



RENOVACIÓN Y MANEJO DE PRADERAS

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

DE LECHE ESPECIALIZADA

EN EL TRÓPICO ALTO COLOMBIANO

LEONARDO SÁNCHEZ M.¹

EDGAR VILLANEDA V.²

¹ MVZ, Ph.D. Investigador Ph.D. principal. CORPOICA. C.I. Tibaitatá. lsanchez@corpoica.org.co

² Agrólogo. Investigador Profesional Asociado. CORPOICA. C.I. Tibaitatá. evillaneda@corpoica.org.co



Sánchez M., Leonardo; Villaneda V., Edgar. / Renovación y manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializada en el trópico alto colombiano. Colombia. Corpoica. 2009. 24 p.

Palabras clave: MANEJO DE PRADERAS, REHABILITACIÓN DE TIERRAS, MANEJO DE PASTOS, MANEJO DE GANADO, ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES, PRODUCCIÓN LECHERA, COLOMBIA.



© Corporación Colombiana de Investigación
Agropecuaria, Corpoica - CI Tibaitatá

ISBN: 978-958-740-007-6
CUI: 291
CA: PN29100013
Primera edición: Julio de 2009
Tiraje: 100 ejemplares

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co
www.corpoica.org.co

Producción editorial
Diagramación, impresión y encuadernación



www.produmédios.org
Teléfono: 288 5338 - Bogotá, DC, Colombia

Impreso en Colombia
Printed in Colombia



Contenido

Introducción.....	5
Algunas características físicas de los suelos	7
Degradación de suelos y praderas.....	9
Recuperación de praderas degradadas.....	11
Procedimiento para estimar indicadores de manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializada	13
Indicadores de manejo de suelos y praderas y problemas asociados en sistemas de producción de leche especializada de Trópico Alto	16
Conclusiones.....	20
Anexo. <i>Método utilizado para el monitoreo de praderas</i>	21
Bibliografía.....	22





Introducción

La alimentación de la ganadería de leche en Colombia se realiza básicamente en pastoreo, ya que los forrajes constituyen los recursos más abundantes y de menor costo para garantizar el llenado y funcionamiento de los estómagos de rumiantes.

La especie forrajera predominante en praderas del trópico alto colombiano, comprendido entre 2.000 a 2900 msnm, es el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); sin embargo, también se encuentran en menor nivel, especies forrajeras introducidas de altos rendimientos como raigrases diploides y tetraploides.

Una de las principales limitantes de la producción ganadera basada en praderas de kikuyo es la susceptibilidad de esta especie a las heladas, las cuales se presentan durante la época seca; adicionalmente, un elevado porcentaje de las praderas establecidas con esta gramínea no reciben prácticas adecuadas de manejo, factor que se traduce en bajas producciones de forraje verde (70-80 t/ha/año), baja carga animal (1-1.5 UGG/ha) y niveles reducidos de producción láctea, acelerando además la degradación de suelos y praderas y la pérdida de biodiversidad (Foto1).

Aunque se dispone de tecnología para la recuperación de suelos y praderas de trópico alto aún se requiere la implementación de esta tecnología y los beneficios asociados a la misma, incluyendo el seguimiento de los recursos involu-

crados y la estimación de indicadores de carga animal, consumo y productividad.

Las actividades de recuperación de suelos y praderas deben estar asociadas con un seguimiento periódico que permita generar información a nivel de finca y a nivel de microrregión sobre indicadores de manejo de praderas, calidad nutricional, oferta y disponibilidad de forraje, composición botánica de praderas, carga animal, productividad láctea y costos de producción, que facilite el análisis de los síntomas de producción y la implementación de los correctivos necesarios.

En este documento se revisan aspectos básicos relacionados con suelos y praderas, degradación y recuperación de estos recursos, complementado con algunos indicadores y problemas en el manejo de praderas, calidad nutricional y manejo de la alimentación en sistemas de producción de leche especializada.



