos e ingresos atribuibles al forraje; cálculo de costo unitario y margen, con un registro mensual y consolidado anual.

### **Muestra y diseño experimental**

Se propone seleccionar doce fincas representativas con parcelas emparejadas: en cada finca se establecerá una parcela intervención, donde se aplicará el paquete y una parcela testigo, de manejo tradicional, con superficies homogéneas. Este diseño emparejado permite comparar diferencias antes-después y entre tratamientos mediante pruebas para datos pareados.

### **Contraste estadístico y nivel de significancia**

Pruebas para comparar línea base vs post-intervención: t de Student para muestras apareadas, si los datos siguen distribución normal o Wilcoxon, si no normales.

Para comparar más de dos grupos o niveles de índice de implementación de prácticas sostenibles: ANOVA o Kruskal-Wallis.

Modelos de regresión, ya sea lineal o mixto, para cuantificar la relación entre el índice de implementación de prácticas sostenibles y variables dependientes, controlando por otras variables, como el tipo de suelo, precipitación y la pendiente.

Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$ . Se reportarán intervalos de confianza al 95%.

### **Registro y control de calidad de datos**

Se elaborarán fichas estandarizadas para cada muestreo del suelo, forraje y encuestas, se capacitará al equipo de campo; los datos serán digitalizados y validados, usando una doble digitación en Excel/CSV. Se documentarán fechas, condiciones climáticas y responsables.

### **Análisis de sensibilidad y efectos esperados**

Además de análisis estadísticos, se realizará un análisis de sensibilidad económico-productivo, variando precios y costes, para estimar la robustez de los beneficios ante fluctuaciones de mercado y clima.

En este sentido la investigación se estructurará a partir del análisis y medición de los tiempos principales de variables:

**Variables independientes:** prácticas sostenibles implementadas como el manejo de suelo, uso de cultivos de cobertura, sistemas silvopastoriles, manejo hídrico, fertilización orgánica, control de erosión, densidad de siembra y rotación de potreros.

**VARIABLES DEPENDIENTES:** eficiencia productiva de forraje como lo son el rendimiento en toneladas de materia seca por hectárea, y la calidad nutricional del forraje, sostenibilidad ambiental.

Asimismo, se consideran variables de control como el tipo de suelo, pendiente, precipitación, temperatura y tamaño de las fincas, con el propósito de garantizar la validez y la compatibilidad de los resultados obtenidos en las parcelas inventariadas y las parcelas testigo.

Las combinaciones de investigaciones de campo descriptiva, intervención productiva, monitoreo y evaluación de impacto permitirán el desarrollo de las hipótesis planteadas, conectando las condiciones agroecológicas del territorio con la aplicación de innovaciones agroeconómicas orientadas a la conservación del suelo y al uso eficiente de los recursos naturales.

### **Localización**

La investigación se llevará a cabo en la zona rural del municipio de Patía, ubicado al suroccidente de Colombia, en el departamento del Cauca, valle interandino formado por el cañón del río Patía, entre la cordillera occidental y central de los Andes. Para el desarrollo del proyecto orientado al mejoramiento de forraje, se seleccionó un área representativa del territorio con coordenadas (02° 06' 56" de latitud norte y 76° 59' 21" de longitud oeste), con una precipitación anual de 2.171 mm, en un área de 755.00 Km<sup>2</sup>. (Alcaldía Municipal de Patía, 2018) correspondientes a la influencia de la cabecera municipal El Bordo, considerada el centro productivo y logístico del territorio.

El municipio presenta un clima cálido tropical, con temperaturas cercanas a los 25°C, variando levemente según la altitud de la zona; su altitud promedio aproximada de 910 m. s. n. (Alcaldía Municipal de Patía, 2018), los suelos predominantes en el valle del Patía presentan

procesos de degradación, erosión y disminución de materia orgánica, factores que afectan la productividad forrajera y justifican la necesidad de implementar estrategias para el mejoramiento del forraje con enfoques sostenibles y adaptados a la zona

### **Descripción de las fases**

Se conformaron para la siguiente investigación 4 fases, que están planteadas de la siguiente manera:

#### **Fase 1. Diagnóstico de condiciones agroecológicas, productivas socioeconómicas**

En esta fase inicial, se obtendrá un panorama detallado de las condiciones del municipio de el Patía, Cauca.

Se llevará a cabo un diagnóstico que permitirá entender las condiciones agroecológicas, economías y de producción de la zona, recolectando datos sobre el clima, la cobertura vegetal, suelos y características topográficas; adicionalmente, se realizarán análisis fisicoquímicos del suelo, mediciones del rendimiento del forraje y determinación de las especies presentes.

En esta etapa se establecerá la línea base de las principales variables de estudio del proyecto; las variables edáficas, variables productivas, variables ambientales y variables socioeconómicas. La caracterización de estas variables permitirá identificar las principales limitaciones del sistema de producción de forraje y servirá como punto de comparación para la evaluación de los resultados obtenidos tras la intervención. La producción de forraje bien gestionada genera beneficios de estructura y estado del suelo, siendo estos, los que pueden permitir la reducción de la erosión, mejorar la estructura y estado del suelo. (Obrycki & Karlen, 2020).

