

Criterios para la renovación de praderas

en sistemas ganaderos de lechería especializada de trópico alto



Jose Libardo Lerma Lasso | Diego Hernán Meneses Buitrago
Edwin Castro Rincón | Hugo Ruiz Eraso | Hernán Ojeda Jurado



DEPARTAMENTO
NACIONAL DE PLANEACIÓN

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Universidad de Nariño



Criterios para la renovación de praderas

en sistemas ganaderos de lechería especializada de trópico alto

Jose Libardo Lerma Lasso. jlerma@agrosavia.co

Profesional de apoyo a la investigación, C. I. Obonuco.

Diego Hernán Meneses Buitrago. dmeneses@agrosavia.co

Investigador M. Sc., C. I. Obonuco.

Edwin Castro Rincón. ecastro@agrosavia.co

Investigador Ph. D. Asociado, C. I. Obonuco.

Hugo Ruiz Eraso. hugoruize@yahoo.com

Docente Investigador Ph. D. Universidad de Nariño,
Grupo de Investigación de Cultivos Andinos.

Hernán Ojeda Jurado. hojedaj@hotmail.com

Docente Investigador Esp. Universidad de Nariño.



DEPARTAMENTO
NACIONAL DE PLANEACIÓN

AGROSAVIA
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



Criterios para la renovación de praderas en sistemas ganaderos de lechería especializada de trópico alto. / Jose Libardo Lerma Lasso [y otros cuatro] – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2022.

52 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones, tablas y fotos.

ISBN: 978-958-740-580-4

ISBN e-Book: 978-958-740-581-1

1. Ganadería lechera 2. Forrajes 3. Sistemas de pastoreo 4. Labranza de conservación 5. Manejo del suelo.

I. Lerma Lasso, José Libardo II. Meneses Buitrago, Diego Hernán III. Castro Rincón, Edwin IV. Ruiz Eraso, Hugo V. Ojeda Jurado, Hernán.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA

Centro de Investigación Obonuco, Km. 5, vía Pasto - Obonuco, Nariño. Código postal 520038, Colombia.

Esta publicación se deriva del proyecto de Ciencia, Tecnología e Innovación, financiado con Sistema General de Regalías, denominado: “Mejoramiento de la oferta forrajera, optimización de sistemas de alimentación y aseguramiento de calidad de inocuidad de leche en el trópico alto del departamento de Nariño”, identificado con el código BPIN n.º 2013000100279.

Autores

Jose Libardo Lerma Lasso
Edwin Castro Rincón
Diego Hernán Meneses Buitrago
Hugo Ruiz Eraso
Hernán Ojeda Jurado t

Gobernación de Nariño

Jhon Alexander Rojas Cabrera
GOBERNADOR DE NARIÑO

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Jairo Arley Chamorro Ger
SECRETARIO DE AGRICULTURA

Colección Alianzas AGROSAVIA

Tipología: Manual

Dirección editorial

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Adecuación pedagógica

Nathalia Castañeda Aponte

Diseño y diagramación

Mónica Cabiativa Daza

Ilustración

Luz Patricia Colorado Correa

Fotografías

Jenny Jackeline Zapata Molina, Filadelfo Hernández, Jose Libardo Lerma Lasso.

Impresión

DGP Editores

DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405811>

Citación sugerida: Lerma Lasso, J. L., Castro Rincón, E., Meneses Buitrago, D. H., Ruiz Eraso, H., & Ojeda Jurado, H. (2022). *Criterios para la renovación de praderas en sistemas de lechería especializada de trópico alto*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Publicado en Mosquera, Cundinamarca

Primera edición, noviembre de 2022, 450 ejemplares

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Agradecimientos

Los autores agradecen a los involucrados en el proyecto de investigación *Mejoramiento de la oferta forrajera, optimización de sistemas de alimentación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de la leche en el trópico alto del departamento de Nariño*, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR). Adicionalmente, reconocen la participación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), la Universidad de Nariño (UDENAR), la Sociedad de Agricultores y Ganaderos de Nariño (SAGAN) y otras entidades participantes vinculadas a la alianza para el desarrollo de este proyecto, para ofrecer a los productores ganaderos de lechería especializada del trópico alto nariñense los criterios para implementar un sistema sostenible de renovación de praderas.



Contenido

Presentación	5
Introducción	7
1. ¿En qué consiste la renovación de praderas y cuándo debe hacerse?	8
2. ¿Qué pasos deben tenerse en cuenta en la renovación de una pradera?	10
Caracterización del suelo y selección del forraje	10
Ajuste de fertilización y enmiendas	16
Selección del tipo de labranza	33
Respuesta del forraje	39
3. Recomendaciones prácticas para la persistencia de praderas de <i>Lolium sp.</i>.....	40
Sistema de pastoreo	40
Periodos de descanso	43
Periodo de ocupación	44
Capacidad de carga	46
4. Beneficios de renovar la pradera.....	47
Glosario	48
Referencias	51



Presentación

La **producción de cultivares de raigrás** (*Lolium* sp.) es un factor importante para el desarrollo del sector agropecuario de la zona sur del departamento de Nariño, ya que estos son la **fuentes principal de alimentación** para los sistemas ganaderos de lechería especializada de trópico alto. Sin embargo, grandes, medianos y pequeños productores ven afectada su producción de leche a causa de la estacionalidad de la oferta forrajera, producto de la variabilidad en la frecuencia e intensidad de la precipitación pero, principalmente, ante la falta de implementación de técnicas de conservación de suelos que permitan garantizar la producción de forrajes durante todo el año.

En la medida en que los productores de la región cambien el chip sobre las técnicas convencionales que utilizan en sus sistemas de lechería especializada e implementen **técnicas eficientes** que garanticen la conservación del suelo y el uso eficiente del agua, podrán **superar la estacionalidad forrajera** y **mejorar la calidad composicional de la leche**, haciendo de su actividad económica un negocio rentable y seguro.

En ese sentido, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), como entidad de investigación y transferencia encargada de formular y ejecutar actividades de investigación y promover procesos de innovación tecnológica, y la Universidad de Nariño (UDENAR), entidad encargada de la formación de profesionales, investigación y extensión, pretenden, a partir de la gestión del conocimiento, **contribuir al cambio técnico de la zona altoandina del departamento de Nariño**, mediante la **difusión de criterios** para realizar prácticas de renovación de praderas y contribuir a la sostenibilidad de los recursos.

En este documento, se presentan algunas temáticas de interés sobre la **renovación de las praderas**, señalando su importancia en el sistema productivo de leche. Adicionalmente, se expresan, de forma clara y pedagógica, los aspectos más relevantes para decidir, de forma práctica, si la pradera debe renovarse, qué condiciones físicas y químicas del suelo deben tenerse en cuenta, cómo seleccionar el forraje más apropiado, los requerimientos de fertilización, los implementos que se utilizarán y los beneficios que trae consigo la renovación de la pradera, en busca de contribuir a un mejor conocimiento y adopción tecnológica de estos criterios por parte de los productores agropecuarios.

Introducción

La productividad del sector ganadero de lechería especializada está asociada con las técnicas que utiliza el productor para manejar apropiadamente los recursos forrajeros de su finca. Lograr este objetivo dependerá de la capacidad para obtener una alta producción de materia seca y realizar pastoreos eficientes con periodos de ocupación y descansos adecuados, ajustando la carga animal a la oferta de materia seca disponible.

La **adopción de pasturas mejoradas** depende de **factores edafoclimáticos, culturales y económicos**. Por ejemplo, la preparación adecuada del suelo ayuda a romper las capas endurecidas presentes en sus horizontes, favoreciendo la estimulación de la actividad microbiana, el buen desarrollo radicular del cultivo y una mejor retención de humedad del suelo.

Sin embargo, malas prácticas de manejo agronómico y sistemas de labranza contribuyen a la degradación de praderas mejoradas, llevando a que la ganadería de lechería especializada se desplace a zonas potencialmente no aptas en busca de una mejor oferta forrajera. Esta situación genera un desequilibrio en el sistema productivo de leche.

El **raigrás** (*Lolium* sp.), con una preparación adecuada del suelo, buena disponibilidad de agua y fertilización, puede **incrementar la producción de leche**, garantizando que el sistema de lechería especializada sea rentable y sostenible para los productores de la región sur del departamento de Nariño.