Pradera degradada

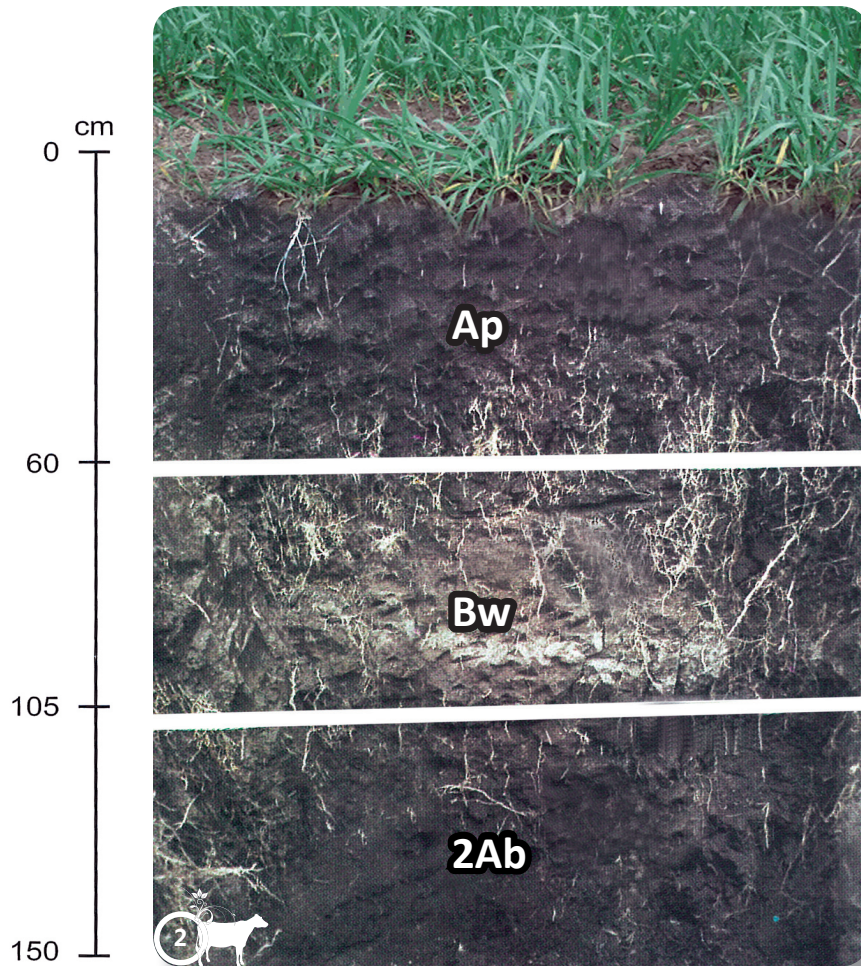




Algunas características físicas de los suelos

El suelo es un sistema complejo y dinámico constituido por una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, aire y agua, el cual cambia por efecto de reacciones químicas y biológicas, y por actividad de diferentes microorganismos. (Loter, 1968; Rivera, 2003).

Las capas que se observan cuando se realiza un corte vertical del suelo se denominan horizontes (Foto 2), siendo el horizonte A, el más superficial, donde se desarrolla la capa arable y se presenta actividad biológica, almacenamiento de agua y aireación de raíces.



Perfil de suelo Andisol.

Se describen las propiedades físicas básicas de los suelos, al considerar su importancia en la productividad de praderas y la dificultad para su recuperación.

La estructura del suelo hace referencia al tamaño, forma y arreglo de las partículas sólidas del suelo (Rivera, 2003; Lotero, 1968). Las formas de estructura pueden ser granulares (estructura ideal), laminares, en bloque, columnares, etc., (Rivera, 2003). En general, una estructura ideal está asociada con presencia de arcilla y materia orgánica (Lotero, 1968).

El tamaño óptimo de los agregados del suelo, desde el punto agrícola, varía entre 0.5 y 2.0 mm (Primavesi, 1984; citado por Rivera, 2003). La estabilidad estructural expresa la resistencia de los agregados del suelo a romperse cuando están sujetos a procesos destructivos (Hillel, 1982, citado por Rivera, 2003). Los microorganismos están involucrados en la estabilidad de los agregados mediante la capacidad de algunos de ligar mecánicamente partículas, o mediante la producción de agentes ligantes efectivos por síntesis directa, o a través de la descomposición de materiales orgánicos (Rivera, 2003).

La textura del suelo hace referencia a los diferentes tamaños en la fracción mineral del suelo, los cuales se clasifican, de acuerdo con su tamaño, en arenas (2.0 a 0.05 mm de diámetro), limos (0.05 a 0.002 mm) y arcillas (menores de 0.002 mm) (Lotero y Rodríguez, 1968; Universidad de Granada, 2007). En este sentido, el suelo recibe nombre de acuerdo con

el separado predominante; adicionalmente, algunas propiedades del suelo como retención y penetración del agua, facilidad de penetración de raíces, aireación y contenido de materia orgánica, están relacionadas con su textura.

La densidad es la relación entre la masa y el volumen del suelo. Puede determinarse en dos formas: DENSIDAD APARENTE que incluye la masa del suelo (fracción mineral y orgánica) y el espacio poroso, y la DENSIDAD REAL, conocida como densidad específica, que solo considera la masa del suelo sin incluir el espacio poroso. La densidad se expresa como g/cm^3 (Montenegro y Malagón, 1990).

La porosidad del suelo se refiere a la relación entre la densidad aparente y la densidad real, expresada en porcentaje, y corresponde al espacio ocupado por el agua y el aire, siendo muy importante por su relación con el movimiento y retención del agua en el suelo. En este sentido, y de acuerdo con el tamaño, los poros existentes pueden ser macroporos (poros cuyo diámetro es mayor de 60 micras), mesoporos (diámetro entre 60 y 2 micras) y microporos (diámetro menor de 2 micras) (Montenegro y Malagón, 1990).

La retención de humedad del suelo depende de la composición mineral, química y mecánica de las partículas y agregados existentes en la fase sólida del suelo. Para determinar la cantidad de agua en el suelo debe elaborarse una curva hidrofísica íntegra (Ortiz, 1998), necesaria para estimar las constantes de humedad, capacidad de campo y punto de marchitez permanente.



Degradación de suelos y praderas

La degradación del suelo puede definirse como la reducción de las cualidades inherentes de este recurso, relacionadas con la productividad de los cultivos, o como la pérdida del potencial productivo del suelo por deterioro de sus propiedades físicas, químicas o biológicas, por prácticas agrícolas inapropiadas a través del tiempo (Amézquita, 1992; citado por Rivera, 2003).

La degradación del suelo se manifiesta como un proceso de desmejoramiento de su estructura asociado con reducción del área de toma de nutrientes, agua y anclaje de las especies vegetales, con reducción de las tasas de infiltración e intercambio gaseoso, que afectan de manera negativa el desarrollo radical y la actividad de flora y fauna del suelo.

En procesos avanzados, puede presentarse pérdida de suelo (Foto 3), disminuyendo de esta manera la sostenibilidad del recurso.

En general, el equilibrio físico, químico y biológico de suelos ha sido alterado por actividad humana, por implementación de agriculturas modernas basadas en la utilización intensiva de maquinaria, fertilizantes y pesticidas, uso continuo de tierras sin rotación, prácticas inadecuadas de pastoreo y desarrollos urbanos e industriales (Pla, 1988).

La reducción de fertilidad del suelo está determinada por pérdida de nutrientes y materia orgánica, procesos relacionados con propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En este sentido, si



Pradera con suelo desnudo



las especies forrajeras deseables en praderas son reemplazadas por especies indeseables, deben revisarse los niveles de materia orgánica del suelo y la actividad microbiológica del mismo (Jones, 2000). En efecto, una pradera saludable presenta niveles más altos de materia orgánica y de actividad microbiana que un bosque.