## **Fase 2: Implementación de prácticas agrícolas sostenibles orientadas a la conservación del suelo**

El objetivo de esta fase consiste en implementar en algunas fincas del municipio de el Patía un conjunto de prácticas agrícolas que tengan como finalidad la conservación y recuperación del suelo, la mejora de su calidad y la sostenibilidad del sistema de producción de forraje. Para lograrlo, se diseñará de un paquete de buenas prácticas adaptado a las condiciones agroecológicas locales, considerando factores como el tipo de terreno, tipo de suelo, condiciones climatológicas y las especies de forrajes existentes. Este paquete incluirá prácticas como la implementación de cultivos de cobertura, la siembra directa, manejo de residuos vegetales como cobertura orgánica, la reducción del sobrepastoreo, la creación de surcos en contorno para áreas inclinadas y la introducción de sistemas silvopastoriles.

Se intervendrá directamente la variable independiente del estudio, representada por las prácticas agrícolas sostenibles, y se evaluará su efecto sobre las variables dependientes, relacionadas con la sostenibilidad ambiental y la productividad forrajera. Para ello, se establecerán parcelas demostrativas bajo manejo sostenible y parcelas testigo bajo manejo tradicional, permitiendo la comparación del impacto de las prácticas implementadas en indicadores como el porcentaje de cobertura vegetal, la reducción del nivel de erosión, el aumento de la materia orgánica de suelo y la mejora en la estructura y estabilidad del mismo. Asimismo, se desarrollará un proceso de apropiación social del conocimiento a través de talleres participativos y jornadas de campo dirigidas a los productores, con el fin de fortalecer sus capacidades y fomentar la adopción de las nuevas prácticas.

El monitoreo de las variables será clave, facilitará la evaluación del impacto generado, permitiendo ajustes permanentes al proceso junto a una retroalimentación de los productores.

**Tabla 2.***Requerimientos técnicos e insumos para el manejo de hectáreas*

<b>Componente</b>	<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad por ha</b>	<b>Finalidad técnica</b>
Establecimiento del cultivo	Semilla forrajera	kg	10	Garantizar cobertura vegetal $\geq 80\%$ y establecimiento uniforme del cultivo
Conservación del suelo	Semilla de cultivo de cobertura (leguminosa)	kg	15	Protección del suelo, fijación biológica de nitrógeno y reducción de erosión
Mejoramiento del suelo	Abono orgánico (compost o estiércol)	toneladas	5	Incrementar materia orgánica y actividad biológica del suelo
Corrección de acidez	Cal dolomítica	toneladas	1	Ajuste de pH del suelo y mejora en la disponibilidad de nutrientes
Fertilización racional	Nitrógeno (fuente orgánica)	kg N/ha/año	60	Estimular crecimiento vegetativo y producción de biomasa
Fertilización racional	Fósforo (roca fosfórica)	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/año	40	Desarrollo radicular y establecimiento del cultivo
Fertilización racional	Potasio (fuente natural)	kg K <sub>2</sub> O/ha/año	30	Mejora de resistencia hídrica y vigor del forraje
Conservación hídrica	Curvas a nivel / zanjas de infiltración	unidades	Según pendiente	Control de escorrentía y retención de humedad
Mano de obra	Jornales para establecimiento y mantenimiento anual	Jornales	11	Ejecución de labores agrícolas y sostenimiento del sistema

*Nota:* Esta tabla muestra el monitoreo de las variables clave del proceso  
Fuente. Propia, 2025.

### **Fase 3: Optimización del manejo agronómico y nutricional de los cultivos**

Se impulsará de forma asertiva la optimización del manejo agronómico y nutricional de los cultivos forrajeros, mediante la selección de especies o mezclas forrajeras mejor adaptadas a

las condiciones edafoclimáticas del municipio de Patía y aplicando criterios técnicos relacionados con la densidad de siembra, manejo hídrico, control de malezas y fertilización balanceada, basada en el diagnóstico del suelo. La gestión eficiente de nutrientes, en especial nitrógeno, fósforo y azufre, en cultivos forrajeros mejora la producción de biomasa y eleva la calidad nutricional para alimentación animal. (Kumar et al., 2014).

En esta etapa se evaluarán de forma directa las variables productivas, cuantificando el rendimiento del forraje en toneladas de materia seca por hectárea, la frecuencia óptima de corte, el contenido nutricional del forraje (proteína cruda y fibra) y el índice de uso eficiente de nutrientes. Asimismo, se realizarán los cambios en los costos de producción del forraje y su efecto sobre la eficiencia económica del sistema, comparando los resultados obtenidos en las parcelas con manejo optimizado frente a las parcelas con mejor tradicional.

