



LIBRO GUÍA PARA EL DIAGNÓSTICO Y MANEJO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS BAJO USO GANADERO, CASO LA PLATA, HUILA.

ISBN 978-958-15-0796-2



SENNova
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

NOVA
GRUPO DE INVESTIGACIÓN



Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Libro guía para el diagnóstico y manejo sostenible de los suelos bajo uso ganadero, caso La Plata, Huila / Daniel Rodríguez Acosta [y otros 5]. -- La Plata, Huila : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila, 2023.

1 recurso en línea (33 páginas : PDF).

Contenido: Metodología utilizada para la evaluación y diagnóstico de los suelos en los predios ganaderos, con el uso de la aplicación LandPKS -- Resultados generales del estado de los suelos ganaderos diagnosticados con la ayuda de la aplicación LandPKS -- Contextualización de los resultados de la evaluación y diagnóstico de los suelos y las condiciones del entorno -- Descripción de alternativas prácticas de sostenibilidad para los predios ganaderos.

ISBN: 978-958-15-0796-2 (Libro digital)

1. Suelos--La Plata (Huila, Colombia)--Análisis--Investigaciones 2. Agricultura sostenible 3. Ganadería I. Rodríguez Acosta, Daniel II. Clavijo Cabrera, Octavio III. Lobo Lujan, Deyanira IV. Parra Palechor, Laura Sofía V. Acue Cuetochambo, Maruja VI. Álvarez Rodríguez, Jesús Eduardo VII. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

CDD: 631.4

© Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

e-ISBN: 978-958-15-0796-2

Colombia, 2024

Libro Guía



El libro guía para el diagnóstico y manejo sostenible de los suelos bajo uso ganadero, caso La Plata, Huila es un producto del proyecto "Evaluación potencial del suelo utilizando tecnología móvil de acceso libre para la conservación y rehabilitación de predios ganaderos - SGPS-10771", que describe la metodología para evaluar el suelo con herramientas básicas, teniendo en cuenta en gran medida los protocolos de la aplicación LandPKS. Presenta los resultados generales de la evaluación del suelo con la interpretación respectiva y por último brinda una serie de alternativas para la sostenibilidad en tierras ganaderas del municipio de La Plata.



**Servicio Nacional De Aprendizaje SENA
Regional Huila
Centro De Desarrollo Agroempresarial Y Turístico Del Huila**

Jorge Eduardo Londoño Ulloa
Director General

Adriana Milena Gasca Cardoso
Directora (E) Regional Huila

Hernán Camilo Cerquera Florez
Subdirector (E) Centro de Desarrollo
Agroempresarial y Turístico del Huila

AUTORES

Daniel Rodríguez Acosta

Doctor en Agroindustria y Producción Agrícola
Sostenible
Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental
Ingeniero Forestal
Investigador Experto - SENA La Plata

Octavio Clavijo Cabrera

Medico Veterinario
Investigador Experto - SENA La Plata

Deyanira Lobo Lujan

Doctora en Ciencia del Suelo
Investigador Experto - Universidad Central de
Venezuela

Laura Sofía Parra Palechor

Tecnóloga en Gestión Empresarial
Investigador Junior - SENA La Plata

Maruja Acue Cuetocharombo

Tecnóloga en Gestión de Empresas Agropecuarias
Investigador Junior - SENA La Plata

Jesús Eduardo Álvarez Rodríguez

Aprendiz Tecnólogo en Prevención y Control
Ambiental - SENA La Plata

AGRADECIMIENTOS

Ganaderos de La Plata Huila

ASOGANPLAT

Darian Camilo Morales Sánchez

Francy Consuelo Vivas Guevara

Angie Lorena Quilindo Campo

Didier Martinez Sanchez

Diego Fernando Celis Rengifo

Julian Leal Villamil

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Daniel Fernando Vargas Vargas
Auxiliar Gestión Editorial

Yeny Alexandra Quichoya Penna

Aprendiz Tgo. Desarrollo de Medios Gráficos Visuales

Yenifer Johanna Quitian Petao

Aprendiz Tgo. Desarrollo de Medios Gráficos Visuales

COMITÉ EDITORIAL

Heimar Hernán Coronado Hernández
Dinamizador SENNOVA

William Orlando Triana Perdomo
Investigador Experto - SENA La Plata

Daniel Fernando Vargas vargas
Auxiliar Gestión Editorial



Tabla de contenido

Prólogo.....	5
Introducción.....	7
Capítulo 1. Metodología utilizada para la evaluación y diagnóstico de los suelos en los predios ganaderos, con el uso de la aplicación LandPKS.....	8
Capítulo 2. Resultados generales del estado de los suelos ganaderos diagnosticados con la ayuda de la aplicación LandPKS.....	14
Capítulo 3. Contextualización de los resultados de la evaluación y diagnóstico de los suelos y las condiciones del entorno.....	15
Limitaciones para el uso sostenible de los suelos en el Municipio de La Plata.....	17
Planificación del uso de la tierra en las fincas ganaderas del Municipio de La Plata.....	17
Manejo de las limitaciones para el uso sostenible de las tierras bajo uso ganadero en el Municipio de La Plata.....	18
I. Manejo sostenible de las tierras con gradientes de pendiente menores al 15%.....	18
II. Manejo sostenible de las tierras con gradientes de pendiente mayores al 15%.....	23
Capítulo 4. Descripción de alternativas prácticas de sostenibilidad para los predios ganaderos.....	23
Periodo de ocupación de pastoreo en cada potrero.....	23
Establo.....	23
Ubicación de saladeros y bebederos.....	24
Zona de descanso del ganado.....	24
Sistema silvopastoril.....	24
Diversificación de pastos.....	25
Agroforestería.....	25
Banco de proteína.....	26



Zona de reserva ecológica en el predio ganadero.....	26
Transformación de subproductos y residuos orgánicos.....	27
Compost de boñiga.....	27
Vermicompost.....	27
Bromatología, análisis foliar mineral, aforo y captación de CO ₂ de gramíneas mediante imágenes (RGB).....	28
Glosario.....	28
Referencias bibliográficas.....	32
Bibliografía del glosario.....	33

Prólogo

El suelo es esencial para la supervivencia humana, ya que es la base de la agricultura y la producción de alimentos, fibras, madera y cultivos energéticos, regula el flujo de agua de lluvia y actúa como filtro, proporciona el hábitat para millones de organismos, contribuyendo a la biodiversidad, suministra parte de los antibióticos para combatir enfermedades. Algunas veces utilizado como soporte físico de pueblos y ciudades, lugar de almacenamiento de desechos sólidos y filtro de aguas residuales.

Con un papel tan importante, es imperativo que gestionemos nuestros suelos para su productividad, sostenibilidad y salud a largo plazo. Al mismo tiempo, los suelos pueden ayudar a frenar los efectos adversos del cambio climático y hacernos más resilientes a fenómenos climáticos extremos como sequías e inundaciones.

Cada tipo de suelo tiene un conjunto único de características y propiedades físicas, químicas y mineralógicas. La evaluación de los suelos proporciona la información básica necesaria para tomar decisiones sobre el manejo que debe darse, es decir, planificar, diseñar e implementar prácticas de manejo, incluidas aquellas operaciones que deben combinarse para lograr un desempeño satisfactorio del suelo. Tal conocimiento puede ser un componente importante para la transferencia de tecnología por lo que la información sobre el uso y manejo de los suelos se puede difundir aplicando la experiencia de las áreas estudiadas y de las que tienen suelos similares y condiciones relacionadas.

La Plata, Huila, es un municipio con un alto potencial ganadero; sin embargo, la creciente degradación de los suelos limita en gran medida este tipo de uso de la tierra. Para poder abordar esta situación, y generar estrategias de manejo sostenible de los suelos, es necesario que el ganadero tenga información específica que le permita implementar las alternativas de manejo para garantizar la sostenibilidad del sistema de producción en sus predios.

De acuerdo con lo anterior, se planteó la elaboración de este libro guía, para poner a la disposición del productor una serie de herramientas que le sirvan para conocer tanto las limitaciones como las potencialidades de su finca ganadera. Para ello, se propone la implementación de un protocolo que le guiará para obtener la información del suelo a diferentes profundidades con la finalidad de realizar un diagnóstico in situ, valiéndose de la aplicación de telefonía móvil **LandPKS**, la cual es una herramienta valiosa para el registro y procesamiento de manera automática de los datos y obtener los resultados procesados del estado del suelo.

En este documento también se presenta la descripción de los resultados promedios de las variables de los suelos ganaderos de 87 predios del municipio de La Plata, con la cual el ganadero tendrá una interpretación sobre la capacidad de uso de su predio, con la información relevante que la sustenta. Por otra parte, de acuerdo con el diagnóstico general de los predios ganaderos, se presentan algunas opciones tecnológicas, para facilitar el manejo y conservación de los suelos, la cobertura, la producción en bienestar animal, el manejo del forraje entre otras variables productivas en fomento del desarrollo sostenible y la protección de los recursos naturales.

Dr. Daniel Rodríguez Acosta
Servicio Nacional de Aprendizaje
Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila



Libro guía Para
el diagnóstico y
manejo
sostenible de los
suelos bajo uso
ganadero, caso
La Plata, Huila.

Finca Casa Blanca
Vereda Bajo Retiro
Foto: Octavio Clavijo Cabrera

Libro guía para el diagnóstico y manejo sostenible de los suelos bajo uso ganadero, caso La Plata, Huila.

Introducción

Las pasturas han sido reconocidas por su contribución al ambiente, la recreación y la eficiencia en la producción de leche y carne, en las que la sostenibilidad en este sistema productivo es crucial para mantener la rentabilidad y un ambiente amigable, mientras se producen alimentos de alto valor económico destinados a la alimentación humana (Chaudhry, 2008). Los sistemas sostenibles de producción de pastizales, se definen como aquellos que a largo plazo mejoran la calidad ambiental y la base de recursos del sistema, al mismo tiempo que satisfacen las necesidades alimentarias humanas, de una manera económicamente viable y que mejora la calidad de vida tanto de los productores como de los consumidores (Sollenberger, 2008).

De acuerdo con el censo 2023 (ICA, 2023), el departamento del Huila cuenta 462.767 bovinos (1,56% del total nacional) distribuidos en 15.655 predios (2,52% del total nacional), correspondiendo al municipio de La Plata 15.655 bovinos en 869 fincas, 90,33% de estas con superficies entre 1 a 50 ha. El Departamento cuenta con 508.801 ha para la producción bovina, con un área no apta para este tipo de aprovechamiento del 42,27%. Esta situación llama la atención, por lo cual, se hace necesario la identificación de las características de los predios, especialmente a aquellas asociadas a la producción bovina, con el propósito de establecer las mejores alternativas de sostenibilidad. En el municipio de La Plata la precipitación promedio es de 1760 mm, con dos picos en los meses de abril y octubre (Corpoica, 2015).