Los niveles bajos de materia orgánica se asocian con disminución del potencial simbiótico de microorganismos, lo cual afecta de manera negativa la nutrición mineral de pasturas y plantas cultivadas y la eficiencia de incorporación de diferentes nutrientes (Terralia, 2004). En consecuencia, la producción pecuaria sostenible debe orientarse hacia el mantenimiento de la fertilidad del suelo y de un ambiente físico adecuado para el crecimiento de las plantas, donde se facilite la actividad biológica de organismos benéficos.

La compactación del suelo, asociada con procesos de degradación, se define como la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo debido a fuerzas externas que actúan sobre él, considerándose como un comportamiento dinámico del suelo; por tanto, su estado varía con el tiempo (Gill & Vanden; citados por Gutiérrez y Páez, 1996). Puede presentarse por fenómenos naturales o por causas mecánicas; de esta manera, las capas endurecidas a través del perfil del suelo, pueden atribuirse a acumulación de arcillas, contracción natural del suelo durante el secado de las arcillas, pisoteo de los animales y empleo de maquinaria agrícola cuando el contenido de humedad del suelo no es el adecuado. El pisoteo de los animales origina una compactación cercana a la superficie llamada pié de pezuña, mientras que el uso frecuente de arados de disco origina una capa compacta, generalmente a 25 cen-

tímetros de profundidad, denominado piso de arado (Gutiérrez y Páez, 1996).

La compactación en praderas es perjudicial, ya que afecta las propiedades físicas de los suelos, aumentando la densidad aparente y disminuyendo la porosidad en suelos minerales. En suelos derivados de cenizas volcánicas o andisoles, donde se encuentra la ganadería de trópico alto, la densidad aparente presenta valores bajos, mientras que la porosidad total es alta; en estos suelos, la compactación disminuye la porosidad total, especialmente de los macro y mesoporos, e incrementa la de microporos. De esta manera, se reduce la infiltración del agua y la capacidad del suelo para conducir y almacenar agua, disminuyendo por tanto, el desarrollo radical y la capacidad de los forrajes para tomar agua y nutrientes.

La compactación afecta los mecanismos de difusión y flujo de masas o movimientos de los nutrientes del suelo hacia la raíz, disminuyendo la cantidad de nutrientes disponibles para la planta (Kemper, 1971; citado por Pacheco, 1980). Se ha demostrado que más del 60% de las raíces jóvenes penetraban en el suelo cuando la resistencia al penetrómetro era de 0.23 megapascuales (MPa); sin embargo, esta penetración se reducía a un 35% cuando la resistencia aumentaba a 0.44 MPa, y era casi nula, cuando los valores de resistencia alcanzaron 1.1 MPa (Taylor, 1969; citado por Pinzón, 1989).

En este sentido, el esfuerzo vertical ejercido por la pezuña de un bovino de 530 kg de peso, con un área calculada de contacto por pezuña de 100 cm², fue estimado en 0.25 MPa durante 0.6 segundos (Scholefield y Hall, 1986; citados por Pinzón, 1989).



Recuperación de praderas degradadas

La renovación de una pradera consiste básicamente en recuperar su capacidad productiva por unidad de área y por animal, hasta alcanzar niveles aceptables, acordes con su calidad nutricional. El término renovación, también denominado rehabilitación, supone la presencia de una o más especies forrajeras deseables, susceptibles de ser pastoreadas, conservadas o complementadas (Foto 4).

La compactación de suelos en praderas degradadas es un fenómeno muy común; razón por la cual, se recomienda la utilización de un subsolador o cincel como parte del proceso de recuperación. En la mayoría de los casos de compactación del suelo, un trabajo de labranza vertical 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 (Mila y Lozano, 2004).

Los implementos más utilizados para la recuperación de praderas degradadas de trópico alto son el renovador de praderas (Foto 5) y el rastrillo californiano, los cuales han sido utilizados con y sin fertilización. El uso del rastrillo

californiano y la aplicación de fertilizantes ha demostrado la recuperación de la capacidad productiva de praderas degradadas de pasto kikuyo, en áreas lecheras de Boyacá, con rendimientos de forraje de 4.6 t/ha de materia seca cada 35 días, producción superior a la obtenida con el manejo tradicional del



Pradera densa y diversa



Renovador de praderas

productor (1.3 t de materia seca/ha) (Hernández, 1992).

El renovador de praderas más fertilización basal permitieron rendimientos de 27.9 t/ha de materia seca durante un periodo de 15 meses, mientras que la utilización de rastra y solo fertilización basal presentaron rendimientos de 26.6 y 22.8 t/ha de materia seca, respectivamente (Mila y Lozano, 2004).

Corpoica desarrolló una metodología para la renovación de praderas, basada en labranza vertical (renovador de praderas), fertilización acorde con análisis de suelos y diversificación de la población de forrajes mediante interseembra de especies. La aplicación de esta tecnología en sabanas de Túquerres e Ipiales en el departamento de Nariño, permitió incrementos en la profundidad efectiva de las raíces desde 2 cm hasta 8 y 10 cm en el perfil del suelo, con incrementos en la disponibilidad y calidad del forraje de la pradera (desde 13 a 25 t/ha/año de materia seca y 17.7% a 19.5% de proteína cruda, respectivamente). También fueron importantes los incrementos en

producción de forraje (26.7 a 29.6 t/ha/año de materia seca para las praderas renovadas vs. 15.7 t/ha para la tecnología local aplicada) y calidad nutricional (17.1% a 15.89% de proteína cruda para praderas renovadas y 14.93% a 13.9% para la tecnología local de producción), en las microregiones Valle de Atriz, Nariño, y Alto Chicamocha, Boyacá (Cuesta *et al*, 2003; 2002).