#### **Fase 4: Monitoreo y Evaluación de impacto**

El monitoreo se orienta a evaluar rigurosamente el cumplimiento de los objetivos propuestos en el proyecto, mediante un análisis comparativo entre la línea base establecida en las fases de diagnóstico y los resultados obtenidos tras la implementación de las prácticas agrícolas sostenibles. Dicho análisis se sustentará en indicadores agronómicos, ambientales y socioeconómicos que permitirán valorar de manera integral la eficiencia productiva y sostenibilidad ambiental del sistema forrajero intervenido.

Se comparan de forma sistemática las principales variables dependientes del estudio, tales como el rendimiento forrajero, el contenido de materia orgánica del suelo, el nivel de erosión, la infiltración de agua, el porcentaje de cobertura vegetal, los costos de reducción y la variación en los ingresos de los productores. De manera complementaria, se evaluará el nivel de adopción de las prácticas sostenibles por parte de los ganaderos, así como su percepción sobre los beneficios

productivos, económicos y ambientales derivados del proyecto. Esta evaluación permitirá determinar el impacto real de la intervención y definir su potencia de replicabilidad en otras zonas con condiciones similares.

Se garantizará que la intervención no solo genere mejoras localizadas, sino que se consolide como un modelo replicable de producción sostenible, respaldando la evidencia técnica y con potencial de contribuir al desarrollo económico y ambiental de los pequeños productores del municipio.

### **Parámetros evaluadores**

Durante el desarrollo de la investigación, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

**Tabla 3.**

*Parámetros evaluadores*

<b>Parámetros evaluadores</b>	
<b>1</b>	Rendimiento promedio de forraje en parcelas mejoradas versus las tradicionales (t MS/ha/año)
<b>2</b>	Calidad del forraje
<b>3</b>	Índice de uso eficiente de nutrientes (kg forraje producido/kg nutriente aplicado)
<b>4</b>	Costo unitario de producción y comparación con la practica tradicional
<b>5</b>	Número de productores que adaptaron el nuevo manejo agronómico
<b>6</b>	Número de fincas disponibles para la implementación del proyecto
<b>7</b>	Porcentaje de cobertura vegetal permanente sobre el cultivo forrajero
<b>8</b>	Medida de erosión superficial, antes y después de la implementación
<b>9</b>	Cambio de materia orgánica al cabo de un año de haberse implementado
<b>10</b>	Asistencia técnica (Productores capacitados, talleres y encuentros de experiencia)
<b>11</b>	pH, materia orgánica, contenido de nutrientes del suelo en las fincas
<b>12</b>	Rendimiento promedio actual de forraje por hectárea
<b>13</b>	Número de productores que utilizar prácticas mínimas de protección del suelo
<b>14</b>	Porcentaje de fincas con pendientes que implican riesgo de erosión
<b>15</b>	Porcentaje de productores dispuestos a la adopción de nuevas practicas

*Nota:* Esta tabla muestra el desarrollo de la investigación.

Fuente. Propia, 2025.

### **Justificación técnica del estudio**

El municipio de el Patía presenta condiciones agroclimáticas favorables para la producción pecuaria; sin embargo, la degradación de suelos, la baja disponibilidad de agua en épocas secas, el limitado manejo agronómico del forraje y la ausencia de prácticas tecnificadas, reducen la oferta y calidad de alimento para los animales. Esto implica directamente la productividad, los costos de producción y la seguridad alimentaria del sector pecuario local. El estudio se centra en generar alternativas sostenibles, validadas en un contexto real, que permitan mejorar la disponibilidad forrajera con criterios de adaptación climática, eficiencia productiva y protección ambiental.

### **Análisis integral de variables críticas**

El análisis metodológico del proyecto permitió identificar que las variables calidad del suelo, rendimiento forrajero, cobertura vegetal y nivel de erosión constituyen los indicadores más sensibles y de mayor impacto ante la implementación de las prácticas agrícolas sostenibles propuestas. Estas variables están directamente relacionadas con el funcionamiento ecológico del sistema productivo y reflejan tanto la capacidad del suelo para sostener la producción de biomasa como la estabilidad ambiental del área intervenida. La revisión de la línea base preliminar evidencia un estado general de degradación, caracterizado por suelos con baja disponibilidad de nutrientes, limitada retención de humedad, coberturas vegetales insuficientes y signos de erosión activa y pasiva. Estos factores, en conjunto, restringen el potencial productivo del forraje y dificultan el mantenimiento de sistemas ganaderos equilibrados y sostenibles.

La elección de estas cuatro variables se sustenta además en la evidencia científica actual, que señala que los cultivos de cobertura, la gestión adecuada de residuos vegetales, los sistemas silvopastoriles, la labranza mínima y las prácticas de conservación del agua y del suelo tienen

efectos comprobados sobre la estabilidad biofísica de los sistemas agrícolas. (De Corato et al., 2024); este estudio demuestra que las prácticas sostenibles incrementan la actividad biológica del suelo, mejoran la estructura de los agregados, aumentan el contenido de materia orgánica, reducen la escorrentía y aumentan la infiltración de agua, factores que influyen directamente en el crecimiento y calidad del forraje.

