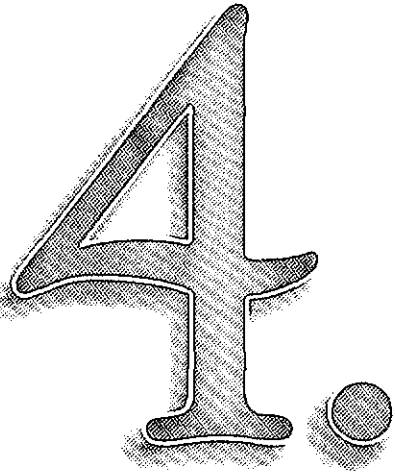


# MANEJO DE PRADERAS BAJO PASTOREO



Álvaro Rincón Castillo<sup>1</sup>

El manejo de praderas es un conjunto de prácticas que tienen por objeto maximizar la producción, la calidad nutritiva del forraje y su utilización por el animal, para incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina en pastoreo. En el desarrollo de pastos como fuente alimenticia para los bovinos, interactúan el suelo, la planta y el animal con la obtención del producto final carne y/o leche, los cuales tienen una relación directa con la cantidad y calidad del forraje y estos a su vez dependen de la radiación solar, el gas carbónico, el agua y de la calidad de los suelos, Figura 4.1.

La baja calidad nutritiva de las gramíneas en el trópico restringe el consumo de materia seca y afecta la productividad de praderas y animales en estos ecosistemas. La producción y calidad nutritiva del forraje de las praderas en suelos ácidos del trópico puede mejorarse con aplicación de fertilizantes; sin embargo, se debe mejorar la eficiencia de utilización del forraje por el animal, con la aplicación de prácticas apropiadas de manejo del pastoreo, para una mayor eficiencia productiva de las empresas ganaderas.

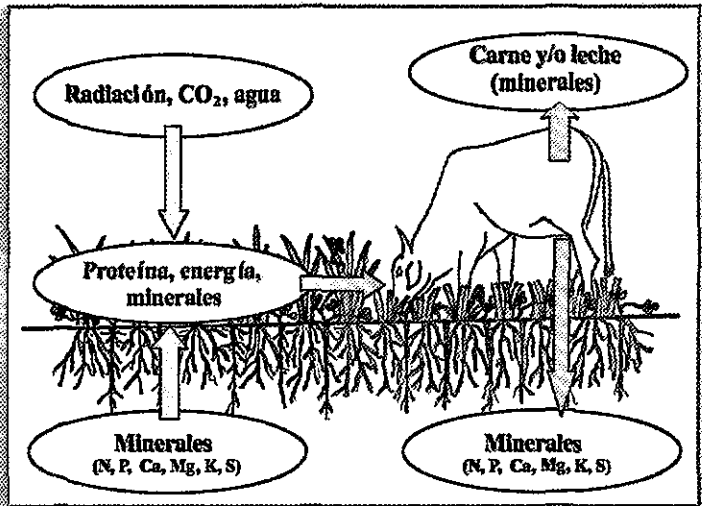


Figura 4.1. Esquema del sistema suelo - planta - animal.

<sup>1</sup> A.-Ph.D. Investigador Red de pastos CORPOICA, C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta. Colombia. arincon@corpoica.org.co

En este sentido, el manejo del pastoreo debe permitir una buena recuperación de las especies forrajeras para mejorar los rendimientos de forraje y la persistencia de la pradera, y maximizar el consumo de forraje de alta calidad nutritiva por parte del animal, con el objeto de incrementar la productividad animal y del sistema productivo.

Para asegurar alta producción de forraje durante varios años, debe tenerse en cuenta algunas consideraciones de manejo relacionadas con el pastoreo y la nutrición mineral de las especies. A diferencia de los demás cultivos, los pastos tienen que ser sometidos a la acción de los rumiantes, cuyos efectos pueden llevar a su desaparición si no se aplican algunas normas básicas relacionadas con su crecimiento y desarrollo: la altura del pastoreo, la edad del pasto, los períodos de ocupación y descanso. Aspectos que a su vez se relacionan con la carga o número de animales en pastoreo, para lo cual hay que tener en cuenta la disponibilidad de forraje en el potrero y entender algunos aspectos básicos relacionados con los factores fisiológicos que afectan el crecimiento de estos.