En este sentido, cobra importancia que el ganadero disponga de las herramientas adecuadas para diagnosticar de manera básica su predio, como lo son las aplicaciones móviles de libre acceso, destinadas a contribuir con

la lucha contra la desertificación y la degradación de las tierras, de igual manera con guías sencillas para la identificación de las potencialidades y limitaciones de las tierras, así como de los sistemas productivos.

Por lo anterior, la aplicación **LandPKS** (Herrick et al., 2019), es un sistema aplicado que sirve como base para las evaluaciones de idoneidad de la tierra específicas de los cultivos o ganadería, conservación del suelo, sistemas agrícolas más sostenibles y estrategias para fortalecer la seguridad alimentaria, razón por la cual fue fundamental en el **Proyecto SGPS – 10771 del SENA**, realizado en el Municipio de La Plata, Huila, en donde se determinó la capacidad de uso de las tierras en 87 predios (241 puntos de evaluación ubicados en 31 veredas) (Figura 1), así como las restricciones de uso, lo cual servirá de base para el diseño de estrategias de manejo sostenible.

Esta guía proporciona información y datos sobre tecnologías para la gestión sostenible de la tierra diseñadas para abordar la degradación del suelo y aumentar la productividad. Por lo cual, puede ayudar al productor a descubrir soluciones sostenibles para la rehabilitación y sostenibilidad de sus predios.

Para seleccionar la mejor alternativa de sostenibilidad, teniendo en cuenta los resultados al aplicar el protocolo **LandPKS** en los predios ganaderos objeto de estudio, se debe abordar variables como: la textura de suelo, pH, estructura, pendiente, actividad biológica, tipo de degradación

de la tierra y cubierta terrestre. Con esta información se realiza la recomendación para las tecnologías relevantes, las cuales son descritas en forma breve, con los respectivos links en la bibliografía para que el usuario tenga acceso a información más detallada sobre los beneficios ambientales y económicos de cada una.

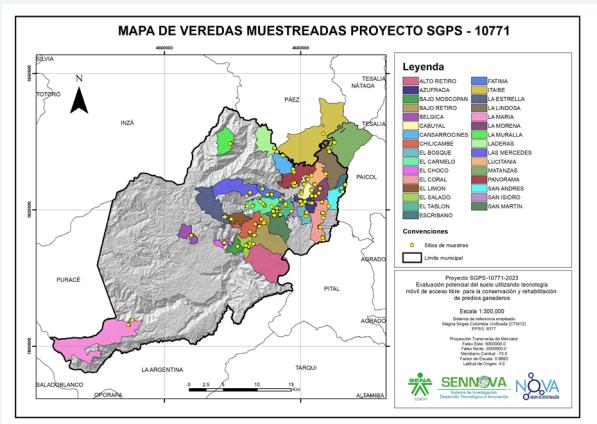


Figura 1. Predios ganaderos evaluados mediante el uso de la aplicación LandPKS.

Predios ganaderos: en el municipio de La Plata, la ganadería se encuentra en zonas planas onduladas y montañosas. De acuerdo con el Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria, (SIPRA), la aptitud para ganadería bovina es de 28.778 ha.

En la Figura 2 se pueden apreciar las estadísticas generales de las diferentes zonas (<https://sipra.upra.gov.co/nacional>).

En cuanto a la aptitud para la producción de leche bovina, el municipio cuenta con 28.897 ha, la cual no difiere de la aptitud para la producción de carne que representa un porcentaje alto de 35,5% del territorio del municipio (Figura 3).

Para mayor información, consulte el link: <https://sipra.upra.gov.co/nacional>.

Ubique su departamento, con el respectivo municipio, y seleccione la aptitud o tipo de uso de la tierra que sea de su interés consultar.

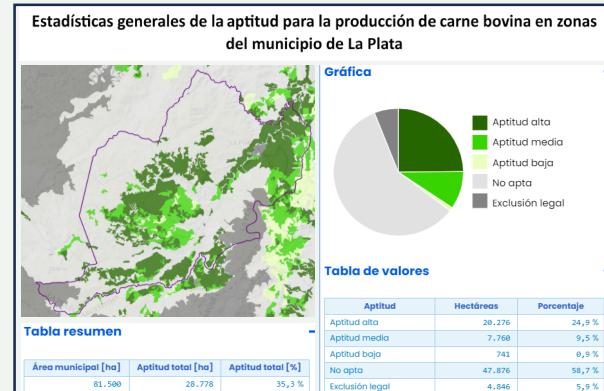


Figura 2. Aptitud de las tierras para la producción de carne bovina. Fuente: (SIPRA, 2023)

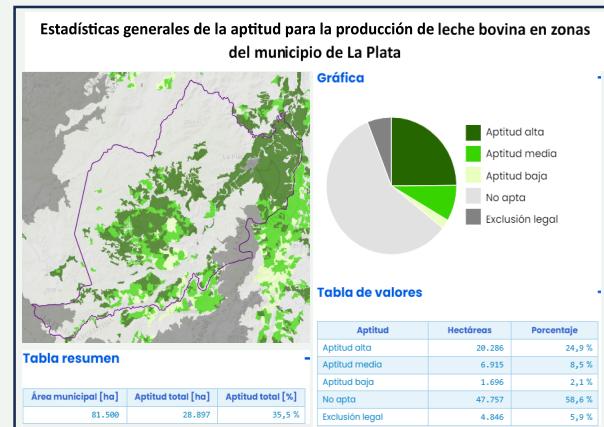


Figura 3. Aptitud de las tierras para la producción de leche. Fuente: (SIPRA, 2023)

Capítulo 1. Metodología utilizada para la evaluación y diagnóstico de los suelos en los predios ganaderos, con el uso de la aplicación LandPKS.

1. Selección de los puntos de muestreo.

En común acuerdo con el propietario se establecen los sitios (Figura 4) donde se realizarán 3 calicatas en un área máxima de una hectárea de la finca.





Figura 4. Calicatas en el área de muestreo

2. Ubicación geográfica. Se procede a realizar un registro de las coordenadas geográficas de cada sitio en el que se ubica la calicata, mediante la aplicación LandPKS (Figura 5).



Figura 5. Coordenadas geográficas en la aplicación LandPKS

3. Limpieza del área de la calicata. Para facilitar la apertura de la calicata se procede a eliminar la cobertura vegetal del área con machete (Figura 6) el área para realizar la apertura de cada una de las calicatas.



Figura 6. Limpia con machete

4. Apertura de Calicata. Se realiza un hoyo de 50 cm x 50 cm de ancho por 1,2 m de profundidad utilizando palín, barra y ahoyador (Figura 7) si el terreno lo permite.



Figura 7. Apertura de la calicata con barra

5. Macroorganismos. A medida que se abre la calicata se va chequeando el tipo de fauna (Figura 8) que se encuentra, o huellas de su presencia, tales como poros dejados por los organismos del suelo.



Figura 8. Ejemplo de macroorganismos encontradas en una calicata

6. Nivel freático. Se realiza un estudio observacional para verificar la presencia de agua dentro de la calicata (Figura 9) y determinar la profundidad a la que esta puede llegar en el subsuelo.



Figura 9. Ejemplo de nivel del agua en una calicata

7. Profundidad efectiva. Se mide la profundidad en el perfil del suelo hasta donde llegan las raíces de los pastos sin ningún impedimento (Figura 10).



Figura 10. Medición de profundidad efectiva

8. Limpieza del perfil. Se procede a escoger un perfil de la calicata, el cual se limpia con una brocha (Figura 11), para el proceso de evaluación de las características y propiedades del suelo.



Figura 11. Limpieza de perfil del suelo

9. Profundidad de muestreo. Para la evaluación de la clase textural del suelo se procede a medir en los siguientes rangos de profundidad para la extracción de muestras a ser evaluadas, de acuerdo a lo pautado en la aplicación LandPKS.

0-1 cm	1-10 cm	10-20 cm	20-50 cm	50-70 cm	70-100cm	100-120cm
--------	---------	----------	----------	----------	----------	-----------

Fuente: protocolo LandPKS

10. Extracción de las muestras. Mediante una espátula o palustre se extrae cada una de las muestras de suelo en los diferentes rangos de profundidad (Figura 12), para proceder a determinar la clase textural del suelo.



Figura 12. Extracción de muestras en el perfil de suelo

11. Disposición de las muestras de suelo. Cada muestra se sitúa en platos desechables reutilizables previamente marcados, para que no se mezclen (Figura 13).



Figura 13. Muestras de suelo extraídas a diferentes profundidades

12. Determinación de la clase textural. Para conocer la clase textural del suelo, se necesita como insumo base agua, contenida en un tarro con gotero. Y se realiza el procedimiento que se describe a continuación:

- Poner un puñado de la muestra en la mano, agregar agua y formar una bola (Figura 14).



Figura 14. Haciendo bola con la muestra de suelo

- Si el suelo forma una bola, el paso siguiente es, con la misma muestra hacer una cinta (Figura 15) y medir su longitud.



Figura 15. Haciendo cinta con la muestra de suelo

- Si el suelo forma una cinta, lo siguiente es colocar la muestra en la mano izquierda, aplicar agua y esparcirla completamente para determinar la sensación que genera el suelo al frotarlo (Figura 16) sobre la palma de la mano, e interpretar con los criterios de la tabla 1.



Figura 16. Sensación al tacto de la muestra de suelo

Tabla 1. Criterios para estimar la clase textural

Bola	Cinta	Largo Cinta	Sensación	TEXTURA
SI	SI	<2,5cm	Rasposa	Franco Arenosa
SI	SI	<2,5cm	Suave y raposo	Franca
SI	SI	<2,5cm	Suave	Franco Limosa
SI	SI	2,5 - 5cm	Rasposa	Franco Arcillo Arenosa
SI	SI	2,5 - 5cm	Suave y raposo	Franco Arcillosa
SI	SI	2,5 - 5cm	Suave	Franco Arcillo Limosa
SI	SI	>5cm	Rasposa	Arcillo-Arenosa
SI	SI	>5cm	Suave y raposo	Arcilla
SI	SI	>5cm	Suave	Arcillo-Limosa
NO	NO	-	-	Arena
SI	NO	-	-	Areno Franca

Fuente: Adaptado de la aplicación LandPKS

13. Olor. Se toma una muestra de suelo con la mano, de la profundidad a evaluar, para determinar su olor particular (Figura 17), cuyo significado se obtiene en la tabla 2.