Esta cartilla profundiza en los **criterios para establecer un sistema sostenible de renovación de praderas** de cualquier cultivo de raigrás (*Lolium* sp.), basándose en la conservación y preservación del sistema agua-suelo-planta.



¿En qué consiste la renovación de praderas y cuándo debe hacerse?

El término “renovación”, también denominado “rehabilitación”, supone la presencia de una o más especies forrajeras deseables, susceptibles de ser pastoreadas, conservadas o complementadas.



Renovar una pradera es, básicamente, recuperar su capacidad productiva por unidad de área y por animal, hasta alcanzar niveles aceptables, acordes con su calidad nutricional.

La compactación de suelos en praderas degradadas es un fenómeno muy común; por ello, se recomienda un **subsolador**, como parte del proceso de recuperación. En la mayoría de los casos de compactación del suelo, un trabajo de **labranza de poca profundidad** sería suficiente para crear las condiciones favorables del suelo, necesarias para la rehabilitación de la pradera o para el establecimiento de nuevas plantas.



Renovación de pradera degradada de kikuyo [*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.)]. C. I. Obonuco.

Una pradera debe **renovarse cuando su capacidad productiva disminuye**. Sin embargo, muchos productores ganaderos del trópico alto nariñense toman decisiones equivocadas como aplicarle enmiendas agrícolas al suelo, aplicar cantidades incorrectas de fertilizantes, implementar pastos mejorados y usar en exceso la maquinaria agrícola, y ello conduce al **deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo**.



Pradera de raigrás Samson (*Lolium perenne* L.) degradada por el sobrepastoreo. C. I. Obonuco.



¿Qué pasos deben tenerse en cuenta en la renovación de una pradera?

En la implementación de un sistema sostenible de renovación de praderas, debemos tener en cuenta los siguientes pasos: caracterización del suelo y selección del forraje, ajuste de fertilización y enmiendas, selección del tipo de labranza y respuesta del forraje.

Caracterización del suelo y selección del forraje

Para realizar la caracterización del suelo de nuestra finca, es importante **observarlo y evaluarlo**. Esta actividad permite **determinar las prácticas de manejo agronómico que se requieren** para optimizar el rendimiento del suelo en función de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y definir cultivos forrajeros óptimos y los usos recomendados. La **evaluación en campo por el método visual** no implica análisis especializados; es una herramienta útil para la toma de decisiones iniciales. A continuación, se enuncian los pasos que deben seguirse:

1. Identificar los puntos contrastantes, observando la pendiente del terreno (su porcentaje de inclinación)

En cada punto contrastante del lote, se elabora una cajuela, evitando los caminos por donde transitan los animales y sus bordes. La cajuela debe medir 60 cm de largo por 60 cm de ancho. La profundidad depende de la





Pradera de raigrás Oahu (*Lolium perenne* L.) en el municipio de Cumbal.

longitud de las raíces de las especies que se sembrarán. La pared que se ve con más claridad en la cajuela se limpia con un cuchillo, para proceder a identificar los perfiles (cambios de color, textura y estructura evidentes). La profundidad de cada una se mide con un metro.



Calicata para la descripción de un perfil de suelo Andisol. C. I. Obonuco.

2. Observar la cantidad y el tamaño de las piedras presentes en la superficie y el perfil del suelo



Pradera de mezcla forrajera con presencia de piedras que limitan el desarrollo radicular.

3. Identificar las especies vegetales naturalizadas en la finca

Por ejemplo:

- azul orchoro (*Dactylis glomerata*)
- kikuyo [*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.)]
- falsa poa (*Holcus lanatus*)
- pasto oloroso (*Anthoxanthum odoratum*)
- pasto brasileiro (*Phalaris* sp.)



Pradera de especies naturalizadas degradada por el sobrepastoreo. C. I. Obonuco.

4. Definir el uso actual del suelo de la finca



Potrero de mezclas forrajeras para vacas en producción. C. I. Obonuco.

5. Identificar las zonas donde se presenta un crecimiento diferenciado del cultivo forrajero



Cultivo de avena altoandina (*Avena sativa* L.) en el municipio de Cumbal.

Una vez finalizado el ejercicio de observación, se recomienda **responder** estas preguntas:

- ¿El suelo permite que el agua se infiltre fácilmente durante un aguacero o, al contrario, se forman charcos fácilmente?
- ¿El suelo les proporciona agua a las plantas en tiempo de verano?
- ¿Hay algún impedimento para el desarrollo completo de la raíz del cultivo?
- ¿El suelo tiene organismos benéficos para las plantas?

Después de realizar la evaluación en campo, se hace un **muestreo** del suelo de la finca de forma **aleatoria**, con el objetivo de **enviarlo al laboratorio de suelos** para conocer sus características físicas, químicas y biológicas.



Elementos para realizar un correcto muestreo de suelos.

En el laboratorio de suelos, se analizan algunas propiedades:

Propiedades físicas	Propiedades químicas
1. Textura	1. Contenido de materia orgánica
2. Densidad aparente	2. Disponibilidad de nutrientes en el suelo
3. Curvas de retención de humedad	3. pH
4. Infiltración	4. Capacidad de intercambio catiónico
5. Conductividad hidráulica saturada	5. Saturación de aluminio

Asimismo, se determinan algunas **propiedades biológicas**: la macro, meso y microfauna del suelo.

El **análisis de suelos** es un factor fundamental para **definir el tipo de cultivo forrajero** por establecer, considerando sus **requerimientos nutricionales**.

Ajuste de fertilización y enmiendas

El **análisis químico de suelos** permite **determinar los nutrientes que están en déficit y/o en exceso**, para **formular el plan de fertilización**.



El plan de fertilización consiste en realizar un balance entre los nutrientes que aporta el suelo y los que requiere el cultivo forrajero que desee establecerse.

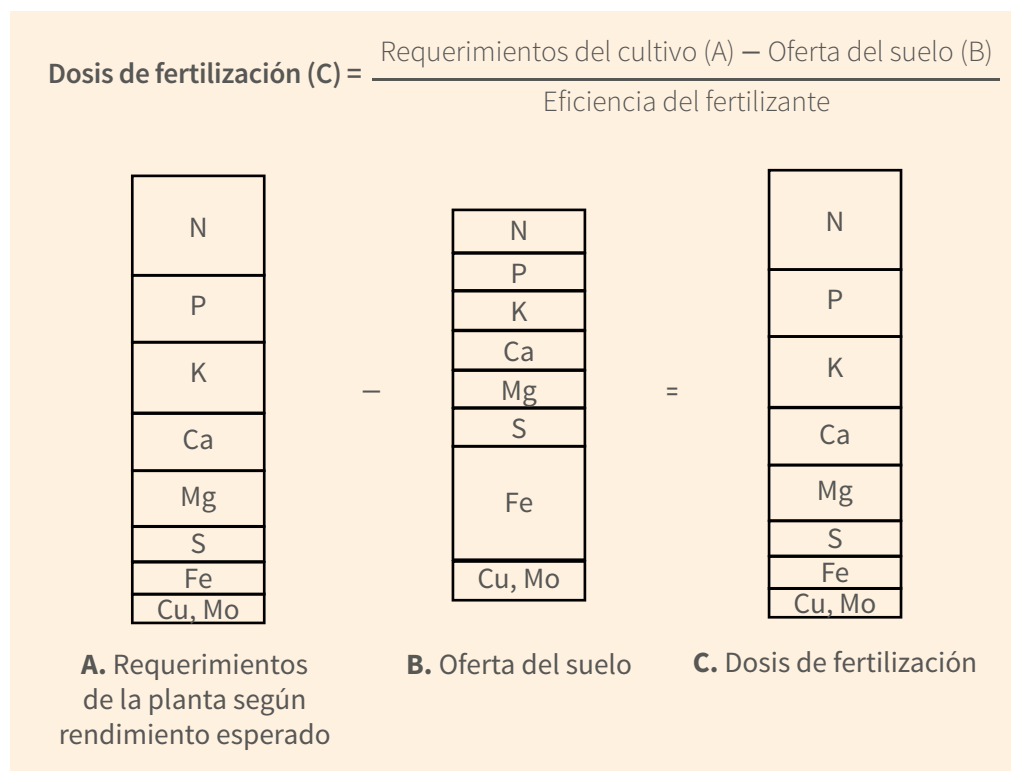
Es importante ajustar periódicamente el plan de fertilización de la finca, haciendo **revisiones periódicas** de la absorción de nutrientes por medio de **análisis foliares y bromatológicos**.