En general, la creación de condiciones químicas, físicas y biológicas que propicien la introducción de nuevas poblaciones de plantas, es una parte del proceso de renovación. En este sentido, la diversificación de especies forrajeras en la pradera debe considerar la inclusión de leguminosas (Rebuffo *et al*, 2008), ya que estas especies presentan alto valor nutritivo y capacidad simbiótica para fijar nitrógeno, mejorando la producción y la calidad nutricional de las gramíneas existentes, y la fertilidad del suelo. Después de lograr el establecimiento de las especies deseadas, el manejo de la pradera determinará la persistencia, estabilidad y equilibrio de las diferentes especies.



Procedimiento para estimar indicadores de manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializada

Con el propósito de generar información sobre manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializada de trópico alto, en el módulo de Nutrición del Proyecto “Modelos de Optimización de Insumos y Estrategias Tecnológicas para el Mejoramiento de la Eficiencia Productiva y Económica en Sistemas Especializados de Producción de Leche de la Sabana de Bogotá, Valles de Ubaté y Chiquinquirá, Altiplano Norte de Antioquia, Altiplano de Nariño y Alto Chicamocha”, financiado por Fedegan, Colciencias y Corpoica, se diseñaron actividades que permitieran estimar la producción y disponibilidad de forraje en 15 explotaciones de las principales cuencas lecheras del país involucradas en este proyecto, realizando además estimaciones del consumo voluntario de forraje. Adicionalmente, se determinó la calidad nutricional de forrajes y suplementos utilizados en las diferentes explotaciones lecheras para estimar el balance nutricional respectivo, y generar algunas recomendaciones tendientes a optimizar la productividad y competitividad de las mismas. La selección de explotaciones se realizó con base en la información técnica y económica suministrada por los Centros de Servicios de Fedegan y otras entidades con presencia o asistencia técnica en las zonas de influencia.

Se ofreció a los productores seleccionados una alternativa sostenible de renovación de praderas como trans-

ferencia de tecnología generada por Corpoica (Cuesta *et al*, 2003; 2002), basada en labranza vertical para reducir la compactación de suelos, e intersiembra de especies (gramíneas y leguminosas) para incrementar la diversidad de forrajes en la pradera. Las labores de renovación se realizaron en una extensión aproximada de una hectárea, seleccionando además, en cada explotación, un lote testigo de extensión y manejo similar. Cada lote fue muestreado para los análisis químicos y físicos respectivos de suelo que permitieran determinar los correctivos y tipo de maquinaria a utilizar para la rehabilitación.

La técnica de renovación se realizó mediante diferentes procesos, los cuales pueden apreciarse en la Figura 1.

Una vez realizadas las labores de renovación, se implementó un seguimiento detallado de los lotes renovados mediante visitas quincenales para controlar germinación y desarrollo de especies, realizando el pastoreo entre 70 y 80 días después de las labores de intersiembra. Este seguimiento continuó durante un periodo de ocho meses, con visitas semanales a cada explotación, para estimar los indicadores de manejo. La estimación de la producción y/o disponibilidad de forraje, y la composición botánica de praderas fue realizada mediante el método de Disponibilidad por Frecuencia (CIAT, 1992; Arreaza *et al*, 2005). (Anexo 1).



Figura 1. Proceso para la Renovación de Praderas

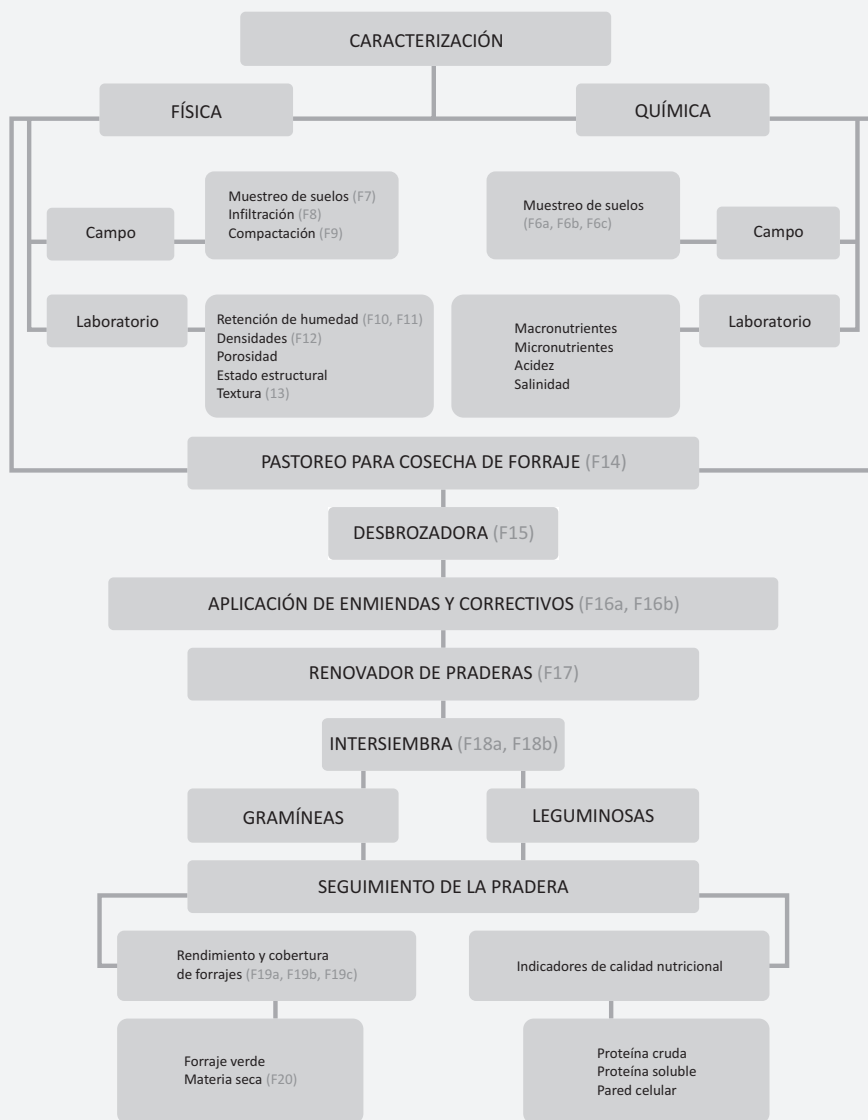
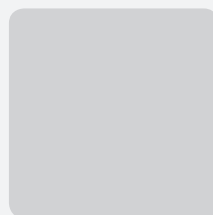
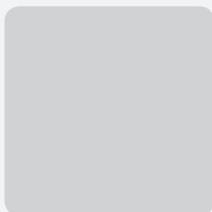
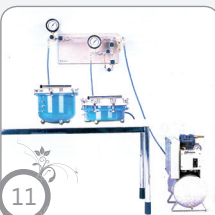
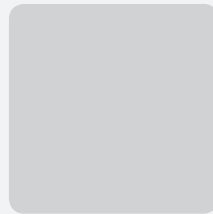