Figura 17. Evaluación del olor del suelo

Tabla 2. Significado del olor del suelo, según LandPKS

TIPO DE OLOR	SIGNIFICADO
Fresco, dulce olor terroso	Terreno con buen drenaje, buena actividad biológica.
Pantanoso, olor mineral	Mal drenaje en el suelo.
Sin olor	Poca o nula actividad biológica en el suelo.

Fuente: Adaptado de la aplicación LandPKS

14. Estabilidad de agregados (EA). De acuerdo con el protocolo LandPKS, se refiere a la capacidad de los agregados del suelo para resistir el colapso frente a la labranza, erosión por el viento y por el agua. Para determinarla, se extrae una muestra de suelo a una profundidad entre los 0 - 15 cm y otra a los 15 - 30 cm, las cuales se deben dividir en agregados con diámetro entre 4 y 5 mm, es decir, pequeños terrones; y se procede a realizar los siguientes pasos.

- Llenar un tazón con agua (Figura 18).



Figura 18. Tazón con agua para sumergir la muestra de agregados del suelo

Recoger la muestra de agregados de suelo en un colador (Figura 19).



Figura 19. Agregados de suelo en colador

- Sumergir el colador en el tazón con agua por un minuto (Figura 20).



Figura 20. Muestra de suelo sumergida en agua para evaluar la estabilidad de agregados

- Sobre una superficie plana, dar vuelta al colador y volcar el contenido (Figura 21).



Figura 21. Muestra de agregados después de la sumersión en agua

Si los agregados se destruyen o desbaratan, se considera que no son estables, pero si se mantienen firmes y no se ve como una colada, es un suelo estable.

En tus manos está la sostenibilidad



15. pH. Aunque esta variable se puede medir con diferentes equipos portátiles, para el caso en particular se utilizaron tiras de celulosa (cintas de pH) debido a su fácil adquisición y disponibilidad para el ganadero. El protocolo consistió en extraer una muestra a la profundidad de 0 a 15 cm y otra a la profundidad de 15 a 30 cm. Luego se procedió a:

- En un tarro de 20 mL, se coloca una cucharada de muestra de suelo y se agrega agua destilada o agua neutra (pH 7), hasta completar el doble de la altura con respecto al suelo (Figura 22), luego se tapa y agita vigorosamente por 10 segundos, formando una suspensión suelo: agua.



Figura 22. Muestra de suelo y agua para medir pH

- Se deja sedimentar la suspensión por cinco minutos (Figura 23).



Figura 23. Muestra de suelo en suspensión para medir pH

- Luego, se introduce la cinta de pH (Figura 24) en el tarro con la mezcla de suelo y agua.



Figura 24. Cintas para medir pH

- De acuerdo con el color que tome la cinta de pH, se compara con la escala de colores (Figura 25), para determinar el pH del suelo.



Figura 25. Escala de colores para pH Fuente: Autores.

16. Actividad biológica. Se determina como un indicador de la presencia de materia orgánica en el suelo, para lo cual se extrae una muestra del perfil del suelo y se procede con los siguientes pasos. Las muestras del perfil se colocan en la misma secuencia de extracción, para formar una línea de muestras de suelo (Figura 26) y se procede a aplicar peróxido de hidrógeno (agua oxigenada, en el mercado) de 30 volúmenes (30 vol), y se deja actuar por un minuto.



Figura 26. Aplicación de peróxido de hidrógeno

Si la reacción del líquido con la muestra de suelo produce alta efervescencia (Figura 27), esta indica que el suelo tiene una alta actividad biológica, indicando alto contenido de materia orgánica.



Figura 27. Alta efervescencia en muestra del perfil de suelo

Si, por el contrario, la reacción del suelo muestra poca efervescencia (Figura 28) se asocia con baja actividad biológica y bajo contenido de materia orgánica. Si no hay efervescencia, indica nula actividad biológica.

Y se toma en cuenta la profundidad hasta la cual se encuentra actividad biológica.



Figura 28. Baja efervescencia en muestra del perfil de suelo



Capítulo 2. Resultados generales del estado de los suelos ganaderos diagnosticados con la ayuda de la aplicación LandPKS

A continuación, se realiza una descripción de los resultados de las variables evaluadas en los suelos bajo uso con ganadería, así como un diagnóstico general de coberturas e información relevante de estas zonas en el municipio de La Plata.

Textura. La mayoría de los suelos en los que se ubican los predios ganaderos de la zona de estudio, presentaron texturas fina o pesada de los 1 a 10 cm de profundidad. Mientras que de los 10 a 20 cm predominan texturas arcillosas (32,6%) y franco arcillo arenosas (23,4%).

Profundidad efectiva. En el 50% de los sitios evaluados, los suelos fueron moderadamente profundos con valores cercanos a 90 cm.

Nivel freático. solo en el 4,65% de los sitios evaluados se encontró un nivel freático por encima de los 120 cm, por lo que no se considera limitante.

Pedregosidad superficial. En general, es muy baja. Solo en el 0,4% de los lugares visitados se observó presencia de pedregosidad superior al 50% en el terreno.

pH. Este varía en la capa superficial de los suelos, de 5,0 a 6,9 (moderadamente ácido a neutro), y disminuye en su valor mínimo 3,9 (fuertemente ácido) a 6,9 (neutro) en la profundidad de 15 a 30 cm.

Categorías de pendiente. En la zona de estudio predomina la categoría fuertemente inclinada con pendientes entre el 16 y 30% .

Actividad biológica. En general, el 70% de los suelos presentan una reacción al peróxido de hidrógeno a una profundidad inferior a los 50 cm.

Estabilidad de agregados. El 51,5% de los suelos ganaderos del municipio de La Plata tienden a ser estructuralmente inestables en los primeros 15 cm de profundidad, y se tornan más estables a mayor profundidad.

Inundación del suelo. Sólo el 7,5% de los predios presenta algún tipo de ocurrencia rara u ocasional de inundación, solo en el 0,825% es frecuente.

Tasa de Infiltración y retención de agua disponible. Los suelos, en general, presentaron una baja tasa de infiltración y una alta a muy alta retención de agua disponible, que no se inundan debido a las pendientes.

Categorías de Capacidad de Uso de los suelos. El 100% de los suelos ganaderos del municipio de la plata se catalogan por encima de la clase III por capacidad de uso, con diferentes restricciones o limitaciones de uso de las tierras.

Situación de Cobertura y suelo. Se evidencia un sobrepastoreo, ausencia de tratamiento de los residuos orgánicos, contaminación mínima de agua por heces y proliferación de arvenses, hay uso limitado de estrategias para el aprovechamiento adecuado de los campos, carga animal elevada para las condiciones ambientales no sostenibles del sitio (Figura 29), lo que facilita la pérdida del pasto y los brotes, limitando su rehabilitación natural. Por lo anterior, en general, la relación de forraje con la carga animal no es una fortaleza, ya que, aunque se cuenta con condiciones para optimizar las coberturas y suelos, la producción es básica carente de alternativas de sostenibilidad en la mayoría de los predios.

El uso que se le esta dando a los suelos esta conforme con la capacidad de uso.

Residuos en las fincas ganaderas. Los residuos animales no son manejados en la mayoría de los predios ganaderos, estos permanecen como un problema latente del cual el productor no se percata, pues considera que no le causa mayor afectación, existe una costumbre a los olores del corral, la presencia de las moscas y a la concentración de heces, a pesar de que se sabe que estas intervienen los sistemas aire, suelo y agua que afectan el desarrollo de las coberturas y el entorno ambiental.



Figura 29. Potreros con poca cobertura vegetal arbórea

Capítulo 3. Contextualización de los resultados de la evaluación y diagnóstico de los suelos y las condiciones de entorno.

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso es un sistema que agrupa los suelos principalmente sobre la base de su capacidad para producir cultivos comunes, pastos u otros usos sin deteriorarse durante un largo período de tiempo, así como para identificar los riesgos de degradación (Klingebiel & Montgomery, 1961; IGAC, 2021).

Clases de capacidad de uso. El sistema incluye a la clase de capacidad como la categoría más amplia en el sistema de clasificación, utilizando los códigos de clase I (1), II (2), III (3), IV (4), V (5), VI (6), VII (7) y VIII (8).

Los suelos Clase I (1) tienen ligeras limitaciones que restringen su uso.

Los suelos Clase II (2) tienen limitaciones moderadas que reducen la elección de plantas o requieren prácticas de conservación moderadas.

Los suelos Clase III (3) tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas de conservación especiales, o ambas.

Los suelos de Clase IV (4) tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas o requieren un manejo muy cuidadoso.

Los suelos de Clase V (5) tienen poco o ningún riesgo de erosión, pero tienen otras limitaciones, poco prácticas de eliminar, que limitan su uso principalmente a pastos, pastizales, tierras forestales o alimento y cobertura para la vida silvestre.

Los suelos Clase VI (6) tienen severas limitaciones que los hacen generalmente no aptos para el cultivo y que limitan su uso principalmente a pastos, tierras forestales o alimento y cobertura para la vida silvestre.

Los suelos de Clase VII (7) tienen limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para el cultivo y que restringen su uso principalmente a pastos, bosques o vida silvestre.

Los suelos y áreas diversas de la Clase VIII (8) tienen limitaciones que impiden su uso para la producción comercial de plantas y limitan su uso para recreación, vida silvestre o suministro de agua (Klingebiel & Montgomery, 1961; IGAC, 2021).

Subclases de capacidad de uso. Una segunda jerarquía en el sistema de capacidad de uso es la subclase de capacidad, cuyos códigos de clase son: e, w, s y c.

La subclase **e** está compuesta por suelos cuya susceptibilidad a la erosión es el problema o peligro dominante que afecta su uso. La susceptibilidad a la erosión y los daños por erosión pasados son los principales factores que afectan los suelos de esta subclase.

La subclase **w** está compuesta por suelos para los cuales el exceso de agua es el peligro dominante o la limitación que afecta su uso. El drenaje deficiente del suelo, la humedad, el nivel freático alto e inundaciones son los factores que afectan los suelos de esta subclase.

La subclase **s** está compuesta por suelos que tienen limitaciones dentro de la zona de raíces, como poca profundidad de la zona de raíces, fragmentos de roca, baja capacidad de retención de agua, baja fertilidad difícil de corregir y salinidad

o contenido de sodio.