A continuación, se describen tres aspectos fundamentales en la formulación de un plan de fertilización:

Calcular la dosis de fertilización

Es importante que los productores ganaderos de lechería especializada tengan claro que **no existe una dosis única de fertilización**. Por el contrario, es necesario que cada productor calcule las necesidades nutricionales del cultivo forrajero por establecer o establecido, considerando **el clima y el tipo de suelo** de la finca.

La dosis de fertilización se calcula con un **balance** entre los **requerimientos nutricionales** del cultivo forrajero, la **disponibilidad de nutrientes** en el suelo y la **eficiencia del fertilizante** por utilizar, como se observa en la fórmula:



Esquema de la ecuación del cálculo de dosis de fertilización.

Fuente: [FAO \(2002\)](#).

Calcular los requerimientos nutricionales de cultivos forrajeros

Los requerimientos nutricionales de los cultivos forrajeros se relacionan con la **cantidad óptima de nutrientes absorbidos para aumentar su rendimiento**. Se expresan como la cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo forrajero en cada etapa fenológica.

A continuación, se presentan los requerimientos nutricionales de algunos cultivos forrajeros de clima frío por ciclo productivo.

Requerimiento especies (kg.ha ⁻¹)				
Nutriente	Kikuyo	Raigrás	Avena forrajera	Azul orchoro
	[<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.)]	(<i>Lolium</i> sp.)	(<i>Avena sativa</i> L.)	(<i>Dactylis glomerata</i>)
Nitrógeno	389	375	200	224
Fósforo	36,2	17,5	19,6	26,6
Potasio	344,5	207,5	45,7	166,9
Azufre	10	30	20	28

Requerimientos nutricionales de algunos cultivos forrajeros en el C. I. Obonuco por ciclo productivo.

Fuente: *Elaboración propia.*

1. Oferta del suelo

Se refiere a la **cantidad de nutrientes** presente en la solución del suelo, que el cultivo forrajero puede absorber. A continuación, se presentan los rangos establecidos en fertilización en diversos cultivos.

Nutriente	Interpretación		
	Bajo	Normal	Alto
Materia orgánica clima frío (%)	< 5,0	5,0 – 10,0	> 10,0
Materia orgánica clima templado (%)	< 3,0	3,0 – 5,0	> 5,0
Materia orgánica clima cálido (%)	< 2,0	2,0 – 3,0	> 3,0
Fósforo método Olsen (mg.kg ⁻¹)	< 20,0	20,0 – 40,0	> 40,0
Fósforo método Bray (mg.kg ⁻¹)	< 8,0	8,0 – 13,0	> 13,0
Azufre (mg.kg ⁻¹)	< 10,0	10,0 – 20,0	> 20,0
Aluminio (cmol(+).kg ⁻¹)			
Saturación del aluminio (%)			
Calcio (cmol(+).kg ⁻¹)	< 3,0	3,0 – 10,0	> 10,0
Magnesio (cmol(+).kg ⁻¹)	< 1,5	1,5 – 3,0	> 3,0
Potasio (cmol(+).kg ⁻¹)	< 0,2	0,2 – 0,4	> 0,4
Sodio (cmol(+).kg ⁻¹)			



Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	< 10,0	10,0 – 20,0	> 20,0
Conductividad eléctrica - CE (dS.m ⁻¹)	< 2,0	2,0 – 4,0	> 4,0
Hierro (mg.kg ⁻¹)	< 50,0	50,0 – 100,0	> 100,0
Cobre (mg.kg ⁻¹)	< 1,5	1,5 – 3,0	> 3,0
Manganeso (mg.kg ⁻¹)	< 5,0	5,0 – 10,0	> 10,0
Zinc (mg.kg ⁻¹)	< 1,5	1,5 – 3,0	> 3,0
Boro (mg.kg ⁻¹)	< 0,2	0,2 – 0,4	> 0,4

Interpretación del análisis de suelos.

Fuente: ICA (1992).

pH	Interpretación
< 5,5	Fuertemente ácido
5,5 – 5,9	Moderadamente ácido
6,0 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Prácticamente neutro
7,4 – 8,0	Alcalino

Clasificación de los valores de pH.

Fuente: ICA (1992).

Piso térmico	Símbolo	Altura (m s. n. m.)	Temperatura (°C)	Variación de la altitud por condiciones locales
Cálido	C	0 a 1.000	> 24,0	Límite superior ± 400
Templado	T	1.001 a 2.000	18,0 – 24,0	Límite superior ± 500 Límite inferior ± 500
Frío	F	2.001 a 3.000	12,0 – 18,0	Límite superior ± 400 Límite inferior ± 400
Páramo bajo	Pb	3.001 a 3.700	6,0 – 12,0	
Páramo alto	Pa	3.701 a 4.200	0 – 6,0	

Clasificación del clima con base en la variación de la temperatura con la altura.

Fuente: Eslava, J. y Olaya, O. (1986).

2. Eficiencia de los fertilizantes

La *Quinta aproximación de cultivos año 2005* determinó la eficiencia de los fertilizantes granulados **según su composición**, como se ve en la tabla.

Fertilizantes	Eficiencia (%)
Nitrógeno	50
Fósforo	10
Potasio	70
Azufre	80
Calcio	60
Magnesio	60
Hierro	80
Cobre	80
Manganeso	80
Zinc	80
Boro	80

Eficiencia de los fertilizantes según su composición química.

Fuente: ICA (1992).

Calcular la cantidad de fertilizante por utilizar

Calcular la cantidad de fertilizante que requieren los cultivos forrajeros depende del **porcentaje de nutrientes** que contenga la fuente por utilizar.

El cálculo puede hacerse usando la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de fertilizante} = \frac{\text{Dosis de fertilizante} * \text{hg/ha}}{\% \text{ de nutriente que contiene la fuente}}$$



Fertilizante	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	CaO (%)	S (%)
Urea	46,0					
Urea + S	46,0					4,0
Nitrato de amonio	33,5					
Sulfato de amonio	21,0					24,0
Cloruro de potasio			60,0 – 62,0			
Nitrato de potasio	13,5		44,0 – 45,0			
Sulfato de potasio			50,0			17,0 – 18,0
Sulfato de magnesio				25,0		19,9
Cal dolomita				14,0 – 17,0	27,0 – 32,0	
Dap	18,0 – 21,0	46,0 – 53,0				

N: nitrogenados P₂O₅: fosfatados K₂O: potásicos MgO: magnésicos CaO: cálcicos S: sulfatados
Fuentes de fertilización.

Fuente: [FAO \(2002\)](#).

La **cal o enmienda** es un insumo agrícola cuya composición mejora las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Particularmente, **corrige o previene su acidez**, logrando modificar el pH y la disponibilidad de algunos nutrientes en la solución del suelo.

La práctica agrícola de aplicarle cal al suelo se conoce como **encalamiento**; usualmente, se lleva a cabo en los suelos ácidos del trópico alto nariñense, dos meses antes de sembrar la pradera, para aumentar el pH del suelo.



Aplicación de cal agrícola al suelo antes del establecimiento de las pasturas.

Tipos de cales o enmiendas agrícolas

A continuación, se presentan los diferentes tipos de enmiendas utilizadas por los productores ganaderos del trópico alto del departamento de Nariño.

Enmienda	Composición química	Ventaja
Cal viva	CaO	Actúa pronto en el aumento del pH del suelo, en comparación con la cal dolomita.
Cal apagada	(Ca(OH) ₂)	Actúa más rápido en el aumento del pH del suelo, debido a que proviene de un proceso térmico que la hace más soluble.
Cal agrícola	CaCO ₃	Actúa lento en el aumento del pH del suelo, por la débil acción de los ácidos húmicos.
Cal dolomita	(CO ₃) CaMg	Actúa lentamente en el aumento del pH del suelo. Aporta un alto contenido de calcio y magnesio, y sirve como conector para transportar el fósforo hacia la planta.
Yeso agrícola	(CaSO ₄ ·2H ₂ O)	Actúa rápido en la disminución del pH del suelo. Aporta calcio y azufre, y mejora el sistema radicular del cultivo.

Tipos de cales o enmiendas comercializadas por la industria agropecuaria.

Fuente: FAO (2002).