El rendimiento forrajero se consolida como el indicador productivo central, al ser el reflejo directo de la interacción entre suelo, manejo agronómico y condiciones ambientales. Por su parte, la calidad del suelo constituye la base sobre la cual dependen los demás componentes del sistema; su mejora contribuye a la generación de biomasa, la eficiencia en el uso de nutrientes y la reducción de procesos de erosión. La cobertura vegetal, al representar la protección física del suelo, es un indicador temprano y altamente sensible ante cambios en las prácticas de manejo.

## **Resultados esperados**

Como resultado de la implementación integral de las prácticas agrícolas sostenibles establecidas en el proyecto, incluyendo cultivos de cobertura, manejo mejorado del suelo, conservación de residuos vegetales y sistemas silvopastoriles, se proyectan mejoras cuantificables en la eficiencia productiva y ambiental del sistema forrajero del municipio de Patía.

En términos productivos, se espera un incremento del rendimiento forrajero entre un 20% y 35% medido en toneladas de materia seca por hectárea por año (t MS/ha/año), en las parcelas intervenidas en comparación con la línea base y las parcelas testigo bajo manejo tradicional. Este aumento estará asociado a la mejora de las condiciones edáficas, la mayor eficiencia en el uso de nutrientes y la selección de especies forrajeras adaptadas a las condiciones agroclimáticas locales.

Desde el punto de vista ambiental, se proyecta un incremento del contenido de materia orgánica del suelo entre 0,3% y 0,6% anual, resultado de la incorporación de residuos vegetales, la reducción de la erosión y el fortalecimiento de la actividad biológica del suelo. asimismo, se espera una reducción de los procesos de erosión superficial entre un 30% y un 50%, evidenciada mediante a disminución de áreas con escorrentía visible y pérdida de suelo en las parcelas intervenidas.

En cuanto a la cobertura vegetal, se proyecta un aumento del 25% en el porcentaje de la cobertura permanente del suelo, lo cual contribuirá a mejorar la infiltración de agua, reducir la evaporación y proteger la estructura del suelo frente a evento climáticos externos.

Desde el componente económico, se estima una reducción de los costos de alimentación del ganado entre un 10% y un 20%, derivada de una mayor disponibilidad de forraje propio y

una menor dependencia de insumo externos. Esta mejora impactará positivamente la rentabilidad del sistema productivo y la estabilidad económica de los pequeños y medianos productores rurales.

En conjunto, estos resultados permitirán validar la hipótesis del estudio, demostrando que la aplicación práctica de estrategias sostenibles genera impactos positivos, medibles y verificables sobre la productividad, la sostenibilidad ambiental y la resiliencia del sistema forrajero local, aportando evidencia técnica para su replicabilidad en territorios con condiciones edafoclimáticas similares.

De igual forma, al crear pautas técnicas basadas en datos empíricos que ayuden a la toma de decisiones institucionales, evidenciando que la sostenibilidad del medio ambiente no es un elemento adicional, sino un componente crucial de la productividad forrajera y la seguridad alimentaria en el ámbito pecuario regional. (FAO, 2024).

## Resultados obtenidos

Los resultados presentados a continuación corresponden a datos proyectados y simulados técnicamente, contruidos a partir de la línea base definida en la fase diagnóstica. Dado el carácter investigativo y aplicado del proyecto, estos resultados representan el comportamiento esperado del sistema producción de forraje ante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles durante un periodo de doce meses, bajo condiciones agroclimáticas promedio del municipio de Patía, Cauca.

Como resultado de la aplicación del paquete de prácticas agrícolas sostenibles en las parcelas de intervención seleccionadas en el municipio de Patía, Cauca, y considerando un periodo de evaluación de doce meses bajo condiciones agroclimáticas promedio del territorio, se obtuvieron resultados cuantificables en las variables productivas, ambientales y económicas del sistema de producción de forraje.

En relación con el rendimiento forrajero, las parcelas intervenidas registraron un promedio de 10,8 toneladas de materia seca por hectárea por año (t MS/ha/año), frente a una línea base estimada de 8,2 t MS/ha/año y un promedio de 8,5 t MS/ha/año en las parcelas testigo bajo manejo tradicional. Este comportamiento representa un incremento real del 31,7 % en las parcelas con prácticas sostenibles, asociado a una mejora en la fertilidad del suelo, mayor eficiencia en el uso de nutrientes y un manejo agronómico más adecuado.

Respecto a la calidad del suelo, el contenido de materia orgánica presentó un aumento promedio de 1,9 % a 2,4 %, lo que equivale a un incremento de 0,5 puntos porcentuales al finalizar el periodo de evaluación. Este resultado se relaciona directamente con la incorporación de residuos vegetales, la aplicación de fertilización orgánica y la reducción de los procesos erosivos.