La subclase **c** está formada por suelos para los cuales el clima (la temperatura o la falta de humedad) es el mayor peligro o limitación que afecta a su uso.

Aplicación: La subclase representa la limitación dominante que determina la clase de capacidad. Dentro de una clase de capacidad, donde los tipos de limitaciones son esencialmente iguales, las subclases tienen la siguiente prioridad: e, w, s y c. No se asignan subclases a suelos en la clase de capacidad I (1) y la subclase "e" no se utiliza en la clase V (5).

El aplicativo Land PKS, basado en el sistema USDA, utiliza las siguientes especificaciones para las subclases de capacidad:

e: limitaciones creadas por la remoción superficial del suelo por el agua o viento.

s-a: limitaciones causadas por disponibilidad de agua para las plantas.

s-d: limitaciones causadas por la profundidad para el enraizamiento de las plantas.

s-k: limitaciones por riesgo de salinización. Limitaciones por bajo pH que amerita aplicaciones de enmiendas.

s-r: limitaciones por cobertura con fragmentos de rocas.

s-t: limitaciones causadas por la textura superficial o cerca de la superficie con impactos en el cultivo del suelo y el establecimiento de plántulas.

w-d: limitaciones creadas por la presencia de mesa de agua o nivel freático.

w-f: limitaciones por acumulación de agua en la superficie del suelo (desbordamiento de ríos o arroyos, escorrentía de aguas arriba, depresiones topográficas).

De los suelos evaluados se encontró que el 41,63% de estos se catalogaron como clase IV, el 23,17% como clase III, el 14,16% como suelos clase VII y el 2,14% como clase VIII.

Limitaciones para el uso sostenible de los suelos en el Municipio de La Plata.

En cuanto a las principales restricciones de uso de la tierra para el desarrollo de uso de la tierra que resultaron de la evaluación mediante la aplicación **LandPKS**, para la totalidad de sitios evaluados en el municipio de La Plata, se encontró que en el 42,48% el único factor restrictivo correspondió a la erosión hídrica (e), como puede verse en la figura 30. De igual manera la erosión se presentó como primera restricción en asocio con otras limitaciones, las cuales incrementarían su porcentaje de representatividad en 2,5%. La profundidad del suelo (s-d) se presentó como restricción principal (única) en el 24,9% de los sitios evaluados. La pedregosidad superficial del suelo se determinó como la tercera restricción importante en el 5,5% de los lugares evaluados (s-r). De igual manera, se evidenciaron otras restricciones con menor representatividad en los sitios evaluados (profundidad del nivel freático (4,7%) y permeabilidad de los suelos en un 3,8%.



Figura 30. Finca ganadera con procesos de erosión hídrica

Independientemente de la representatividad de la restricción, es necesario plantear alternativas de manejo de los suelos y cultivos para mantener y mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Planificación del uso de la tierra en las fincas ganaderas del Municipio La Plata

La planificación del uso de la tierra consiste en un proceso mediante el cual se señalan las formas óptimas de uso y manejo de la tierra, considerando las condiciones biofísicas, tecnológicas, sociales, económicas y políticas de un territorio en particular.

Involucra una evaluación sistemática del potencial de la tierra (y de los recursos asociados), de las formas alternativas de uso de la tierra y de las condiciones económicas y sociales, con el fin de seleccionar y aplicar opciones de uso de la tierra (Metternicht, 2017).

De la evaluación realizada en el municipio, se encontró una alta predominancia de tierras ocupadas por pastizales (82,5%), destinados al pastoreo de ganado vacuno (92,9%). Por lo que en esta guía se hará énfasis a este tipo de utilización de la tierra.

Es muy importante conocer los requerimientos del uso de la tierra, en este caso los pastos, cuyos requerimientos óptimos generales se presentan en las tablas 3 y 4 (UPRA & Departamento del Huila, 2023; Bernal & Espinoza, 2003), donde se incluyen las variables de clima y suelos, así como los requerimientos de agua, luz y nutrientes de los pastos, en el caso de que se disponga de los análisis de suelo, de manera de planificar adecuadamente la aplicación de abonos, fertilizantes y enmiendas.



Manejo de las limitaciones para el uso sostenible de las tierras bajo uso ganadero en el Municipio de La Plata.

Para el manejo de las tierras bajo uso ganadero se hará énfasis en las limitaciones o restricciones presentadas en la mayoría de los suelos. En este sentido, es preciso destacar que en mayoría de los suelos evaluados también se presentan potencialidades o ventajas que es preciso tomar en consideración. Entre estas se destacan: los suelos en su mayoría son moderadamente profundos, apropiadas para el desarrollo de pasturas, muy pocos problemas de inundaciones, suelos con texturas medias a pesadas que les confieren alta retención de agua.

I. Manejo sostenible de las tierras con gradientes de pendiente menores al 15%

En esta sección se hará énfasis en el manejo de las tierras Clase II, III IV y V, las cuales presentan moderadas a severas limitaciones que restringen su uso a cultivos específicos que deben ser acompañados de prácticas de manejo y conservación de moderada a difícil implementación. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo tecnificado de los potreros. De hecho, en el área evaluada hay una alta predominancia de pastizales (82,5%). Tomando en consideración que las características para la mayoría de los suelos incluyen:

a. Valores de pH en la capa superficial entre 5,0 y 6,9; y para la capa subsuperficial (15 a 30 cm) los valores oscilaron entre 3,5 y 6,9. Esta situación amerita el manejo del pH para garantizar la disponibilidad de nutrientes para los pastos.

Las prácticas a considerar serían:

- Selección de los pastos y cultivos (si los hubiere en el predio) en función de su tolerancia a las condiciones de acidez (Tabla 3)
- Si los valores de pH son limitantes, aplicar enmiendas (cales o yeso) para subir el pH hasta 5,5, ya que a pH > 5,5 no se presentan problemas con el aluminio intercambiable. En este caso sería necesario estimar las dosis de las enmiendas más apropiadas, tomando en consideración la tolerancia del pasto a la acidez, el estado nutricional del suelo y la disponibilidad de enmiendas en el mercado.
- Manejar la fertilización con calcio y fósforo, que son los elementos más deficientes en las condiciones de acidez.
- Incorporación de materia orgánica al suelo.
- Aumentar las bases intercambiables.



Tabla 3. Requerimientos generales óptimos de los pastos predominantes en los predios ganaderos

Pasto	Nombre científico	Tipo clima	Temperatura °C	Textura	Prof. Efectiva	Pedregosidad	pH	Régimen de Humedad	Drenaje	Inundaciones	Pendiente (%)	Elevación (msnm)
Raigrases	<i>Lolium spp.</i>	Frío	12 - 15	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	> 50	No Pedregoso	5,5-6,5	Údico	Bueno, moderado	No/ raras	≤ 7	2000 – 2800
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Frío	12 - 15		> 50	No Pedregoso	5,0-6,5	Údico	Bueno, moderado	No/ raras	≤ 12	1500-2800
Angleton y Climacuna	<i>Dichantium aristatum</i>		> 24		> 50	No Pedregoso	6,0 - 7,5	Údico	Bueno, moderado	No/ raras	≤ 12	0 - 1200
Estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Medio cálido	> 24		> 50	No Pedregoso	6,0 - 7,4	Údico	Bueno, moderado	No/ raras	≤ 12	0 - 1300
Admirable (Pará) Alemán Braquipará	<i>B. mutica</i> <i>Echinochloa polystachya</i> <i>Brachiaria plantaginea</i>	Medio cálido	> 24		> 25	No Pedregoso	6,0 - 7,3	Aquico	Pobre	Frecuente	≤ 3	0 - 1200
Guineas	<i>Panicum maximum</i>	Medio cálido	> 24		> 50	No Pedregoso	5,8 - 7,3	Údico	Bueno, moderado	No	≤ 12	0 – 2000
Brachiarias	<i>Brachiaria spp.</i>	Medio cálido	> 26		> 50	No Pedregoso	5,0 - 6,5	Údico	Bueno, moderado	No	≤ 7	
Humidicola	<i>Brachiaria humidicola</i>	Medio cálido	> 24		> 25	No Pedregoso	4,8 - 5,5	Údico	Bueno, moderado	No/ raras/ ocasionales	≤ 12	0 – 1600

Ar: arcillosa, ArA: arcillo arenosa, ArL: arcillo limosa, FAr: franco arcillosa, FArA: franco arcillo arenosa, FArL: franco arcillo limosa, F: franca.

Fuente: UPRA & Departamento del Huila, 2023).

b. Los suelos tienden a ser estructuralmente inestables especialmente en la profundidad de 0 a 15 cm.

Las prácticas más recomendadas para mejorar la estabilidad estructural de los suelos serían:

- Utilización de bioinsumos orgánicos: ya que la materia orgánica mantiene unidas las micro-partículas del suelo, adhiriéndolas entre sí por medio de polímeros orgánicos o, enlazándolas por medio de raíces o hifas de hongos (Ojeda *et al*; 2008).
- Tales enmiendas también aportarían nutrientes al suelo, así como otras mejoras en la propiedades físicas y biológicas. No obstante, es necesario estimar las dosis óptimas, así como la posibilidad de utilizar las excretas de los animales en pastoreo.

Aunque no se determinó el contenido de materia

orgánica (MO), si se estimó la actividad biológica mediante el uso de peróxido de hidrógeno, de acuerdo con la efervescencia de la muestra de suelo extraída de un perfil de la calicata y que se asocia al contenido de MO en los suelos. La materia orgánica en los suelos tiene diferentes funciones, entre las que se destacan: i) aporta nutrientes (macronutrientes y micronutrientes), ii) aumenta la capacidad de intercambio Catiónico del Suelo (CIC), por lo tanto aumenta la capacidad de retener agua y nutrientes; iii) contribuye a mejorar algunas propiedades físicas del suelo: agregación, estabilidad de los agregados, aireación, densidad aparente, infiltración, conductividad hidráulica; v) reduce los riesgos de escorrentía; vi) mejora la trabajabilidad del suelo; vii) reduce la resistencia a la penetración de raíces; viii) disminuye la fijación de fosforo (P), por

bloqueo en los sitios de intercambio de los óxidos amorfos; ix) disminuye el lavado de los micronutrientes (formación de quelatos); x) aumenta la actividad biológica de los suelos; xi) incrementa la capacidad buffer contra los cambios drásticos de pH; xii) acompleja al Aluminio reduciendo su toxicidad; xiii) estimula la actividad biológica del suelo (Tortosa, 2011; Vázquez & Loli, 2018).