## FACTORES FISIOLÓGICOS QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE LOS PASTOS

Las plantas tienen la facultad de fabricar su propia biomasa donde se incluyen todos sus componentes como raíz, tallos, hojas y frutos a partir de gas carbónico, agua y energía solar, mediante el proceso biológico más importante que ocurre en la naturaleza como es la fotosíntesis. Cada año cerca de 170.000 millones de toneladas de carbono son absorbidas por las plantas en forma de  $\text{CO}_2$  y transformadas mediante la fotosíntesis en carbohidratos y demás compuestos y productos necesarios para otros seres vivos que no pueden realizar este proceso como el hombre. El carbono y el oxígeno conforman el 86% de la biomasa total de los vegetales, mientras que el 7% es hidrógeno proveniente del agua y el otro 7% corresponde a los nutrimentos (minerales) tomados del suelo disueltos en el agua tomada por las raíces, (Salisbury y Ross, 1994). Figura 4.2.

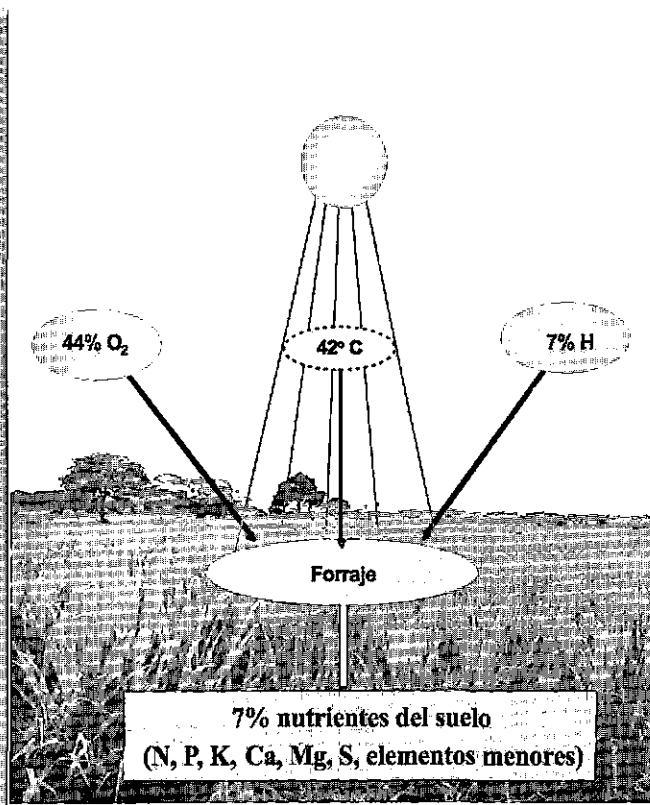


Figura 4.2. Elementos indispensables para la producción de forraje (radiación solar, carbono, oxígeno, hidrógeno y minerales provenientes del suelo).

Una de las principales características de las plantas forrajeras es la capacidad de iniciar un nuevo crecimiento o rebrote después de un corte o pastoreo. Para lograr esto, se requiere de la interacción de una serie de factores fisiológicos que influyen directamente en su desarrollo, destacándose los siguientes:

- Capacidad de captar la luz
- Índice de área foliar (IAF)
- Reservas orgánicas (carbohidratos no estructurales)

Es importante destacar que estos tres principios no son independientes, ya que un aumento en el IAF y en la captación de luz, producen un incremento en la fotosíntesis y consecuentemente en la reserva de carbohidratos.

## CAPTACIÓN DE LUZ

La energía solar que llega a la tierra esta compuesta por radiación de diferentes longitudes de onda, donde se incluyen los rayos cósmicos, rayos X, rayos gama, radiación ultravioleta, luz visible, infrarrojo y ondas de radio. La luz visible, comprendida entre la radiación azul (400 nm) y el rojo distante (710 nm) es la más importante para las plantas, porque es la radiación fotosintéticamente activa (RFA), la cual es utilizada para el proceso de la fotosíntesis. Cerca de un 85% de la RFA puede ser absorbida por las hojas de las plantas dependiendo de la estructura foliar y de la edad de las hojas, de toda esta radiación absorbida, el 95% se pierde en forma de calor y solo el 5% es utilizada en la fotosíntesis por medio de los cloroplastos de las hojas (López, 1988).

En el caso de los pastos, cuyo producto de la fotosíntesis es biomasa de hojas y tallos que sirven de alimento para el ganado, no es conveniente que toda la biomasa disponible sea consumida por los animales. La cantidad de luz que reciben las hojas que quedan en el forraje residual después del pastoreo, influyen directamente en la tasa de crecimiento y formación de nuevo tejido vegetal para el próximo pastoreo. De ahí la importancia de manejar la altura de pastoreo adecuada y la permanencia en el potrero de forraje residual, el cual es consumido cuando se hace sobrepastoreo, afectando la producción de nuevos brotes y provocando la desaparición del pasto o la degradación de las praderas.