A continuación, se describe un ejemplo con el fin de explicar cómo se calcula la cantidad de fertilizante:

Análisis de suelo	
Cultivo	Maíz forrajero (<i>Zea mays</i> L.)
Densidad de siembra	Distancia entre plantas: 20 cm Distancia entre surcos: 80 cm
Textura	Franco arcillosa (30 % arena, 35 % limo y 35 % arcilla)



Densidad aparente (Da)	0,99 g/cm ³
Profundidad efectiva de raíz (Prof. Efe)	20 cm
pH	5,3
Materia orgánica (MO)	2,5 %
Potasio (K)	0,02 meq / 100 g
Calcio (Ca)	2,61 meq / 100 g
Magnesio (Mg)	0,51 meq / 100 g
Aluminio (Al)	4,78 meq /100 g, el cultivo tolera 0,5 meq / 100g
Fósforo (P)	6,42 ppm
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	18 meq / 100 g
Fertilización	
Fuente de fertilización que se utilizará	CaCO ₃ , urea, KCl y SFT
Eficiencia de los fertilizantes	N = 60 %, P = 40 % y K=70 %
Requerimientos nutricionales del cultivo	N = 120 kg/ha, P ₂ O ₅ = 90 kg/ha y K ₂ O=140 kg/ha
Dosis de aplicación	1. N= 70 %, P =70 % y K=60 %
	2. N= 30 %, P= 30 % y K=40 %

1

Realizar el cálculo de peso de la capa arable

$$\begin{aligned}
 \text{Fórmula} &= Da \text{ (kg.m}^{-3}\text{)} * \text{Profundidad efectiva (m)} * \text{ha (m}^2\text{)} \\
 &= 900 \text{ (kg.m}^{-3}\text{)} * 0,2 \text{ (m)} * 10.000 \text{ (m}^2\text{)} \\
 &= 1.980.000 \text{ kg de suelo}
 \end{aligned}$$

2

Determinar el peso de 1 meq de CaCO_3

Composición elemental de CaCO_3				
Elemento	Símbolo	Peso atómico (g)	Átomos	Peso atómico total
Calcio	Ca	40	1	40
Carbono	C	12	1	12
Oxígeno	O	16	3	48
				100

1 meq CaCO_3 = Peso molecular / Valencia

1 meq CaCO_3 = 100 g / 2

1 meq CaCO_3 = 50 g

Posteriormente, convertimos los 50 g que pesa 1 meq de CaCO_3 a kg, obteniendo como resultado 0,05 kg.

3

Determinar cuánto pesa X meq de CaCO_3 en 1.980.000 kg de suelo

0,05 kg de CaCO_3 \longrightarrow 100 kg de suelo

X kg de CaCO_3 \longrightarrow 1.980.000 kg de suelo

Cálculo:

X kg de CaCO_3 = (1.980.000 ~~kg de suelo~~ * 0,05 kg de CaCO_3) / 100 ~~kg de suelo~~

X kg de CaCO_3 = 990



4

Neutralizar el aluminio

Para ello, debe considerarse el % de materia orgánica que presenta el suelo. Para este estudio, es del 2,5 %, encontrándose en el rango de 2 al 4 %, correspondiente a la relación estequiométrica 1:1,5, es decir que por 1 meq de Al se requieren 1,5 meq de CaCO_3 .

$$1 \text{ meq Al} = 1,5 * 990 \text{ kg de CaCO}_3$$

$$1 \text{ meq Al} = 1,485 \text{ kg de CaCO}_3$$

5

Determinar cuántos kg de CaCO_3 son necesarios para neutralizar el Al

Es importante tener claro que el cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.) solo tolera 0,5 meq de Al y el suelo presenta 4,78 meq de Al.

$$1 \text{ meq de Al} \longrightarrow 1,485 \text{ kg de CaCO}_3$$

$$4,28 \text{ meq de Al} \longrightarrow X \text{ de CaCO}_3$$

$$X \text{ kg de CaCO}_3 = (4,28 \text{ meq de Al} * 1,485 \text{ kg de CaCO}_3) / 1 \text{ meq de Al}$$

$$X \text{ kg de CaCO}_3 = 6.355,8$$

6

Determinar cuántos kilogramos de Ca se requieren para 6.355,8 kg de CaCO_3

$$100 \text{ kg de CaCO}_3 \longrightarrow 40 \text{ kg de Ca}$$

$$6.355,8 \text{ kg de CaCO}_3 \longrightarrow X \text{ kg de Ca}$$

$$X \text{ kg de Ca} = (6.355,8 \text{ kg de CaCO}_3 * 40 \text{ kg de Ca}) / 100 \text{ kg de CaCO}_3$$

$$X \text{ kg de Ca} = 2.542,32$$

7

Determinar el peso de 1 meq de Ca

Composición elemental de Ca				
Elemento	Símbolo	Peso atómico (g)	Átomos	Peso atómico total
Calcio	Ca	40	1	40
				40

1 meq Ca = peso molecular / Valencia

1 meq Ca = 40 g / 2

1 meq Ca = 20 g

Posteriormente, convertimos los 20 g que pesa 1 meq de Ca a kg, obteniendo como resultado 0,02 kg.

8

Determinar cuántos kg de CaCO₃ son necesarios para neutralizar el Al

Es importante tener claro que el cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.) solo tolera 0,5 meq de Al y el suelo presenta 4,78 meq de Al.

1 meq de Al \longrightarrow 1,485 kg de CaCO₃

4,28 meq de Al \longrightarrow X de CaCO₃

X kg de CaCO₃ = (4,28 meq de Al * 1,485 kg de CaCO₃) / 1 meq de Al.

X kg de CaCO₃ = 6.355,8



9

Determinar el nitrógeno disponible en el suelo con base en el 2,5 % de materia orgánica (MO)

2,5 kg de MO \longrightarrow 100 kg de suelo

X kg de MO \longrightarrow 1.980.000 kg de suelo

$X \text{ kg de MO} = (1.980.000 \text{ kg de suelo} * 2,5 \text{ kg de MO}) / 100 \text{ kg de suelo}$

$X \text{ kg de MO} = 49.500$

10

Calcular el nitrógeno total (NT) disponible en el suelo

5 kg de NT \longrightarrow 100 kg de MO

X kg de NT \longrightarrow 49.500 kg de MO

$X \text{ kg de NT} = (49.500 \text{ kg de MO} * 5 \text{ kg de NT}) / 100 \text{ kg de MO}$

$X \text{ kg de NT} = 2.475$

11

Calcular el nitrógeno disponible (ND)

1,1 kg de ND \longrightarrow 100 kg de NT

X kg de ND \longrightarrow 2.475 kg de NT

$X \text{ kg de ND} = (2.475 \text{ kg de NT} * 1,1 \text{ kg de ND}) / 100 \text{ kg de NT}$

$X \text{ kg de ND} = 27,22$

12

Determinar el contenido de fósforo (P) que aporta el suelo

6,42 kg de P \longrightarrow 1.000.000 kg de suelo

X kg de P \longrightarrow 1.980.000 kg de suelo

$X \text{ kg de P} = (1.980.000 \text{ kg de suelo} * 6,42 \text{ kg de P}) / 1.000.000 \text{ kg de suelo.}$

$X \text{ kg de P} = 12,71$

13

Determinar cuántos kg de P_2O_5 hay en 12,71 kg de P

Recuerde calcular el peso atómico de 1 mol P_2O_5 .

Elemento	Símbolo	Peso atómico	Átomos	Peso atómico total
Fósforo	P	31	2	62
Oxígeno	O	16	5	80
				142

142 kg de P_2O_5 \longrightarrow 62 kg de P

X kg de P_2O_5 \longrightarrow 12,71 kg de P

$X \text{ kg de } P_2O_5 = (12,71 \text{ kg de P} * 142 \text{ kg de } P_2O_5) / 62 \text{ kg de P}$

$X \text{ kg de } P_2O_5 = 29,11$

14

Ajustar la relación Ca:Mg y K:Mg

Relación actual de Ca:Mg

Ca:Mg = 2,61 / 0,51

Ca:Mg = 5,11

Calcular el peso de un 1 meq de Ca.

Composición elemental de Ca				
Elemento	Símbolo	Peso atómico (g)	Átomos	Peso atómico total
Calcio	Ca	40	1	40
				40

1 meq Ca = peso molecular / Valencia

1 meq Ca = 40 g / 2

1 meq Ca = 20 g

Posteriormente, convertimos los 20 g que pesa 1 meq de Ca a kg, obteniendo como resultado 0,02 kg.