En los sistemas ganaderos, además de la contribución de las excretas de los animales en pastoreo, es muy importante el aporte de residuos vegetales provenientes de las raíces muertas, hojas maduras de la pastura y de los árboles y arbustos que se encuentran en el potrero, incluyendo, en este caso, las ramas, las flores y los frutos que caen al suelo y que comúnmente se denominan hojarasca. Esta hojarasca es transformada por los organismos del suelo en nutrientes que utiliza la pastura para su desarrollo y para el mejoramiento de la calidad del suelo de los potreros (Martínez et al, 2019)

c. Los suelos, en general, presentan valores muy bajos de tasa de infiltración (< 5 mm/hora), lo cual probablemente esté asociado a la baja estabilidad estructural del suelo superficial, así como al predominio de partículas finas en los suelos, ya que dominan las texturas pesadas como la franca arcillosa (39,3%), arcillosa (17,9%) y franco arcillo arenosa (18,8%). Estas bajas tasas de infiltración cobran mayor importancia en la medida que los suelos están en posiciones de mayores pendientes, ya que pueden promover el arrastre de partículas de suelo, es decir, la erosión. No obstante, en pendientes más planas las bajas tasas de infiltración pueden generar problemas de anegamiento. Las prácticas más indicadas serían aquellas que promuevan una mayor estabilidad de la estructura del suelo superficial, como se mencionó anteriormente.

d. La compactación por el pisoteo del ganado, especialmente en suelos húmedos (Taboada, 2007), puede tener un fuerte impacto sobre la productividad de los suelos ganaderos debido a que limita la penetración de agua en el suelo, trayendo como consecuencia problemas de

erosión o de anegamiento; así como limitaciones por la alta resistencia a la penetración de raíces y movimiento de agua en el suelo, también afecta la disponibilidad de nutrientes y la actividad biológica. Todo ello va a influir en la sostenibilidad de la ganadería.

En caso de presentarse, sería necesario recurrir a la descompactación del suelo, con el fin de crear poros más grandes a través de los cuales puedan penetrar las raíces y circular el agua, utilizando para ello implementos apropiados como el arado de cincel o los subsoladores, ya que el reto de la ganadería sostenible consiste en renovar las praderas sin cambiar la cobertura. Sería muy importante que los productores abandonen las prácticas destructivas de preparación de los potreros que involucran el uso del fuego, el arado de disco, la rastra pesada y la eliminación de árboles y arbustos nativos.

e. Manejo de las cargas animales adecuadas.

La carga animal se asocia el de Densidad de Carga (SD), la cual se entiende como el número de unidades animales que pastorean sobre una determinada porción de terreno en un instante determinado (Kurtz et al., 2015). La unidad que se utiliza para expresar la capacidad de carga corresponde a la Unidad Animal (UA), cuya definición corresponde a una vaca de carne de 450 kg de peso vivo que amamanta un ternero menor a seis meses, y que consume diariamente el 3% de su peso vivo en materia seca (SAGARPA, 2011). En primer lugar, los predios deben dividirse en potreros y el tiempo de pastoreo en cada potrero debe planificarse tomando en cuenta la cantidad de pasto disponible para estimar la carga animal adecuada, de manera que los animales permanezcan en cada potrero el tiempo apropiado y no se generen problemas de compactación en los suelos, ni degradación de las pasturas. Es deseable que el ganado se mueva en franjas con períodos prolongados de descanso que garanticen la recuperación de los pastos. En los casos de los sistemas silvopastoriles, la rotación del ganado debe permitir la recuperación adecuada del estrato arbustivo también.

f. El control de malezas debe realizarse cuidando de no dejar el suelo desnudo. Debe garantizarse que siempre haya la mayor cobertura del suelo para prevenir los problemas de erosión hídrica.
 g. Con respecto a la fertilización, las pasturas son exigentes en la fertilización, de acuerdo con el nivel de producción, es decir, a alta producción, alto requerimiento de fertilización; sin embargo, la formulación de la fertilización debe ser determinada por el análisis de suelos, el cual informa sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo; así como por los requerimientos del pasto en función del rendimiento esperado (Tabla 4).

Es decir, que la demanda nutricional de las diferentes especies forrajeras es muy variable y depende de tres factores: la capacidad de los forrajes para extraer nutrientes del suelo, el requerimiento interno del pasto y el potencial de producción de la especie forrajera.

Además del análisis de suelo, sería deseable el análisis foliar, ya que muchas veces los nutrientes están reportados como disponibles, pero el cultivo no lo toma, e incluso puede mostrar síntomas de deficiencias. Los requerimientos nutricionales de los pastos deben cubrirse de manera apropiada, sin generar desbalances de los nutrientes.

Tabla 4. Requerimientos de agua, luz y nutrientes de los pastos predominantes en los predios ganaderos

Pasto	Índice de disponibilidad de humedad para cultivos	Precipitación Anual (mm)	Brillo solar	COS (%)	SB (%)	CIC cmol/kg	Rendimiento esperado	Rendimiento t/ha/año	Extracción de nutrientes (kg/ha/año)				
									N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S
Ryegrass	> 0,85	1200-1500	> 4	> 2	> 35	> 20	Bajo Medio Alto	3.5 8 16	95 216 432	24 55 110	105 240 480		
Kikuyo	> 0,85		> 4	> 2	> 35	> 20	Bajo Medio Alto	4.5 7.5 14	125 208 389	27 45 83	133 222 415		
Angletón y Climacuna	> 0,85	750-2000	> 4	> 2	> 70	> 20							
Estrella	> 0,85	900-2200	> 4	> 2	> 70	> 20							60
Admirable, Alemán y Braquipara	> 0,85	> 600	> 4	> 2	> 50	> 20	Bajo Medio Alto	11.2 21.4 29	133 254 344	42 80 109	199 380 515	88	46
Guineas	> 0,85	> 800	> 4	> 2	> 50	> 20	Bajo Medio Alto	6.7 16.5 28	79 195 332	17 67 113	114 288 488	110	51
Brachiarias	> 0,85		> 4	> 1,5	> 35	> 15	Bajo Medio Alto	5.2 13 19	63 157 230	14 36 53	69 172 252		
B. humidicola	> 0,85		> 4	> 1	> 10	> 10							

Fuente: UPRA & Departamento del Huila, 2023; Bernal y Espinoza, 2003

Prácticas complementarias.

En las tierras del municipio de La Plata no se observan prácticas agronómicas para prevenir los problemas de erosión. En vista de que las pérdidas de suelo es la principal restricción que califica la capacidad de uso de las tierras, se proponen algunas prácticas de fácil adopción para la prevención de esta limitación.

a. Opciones tecnológicas para disminuir las pérdidas de nutrientes por erosión, en el agua de escorrentía:

- **Prácticas para disminuir la cantidad de escorrentía:** incluye a aquellas opciones agronómicas y tecnológicas que puedan participar

en la reducción de la escorrentía superficial y que promuevan la infiltración de agua en el suelo, entre las cuales se mencionan: uso de labranza conservacionista (cualquier tipo de labranza que deje al menos un 30% del suelo cuberto con residuos), labranza y siembra en contorno manejo de coberturas, surcos en contorno (Figura 31).



Figura 31. Labranza en contorno con tracción animal.

- **Prácticas para disminuir la velocidad de escorrentía:** se podrían usar prácticas cuya implementación actúe en la velocidad de la escorrentía superficial, tales como las terrazas, uso de zanjas en contorno protegidas, o zanjas de desviación cuyos excesos son descargados en drenajes protegidos (Figura 32), zanjas de infiltración (Figura 33).



Figura 32. Zanja de desviación en contorno



Figura 33. Zanjas de infiltración

- **Prácticas para disminuir el transporte de sedimentos:** aumentar la rugosidad superficial, labranza reducida, manejo de coberturas, agroforestería, uso de barreras vegetativas con especies gramíneas u ornamentales o arburtivas (Figura 34), uso de barreras muertas (Figura 35).



Figura 34. Barrera de pasto guinea.



Figura 35. Barrera muerta (rollos de residuos de vegetación arbustiva).

b. Implementar sistemas silvopastoriles, que permitan: i) disminuir la dependencia de fertilizantes de síntesis química; ii) reducir la erosión y la compactación del suelo; iii) estimular el ciclo de nutrientes, estableciendo agroecosistemas multiestratificados; iv) generar un ambiente de mayor confort para los animales, v) generar productos maderables para autoconsumo en las fincas como leña, postes para cercas y madera para construcciones; vi) complementar la alimentación de los animales, mediante el ramoneo de las especies arbustivas, especialmente cuando estas especies son leguminosas.

Las prácticas mencionadas y otras, están descritas con detalle en las siguientes referencias:

https://www.rcdmonterey.org/pdf/rcdmc_hillslope_guide_en_espanol-10-5-16-final.pdf
https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/green/green_-_62.pdf
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.1/3082/15702>
<http://replica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>
https://www.researchgate.net/publication/285853887_Acompanamiento_tecnico_en_los_programas_de Conservacion_de_suelos_Caso_parroquia_San_Juan_Merida

II. Manejo sostenible de las tierras con gradientes de pendiente mayores al 15%

En el caso de los suelos ubicados en posición de ladera, especialmente aquellos con pendientes mayores a 15%, cuyas clases por capacidad de uso corresponden a VI, VII y VIII, los cuales presentan mayores restricciones y afectación por procesos erosivos, se aplicarán las mismas prácticas y cuidados mencionados anteriormente; no obstante, su gestión debe ser mucho más cuidadosa, la cual debe reforzarse y complementarse con opciones de manejo para prevenir la erosión hídrica, especialmente.

Capítulo 4. Descripción de alternativas prácticas de sostenibilidad para suelos bajo uso ganadero.

En general, las zonas ganaderas del municipio de La Plata presentan condiciones de fertilidad media alta, con temporadas cortas de mínima precipitación, además de contar con una buena disponibilidad de agua, por lo cual si se implementaran estrategias de sostenibilidad como las que se describirán a continuación se podría manejar hasta 3 unidades de animal por hectárea.

Periodo de ocupación de pastoreo en cada potrero.

Para garantizar la conservación del recurso suelo y la sostenibilidad de la productividad de la finca, de manera general es recomendable que el periodo de ocupación de los animales en un potrero sea de un (1) día, de acuerdo a su capacidad de carga, ya que de esta manera la vegetación tiene mayor oportunidad para una rápida recuperación al reducir el pisoteo del ganado, lo que mitigaría impactos por compactación y erosión, además de favorecer la infiltración del agua y su regulación.