Foto 6a. Muestreo de suelos para análisis químico. **Foto 6b.** Muestreo de suelos para análisis químico. **Foto 6c.** Muestreo de suelos para análisis químico. **Foto 7.** Muestra inalterada de suelo para análisis físico. **Foto 8.** Infiltración. **Foto 9.** Determinación de la compactación del suelo. **Foto 10.** Muestra para determinar humedad del suelo. **Foto 11.** Retención de humedad del suelo en laboratorio. **Foto 12.** Muestra de suelo para determinar densidad. **Foto 13.** Determinación de la textura del suelo. **Foto 14.** Pastoreo para cosecha de forraje. **Foto 15.** Proceso para desbrozar la pradera. **Foto 16a.** Aplicación manual de correctivos. **Foto 16b.** Maquinaria para aplicación de correctivos. **Foto 17.** Labor de descompactación (Renovador de praderas). **Foto 18a.** Intersiembra de especies en pradera. **Foto 18b.** Siembra manual de especies forrajeras. **Foto 19a.** Aforo de praderas (marco de 50cm X 50cm). **Foto 19b.** Aforo de praderas. Corte de forraje dentro del marco. **Foto 19c.** Aforo de praderas, pesaje del forraje en el marco. **Foto 20.** Determinación de materia seca en microondas.



Indicadores de manejo de suelos y praderas y problemas asociados en sistemas de producción de leche especializada de Trópico Alto

Después de analizar la información correspondiente a las 15 explotaciones lecheras especializadas de trópico alto, la problemática relacionada con propiedades físicas y químicas de suelos fue variable y diversa, caracterizada desde el punto de vista químico, por deficiencias de macronutrientes y micronutrientes, materia orgánica, capacidad de intercambio y pH y niveles importantes de salinidad; desde el punto de vista físico, por altos niveles de compactación, ubicados específicamente entre 5 y 10 cm (resultado del pisoteo animal), y entre 25 y 35 cm de profundidad (resultado del sobrelaboreo del suelo), y valores variables para infiltración, retención de humedad, porosidad y estabilidad estructural.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, puede afirmarse que la degradación de praderas, representada por características físicas y químicas de suelos, constituye un problema crítico en estos sistemas de producción. Dentro de los indicadores evaluados, la resistencia a la penetración presentó una amplia variación, con valores de 3.12 a 4.86 Megapascuales (MPa), en explotaciones monitoreadas de la Sabana de Bogotá (valores considerados extremadamente limitantes para el desarrollo y penetración de raíces), 2.2 a 3.4 MPa en explotaciones del Alto Chicamocha (valores muy limitantes) y 1.1 a 1.8 Mpa en explotaciones de Ubaté y Altiplano Nariñense (valores limitantes) (Villaneda y Sánchez, 2007).

Aunque se evaluaron diferentes indicadores de las propiedades físicas, se hace referencia a la distribución de poros, por

ser importantes en la renovación de praderas. Los macroporos con un diámetro mayor de 60 micras, son los responsables de la aireación e infiltración del agua en el suelo. Los mesoporos permiten la absorción de agua y nutrientes y presentan dos dimensiones diferentes que se relacionan con su función específica en el suelo: poros de conducción, con diámetros entre 10 a 60 micras y poros de almacenamiento, con diámetros entre 0.2 a 10 micras. Los microporos, con diámetros inferiores a 0.2 micras, retienen fuertemente el agua.

Con el proceso de renovación de praderas se logró incrementar el porcentaje de mesoporos en las diferentes regiones, pasando de 9.48% a 13.85% en explotaciones de la Sabana de Bogotá, 9.45% a 14.36% en explotaciones de los valles de Ubaté y 11.92% a 16.18% en explotaciones del Altiplano de Pasto, obteniendo un incremento general entre 36% y 52% (Villaneda y Sánchez, 2007).

Es importante resaltar que el desconocimiento y/o poca importancia que en la actualidad se da a las propiedades de los suelos, especialmente a las propiedades físicas, y a las recomendaciones existentes sobre uso de maquinaria apropiada acorde con las características físicas, contribuye de manera importante al deterioro progresivo de praderas.

La bondad de la alternativa propuesta para la renovación de praderas puede apreciarse en la producción y/o disponibilidad de forraje y en la composición botánica de las praderas sometidas al proceso (Tabla 1), indicadores obteni-

Tabla 1. Efecto de la recuperación de praderas sobre oferta y cobertura de forraje

Región	Tratamiento	Rendimiento y Cobertura de Praderas			
		Forraje (t FV/ha)*	Kikuyo (%)	Raigras (%)	Trébol (%)
Ubaté Chiquinquirá	Renovado	30.1	49.0	34.0	17.0
	General	24.4	57.5	42.0	1.2
Sabana de Bogotá	Renovado	24.8	50.0	21.9	11.6
	General	19.5	62.3	12.3	6.2
Alto Chicamocha	Renovado	22.6	28.2	31.4	22.6
	General	18.0	27.6	16.6	7.6
Nariño	Renovado	16.4	35.9	44.6	13.5
	General	14.3	36.8	28.1	14.0