Las pastos tropicales utilizados en nuestro medio (*Brachiaria* sp, *Panicum* sp) están clasificados como plantas del grupo C4 con características importantes de eficiencia en la utilización de la luz solar. El primer producto elaborado por estas plantas es un carbohidrato de cuatro carbonos con el nombre de malato o aspartato dependiendo de la especie, en tanto las especies del grupo C3 donde están los pastos de clima frío y todas las leguminosas forrajeras, el primer producto de la fotosíntesis es un carbohidrato de tres carbonos denominado ácido 3-fosfoglicérico.

Las plantas del grupo C4 fotosintetizan con un 80 a 100% de la intensidad de la luz utilizando más energía solar, asimilan el CO<sup>2</sup> con mayor rapidez; la temperatura óptima para la fotosíntesis esta entre 30 y 45° C y son más eficientes en el uso del agua pues requieren absorber menos cantidad de agua por la materia seca producida. Mientras que las plantas C3 completan su crecimiento con aproximadamente 30% de la luz solar incidente; la temperatura óptima para la fotosíntesis esta entre 15 y 25° C (Montaldi, 1995).

Sin embargo, especies como el maní forrajero, presentan saturación de la tasa fotosintética con elevada radiación solar asimilándose al comportamiento de las plantas C4. Esta diferencia en el sistema fotosintético, entre plantas C3 y C4, es un aspecto importante para el establecimiento

de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas forrajeras, el cual debe ir ligado al manejo del pastoreo para favorecer a las leguminosas, ya que por la mayor tasa de crecimiento de las gramíneas en el trópico bajo, terminan dominando a la leguminosa (Azcon Bieto y Talon, 2001).

## ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

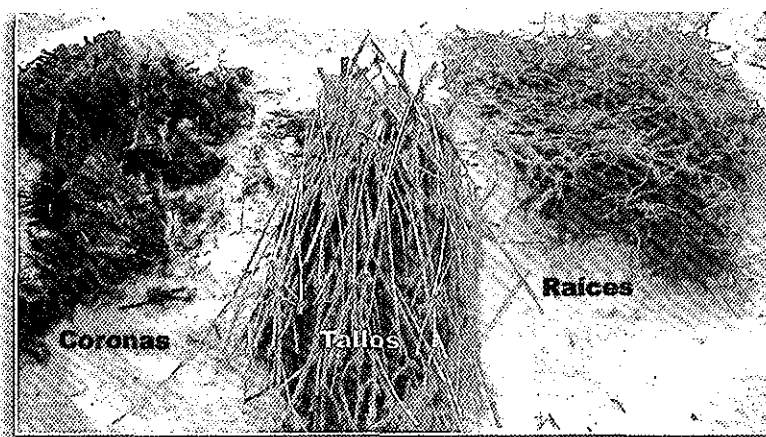
Se define como la relación entre el área de la superficie de las hojas que posee una determinada especie, en comparación con la superficie del suelo que ésta ocupa. Por ejemplo, si una pradera tiene una IAF de 4, significa que existe 4 veces más superficie de hojas que de suelo de una determinada área. La eficiencia de utilización de la radiación solar incide directamente en el desarrollo de la pradera y es en función de la cantidad de luz interceptada por el follaje, distribución de la luz en la planta, eficiencia fotosintética de las hojas.

Bajo las mismas condiciones de fertilidad en el piedemonte llanero, el IAF del forraje disponible antes del pastoreo de los pastos *B. decumbens* y Toledo han presentado un promedio de 2,5 (2,5 m<sup>2</sup> de área foliar en un m<sup>2</sup> de suelo), y de 0,92 en el forraje residual después de realizado el pastoreo. Estas hojas o parte de hojas que quedaron después del corte, son las encargadas de realizar la fotosíntesis para la producción de nuevos tejidos y acumulación de biomasa vegetal. El éxito en la recuperación de plantas forrajeras después de la defoliación, se debe tanto al almacenamiento de compuestos de reserva, como también al área foliar residual que queda después de la defoliación, estos dos mecanismos actúan en forma complementaria (Rincon *et al*, 2007).

## RESERVAS ORGÁNICAS

Los pastos acumulan en sus tejidos carbohidratos estructurales y no estructurales. Los carbohidratos estructurales son fuente de energía para los bovinos que lo consumen, formando parte de la pared celular la cual esta constituida por celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina. Los carbohidratos no estructurales son las reservas orgánicas que tienen los pastos para producir forraje después del corte o pastoreo.