Establo.

El establecimiento de este, debería ser el punto de partida para definir la distribución de los potreros de la finca, pero como en su mayoría estos ya se encuentran construidos, se pueden adaptar para obtener el mayor potencial a situaciones favorables de microclima, mediante la implementación de coberturas arbóreas que mejoren la calidad del ambiente para la ganadería en el sitio, a la vez que facilite el manejo de los animales y la evacuación de aguas para evitar lodos o zonas de pantano que generen vectores de enfermedades o problemas de contaminación (Figura 36).

Además de que sirva como punto estratégico para llevar o traer el ganado teniendo en cuenta la división y distribución de los lotes (potreros).



Figura 36. Ubicación de establo en sistema radial de pastoreo

Ubicación de saladeros y bebederos.

Con el ánimo de disminuir los impactos ambientales al sistema suelo y al de cobertura, estos abastecedores se deberían ubicar en áreas con distancias cortas que conserven en su transitar la curva de nivel, de tal manera que los animales caminen en contorno, y no a favor de la pendiente reduciendo el impacto al suelo (Figura 37).



Figura 37. Saladero y bebedero en contorno

Zona de descanso del ganado.

Se recomienda establecer una área específica para que el ganado duerma, de tal manera que los potreros no se vean perjudicados, esta área la debe definir el propietario, teniendo en cuenta que la zona esté protegida de los vientos, conserve un microclima favorable, tenga un buen drenaje, de tal manera que se eviten encharcamientos o pantanos por la permanencia de los animales, y que además facilite la recolección de heces para la transformación en insumos orgánicos potenciales para promover el desarrollo de forrajes en el predio.

Sistema silvopastoril

Este sistema se puede establecer como postes vivos para los cercos, o se puede implementar la siembra de los árboles dentro de los potreros para favorecer la dieta del rebaño y la conservación de los suelos, constituyendo una combinación de flora arbórea con gramíneas potenciales para la productividad ganadera y sostenibilidad de los recursos naturales. Con el propósito de generar una sostenibilidad económica y ambiental se recomienda que los cercos estén soportados con postes vivos, los cuales además de ahorrar cantidades significativas de dinero en mano de obra, estantillos y demás relacionados, sirven como doble propósito, al convertirse en una fuente de ingreso a futuro por el aprovechamiento maderable (Figura 38), o ser parte del banco nutricional si se implementa como un banco de árboles forrajeros.



Figura 38. Cercos vivos

Los cercos vivos traen beneficios adicionales como: mejoras en el microclima, barreras rompe viento, alimento extra, producción de hojarasca que enriquece al suelo, mejoran las propiedades y fertilidad de los suelos, pueden fijar nitrógeno, favorecen el amarre de los suelos, mitigan problemas de erosión, activan el ciclaje de nutrientes, contribuyen a la biodiversidad del predio y se comportan como pequeños corredores biológicos para la conservación y paso de la fauna (Figura 39).

Ejemplos de especies forestales maderables que se pueden implementar en los cercos ganaderos para el municipio de La Plata, son: Ocobo (*Tabebuia rosea* Bertol.), Nogal (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav.), Cedro (*Cedrela odorata* L.), Caoba (*Swietenia macrophylla* King.), Comino (*Aniba perutilis* Hemsley.) Ejemplos de especies forrajeras que se pueden implementar en los cercos ganaderos de la zona: Nacedero (*Trichanthera gigantea* Bonpl. Nees), Matarratón (*Gliricidia sepium* Jacq.), Guayaba (*Psidium guajava* L.); Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit), Igua (*Pseudosamanea guachapele* Kunth. Dugand), Cañafistula (*Cassia fistula* L.), Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.)



Figura 39. Sistema silvopastoril con banco de proteínas

Diversificación de pastos

La importancia de diversificar o rotar los pastos en los potreros, trae consigo beneficios en el mejoramiento del rendimiento y calidad de los productos derivados de la ganadería, así como resistencia a plagas y enfermedades, además que se promueve la sostenibilidad y la biodiversidad de las coberturas vegetales (Figura 40).



La materia orgánica
mi nueva conquista.



Figura 40. Diversificación de pastos

Agroforestería.

Esta resulta de aprovechar los terrenos ganaderos implementando una plantación forestal (ganado, árboles y cultivos o pastos), la cual permite generar ingresos a corto, mediano y largo plazo. Así como se establece el sistema silvopastoril forrajero dentro de los potreros se puede establecer el de agroforestería; la diferencia es que los árboles son de aprovechamiento forestal, pero que también le brindan diferentes beneficios ecosistémicos a la finca ganadera, así como económicos al propietario por la comercialización futura de la madera. Si el productor decide interesarse por este sistema, lo primero que debe hacer es registrar la plantación forestal con el ánimo de poder aprovecharla en el mediano plazo sin que tenga contratiempos.

Las especies que puede sembrar se encuentran descritas en los apartados anteriores. Las distancias de siembra que se pueden manejar son de 6m x 6m en hileras, de tal manera que se facilite el crecimiento de los árboles al mismo tiempo que se desarrollan las gramíneas. Cada hoyo deberá hacerse de 50 x 50 x 50 cm, de tal manera que el árbol no tenga obstáculos en sus inicios para el desarrollo de las raíces. Cada hoyo deberá llenarse con abonos orgánicos obtenidos en el mismo predio (preferiblemente), como compost, vermicompost o algún tipo de bocashi, en combinación con microorganismos eficientes, para facilitar la asimilación de los nutrientes por las plantas. En este tipo de sistema, el ganado se

beneficia de los servicios ecosistémicos de la flora forestal, donde los animales proveen de estiércol en los callejones, que al descomponerse coadyuva con la nutrición de los árboles y el desarrollo de coberturas. Cuando aún no está el ganado establecido en el predio, lo más recomendable es iniciar con la plantación forestal (Figura 41)



Figura 41. Agroforestería

Banco de proteína

Es un área de reproducción vegetal masiva, sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, que se emplean para corte o pastoreo directo para rumiantes (SAGARPA, 2010). Para establecerlo se seleccionan plantas leguminosas que tengan un alto nivel de proteína, así como producción de follaje, buena capacidad regenerativa al corte de su follaje y preferiblemente de ejemplares que se hallan en el predio o en su área de influencia, de tal manera que se tenga certeza de su adaptación y desarrollo. Para el municipio de La Plata estos bancos de proteína se pueden hacer utilizando especies como: nacadero, botón de oro, leucaena, matarratón, maní forrajero (Figura 42). Para establecer los bancos de proteína se debe seleccionar uno o varios lugares estratégicos de la finca con valores de pH ligeramente ácidos, para facilitar el desarrollo de las leguminosas, los cuales deberán ser aislados, para que no queden al alcance inmediato del ganado, y así controlar el acceso para su consumo.



Figura 42. Finca ganadera con bancos de proteína

Zona de reserva ecológica en el predio ganadero.

Con el propósito de manejar la sostenibilidad de las fincas ganaderas es recomendable que cada predio tenga una zona de reserva forestal o bosque, teniendo en cuenta que esta área presenta beneficios directos como regulación del agua, conservación del suelo, microclimas, sumidero de carbono, producción de biomasa, banco de germoplasma, conservación de la biodiversidad y zona de aprovechamiento sostenible para el predio en lo concerniente a la generación de material vegetal para los cercos como postes vivos, sistema silvopastoril, banco de proteína, generando una alto valor agregado a la finca (Figura 43).



Figura 43. Finca ganadera con reserva de bosque

Transformación de subproductos y residuos orgánicos

En las fincas ganaderas del municipio de La Plata los residuos orgánicos de mayor generación son heces y orina, también en menor cantidad, rumen, subproductos de cosecha, frutos no aprovechables, residuos de cocina y demás asociados, los cuales al no darles un manejo adecuado se pueden convertir en un problema de contaminación y de generación de vectores de enfermedades. Por otro lado, representan una oportunidad de alternativa económica y ambiental de la finca si estos son transformados en insumos orgánicos, con los cuales se puede hacer productos como, bocashi, compost, vermicompost y caldos microbianos, lo que permitiría aumentar la productividad de la finca, reducir costos por fertilización, así como mitigar la contaminación ambiental y por ende brindar protección a los recursos naturales.

Compost de boñiga.

Para realizar este tipo de compost, se trabaja con materiales disponibles en la finca, para ello se recomienda apilarlo en forma de montaña durante 45 días, tiempo en el cual se regula la temperatura y se facilita su aprovechamiento al estar acumulado en sitios específicos. Después se procede a llevar a las estructuras de compostaje, las cuales se pueden fabricar con guadua, ladrillo o madera como se puede ver en la figura 44, de tal manera que se pueda aprovechar los sólidos y los líquidos.

Es recomendable que la cama de compost esté cubierta con plástico negro, y con una pendiente mínima del 4% para facilitar el drenaje y la recolección de lixiviados. Se debe tener en cuenta un ancho máximo de 1,20 m, ya que el largo se establece de acuerdo con el sitio, procurando que la altura máxima sea de 50cm. Las camas se llenan con la boñiga y se les aplica agua con melaza, para acelerar la actividad de los microrganismos, procurando una humedad máxima del 55 al 60%; para asegurarse se puede

realizar la prueba del puño, teniendo en cuenta que es normal que la temperatura se incremente hasta 70° y que luego disminuya a temperatura ambiente cuando el material esté estabilizado. Para acelerar el proceso de obtención del compost, se puede realizar volteos para facilitar la aireación.



Figura 44. Estructura para la producción de compost y vermicompost

Vermicompost.

Para obtener este tipo de insumo orgánico se aprovecha el material descrito anteriormente semicompostado, y se procede a la incorporación de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, teniendo en cuenta que cada individuo puede consumir de manera diaria su propio peso, y generando un insumo de mejor calidad que el compost, rico en colonias biodiversas de microorganismos.

Este tipo de insumo también se puede obtener utilizando como materia prima, boñiga en combinación con pulpa de café, restos de cosecha, residuos de cocina y relacionados (Figura 45)

Otro insumo potencialmente aprovechable es el humus líquido, el cual se obtiene del drenaje de las camas de producción de vermicompost.

Si se quiere mejorar la calidad del mismo, este puede ser pasado hasta tres veces por la cama de procesamiento de la materia orgánica. Este tipo de insumos es potencial para la rehabilitación de suelos ganaderos.