* Toneladas de forraje verde / hectárea.

dos mediante la metodología de Disponibilidad por Frecuencia (CIAT, 1992; Arreaza *et al*, 2005). En este sentido, la diversidad de la pradera, representada por la presencia de la gramínea existente (kikuyo), las especies introducidas (raigras anuales y perennes, trébol blanco y trébol rojo, Foto 21), y de otras especies que adquieren vigor con el proceso (festuca y/o azul orchoro), fue evidente en las diferentes praderas recuperadas, factor que favorece la sostenibilidad de las mismas y la palatabilidad y calidad del forraje. Por otra parte, las poblaciones de trébol obtenidas en las praderas renovadas, originaron recomendaciones especiales sobre tipo y niveles de fertilización nitrogenada, que además de beneficiar a estas leguminosas, disminuyen los niveles de contaminación de fuentes de agua por niveles excesivos de aplicación (Sánchez, 2007).

En general, después de cinco rotaciones monitoreadas, la producción forrajera de las praderas renovadas mantuvo una superioridad de 18% a 20%, comparada con la obtenida en las praderas consideradas como testigo; adicionalmente, las poblaciones de trébol (rojo y blanco) registraron una superioridad del 51.8% en las diferentes explotaciones.



Densidad y diversidad de especies en pradera renovada

También es importante considerar las amplias variaciones registradas en los diferentes indicadores de manejo y productividad de praderas en explotaciones lecheras especializadas (Tabla 2), relacionadas con características inherentes de las diferentes regiones, tales como disponibilidad de capital y adopción de tecnología.

Otro problema de importancia para las explotaciones lecheras especializadas de trópico alto está representado por el bajo nivel de materia seca de los forrajes disponibles en la pradera, normalmente atribuido a composición botánica, niveles de fertilización y periodos de descanso utilizados, el cual afecta de manera directa el consumo voluntario. Bajo las condiciones de manejo de las diferentes regiones, el contenido de materia seca de los forrajes disponibles en pradera, antes de ser ofrecida a los animales, varió desde 12.3% hasta 25.4%, a medida que el periodo de descanso incrementaba desde 42 hasta 73 días, respectivamente. De esta manera, la disponibilidad de materia seca (MS) de forraje (estimado mediante diferencias entre la oferta forrajera y el forraje residual después

del pastoreo), determinada durante tres rotaciones en explotaciones lecheras de Ubaté Chiquinquirá, osciló entre 13.1 kg de MS/vaca/día y 25.5 kg de MS/vaca/día (Sánchez, 2007), cifras relativamente bajas cuando se comparan con las sugeridas por Bargo *et al*, 2003, de 25 a 40 kg de MS/vaca/día. Por tanto, es necesario implementar estrategias que optimicen el manejo de praderas, de manera que la oferta de forraje garantice el consumo de niveles adecuados de materia seca, acordes con el estado de lactancia y nivel productivo de los animales. Estas estrategias pueden mejorar la eficiencia productiva de los animales en pastoreo, aunque se afectan de manera variable la carga animal de la explotación.

Asociado con los niveles de fertilización y periodos de descanso, las praderas de los sistemas de producción de leche especializada de trópico alto presentan niveles altos de nitrógeno de alta solubilidad, que asociado con los bajos niveles de carbohidratos no estructurales de las gramíneas existentes o con inadecuados niveles de suplementación energética, incrementan los niveles de nitrógeno

Tabla 2. Características de explotaciones lecheras especializadas monitoreadas

Región	Indicadores de la explotación				
	Área	Praderas			
		Lotes	Descanso (días)	Forraje verde (t/ha/corte)	Materia Seca (%)
Ubaté - Chiquinquirá	9.6 – 22.6	17 – 32	52 – 69	13.4 – 34.6	12.3 – 17.9
Sabana de Bogotá	10.0 – 30.8	7 – 16	41 – 93	10.6 – 36.9	12.7 – 26.3
Alto Chicamocha	8.4 – 10.6	10 – 20	53 – 79	17.4 – 26.3	13.7 – 19.4
Nariño	2.8 – 65.0	3 – 16	61 – 83	8.6 – 28.0	15.6 – 25.4
Antioquia	12.0 – 25.0	10 - 22	40 – 45	15.6 – 37.4	12.9 – 16.4

no utilizados por el animal, los cuales, además de elevar los requerimientos de energía, se eliminan por leche y orina, e incrementan la contaminación de suelos y aguas. En efecto, los niveles de nitrógeno ureico en leche (NUL) determinados en diferentes explotaciones, siempre fueron superiores a 18 mg/dl (12 a 15 mg/dl en condiciones ideales), indicando exceso de nitrógeno soluble o deficiencia de energía fermentable en la dieta. La Tabla 3 presenta algunos indicadores de calidad nutricional de praderas, los cuales reflejan las amplias variaciones en niveles de nitrógeno total y soluble, pared celular y digestibilidad.

Los altos niveles de nitrógeno deben ser suplementados con energía fermentable, representada por carbohidratos no estructurales (almidones y azúcares), para maximizar la síntesis de proteína microbiana en preestómagos y mejorar la eficiencia de utilización del nitrógeno (Russel *et al*, 1992; Sniffen *et al*, 1992). De esta manera, las tendencias modernas de alimentación requieren la inclusión en la dieta de núcleos energéticos (cereales y/o sus subproductos), cultivos forrajeros (avena, cebada, maíz) frescos o conservados, que permitan lograr este

objetivo a precios competitivos, y la introducción de nuevos materiales forrajeros, especialmente ryegrasses con altos niveles de carbohidratos no estructurales, materiales que se encuentran actualmente en evaluación por CORPOICA (Cuesta, 2007; información personal).