Las reservas orgánicas localizadas en tallos, coronas y raíces de los pastos (Figura 4.3), son el mecanismo que poseen las plantas forrajeras para activar el rebrote, asegurar su persistencia y mantener su producción; las cuales están constituidas principalmente por carbohidratos no estructurales y compuestos nitrogenados. Las reservas son usadas para el mantenimiento de la



**Figura 4.3.**  
Sitios de a planta  
(coronas, tallos y raíces)  
donde se localizan  
los carbohidratos  
de reserva.

planta y para la producción de biomasa aérea y subterránea después del corte o del pastoreo. Los pastos tropicales acumulan sucrosa y almidones y los de zona templada fructosanos y en menor proporción sucrosa (Lucas, 2003; López, 1988).

Los rebrotes de los forrajes emergen dependiendo de la severidad del pastoreo. La proporción de hojas jóvenes que queda en el forraje residual de las plantas recién pastoreadas, es lo que posibilita el potencial fotosintético de la pastura (Palhano *et al.*, 2005). Lo ideal es retirar los animales del potrero dejando una proporción de hojas jóvenes y activas que permitan la rápida recuperación de la actividad fotosintética para la producción de forraje.

Las reservas orgánicas en *Brachiaria sp.* en el piedemonte llanero están constituidas en su mayoría por carbohidratos no estructurales y en menor proporción se ha encontrado proteína y almidón, Figura 4.4. La localización de los carbohidratos no estructurales en la planta, se encuentran en mayor cantidad en los tallos seguido por las coronas y las raíces (Rincón *et al.*, 2008).

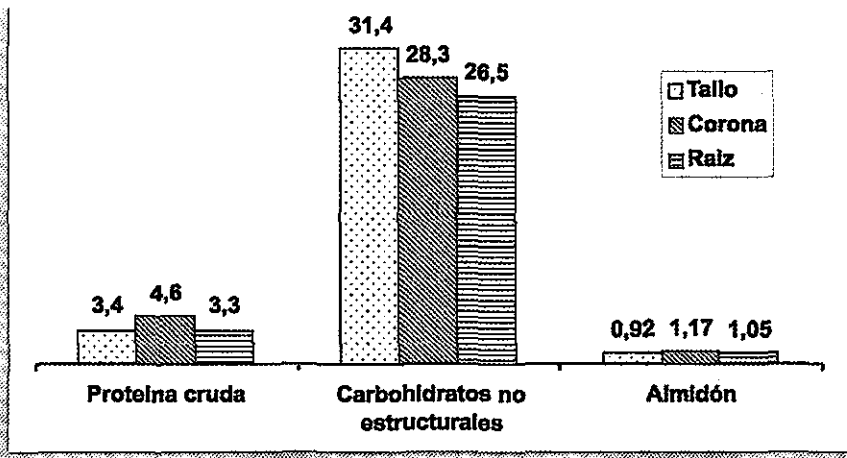


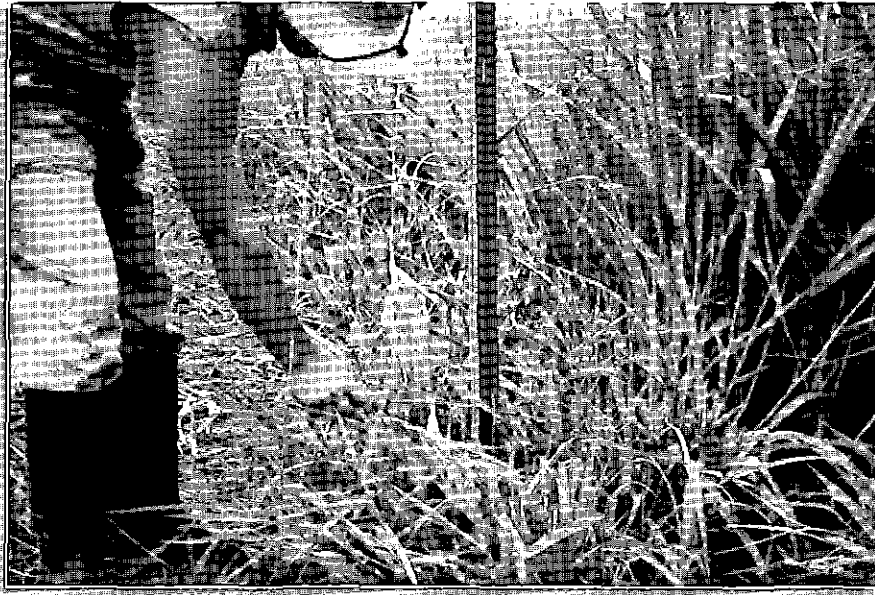
Figura 4.4. Localización de los nutrientes de reserva (%) en *Brachiaria sp.* Fuente: Rincón *et al.* (2008)