0,02 kg de Ca \longrightarrow kg de suelo

X kg de Ca \longrightarrow 1.980.000 kg de suelo

X kg de Ca = (1.980.000 kg de suelo * 0,02 kg de Ca) / 100 kg de suelo

X kg de Ca = 396

Ahora:

1 meq Ca \longrightarrow 396 kg de Ca

X meq Ca \longrightarrow 2.542,32 kg de Ca

X meq Ca = (2.542,32 kg de Ca * 1 meq Ca) / 396 kg de Ca

X meq Ca = 6,42

Nueva relación de Ca:Mg

$$\text{Ca:Mg} = 9,03 / 0,51$$

$$\text{Ca:Mg} = 17,70$$

Determinar cuántos X meq de Mg se necesitan para garantizar una relación Ca:Mg de 5.

$$9,03 / X \text{ meq de Mg} = 5$$

$$X \text{ meq de Mg} = 1,80$$

$$1,80 \text{ meq Mg} - 0,51 \text{ meq Mg} = 1,29 \text{ Mg}$$

Calcular el peso de 1 meq de Mg.

Composición elemental de Mg

Elemento	Símbolo	Peso atómico (g)	Átomos	Peso atómico total
Magnesio	Mg	24	1	24
				24

1 meq Mg = Peso molecular / Valencia

$$1 \text{ meq Mg} = 24 \text{ g} / 2$$

$$1 \text{ meq Mg} = 12 \text{ g}$$

Posteriormente, convertimos los 12 g que pesa 1 meq de Mg a kg, obteniendo como resultado 0,012 kg.

$$0,012 \text{ kg de Mg} \longrightarrow 100 \text{ kg de suelo}$$

$$X \text{ kg de Mg} \longrightarrow 1.980.000 \text{ kg del suelo}$$

$$X \text{ kg de Mg} = (1.980.000 \text{ kg de suelo} * 0,012 \text{ kg de Mg}) / 100 \text{ kg de suelo}$$

$$X \text{ kg de Mg} = 237,6$$

Ahora:

$$1 \text{ meq de Mg} \longrightarrow 237,6 \text{ kg de Mg}$$

$$1,29 \text{ meq de Mg} \longrightarrow X \text{ kg de Mg}$$

$$X \text{ kg de Mg} = (1,29 \text{ meq de Mg} * 237,6 \text{ kg de Mg}) / 1 \text{ meq de Mg}$$

$$X \text{ kg de Mg} = 307,92$$

Posteriormente, debe determinarse cuántos kg de MgO hay en 307,92 kg de Mg. Recuerde calcular el peso.

40 kg de MgO \longrightarrow 24 kg de Mg

X kg de MgO \longrightarrow 307,92 kg de Mg

$$X \text{ kg de MgO} = (307,92 \text{ kg de Mg} * 40 \text{ kg de MgO}) / 24 \text{ kg de Mg}$$

$$X \text{ kg de MgO} = 513,21$$

Calcular el peso de 1 meq de K.

Composición elemental de K				
Elemento	Símbolo	Peso atómico (g)	Átomos	Peso atómico total
Potasio	K	39	1	39
				39

1 meq K = Peso molecular / Valencia

$$1 \text{ meq K} = 39 \text{ g} / 1$$

$$1 \text{ meq K} = 39 \text{ g}$$

Posteriormente, convertimos los 39 g que pesa 1 meq de K a kg, obteniendo como resultado 0,039 kg.

0,039 kg de K \longrightarrow 100 kg de suelo

X kg de K \longrightarrow 1.980.000 kg del suelo

$$X \text{ kg de K} = (1.980.000 \text{ kg de suelo} * 0,039 \text{ kg de K}) / 100 \text{ kg de suelo}$$

$$X \text{ kg de K} = 772,2$$

Ahora:

1 meq de K \longrightarrow 772,2 kg de K

0,02 meq de K \longrightarrow X kg de K

$$X \text{ kg de K} = (0,02 \text{ meq de K} * 772,2 \text{ kg de K}) / 1 \text{ meq de K}$$

$$X \text{ kg de K} = 15,44$$

Posteriormente, debe determinarse cuántos kg de K_2O hay en 15,44 kg de K. Recuerde calcular el peso.

$$\begin{array}{ccc} 94 \text{ kg de } K_2O & \longrightarrow & 39 \text{ kg de K} \\ X \text{ kg de } K_2O & \longrightarrow & 15,44 \text{ kg de K} \end{array}$$

$$X \text{ kg de } K_2O = (15,44 \text{ kg de K} * 94 \text{ kg de } K_2O) / 39 \text{ kg de K}$$

$$X \text{ kg de } K_2O = 18,61$$

15

Determinar la cantidad de fertilizante por utilizar

Requerimientos del cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.)

$$N = 120 \text{ kg/ha} \quad P_2O_5 = 90 \text{ kg/ha} \quad K_2O = 140 \text{ kg/ha}$$

Requerimientos de nitrógeno (Req - N).

$$\text{Req} - N = (120 \text{ kg/ha} - 27,55 \text{ kg/ha}) / 0,6$$

$$\text{Req} - N = 154,08 \text{ kg/ha}$$

Requerimientos de potasio (Req - K).

$$\text{Req} - K = (140 \text{ kg/ha} - 18,61 \text{ kg/ha}) / 0,7$$

$$\text{Req} - K = 173,41 \text{ kg/ha}$$

Requerimientos de fósforo (Req - P).

$$\text{Req} - P = (90 \text{ kg/ha} - 29,11 \text{ kg/ha}) / 0,4$$

$$\text{Req} - P = 152,22 \text{ kg/ha}$$

Fuente: urea (46-0-0).

$$46 \text{ kg de N} \longrightarrow 100 \text{ kg de urea}$$

$$154,08 \text{ kg de N} \longrightarrow X \text{ kg de urea}$$

$$X \text{ kg de urea} = (154,08 \text{ kg de N} * 100 \text{ kg de urea}) / 46 \text{ kg de N}$$

$$X \text{ kg de urea} = 334,95 \text{ (7 bultos)}$$

Fuente: KCl (0-0-60).

60 kg de K \longrightarrow 100 kg de KCl

173,41 kg de K \longrightarrow X kg de KCl

$$X \text{ kg de KCl} = (173,41 \text{ kg de K} * 100 \text{ kg de KCl}) / 60 \text{ kg de K}$$

$$X \text{ kg de KCl} = 289,01 \text{ (6 bultos)}$$

Fuente: SPT (0-46-0).

46 kg de P \longrightarrow 100 kg de SPT

152,22 kg de P \longrightarrow X kg de SPT

$$X \text{ kg de SPT} = (152,22 \text{ kg de P} * 100 \text{ kg de SPT}) / 46 \text{ kg de P}$$

$$X \text{ kg de SPT} = 330,91 \text{ (7 bultos)}$$

La fertilización se realizará de manera fraccionada. La primera aplicación corresponde al 70 % y la segunda al 30 %.

	N (kg)	P (kg)	K (kg)
1 Ap.	234	232	202
2 Ap.	100	99	87

Selección del tipo de labranza

El objetivo de la labranza es **aumentar la cantidad de poros en el suelo**, para **facilitar el crecimiento de las raíces** y **promover un desarrollo óptimo** de la planta. Cuando se utilizan elementos inadecuados, se intensifican las operaciones de labranza y se realiza la labranza a favor de la pendiente, la estabilidad estructural del suelo disminuye, hay erosión, pérdidas de suelo y compactación. Esto deteriora las propiedades físicas de los suelos, volviéndolos improductivos.



Sistema de labranza primaria con ras-
tra de disco pesada en C. I. Obonuco.

Tipos de labranza

Labranza primaria

Labor agrícola que se realiza **antes de la siembra** de cultivos forrajeros. **Permite abrir por primera vez el suelo** en el periodo de mecanización. Es un proceso pesado que requiere potencia y tiempo de operación.

Los implementos que se utilizan son los **arados de discos, rotativos y cincel**.



La función de la labranza primaria es romper y voltear los primeros 25 cm del perfil del suelo, facilitando una mayor aireación, capacidad de retención y drenaje.