Finalmente, se hace necesario evaluar diferentes tipos y niveles de suplementos que permitan la adecuada utilización de los nutrientes existentes en los forrajes, optimizando, de esta manera, la producción láctea y la calidad del producto obtenido. Estas alternativas implican el aporte de la energía necesaria para maximizar el rendimiento de proteína microbiana y reducir niveles de nitrógeno ureico sanguíneo y lácteo, sin afectar las ventajas comparativas que presenta el producto lácteo de ciertas áreas de producción lechera, representadas por una mayor concentración de compuestos biológicos de valor agregado para la salud humana. En este sentido, la caracterización y evaluación de forrajes y dietas estará encaminada a obtener productos con mayores niveles de Acido Linoléico Conjugado, que podrían representar precios diferenciales del producto obtenido.

Tabla 3. Calidad Nutricional de praderas de explotaciones lecheras especializadas de Trópico Alto

Regiones	Indicadores de Calidad Nutricional		
	Proteína cruda (% MS)	Proteína soluble (% PC)	Pared celular (% MS)
Antioquia	14.3 – 22.4	35.5 – 43.5	51.4 – 58.9
Ubaté - Chiquinquirá	15.2 – 23.3	38.7 – 44.1	53.7 – 59.7
Sabana de Bogotá	13.6 – 21.4	32.8 – 42.0	53.5 – 67.8
Alto Chicamocha	15.2 – 19.6	31.4 – 43.4	55.9 – 60.1
Nariño	12.1 – 16.5	35.6 – 37.8	43.7 – 49.8



Conclusiones

La implementación de alternativas sostenibles para la recuperación y manejo de suelos y praderas degradados en sistemas de producción lechera especializada de trópico alto es indispensable para corregir las fallas actuales de utilización de maquinaria y manejo del pastoreo.

La recuperación de suelos y praderas debe involucrar la intersemebra de especies, incluyendo especies de leguminosas, para disminuir los efectos negativos de monocultivos y aprovechar las ventajas de las leguminosas, obteniendo así un manejo de praderas más sostenible.

Los procesos de renovación de praderas producen efectos positivos sobre propiedades físicas de los suelos, reduciendo niveles de compactación e incrementando el porcentaje de mesoporos; también incrementan la disponibilidad de forraje, la calidad nutricional y la carga animal de la pradera.

Las actividades de recuperación de suelos y praderas deben estar asociadas con el seguimiento periódico de estos recursos, para generar información a nivel de finca y a nivel de micro-región, sobre indicadores de manejo de suelos, calidad nutricional, oferta y disponibi-

lidad de forraje, composición botánica de praderas, carga animal, productividad láctea y costos de producción, que permitan el respectivo análisis dinámico y la implementación de correctivos cuando éstos sean necesarios.

La alimentación de animales lecheros especializados debe ser realizada con base en oferta de forraje en pradera, de manera que las áreas de pastoreo asignadas garanticen las necesidades de materia seca y de nutrientes.

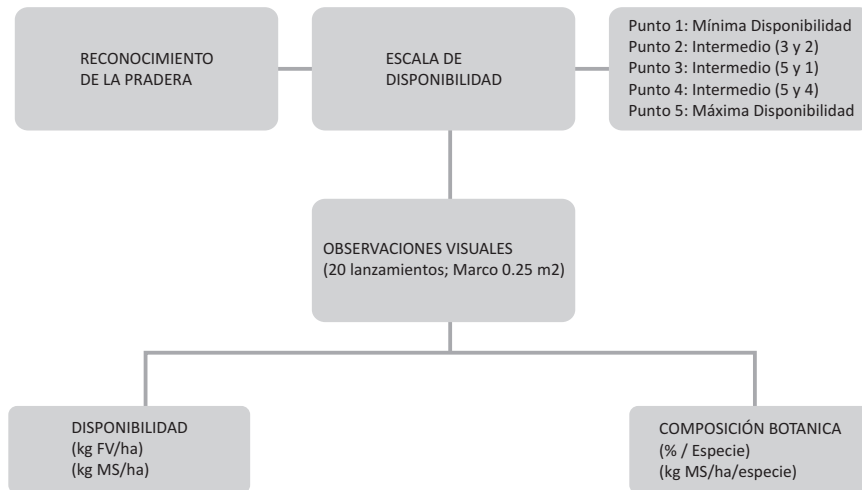
Se debe involucrar indicadores de calidad nutricional de forrajes, especialmente proteína total y proteína soluble, y de estado nutricional, como nitrógeno ureico en leche y/o sangre y condición corporal, como referentes o herramientas permanentes para el manejo de la alimentación y nutrición de animales lecheros especializados de trópico alto.

Es necesario caracterizar y evaluar diferentes alternativas de suplementación de los forrajes predominantes en sistemas de producción lechera especializada para optimizar la alimentación, producción y calidad del producto lácteo, incluyendo compuestos de valor agregado, benéficos para la salud humana.



Anexo. Método utilizado para el monitoreo de praderas

MONITOREO DE PRADERAS (Método: Disponibilidad por Frecuencia) (CIAT, 1992; Arreaza *et al*, 2005)