Figura 45. Camas de guadua con vermicompost

Bromatología, análisis foliar mineral, aforo y captación de CO₂ de gramíneas mediante imágenes (RGB)

Este tipo de tecnología de algoritmo de análisis está ganando espacio en los mercados agropecuarios, ya que facilita la toma de decisiones de los ganaderos al brindar información de los puntos óptimos de proteína, biomasa disponible, captación de CO₂ y componente mineral de las gramíneas, con los cuales el productor puede determinar el tipo de sistema rotacional, la capacidad de carga, balanceo de dietas, los pronósticos de producción y demás relacionados.

La bromatología digital (Figura 46) consiste en calcular el porcentaje de proteína cruda de la materia seca de las gramíneas, tomando fotografías en las praderas mediante un dron equipado con una cámara básica red, green, blue, las cuales son procesadas por un software especializado que entrega el análisis en tiempo real (Ospina *et al.*, 2020).

Para ampliar información sobre este tipo de tecnología puede dirigirse al siguiente link: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000200009

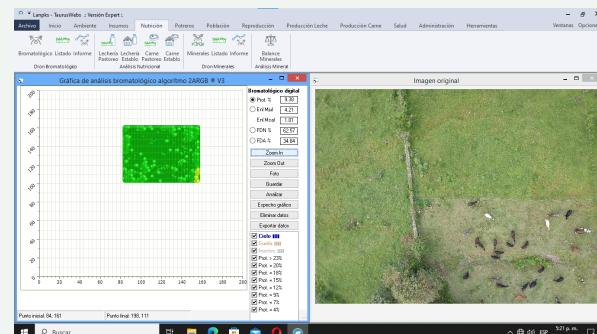


Figura 46. Determinación del contenido de proteína de las gramíneas mediante imagen RGB, tomada por un dron.

Glosario

Altitud. Altura de un determinado lugar o de un punto de la superficie terrestre expresada en metros con referencia al nivel del mar (IGAC,1996).

Ambiente. Entorno o suma total de aquello que nos rodea y que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o de la sociedad en su conjunto.

Comprende la agrupación de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinados, que influyen en la vida del hombre y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos materiales e inmateriales como la cultura (IGAC,1996).

Arroyo. Corriente permanente de agua, de poco caudal y corta extensión (IGAC,1996).

Acidez activa ó actual del suelo. Es la concentración de iones hidrógeno libres (H⁺) en la solución del suelo. Es la que se determina al medir el pH. (IGAC,2021).

Arena. Partícula mineral del suelo cuyo diámetro está entre 0,05 y 2 mm. Dentro de este diámetro de partícula, figuran los minerales primarios del suelo como cuarzo, feldespatos, piroxenos, anfíboles y micas. Es la partícula mineral de mayor tamaño en el suelo (IGAC,2021).

Arcilla. Partícula mineral del suelo cuyo diámetro es inferior a 0,002 mm o su equivalente a 2 μ . Constituye los llamados minerales secundarios del suelo. Son las partículas minerales de menor tamaño. Es capaz de adsorber en su superficie iones e intercambiarlos a la solución nutritiva del suelo (IGAC,2021).

Biodiversidad. Hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la tierra y los patrones naturales que conforman como resultado de miles de millones de años de evolución, según procesos naturales, y de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende, igualmente, la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie, que permiten la combinación de múltiples formas de vida, cuyas interacciones mutuas y con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta (IGAC,1996).

Clima: Conjunto de condiciones atmosféricas (temperatura, humedad, nubosidad, lluvia, sol, dirección y velocidad de los vientos) que dominan y alternan continuamente en una localidad determinada (Camacho & Ariosa, 2000).

Compactación: Proceso de compresión que reduce las dimensiones de un determinado objeto; en el caso del suelo provoca, con la disminución de su porosidad, la pérdida de sus propiedades físicas (Camacho & Ariosa, 2000).

Conservación: Manejo del uso, por parte de los seres humanos de organismos o ecosistemas con el propósito de garantizar su sostenibilidad. Incluye, además, el uso controlado sostenible, la protección, el mantenimiento, el restablecimiento

y el incremento de las poblaciones, los ecosistemas y todos los recursos (Camacho & Ariosa, 2000).

Calicata. Apique o excavación de aproximadamente 1.50 m de largo, 1.0 m de ancho y 1.5 m de profundidad, que se realiza para estudiar propiedades físicas, químicas, biológicas y mineralógicas del perfil del suelo(IGAC,2021).

Cobertura vegetal. Capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biommasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como las áreas de cultivos (IGAC,2021).

Color del suelo. Característica morfológica más visible y manifiesta del suelo. Usualmente se relaciona el contenido de materia orgánica, la mineralogía del suelo, con los efectos del clima, condiciones de drenaje, etc (IGAC,2021).

Degradación de los suelos. Reducción o pérdida de la productividad y complejidad biológica, física, química y agroeconómica de los suelos, como consecuencia de los procesos naturales o de las actividades humanas (Camacho & Ariosa, 2000).

Ecosistema. Sistema dinámico, relativamente autónomo, formado por una comunidad natural y su ambiente físico, que tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos (plantas, animales, bacterias, algas y hongos, entre otros) que forman la comunidad y los flujos de energía y materiales (IGAC,1996).

Erosión. Término amplio aplicado a las diversas maneras como los agentes móviles (agua, viento, glaciares), desprenden y transportan los productos de la meteorización y de la sedimentación, produciendo pérdida de materiales en la superficie de la corteza terrestre (IGAC,2021).

Estructura del suelo. Arreglo de la fase sólida del suelo y del espacio poroso localizado entre las partículas constituyentes, que, de acuerdo con el tamaño, forma y arreglo de los agregados (peds), pueden separarse a lo largo de fracturas y superficies naturales de debilidad. Las partículas primarias se agrupan en unidades separables más grandes (IGAC,2021).

Estructura granular. Tipo de estructura que se caracteriza por tener una buena distribución de poros, por lo tanto, facilita el movimiento del agua y del aire (IGAC,2021).

Fertilizante. Todo producto orgánico, inorgánico natural o sintético que, aplicado al suelo, o al follaje de las plantas, suministra uno o más de los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo (IGAC,2021).

Fertilizante orgánico. Fertilizante de origen vegetal o animal que contiene uno o más nutrientes para las plantas (Camacho & Ariosa, 2000).

Forraje. Alimentos herbáceos o arbustivos que son utilizables para pastoreo o pueden ser cosechados y/o conservados para la alimentación animal.

Impacto ambiental. Repercusión en el medio ambiente provocada por la acción antrópica o un elemento ajeno a dicho medio, que genera consecuencias notables en él (Camacho & Ariosa, 2000).

Infiltración. Propiedad física que evalúa la velocidad de entrada del agua al suelo (IGAC,2021).

Ladera. Flanco más o menos inclinado de una montaña (Ferri et al.,2014).

Limo. Fracción granulométrica del suelo con diámetro comprendido entre 0,05 y 0,002 mm según el Departamento de Agricultura de EE. UU, o entre 0,02 y 0,002 mm, según la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo. Es una

partícula muy suave, con apariencia sedosa en estado húmedo y polvosa en estado seco; no es pegajoso y es muy poco plástico y no retiene la humedad por largos periodos de tiempo (IGAC,2021).

Materia orgánica. Conjunto de materiales vegetales y animales total o parcialmente descompuestos por la acción de los microorganismos presentes en el suelo (Camacho & Ariosa, 2000).

Pastoreo. Defoliación por los animales de la parte aérea de las plantas de la pastura. Cosecha del forraje tomada directamente por el animal para alimentarse (Ferri et al.,2014).

Pastoreo extensivo. Sistema de pastoreo en el cual el número de cabezas de ganado por unidad de área es muy bajo y el animal permanece en el potrero hasta que prácticamente agota la pastura (Ferri et al.,2014).

Pendiente. Inclinación de una montaña o colina, desde la base hasta donde se empieza a definir la cumbre (IGAC,1996).

Permeabilidad. Velocidad de paso del agua a través de una unidad de tiempo. Cantidad de agua que deja pasar el suelo a través de una sección (volumétrica) en un tiempo determinado. Propiedad de los terrenos porosos y permeables de dejar pasar el agua fácilmente, siguiendo las leyes hidrostáticas (IGAC,2021).

Perfil de suelo. Conjunto de horizontes o capas superpuestas diferenciadas en color, dureza, textura, producto de la evolución genética del suelo a partir del material de origen (IGAC,2021).

Pastizal natural. Área cuya vegetación está formada por pastos nativos y/o naturalizados, con predominio de gramíneas, herbáceos y/o arbustos/árboles. Se lo maneja como un ecosistema natural (Ferri et al.,2014).

Rotación. Sistema integrado de siembra y cosecha en una misma superficie que por organización repite las secuencias cada tanto tiempo, llamándose al intervalo en que se vuelve a repetir, período de rotación (Ferri et al.,2014).

Reserva natural. Área en la cual existen condiciones primitivas de flora y fauna, destinada a la conservación e investigación de sus riquezas naturales (IGAC,1996).

Roca. Material sólido formado por agregados de partículas minerales que conforman parte de la litosfera (IGAC,1996).

Rehabilitación. Conjunto de acciones mediante las cuales se persigue restablecer las condiciones originales alteradas de un ecosistema o de uno de sus elementos (Camacho & Ariosa, 2000).

Suelo. Capa superficial de la corteza terrestre que sirve de substrato a plantas, animales y al hombre y que posee características de fertilidad, debido al proceso de meteorización y descomposición de las rocas durante un tiempo geológico determinado (Camacho & Ariosa, 2000).

Silvopastoril. Sistema que integra el manejo de árboles y arbustos en la producción ganadera. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines maderables, frutales, forrajeros, para productos industriales (ej. caucho, palma de aceite), o árboles multipropósito (IGAC,2021).

Susceptibilidad a la erosión. Expresa el riesgo de degradación por erosión que puede sufrir una unidad de tierras(IGAC,2021).

Tipo de fragmentos de roca. Caracterización de los fragmentos de acuerdo con su tamaño, forma y composición (IGAC,2021).

Textura. Hace relación a la distribución granulométrica del suelo. Se define como el porcentaje de arena, limo y arcilla en la fracción mineral del suelo (IGAC,2021).

Uso sostenible. Utilización que se hace de un organismo, ecosistema u otro recurso renovable dentro de los límites de la capacidad de renovación (Camacho & Ariosa, 2000).

Uso (de la tierra). Conjunto de actividades provenientes de la interrelación humana, cíclica o permanente, sobre los recursos que hacen parte de esta, con el fin de satisfacer sus necesidades (IGAC,2021).