La labranza primaria se divide en:

1. **Labranza convencional:** consiste en labores agrícolas primarias y secundarias realizadas para **crear una buena cama de semillas para la siembra** de cultivos forrajeros. Es una práctica que utilizan la mayoría de productores ganaderos de la cuenca lechera del trópico alto del departamento de Nariño antes de sembrar raigrases o para incorporar los residuos de cosecha al suelo. Para el desarrollo de esta actividad, generalmente, utilizan el **arado de vertederas o rastra**.
2. **Labranza de conservación:** es una labor agrícola basada en el **aprovechamiento de los residuos de cosecha** para **reducir las pérdidas de agua y suelo. Se divide en labranza mínima y labranza cero**. Esta labor no invierte el suelo **y mantiene los residuos vegetales en la superficie** de este; sin embargo, limita el porcentaje de germinación de los cultivos forrajeros y genera problemas fitosanitarios.
3. **Labranza vertical:** es una labor agrícola que permite **romper el suelo por primera vez sin voltearlo** durante el periodo de mecanización, manteniendo su estructura. Los implementos agrícolas usados para desarrollar esta actividad son: arado de cinceles, renovador de praderas, desbrozadora y rotovator.

Labranza secundaria

Labor agrícola que tiene como objetivo **romper los terrones presentes en el suelo** y **crear una cama de semillas**. Adicionalmente, incluye labores de nivelación del terreno y la aplicación de herbicidas de hojas ancha y estrecha **un mes después de la siembra** del cultivo forrajero. Los implementos agrícolas utilizados para esta labor son el **arado de disco dentado (rastra), desterronadores, cultivadores**, etc.



Implementos de labranza

Arado de disco

Utilizado en la **labranza primaria**. El elemento operativo que lo constituye es un casquete esférico que gira sobre un eje diametral que pasa por el centro. Su función principal es **voltear el suelo**, para facilitar el intercambio de aire entre el suelo y la atmósfera.



Pase de arado de disco para pulir el terreno. C. I. Obonuco.

En el trópico alto de departamento de Nariño, los productores ganaderos usan el arado de disco en terrenos duros y secos, ya que permite que el disco pueda penetrar el suelo debido a su peso, y en

terrenos pedregosos y rocosos, puesto que su forma de casquete esférico es idónea para quitar los obstáculos del terreno.

Arado de cincel

Implemento utilizado en la **labranza primaria**. Su función es **romper las capas endurecidas superficiales** presentes en el suelo, **facilitando la circulación del agua y el aire**. Tiene una profundidad de trabajo de 35 a 60 cm, dependiendo de la velocidad de operación. Existen dos tipos de arado de cincel: el **rígido** y el **vibratorio**.

En los suelos andisoles del trópico alto del departamento de Nariño, los productores ganaderos lo emplean para **aflojar el suelo sin necesidad de voltearlo**, conservando, de este modo, la humedad y la materia orgánica presentes en el suelo.

1. **Arado de cincel rígido:** implemento que **requiere menor potencia para su uso**; su función es **destruir las capas compactas** presentes en el suelo, logrando **una mayor circulación de agua y aire** presentes en él. Adicionalmente, durante el establecimiento de praderas

de raigrás, el uso de este implemento facilita que el cultivo tenga un buen desarrollo radicular, garantizando su persistencia a través del tiempo.



Pase de arado de cincel rígido para romper zonas endurecidas. C. I. Obonuco.

- 2. Arado de cincel vibratorio:** se utiliza en la **labranza vertical**. A diferencia del cincel rígido, este tiene en el extremo del cincel una reja que corta el suelo y **elimina las capas compactadas**. Este implemento ayuda a incrementar el **crecimiento radicular del cultivo** y, comparado con otros implementos, puede ser operado a velocidades de 8 km/h, lo que significa una reducción del combustible por área de trabajo.



Pase de arado de cincel vibratorio para romper zonas endurecidas. C. I. Obonuco.

Renovador de praderas

Su función es **descompactar los suelos** de uso ganadero **sin remover el forraje establecido**. Lo conforman un conjunto de discos cortadores y cinceles, los cuales permiten mayor intercambio de agua y aire entre el suelo y la atmósfera.



Pase de renovador de praderas en la granja experimental Chimangual.

Rastra de discos pesada

Implemento versátil utilizado principalmente en labores de **labranza secundaria**; su función es **cortar el suelo, introducirlo nuevamente y mezclarlo**, para crear una buena cama de semillas que permitirá la germinación del cultivo.



Pase de rastra de discos pesada para labranza primaria. C. I. Obonuco.

Respuesta del forraje

El proceso de **renovación de praderas maximiza el crecimiento y desarrollo de la pastura, incrementando las condiciones de respuestas**, como:

- el vigor
- la altura
- el porcentaje de cobertura
- los rendimientos de forraje verde y materia seca del cultivo forrajero que se implementará
- la disminución en los niveles poblacionales de plagas-arvenses-enfermedades



Cultivo de avena altoandina (*Avena sativa* L.).
C. I. Obonuco.

Todas estas condiciones de respuesta obtenidas por la renovación de praderas se presentan con el acompañamiento de fertilizantes que aportan macronutrientes, como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), las enmiendas agrícolas y el tipo de labranza implementada.





3

Recomendaciones prácticas para la persistencia de praderas de *Lolium* sp.

Es importante que, habiendo conocido previamente los criterios para la renovación de praderas en su finca, tenga ahora en cuenta algunas recomendaciones prácticas para su persistencia.

Sistema de pastoreo

El sistema de pastoreo es un programa de manejo de pastoreo, conformado por el establecimiento de los periodos de descanso y ocupación que beneficien la óptima recuperación de las praderas.



Los sistemas ganaderos de lechería especializada de trópico alto basados en pastoreo de praderas de *Lolium* sp. que desean aumentar la producción de leche sin deteriorar las praderas deben establecer un sistema de pastoreo adecuado, que permita hacer buen uso del suelo y del manejo de las praderas, para que **persistan y presenten una mayor producción de biomasa por unidad de área.**



El objetivo de este sistema es lograr una **producción estable de forraje con buena calidad nutricional, utilizando eficientemente el recurso.**

Establecer un sistema de pastoreo es relativamente sencillo, pero garantizar su eficiencia es complicado, ya que mal implementado puede deteriorar las propiedades físicas del suelo como consecuencia del sub o sobrepastoreo, lo que reduce sustancialmente la productividad del hato ganadero.

A lo largo del tiempo, se han ideado **diversos modelos** para realizar el pastoreo de los animales, con el objetivo de **aumentar la producción de leche por unidad de área.** Entre los modelos se encuentran:

- El **pastoreo extensivo**, que se caracteriza por que los animales están de manera continua en un potrero extenso y la pastura no tiene periodos de descanso, ocasionando deterioro del suelo y la planta.
- El **pastoreo alterno**, que se caracteriza por tener potreros de similares dimensiones. Los potreros se utilizan de manera alterna; los animales pastorean en uno, mientras el otro potrero está descansando, lo que permite un mejor aprovechamiento y crecimiento de los pastos.
- El **pastoreo rotacional** se caracteriza por dividir toda el área en potreros, de manera que mientras uno está ocupado, los demás están en descanso. Debe tenerse en cuenta la época del año y el tipo de pasto que va a usarse (características agronómicas y productivas), ya que de estas dependerá el periodo de ocupación y descanso. El número de potreros varía de 2 a 70.

En el pastoreo rotacional, los animales pasan de un potrero a otro con el objetivo de hacer un eficiente uso de los pastos.



- El **pastoreo en franjas** es una extensión del pastoreo rotacional en franjas; consiste en darle a cada animal, por día o por periodos menores, una franja de potrero suficiente para su alimentación, mediante el uso de cerca eléctrica. Podría decirse que es el mismo pastoreo rotacional, pero intensificado con ayuda de la cerca.

El **tiempo óptimo de pastoreo** es fundamental no solo para garantizar una mayor producción de biomasa, sino para asegurar su **calidad nutricional**, además de crear un **equilibrio entre el sistema suelo-planta-animal**.

En el departamento de Nariño, los productores ganaderos de lechería especializada de trópico alto utilizan el sistema de **pastoreo rotacional o rotacional en franjas**.