Bibliografía

- ÁLVAREZ, J. 2005. Textura, estructura del suelo, estabilidad estructural y degradación de suelos. Edafología y Química agrícola. Universidad de Cartagena. Revisado Diciembre 2007.
- ARREAZA, L.C.; FRANCO, A. MATEUS, H.; BARROS, J.; SÁNCHEZ, L.; PÉREZ, O.; PARDO, O. 2005. MEP-2. Manejo Experto de Praderas. Sistema de Ayuda para la administración de praderas. Corpoica-MADR. Manual. 29 p.
- BÁEZ, F.; RUIZ, H.; OJEDA, H. 2003. Problemática y estrategias para la renovación de praderas degradadas en sistemas de producción de leche del trópico alto de Nariño. Plan de Modernización Tecnológica de Ganadería Bovina Colombiana". Resultados Finales. CORPOICA. Programa Nacional de Nutrición Animal. C.I. Tibaitatá. Ministerio de Agricultura. Fedegan. Guachucal y Buesaco. Julio 2003. p 5.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; VOLVER, E.S.; DELAHOY, J.E. 2003. Production and Digestion of supplemented Dairy cows on Pasture. J. Dairy Science 86:1-42.
- CIAT. 1992. Método de disponibilidad por frecuencia (MDF). En: Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Unidad de Aprendizaje para la Capacitación en tecnologías para la producción de Pastos. No. 4. CIAT. Cali, Colombia. P. 2026
- CUESTA, P.A. 2005. Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del trópico colombiano. En: Revista CORPOICA. V. 6, No. 2. Julio-Diciembre 2005. Bogotá. P. 5 - 13.
- CUESTA, P.A. 2007. Información personal. Proyecto Evaluación y selección de nuevas especies forrajeras para mejorar la competitividad de la ganadería de leche del trópico alto, iniciado en 2006. Financiadores: Colciencias, Fedegan, Corpoica.
- CUESTA, P.A.; MILA, A. 2003. Manejo y productividad de praderas renovadas en el Trópico Alto. En: Renovación y Manejo de Praderas y utilización de Ensilajes en el Trópico Alto. Plan de Modernización Tecnológica de Ganadería Bovina Colombiana". Resultados Finales. CORPOICA. Programa Nacional de Nutrición Animal. C.I. Tibaitatá. Ministerio de Agricultura. Fedegan. Guachucal y Buesaco. Julio 2003. pp 29.
- CUESTA, P.A.; MILA, A. 2002. Renovación y Manejo de Praderas Degradadas del Trópico Alto." Plan de modernización tecnológico de ganadería bovina Colombiana" Corpoica. Programa Nacional de Nutrición Animal. C.I. Tibaitatá. Ministerio de Agricultura. Fedegan. Iza, Chiquinquirá, Diciembre 2002. pp26 31.
- GUTIÉRREZ, G.; PAEZ, J. 1996. Efectos de la compactación sobre las propiedades físicas de los suelos y la producción del cultivo de la palma africana. Tesis pregrado. Universidad Nacional. Bogotá.
- HERNÁNDEZ, L.A. 1992. Renovación de praderas improductivas. En: Pastos y Forrajes para Colombia. Suplemento Ganadero. 3 Ed. p. 59-63.
- JONES, CHRISTINE. 2002. Restoring perennial grasses. Managingwholes.com/grass-restore.htm
- LOTERO, J.; RODRÍGUEZ, R. 1968. Características físicas y químicas de los suelos. En: Curso de suelos, pastos y ganadería para el Valle del Cauca. ICA. Boletín Técnico No. 4. Palmira. p.10
- 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, Junio 2004. C.I. Tibaitatá.

- MILA, A.; 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, Junio 2004, C.I. Tibaitatá.
- MONTENEGRO, H.; MALAGÓN, D. 1990. Propiedades físicas de los suelos. IGAC. Bogotá. 813 p.
- ORTIZ, R. 1998. Física del suelo, un enfoque moderno. Fundamento teórico-práctico. CORPOICA, Villaviciencio. s.p.
- PACHECO, J. 1980. Efecto del tiempo de utilización sobre las propiedades físicas en dos suelos en el área de Turen Edo. Portuguesa, Mérida Venezuela. CIDIAT. Tesis MSc. 166 p.
- PINZÓN, M.A. 1989. Efectos de la compactación por ganadería en algunos suelos de Caquetá Colombia. Tesis MSc. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional. Bogotá. 145 p.
- PLA, S. 1988. Desarrollo de índices y modelos para el diagnóstico y prevención de la degradación de suelos agrícolas. Mención Científica. Caracas. Banco Consolidado. 58 p.
- REBUFFO, M.; BENHAJA, M.; RISSO, D. Uso de leguminosas forrajeras en sistemas pastoriles: situación actual de Uruguay. www.inia.org.uy (febrero 2008).
- RIVERA, J.H. 2003. La labranza de los suelos en el trópico: ¿Necesidad o costumbre? En: Curso Nacional. Hacia un nuevo enfoque de producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales en la empresa ganadera. CORPOICA. Ecorregión Andina. Octubre 2 y 3 de 2003.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G., VAN SOEST, P.J. y SNIFFEN, C.F. 1992. A net carbohydrate and Protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70: 3551-3561.
- SÁNCHEZ, L. 2007. Módulo Manejo de praderas y Nutrición animal. Informe Técnico Final del Proyecto Optimización de insumos y estrategias tecnológicas para el mejoramiento de la eficiencia productiva y económica en sistemas especializados de producción de leche en la Sabana de Bogotá, Valles de Ubaté y Chiquinquirá, Altiplano Norte de Antioquia, Altiplano de Nariño y Alto Chicamocha. Junio 2007. Corpoica, Tibaitatá. 37 p.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P. r., FOX, D.G. y RUSSELL, J.B. 1992. A net carbohydrate and Protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and Protein availability. *J. Anim. Sci.* 70: 3562-3577.
- TERRALIA. 2004. La importancia de la materia orgánica en el suelo. www.infor-ganic.com (revisado Febrero 2007).
- UNIVERSIDAD DE GRANADA. 2007. Propiedades físicas de suelos. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada. España. (edafología.udgr.es).
- VILLANEDA, E; SÁNCHEZ, L. 2007. Muestreo y análisis de suelos de explotaciones lecheras especializadas de trópico alto con praderas degradadas. Informe Técnico Final del Proyecto Optimización de insumos y estrategias tecnológicas para el mejoramiento de la eficiencia productiva y económica en sistemas especializados de producción de leche en la Sabana de Bogotá, Valles de Ubaté y Chiquinquirá, Altiplano Norte de Antioquia, Altiplano de Nariño y Alto Chicamocha. Corpoica, Tibaitatá. 24 p.

Terminó de imprimirse en
julio de 2009 en



Tel: 2885338 Bogotá, DC, Colombia
www.produmédios.org