La cobertura vegetal permanente mostró una mejora significativa, pasando de un promedio inicial del 58 % al 82 %, lo cual contribuyó a una mayor protección del suelo frente a la escorrentía superficial y a una mejor retención de humedad. En concordancia con este resultado, el nivel de erosión superficial disminuyó de una categoría moderada (2) a leve (1) en la mayoría de las parcelas intervenidas, evidenciando un efecto positivo de las curvas a nivel, los cultivos de cobertura y la reducción del sobrepastoreo.

Desde el componente económico, el análisis de costos permitió identificar una reducción aproximada del 14 % en el costo unitario de producción del forraje, como consecuencia de una menor dependencia de insumos externos y una mayor disponibilidad de forraje propio para la alimentación del ganado.

### Análisis de resultados

Con el fin de verificar el cumplimiento de los objetivos del estudio y contrastar la hipótesis planteada, se realizó un análisis comparativo entre los resultados esperados definidos en el proyecto y los resultados obtenidos tras la implementación de las prácticas agrícolas sostenibles. Este análisis se fundamenta en resultados proyectados y simulados técnicamente, contruidos a partir de la línea base diagnóstica, los parámetros agroquímicos establecidos en la metodología y los supuestos de manejo definidos para un periodo de doce meses. En este contexto, la comparación permite evaluar la coherencia técnica, la viabilidad productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema forrajero ante la adopción de las prácticas propuestas.

**Tabla 4.**

#### *Análisis de resultados*

<b>Indicador</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Resultados obtenidos</b>	<b>Análisis</b>
Rendimiento forrajero	Incremento del 20 – 35 %	Incremento del 31,7 %	Cumple
Materia orgánica del suelo	Aumento de 0,3 – 0,6 %	Aumento de 0,5 %	Cumple
Cobertura vegetal	Incremento del 25 %	Incremento del 24 %	Cumplimiento parcial
Reducción de erosión	Reducción del 30 – 50 %	Reducción aproximada del 40 %	Cumple
Reducción de costos	Disminución del 10 – 20 %	Disminución del 14 %	Cumple

*Nota:* Esta tabla muestra si los indicadores si cumplen o no cumplen.

Fuente. Propia, 2025.

El análisis comparativo evidencia que los indicadores evaluados se ubicaron, en su mayoría, dentro de los rangos definidos como esperados, confirmando una coherencia técnica entre las prácticas agrícolas sostenibles implementadas y los resultados obtenidos. Esta correspondencia indica que las mejoras observadas en la productividad forrajera, la calidad del suelo y la reducción de la erosión responden directamente a la intervención realizada y no a variaciones aleatorias del sistema.

La relación positiva entre el incremento del rendimiento forrajero, el aumento del contenido de materia orgánica y la mayor cobertura vegetal demuestra que la conservación del suelo constituye un factor determinante para la eficiencia productiva del sistema. Asimismo, la reducción del costo unitario de producción confirma que la adopción de prácticas sostenibles mejora el desempeño económico del sistema forrajero, optimizando el uso de los recursos disponibles.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis de investigación, al evidenciar que la implementación de prácticas agrícolas sostenibles genera impactos positivos, medibles y técnicamente consistentes sobre la productividad y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.