Valor potencial de las tierras. Índice numérico utilizado como indicador de la calidad de las tierras con fines multipropósito obtenido con base en la cuantificación de algunas variables relacionadas con el uso agronómico de los suelos, el clima y el relieve (IGAC,2021).

Referencias bibliográficas

- Bernal J. & Espinoza J. (2003). Manual de nutrición y fertilización de pastos. International Plant Nutrition Institute (IPNI). <http://nla.ipni.net/article/NLA-3058>
- Carrasco, J. & Riquelme, J. (2003). Métodos y prácticas de conservación de suelos y aguas. Instituto de Investigaciones Agropecuaria (Chile). <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/15702>
- Chaudry A.S. (2008). Forage based animal production systems and sustainability, an invited keynote. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(Suppl. Esp.), 78-84. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300010>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2023). Censos Pecuarios Nacional. Censo Nacional Bovino 2023. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiología-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2021). Clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/DOCUMENTOS%20SGI%202021/GAG/PC-GAG-05/IN-GAG-PC05-02%20Clasificación%20de%20las%20tierras%20por%20su%20capacidad%20de%20uso.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA. (2012). Obras de conservación de suelos y agua en laderas. Proyecto Red SICTA del IICA/Cooperación Suiza en América Central. <http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>
- Klingebiel, A. A. & Montgomery P.H. (1961). Land capability classification. Agricultural Handbook 210. USDA. Soil Conservation Service. Washington, D.C., USA.
- Kurtz, D.B., Ligier, H.D., Navarro, M.F., Sampedro, D., Calvi, M. & Bendersky, D. (2015). Superficie ganadera y carga animal en Corrientes. Noticias y comentarios - Estación Experimental Agropecuaria Mercedes, 528, 1-5.
- Lobo D., Delgado F., Dávila D., Angulo A., López R. & Gabriels D. 2015. Acompañamiento técnico en los programas de conservación de suelos. Caso Parroquia San Juan, Mérida. INIA Divulga 31: 11-20. https://www.researchgate.net/publication/285853887_Acompanamiento_tecnico_en_los_programas_de Conservacion_de_suelos_Caso_pa rroquia_San_Juan_Merida
- Martínez, J., Suárez E., Rodríguez J.L. y Mejía S. (2019). Calidad del suelo para la producción de forrajes en sistemas ganaderos. En: Mejía Kergelén, S., Suárez Paternina, E., Martínez Atencia, J., Atencio Solano, L., Sánchez López, D., Pérez García, J. E., ... Mancipe Muñoz, E. (2019). Modelo productivo de carne bovina en la región Caribe colombiana.
- Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35646/35646.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Metternicht, G. (2017). Land Use and Spatial Planning: Enabling Sustainable Management of Land Resources. Springer Briefs in Earth Sciences. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-71861-3>
- Objeda, G; Alcaniz, JM; Le Bissonnais, Y. 2008. Differences in aggregate stability due to various sewage sludge treatments on a Mediterranean calcareous soil. Agriculture Ecosystems & Environment, 125 (1-4): 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.11.005>
- Ospina O., Anzola Vásquez H., Ayala Duarte O., Baracaldo Martínez A. (2020). Validación de un algoritmo de procesamiento de imágenes Red Green Blue (RGB), para la estimación de proteína cruda en gramíneas vs la tecnología de espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS). Rev Inv Vet Perú 31(2): e17940 <http://dx.doi.org/10.15381/ripev31i2.17940>
- Proyecto JALDA. (2002). Prácticas de Conservación de Suelos y Aguas validadas por el Proyecto JALDA Serie "Estudios e Investigación" Documento 2. 50p. https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/green/green_-_62.pdf
- Robins, P. & Burgoa B. (Eds). 2016. Guía de Prácticas para el Manejo de Erosión y Escorrentía Agrícola en Laderas. RCD del Condado de Monterey. Salinas, California. 52p. https://www.rcdmonterey.org/pdf/rcdmc_hillslope_guide_en_espanol-10-5-16-final.pdf
- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2010). Establecimiento y manejo de bancos de proteína. Montecillos, Estado de México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – SAGARPA. (2011). Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. Folleto técnico, 4. México: Unidad Técnica Especializada Pecuaria. https://redgatroc.fmvz.unam.mx/assets/ajustes_carga_animal.pdf
- Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria, SIPRA. 2023. <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- Sollenberger, L. (2008). Sustainable production systems for Cynodon species in the subtropics and tropics. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(Suppl. Esp.), 85-100. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300011>
- Taboada M. (2007). Efectos del pisoteo y pastoreo animal sobre suelos en siembra directa. 4º Simposio de Ganadería en Siembra

Directa. San Luís, Argentina, 9-10 mayo de 2007. 13p.
https://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/49-efectos_pisoteo.pdf

Tortosa, G. (2011). Elaboración a escala pre-industrial de enmiendas y abonos orgánicos sólidos y líquidos mediante compostaje de orujo de oliva de dos fases o "alperujo" (Tesis Doctoral). Universidad de Murcia, España.
<https://digital.csic.es/handle/10261/39933>

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) & Departamento del Huila. (2023). Evaluación de tierras para el departamento del Huila. Plan de Ordenamiento Productivo y Social de la Propiedad del Departamento del Huila. Disponible en:
<https://www.huila.gov.co/documentos/1339/evaluacion-de-tierras/>

Vázquez, J. & Loli, O. (2018). compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. Scientia Agropecuaria 9(1), 43-52. <https://doi.org/10.17268/Sci.Agropecu.2018.01.0>

Referencias del Glosario.

Camacho, A. B., & Ariosa, L. R. (2000). Diccionario de Términos Ambientales. Publicaciones Acuario.
http://biblio.colsan.edu.mx/arch/especi/lc_otro007.pdf

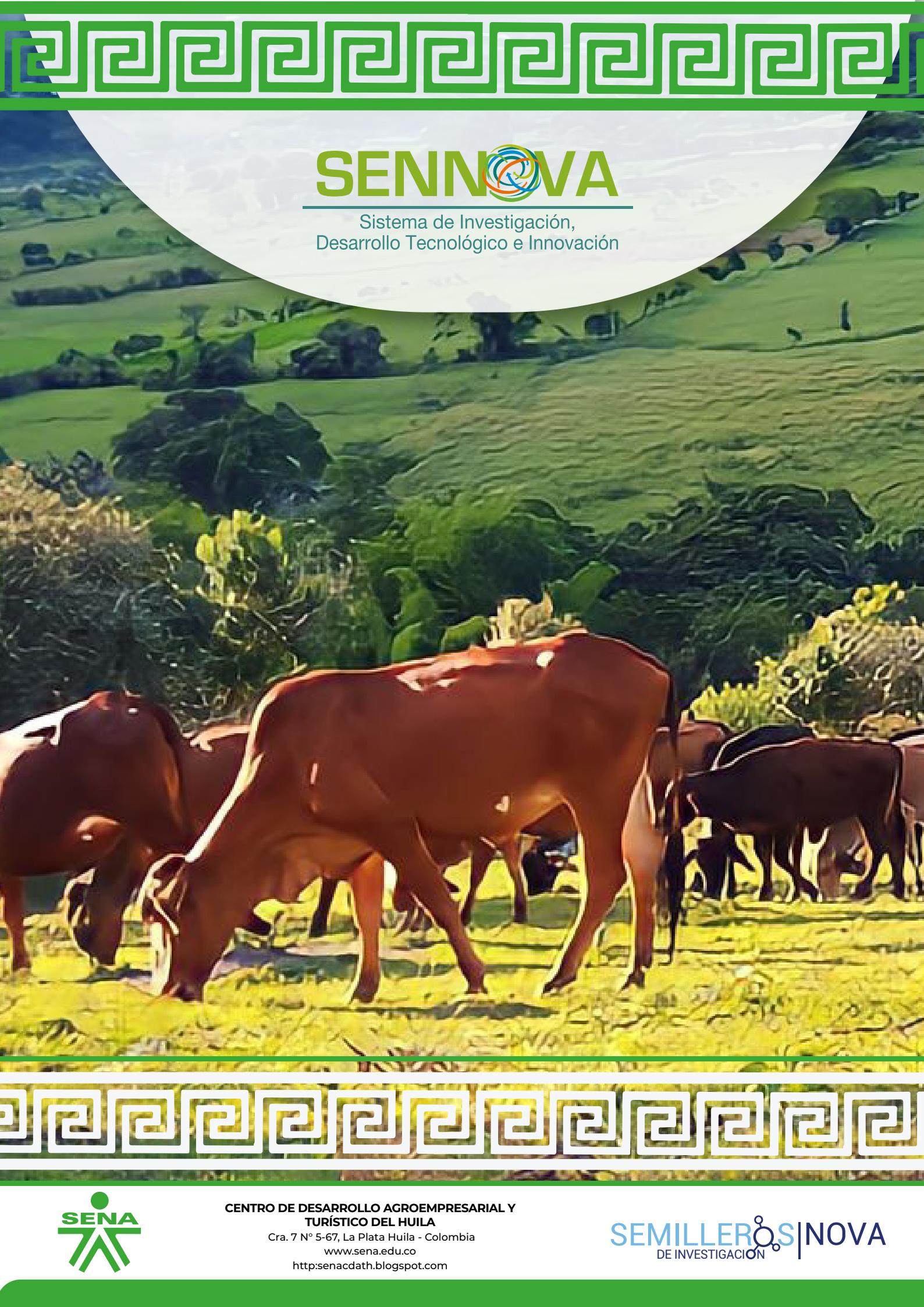
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1996). Diccionario geográfico de Colombia: Rabal-Zuzagua (Vol. 4). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Obtenido de:
https://es.slideshare.net/GG_Docus/diccionario-geográfico-de-colombia

IGAC. (2021). Diccionario de términos léxico agrológico.
<http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/DOCUMENTOS%20SGI%202021/GAG/PC-GAG-05/IN-GAG-PC05-06%20Diccionario%20del%20lexico%20agrologico.pdf>

Ferri, C.M., Sáez, A. M. & Jouve, V. V. (2014). Términos de uso frecuente en producción y utilización de pasturas. Semiárida - Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam. 25(1). 41-61.
<https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/serimida/article/view/2688>



Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



CENTRO DE DESARROLLO AGROEMPRESARIAL Y

TURÍSTICO DEL HUILA

Cra. 7 N° 5-67, La Plata Huila - Colombia

www.sena.edu.co

<http://senacdatb.blogspot.com>

SEMILLEROS NOVA
DE INVESTIGACIÓN