- El primero consiste en seleccionar un área del predio ganadero para **dividirla en potreros**, los cuales serán pastoreados sistemáticamente por los grupos de animales que conforman el hato, es decir, que **mientras algunos potreros son pastoreados, otros descansan**. Este sistema permite aumentar la producción de leche por metro cuadrado, sin deteriorar la persistencia de las pasturas de *Lolium* sp. en la pradera, aprovechando eficientemente las pasturas de acuerdo con los periodos de ocupación y descanso establecidos en función de la época climática, genética del pasto y raza del animal.
- El segundo es una modificación del primero, el cual se basa en **dividir un potrero por franjas mediante una cerca eléctrica**, aumentando el periodo de permanencia de un grupo específico de animales del hato en cada una de ellas.

Para alcanzar los beneficios del sistema de pastoreo rotacional o rotacional en franjas, es importante implementar prácticas de **manejo agrónomico** y definir los **periodos de ocupación y descanso** de los potreros, así como la **capacidad de carga** en cada uno.

Los parámetros que determinan el **potencial de producción de las praderas** son: la **altura de corte**, la **carga animal** y el **tiempo de estancia**



de los animales, factores que influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas para recuperarse después de la defoliación.



Persistencia de praderas de *Lolium* sp. en sistemas ganaderos del municipio de Cumbal.

Periodos de descanso

Todos los forrajes, una vez pastoreados, comienzan a formar tejidos (tallos, hojas, raíces, etc.) y requieren un **tiempo adecuado para acumular nuevamente reservas en la parte baja de la planta**, gracias a lo cual pueden repetirse periódicamente los ciclos de pastoreo, sin que se ponga en peligro la supervivencia de esta.

Especie	Periodo de descanso	
	Invierno (días)	Verano (días)
Kikuyo [<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.)]	42	63
Azul orchoro (<i>Dactylis glomerata</i>)	35 – 42	
Raigrás anual (<i>Lolium multiflorum</i>)	28 – 35	> 40
Raigrás perenne (<i>Lolium perenne</i>)	30 – 40	> 40

Periodos de descanso de especies forrajeras en el trópico alto de Nariño.

Fuente: Bernal (1998, citado en Anzola y Giraldo, 2015).



Periodos de descanso
de franjas de mezclas
forrajeras. C. I. Obonuco.



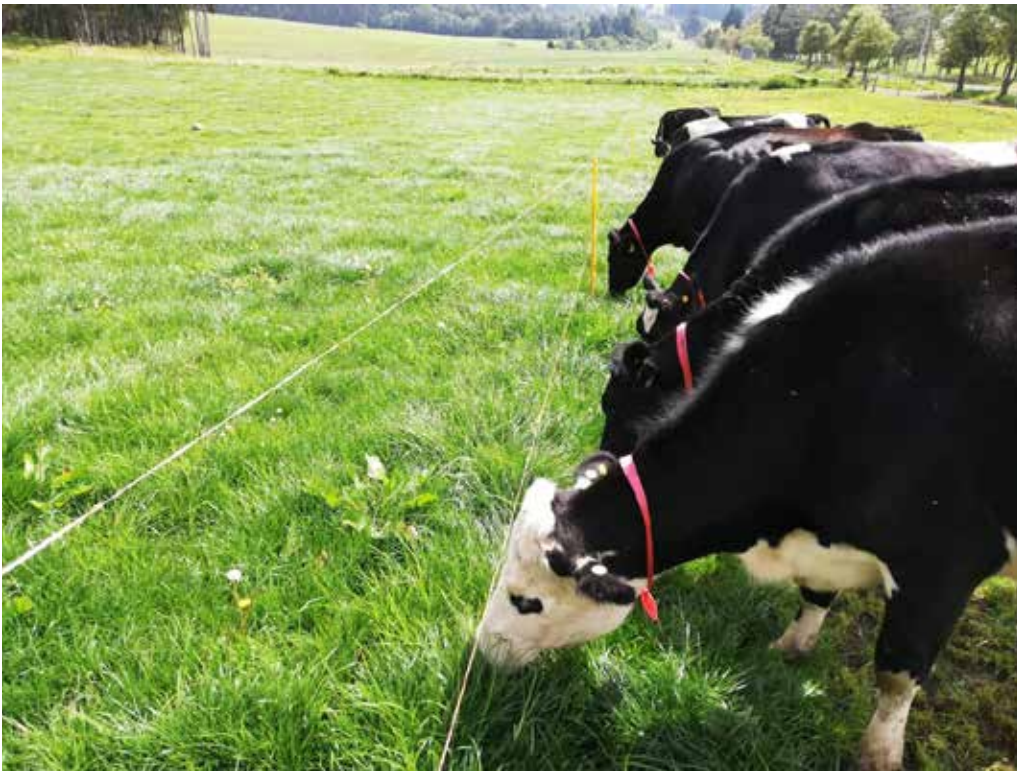
Periodo de descanso de
pradera de mezcla forra-
jera. C. I. Obonuco.

Periodo de ocupación

El **tiempo de permanencia de los animales en las praderas** tiene un efecto en las condiciones del suelo y en el posterior desarrollo de las plantas postpastoreo, debido a la defoliación que estos hacen a la planta y a la compactación por pisoteo.

Tanto el sobrepastoreo como el subpastoreo son perjudiciales para la pastura. El **sobrepastoreo** puede producirse en época de bajas y altas

precipitaciones; en esta última, las propiedades físicas del suelo se ven más afectadas, dejando el suelo descubierto, y cuando llegan las lluvias, se produce erosión. También, se presentan altas compactaciones del suelo por el pisoteo de los animales, evitando un óptimo desarrollo de raíces y, finalmente, el potencial productivo del pasto. Por el contrario, el **sub-pastoreo** trae como consecuencia una pobre utilización de la pastura, ocasionando una mala salud vegetal y la disminución de la productividad. Se recomienda que el periodo de ocupación de un potrero sea relativamente corto, a fin de evitar el deterioro de las praderas y la disminución de su potencial productivo.



Periodos de ocupación de franjas de mezclas forrajeras. C. I. Obonuco.



La carga animal es el número de animales que pastorean por hectárea en un tiempo determinado.



Capacidad de carga

La carga animal se define como el **número de animales de una cierta etapa productiva que pastorean en un área y en un tiempo determinados.**

Durante la época de **verano, la capacidad de carga disminuye**, independientemente del manejo que se le dé al potrero, lo que obliga a tomar las previsiones del caso con la debida anticipación, para evitar que se sobrepase la capacidad de carga de la explotación, **disminuyendo el número de animales o programando la producción de heno, ensilaje u otros suplementos.**

Finalmente, el sistema de pastoreo influye en la persistencia y, por tanto, en la necesidad de los productores de realizar una renovación de praderas.



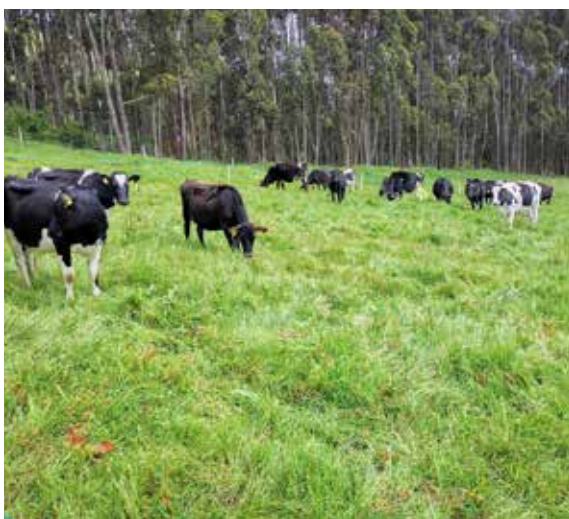
Capacidad de carga en una pradera de mezclas forrajeras. C. I. Obonuco.



Beneficios de renovar la pradera

Por último, tenga presentes los beneficios de hacer una correcta renovación de praderas en su predio, tanto para sus suelos como para los animales y su economía.

Implementar un sistema que podríamos llamar **avanzado**, es decir, **integrar la siembra directa y la renovación de praderas** para darle mayor uso al nitrógeno fijado por las leguminosas forrajeras, logrando disminuir el uso de fertilizantes nitrogenados, como la urea, beneficiando con ello al medio ambiente y la economía del productor ganadero del trópico alto del departamento de Nariño a largo plazo.



Disponibilidad de forraje de una pradera de mezclas forrajeras después de la renovación.