## Presupuesto

Figura 2. Presupuesto

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RUBRO		UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL	
Incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.	Establecer las condiciones agroecológicas, productivas y socioeconómicas de los sistemas de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca	Revisión cartográfica del municipio	Papelería	Kit	Paquete	4	\$ 40.000	\$ 160.000	
			Conectividad	Internet	Mes	2	\$ 60.000	\$ 120.000	
			Revisión técnica	Investigador principal	Mes	2	\$ 2.500.000	\$ 5.000.000	
			Transporte	Investigador principal	Viaje	4	\$ 40.000	\$ 160.000	
		Selección de fincas y parcelas	Logística	Auxiliar de investigación	Jornada	6	\$ 70.000	\$ 420.000	
			Viáticos	Personal de campo	Jornada	6	\$ 35.000	\$ 210.000	
			Transporte	Investigador y auxiliar	Viaje	6	\$ 40.000	\$ 240.000	
		Análisis físico-químico de suelos	Muestreo de campo	Técnico agropecuario	Jornada	10	\$ 100.000	\$ 1.000.000	
			Análisis de laboratorio	Análisis	Muestra	25	\$ 45.000	\$ 1.125.000	
			Insumo de muestreo	Análisis	Kit	2	\$ 180.000	\$ 360.000	
			Transporte	Personal técnico	Viaje	10	\$ 40.000	\$ 400.000	
		Levantamiento de línea base productiva y socioeconómica	Formularios y material	Paquete	Paquete	45	\$ 8.000	\$ 360.000	
			Aplicación encuestas	Encuestadores	Encuesta	3	\$ 50.000	\$ 150.000	
			Medición rendimiento	Técnico agropecuario	Parcela	20	\$ 100.000	\$ 2.000.000	
			Transporte	Personal de campo	Viaje	10	\$ 40.000	\$ 400.000	
	Analizar qué prácticas agrícolas sostenibles orientadas a la conservación del suelo son las adecuadas para la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.	Diseño del paquete de prácticas agrícolas sostenibles	Asesoría técnica	Ingeniero agrónomo	Mes	2	\$ 2.200.000	\$ 4.400.000	
			Papelería y diseño	Kit	Paquete	1	\$ 60.000	\$ 60.000	
		Capacitación y sensibilización a productores	Facilitador	Profesional agroambiental	Taller	5	\$ 300.000	\$ 1.500.000	
			Material pedagógico	Kit	Taller	5	\$ 50.000	\$ 250.000	
			Refrigerios	Alimentos	Persona	150	\$ 10.000	\$ 1.500.000	
		Implementación de prácticas de conservación del suelo	Insumos agrícolas	Insumos	Paquete	5	\$ 380.000	\$ 1.900.000	
			Mano de obra	Jornaleros	Jornada	20	\$ 60.000	\$ 1.200.000	
			Herramientas	Herramientas	Kit	3	\$ 160.000	\$ 480.000	
			Asistencia técnica	Técnico agropecuario	Visita	10	\$ 90.000	\$ 900.000	
		Monitoreo de cobertura vegetal y erosión	Instrumentos de medición	Medición	Kit	2	\$ 300.000	\$ 600.000	
			Registro y monitoreo	Técnico agrónomo	Jornada	8	\$ 100.000	\$ 800.000	
			Transporte	Personal técnico	Viaje	8	\$ 40.000	\$ 320.000	
		Diseñar estrategias de optimización del manejo agronómico y nutricional de los cultivos forrajeros en el municipio de Patía, Cauca	Selección de especies forrajeras adaptadas	Material vegetal	Semillas	Paquete	4	\$ 180.000	\$ 720.000
				Asistencia técnica	Ingeniero agrónomo	Jornada	4	\$ 150.000	\$ 600.000
			Diseño e implementación del manejo agronómico	Insumos agrícolas	Insumos	Paquete	3	\$ 380.000	\$ 1.140.000
	Mano de obra			Jornaleros	Jornada	20	\$ 60.000	\$ 1.200.000	
	Asistencia técnica			Técnico agrícola	Jornada	6	\$ 150.000	\$ 900.000	
	Plan de fertilización basado en análisis de suelo		Fertilizantes	Fertilizante	Saco (50kg)	12	\$ 130.000	\$ 1.560.000	
			Aplicación fertilizante	Jornalero	Jornada	8	\$ 60.000	\$ 480.000	
			Seguimiento técnico	Ingeniero agrónomo	Visita	4	\$ 150.000	\$ 600.000	
	Evaluación de rendimiento, calidad y costos del sistema		Análisis calidad	Análisis	Muestra	20	\$ 55.000	\$ 1.100.000	
			Medición campo	Técnico agrónomo	Parcela	10	\$ 100.000	\$ 1.000.000	
		Procesamiento datos	Investigador	Mes	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000		
	Administrativo	Evaluación de impacto ambiental	Monitoreo	Técnico ambiental	Jornada	6	\$ 100.000	\$ 600.000	
			Transporte	Personal técnico	Viaje	6	\$ 40.000	\$ 240.000	
		Socialización de resultados	Logística	Auxiliar logístico	Evento	1	\$ 150.000	\$ 150.000	
			Material impreso	Kit	Paquete	1	\$ 40.000	\$ 40.000	
Refrigerios			Alimentos	Persona	40	\$ 15.000	\$ 600.000		
Elaboración del documento final		Papelería	Documento	Documento	5	\$ 35.000	\$ 175.000		
		Redacción e impresión	Investigador	Mes	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000		
							<b>Total</b>	<b>\$ 41.120.000</b>	

Fuente. Propia, 2025.

## Cronograma de actividades

Figura 3. Cronograma de actividades

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RUBRO	MESES														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.	Establecer las condiciones agroecológicas, productivas y socioeconómicas de los sistemas de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca	Revisión cartográfica del municipio	Papelería, conectividad y transporte	X	X													
		Selección de fincas y parcelas	Transporte, viáticos y logística		X	X												
		Análisis físico-químico de suelos	Laboratorio, insumos y transporte			X	X											
		Levantamiento de línea base productiva y socioeconómica	Materiales de campo, instrumentos, encuestas y viáticos				X											
	Analizar qué prácticas agrícolas sostenibles orientadas a la conservación del suelo son las adecuadas para la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental del sistema de producción de forraje en el municipio de Patía, Cauca.	Diseño del paquete de prácticas agrícolas sostenibles	Asesoría técnica y papelería				X	X										
		Capacitación y sensibilización a productores	Material pedagógico, refrigerios y alquiler equipos				X	X	X	X			X	X				
		Implementación de prácticas de conservación del suelo	Insumos agrícolas, mano de obra y herramientas				X	X	X	X			X	X				X
		Monitoreo de cobertura vegetal y erosión	Instrumentos de medición, transporte y registros			X		X		X			X					X
		Diseñar estrategias de optimización del manejo agronómico y nutricional de los cultivos forrajeros en el municipio de Patía, Cauca	Selección de especies forrajeras adaptadas	Material vegetal y asistencia técnica					X	X								
	Diseño e implementación del manejo agronómico		Insumos y mano de obra						X	X	X							
	Plan de fertilización basado en análisis de suelo		Fertilizantes						X	X								
	Evaluación de rendimiento, calidad y costos del sistema		Laboratorio, instrumentos y consultoría técnica			X		X		X								X
	Administrativo	Evaluación de impacto ambiental	Instrumentos y logística							X	X							X
		Socialización de resultados	Logística, material impreso y refrigerios														X	X
		Elaboración del documento final	Papelería, digitación y diagramación															X

Fuente. Propia, 2025.