Permitir que se presenten **menores periodos improductivos** entre pasturas sucesivas, **menos presencia de plantas no deseadas** (arvenses), incremento en los niveles poblacionales de **macro y microbiota** en el suelo y, por consiguiente, obtener **ganancias de rendimiento en materia seca y disminución de costos** al espaciar las siembras; con relación a todos estos beneficios, se generará mayor producción en las especies y se obtendrá mayor rentabilidad en la pradera renovada.

Glosario

Acidez de suelos ganaderos de trópico alto: propiedad química del suelo relacionada con la presencia de iones hidrógenos (H⁺) en su solución. Su unidad de medida es el pH. En la cuenca de lechería especializada del departamento de Nariño, los valores de pH fluctúan en un rango de 4,0 a 6,5, limitando en el suelo la disponibilidad de fósforo (P), calcio (Ca₂⁺), magnesio (Mg), molibdeno (Mo), para los cultivos forrajeros.

Aireación en suelos ganaderos de trópico alto: proceso físico que permite el intercambio constante del aire entre el suelo y la atmósfera. Este proceso está relacionado con la porosidad del suelo, la cual depende de su textura. Entre más gruesa sea la textura del suelo en los predios ganaderos, mayor será la porosidad; en otras palabras, mayor será la circulación de aire entre el suelo y la atmósfera.

Capacidad de carga: número de animales que pueden pastorear un potrero, las propiedades físicas del suelo y su productividad.

Degradación de suelos: cambio en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, que disminuye considerablemente su capacidad productiva.

Enmiendas agrícolas: producto agrícola cuya composición química mejorará las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Particularmente, corrige o previene la acidez del suelo, logrando modificar el pH y la disponibilidad de algunos nutrientes en su solución.

Labranza: labor agrícola que tiene como finalidad mejorar la estructura del suelo, para facilitar el crecimiento de las raíces y promover un desarrollo óptimo del cultivo.

Pastoreo: actividad de llevar a todos los grupos de animales del hato a consumir el forraje verde disponible en la pradera.

Periodos de ocupación: tiempo total que utilizan los grupos de animales de un hato ganadero para pastorear un potrero en cada rotación.

Raigrás anual: gramínea forrajera diploide adaptada entre los 1.800 y 3.600 m s. n. m., bastante exigente en agua, fertilización y pH (> 5.5); su persistencia en la pradera es de 365 días y presenta un tiempo de recuperación entre 28 y 35 días.

Raigrás perenne: gramínea forrajera tetraploide adaptada entre los 1.800 y 3.600 m s. n. m., bastante exigente en agua, fertilización y pH (> 5.5). Por encima de los 3.000 m s. n. m., su crecimiento disminuye y el tiempo de recuperación en la pradera es entre 30 y 40 días.

Rotación de potreros: sistema eficiente de pastoreo basado en la programación adecuada.

Sobrepastoreo: resultado de varios factores que suceden de manera simultánea en el sistema de producción de lechería especializada, causando la degradación de los potreros. Con el paso del tiempo, este factor puede ser muy agresivo, ya que le ocasiona daños irreparables al suelo. Factores como la carga animal y la estacionalidad de la oferta forrajera en los potreros ocasionan el sobrepastoreo.



Referencias

- Acosta, A. E., Pardo, B. O., Durán, C. C. V., Gualdrón, A. R. y Soto, G. G. (1995). Fascículo 3, Establecimiento de pasturas en suelos ácidos de Colombia. En V. Zapata y C. V. Durán (eds.). *Capacitación en tecnologías de producción de pastos*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Anzola, H. y Giraldo, V. (2015). *Rotación de potreros, herramientas para incrementar la producción*. www.contextoganadero.com/reportaje/rotacion-de-potreros-herramienta-para-incrementar-la-produccion
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R. y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 2-11. <https://www.revis-taecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572>
- Bazan, J. (2013). *Producción de leche bajo un sistema de pastoreo intensivo de una asociación de Rye Grass – Trébol, en vacas Holstein*. INIA. www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/produccion-leche-bajo-sistema-t29897.htm
- Barahona, R. y Sánchez, S. (2015). Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 69-82. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/39/41>
- Berleig J. (1990). *Organización de operaciones agropecuarias* n.º 51. Trillas.
- Cardona, J., Mahecha, L. y Angulo, J. (2019). Estimación de metano en vacas pastoreando sistemas silvopastoriles con *Tithonia diversifolia* y suplementadas con grasas polinsaturadas. *Revista Científica LUZ*, 29(2), 107-118. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/29593/30379>
- Castro, R. E. (2004). *Evaluación de adaptación y compatibilidad de 10 gramineas para clima frío asociadas con Lotus corniculatus en Mosquera*,

Cundinamarca. Tesis de Zootecnia. Bogotá: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.

Ceballos, D., Hernández, O. y Vélez, J. (2009). Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas en un andisol del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 27(1), 40-48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104154>

Cock, J., Álvarez, D. y Estrada, M. (2010). *Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Corporación BIOTEC.

Contexto Ganadero. (2019). *5 sistemas de pastoreo en ganadería sostenible*. www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/5-sistemas-de-pastoreo-en-ganaderia-sostenible

Durán, H. (2004). Cambios tecnológicos e intensificación en los sistemas pastoriles de producción de leche en Uruguay. En *Resultados experimentales en lechería* (pp. 115-122). Montevideo: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ad/2004/ad_361.pdf

Eslava, J., López, V. y Olaya, G. (1986). Los climas de Colombia (Sistema de Caldas -Lang). *Atmósfera*, 7, 41-77.

Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán). (2010). *Manual práctico del ganadero, establecimiento y manejo de praderas*. www.academia.edu/29601487/ESTABLECIMIENTO_Y_MANEJO_DE_PRADERAS_MANUAL_PR%C3%81CTICO_DEL_GANADERO

Franco, L., Calero, D. y Durán, C. (2007). *Manual de establecimiento de pasturas*. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Palmira: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad Nacional de Colombia.

- González, V. y Pomares, F. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos*. Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).
- Guerrero, L. (1988). *La labranza y las propiedades físicas del suelo*. Bogotá: ICA.
- Holman, F., Rivas, L., Argel, P. y Pérez, E. (2004). *Impacto de la adopción de Brachiaria: Centroamérica y México. Documento de trabajo No. 197*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Hunt, D. (1984). *Maquinaria agrícola*. Capítulos I y II. México: Limusa.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (1992). *Manual de asistencia técnica N° 25*. “Quinta aproximación de fertilización en diversos cultivos”. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/14124>
- Lozano, F. (2004). *Nuevos conceptos y estrategias para la renovación de praderas degradadas en el trópico alto colombiano*. Primera reunión de la red temática de recursos forrajeros. C. I. Tibaitatá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Los fertilizantes y su uso*. www.fao.org/3/a-x4781s.pdf
- Ortiz J. (1975). *Técnica de la mecanización agraria*. Madrid: Mundi-Prensa
- Pérez, J. (2014). *Estrategias para la renovación de praderas degradadas en la hacienda Los Pulpitos*. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1139/1/Estrategias_renovacion_praderas_degradadas_hacienda_los_Pulpitos.pdf
- Solarte, C. E. (2009). *Caracterización y evaluación genética de la población bovina lechera del trópico alto de Nariño*. Grupo de Investigación Producción y Sanidad Animal, Línea de genética y mejoramiento animal. Pasto: Universidad de Nariño.

La productividad de las pasturas en el trópico alto afecta directamente la producción de leche, que es altamente influenciada por un periodo bimodal en la distribución de lluvias para la zona alta de Nariño, haciendo que se presenten picos en el nivel productivo y caídas de hasta un 50 % durante la época seca.

A través del proyecto “Mejoramiento de la oferta forrajera, optimización de sistemas de alimentación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de la leche en el trópico alto del departamento de Nariño”, se desarrollaron estrategias con el fin de mejorar la oferta de forraje y disminuir la estacionalidad en la producción de leche.

Este manual presenta las diferentes prácticas asociadas a un proceso sostenible de renovación de praderas, partiendo de las herramientas para el diagnóstico adecuado de los procesos de degradación y los implementos agrícolas que permiten un proceso eficiente de preparación de los suelos, así como las prácticas sostenibles para los procesos de uso de enmiendas y fertilización, el uso de especies para intersembra y la estrategia de pastoreo.

AGROSAVIA

EDITORIAL