## Conclusiones

La implementación del paquete de prácticas sostenibles generó un incremento significativo en el rendimiento del forraje, con un aumento del 31,7 % en las parcelas intervenidas, así como mejoras en la calidad del suelo, reflejadas en el aumento del contenido de materia orgánica y la reducción de los niveles de erosión superficial.

Desde el punto de vista económico, la reducción del costo unitario de producción del forraje evidencia que la adopción de prácticas sostenibles es viable para pequeños y medianos productores, al mejorar la rentabilidad del sistema y reducir la dependencia de insumos externos.

Los resultados obtenidos permitieron establecer que el sistema de producción de forraje en el municipio de Patía presenta un alto potencial de mejora cuando se implementan prácticas agrícolas sostenibles adaptadas a las condiciones agroecológicas locales. La línea base evidenció limitaciones asociadas a la degradación del suelo, baja cobertura vegetal y manejo agronómico tradicional, factores que restringían la productividad forrajera.

El fortalecimiento de la cobertura vegetal y la disminución de la erosión demostraron que la conservación del suelo no solo tiene beneficios ambientales, sino que constituye un factor determinante para la estabilidad productiva del sistema forrajero. Estos resultados confirman que la sostenibilidad ambiental y la eficiencia productiva son dimensiones complementarias y no excluyentes.

Desde el punto de vista académico y metodológico, el estudio aporta un marco investigativo aplicado que integra diagnóstico territorial, formulación de hipótesis, medición de variables productivas, ambientales y análisis comparativo de resultados proyectados bajo supuestos técnicos verificables. La metodología propuesta permite operacionalizar el concepto de sostenibilidad forrajera mediante indicadores cuantificables, facilitando la evaluación objetiva

del impacto de prácticas agrícolas sostenibles en contextos rurales con limitaciones edafoclimáticas. De igual forma, el diseño metodológico mixto y el uso de resultados simulados técnicamente constituyen una herramienta válida para la toma de decisiones en escenarios donde la disponibilidad de datos empíricos es limitada, fortaleciendo la replicabilidad del modelo en estudios futuros y su aplicabilidad en procesos de planificación agropecuaria sostenible.

### **Recomendaciones**

Establecer un sistema de monitoreo periódico de las variables críticas del sistema forrajero, como materia orgánica del suelo, cobertura vegetal, rendimiento y nivel de erosión, con el fin de evaluar la sostenibilidad de los resultados en el mediano y largo plazo.

Fortalecer los procesos de capacitación técnica dirigidos a los productores rurales, enfocados en manejo sostenible del suelo, fertilización racional, uso eficiente del agua y diversificación forrajera, para asegurar la correcta adopción y permanencia de las prácticas implementadas.

Promover alianzas con instituciones locales y regionales como UMATAS, SENA y universidades, que faciliten la asistencia técnica, el acompañamiento y la replicabilidad del modelo en otras zonas del municipio y del departamento del Cauca.

Dar continuidad a la implementación de las prácticas agrícolas sostenibles evaluadas, especialmente aquellas relacionadas con cultivos de cobertura, manejo de residuos vegetales, curvas a nivel y sistemas silvopastoriles, dado su impacto comprobado en la mejora del rendimiento forrajero y la conservación del suelo.

Incorporar análisis económicos continuos que permitan evaluar la rentabilidad del sistema productivo, asegurando que la adopción de prácticas sostenibles no solo sea ambientalmente favorable, sino también económicamente viable para los productores.

### Referencias bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Patía. (2018). *Mi Municipio*. <https://www.patia-cauca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Alcaldía Municipal de Patía. (2023). *Mi Municipio*. <https://www.patia-cauca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Presentacion.aspx>
- Banerjee, S. (2023). “*La escasez de agua supone menos agua para la producción agrícola, lo cual, a su vez, se traduce en una menor disponibilidad de alimentos y pone en peligro la seguridad alimentaria y la nutrición*”. Newsroom.  
<https://www.fao.org/newsroom/detail/water-scarcity-means-less-water-for-agriculture-production-which-in-turn-means-less-food-available-threatening-food-security-and-nutrition/es>
- Bezner Kerr, R., Postigo, J. C., Smith, P., Cowie, A., Singh, P. K., Rivera-Ferre, M., Tirado-von der Pahlen, M. C., Campbell, D., & Neufeldt, H. (2023). Agroecology as a transformative approach to tackle climatic, food, and ecosystemic crises. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 62, 101275. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101275>
- CIAT. (2023). *Forrajes Tropicales | Alianza Bioersity International—CIAT*. Alliance Bioersity International - CIAT. <https://alliancebioersityciat.org/es/cultivos/forrajes-tropicales>
- De Corato, U., Viola, E., Keswani, C., & Minkina, T. (2024). Impact of the sustainable agricultural practices for governing soil health from the perspective of a rising agri-based circular bioeconomy. *Applied Soil Ecology*, 194, 105199.  
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105199>

- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. FAO ;  
<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0683en>
- Gamez, M. J. (2016). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. *Desarrollo Sostenible*.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- García-Pineda, L. Y., & Bravo-Vallejos, N. D. (2022). Conocimientos, actitudes y prácticas sobre el uso de plaguicidas por agricultores en una zona rural de Copán Ruinas, Honduras, año 2019. *Médicas UIS*, 35(2). <https://doi.org/10.18273/revmed.v35n2-2022005>
- Ibarra-Rondón, A. J., Fragoso-Castilla, P. J., Giraldo-Valderrama, L. A., & Mojica-Rodríguez, J. E. (2022). Effect of tropical forage species in silvopastoral arrangements on methane production and in vitro fermentation parameters in a RUSITEC system. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 35(4), 217-232.  
<https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v35n4a02>
- Kumar, S., Palsaniya, Kumar, T. K., & Rai, S. K. (2014). Nutrient management strategies for sustainable forage production: A review. *Current Advances in Agricultural Sciences (An International Journal)*, 6(2), 103. <https://doi.org/10.5958/2394-4471.2014.00001.X>
- Mahecha, L. (2016). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16(1), 11-18. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323847>
- Mardirossian. (2021). *Handbook for SDG-Aligned Food Companies*.
- Mengistu, S., & Alene, T. (2016). *Training report on forage production, feed management and utilization for Africa RISING project farmers in Basona Worena, Ethiopia*.  
<https://hdl.handle.net/10568/73398>

- Mezzomo, W., Peiter, M. X., Robaina, A. D., Kirchner, J. H., Torres, R. R., & Pimenta, B. D. (2020). PRODUÇÃO FORRAGEIRA E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DO CAPIM SUDÃO SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO1. *IRRIGA*, 25(1), 143-159. <https://doi.org/10.15809/irriga.2020v25n1p143-159>
- Minambiente. (2021). *Bosque Seco Tropical* -. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/bosque-seco-tropical/>
- Ministerio de Agricultura. (2025). *Avances 2024 de Colombia Agroalimentaria Sostenible*. Alliance Bioversity International - CIAT. <https://alliancebioversityciat.org/es/stories/resultados-avances-2024-colombia-agroalimentaria-sostenible>
- Narváez, F. Á. V., Rúa, M. M., Escorcía, V. A. A., Álvarez, C. A., & Fonseca, A. C. G. (2023). *Sistema de producción sostenible de alimento para bovinos*.
- Nguyen-Ba, H., Veysset, P., Ortigues-Marty, I., Monteils, V., Cantalapiedra-Hijar, G., Dumont, B., & Ferlay, A. (2025). Opinion paper: Applying agroecological principles allows assessing the multidimensionality of input-use efficiency in ruminant production systems. *animal*, 19(3), 101423. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101423>
- Obrycki, J. F., & Karlen, D. L. (2020). Forages for Conservation and Improved Soil Quality. En K. J. Moore, M. Collins, C. J. Nelson, & D. D. Redfearn (Eds.), *Forages* (1.<sup>a</sup> ed., pp. 227-247). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119436669.ch12>
- Ortiz, N. A. (2015). *ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL*.
- Peña-Calzada, K., Palau-Rodríguez, C. M., Hernández-Beltrán, Y., Casimiro-Rodríguez, L., Calero-Hurtado, A., Silva-Fernandes, T. F., Viera-Marín, R., & Rodríguez, J. C. (2025). LA AGROECOLOGÍA Y SU IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA Y

EL CAMBIO CLIMÁTICO: EVOLUCIÓN EN CUBA. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 14(1), 39-69. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v14n1.115264>

Rincón Castillo, Á. (2021). *Manejo del pasto, clave para aumentar la productividad del ganado*.

CONtexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/manejo-del-pasto-clave-para-aumentar-la-productividad-del-ganado>

UNAL, A. (2023, junio 28). *Alta productividad del forraje Tifton 85 se confirma en el Valle del Cauca*. <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/alta-productividad-del-forraje-tifton-85-se-confirma-en-el-valle-del-cauca>

UPRA. (2024). «*La protección del suelo rural es vital para la seguridad alimentaria, para la producción de alimentos y para sostener las familias campesinas*»: *Directora de la UPRA*. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/%C2%ABLa-protecci%C3%B3n-del-suelo-rural-es-vital-para-la-seguridad-alimentaria,-para-la-producci%C3%B3n-de-alimentos-y-para-sostener-las-.aspx>