El pastoreo causa daño físico a la planta, cuya gravedad depende de la intensidad y frecuencia de la defoliación. Este daño se manifiesta principalmente en una reducción del índice de área foliar y el agotamiento de los carbohidratos de reserva. Una defoliación intensa y frecuente incrementa la proporción de especies estoloníferas y rizomatosas, El pisoteo en praderas de graminéa pura disminuye los rendimientos hasta el 5% en especies resistentes, pero puede llegar a disminuirlo hasta el 50% en especies susceptibles. Los efectos del pisoteo son mayores en época húmeda que en época seca (Bernal, 2003).

## MANEJO DEL PASTOREO

### ALTURA Y FRECUENCIA DE CORTE O PASTOREO

La altura de pastoreo debe estar de acuerdo al hábito de crecimiento de los pastos (Tabla 4.1, Figura 4.5), los de crecimiento semierecto, como el amargo, deberán ser pastoreados a una altura de 20 a



**Figura 4.5.** Altura de pastoreo de pasto Toledo (35 cm) para dejar un forraje residual suficiente para la producción de nuevos brotes foliares.

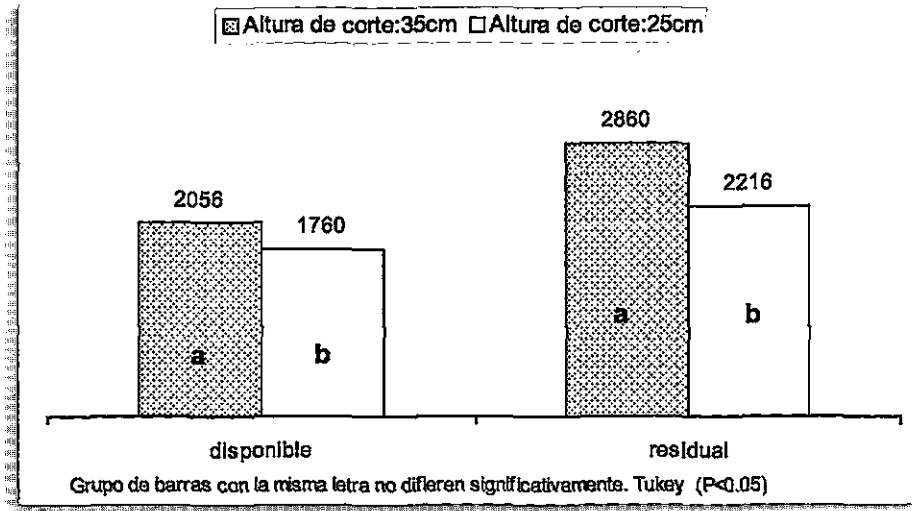
25 cm. Mientras que los de crecimiento estolonífero e invasor, como el Llanero, soportan un pastoreo a menor altura. Esto obedece a que los de crecimiento en matojos tienen sus reservas nutritivas en los tallos, mientras que los de crecimiento prostrado se localizan en los estolones y coronas. Con un sobrepastoreo, los animales consumen los sitios donde se encuentran las reservas nutritivas que permiten un buen rebrote de los pastos. Por otra parte, al consumir toda el área foliar, los pastos se ven limitados en la producción de forraje porque no pueden hacer fotosíntesis.

**Tabla 4.1.** Período de descanso y altura de pastoreo recomendada para diferentes pastos.

Pasto	Período de descanso (Días)	Altura de pastoreo (cm)
Amargo ( <i>B. decumbens</i> )	30 - 42	20 - 25
Toledo o Mombaca ( <i>P. maximum</i> cv.)	21 - 35	30 - 35
Mulato II ( <i>B.</i> híbrido)	21 - 42	25 - 30
Llanero, Dulce ( <i>B. dictyonoura</i> )	21 - 30	10 - 15

Como ejemplo, se tiene que una especie de crecimiento erecto como el pasto Toledo, a la edad de 30 días de descanso acumuló más forraje disponible y residual cuando la altura de corte se hizo a 35 cm, con una producción de 2.056 y 2.860 kg/ha de forraje en base seca, respectivamente; frente a una producción de 1.760 y 2.216 kg/ha de forraje seco, cuando la altura de corte se realizó a 25 cm. Figura 4.6

Cuando el corte o pastoreo se efectúa a bajas alturas, el crecimiento vegetativo se afecta severamente en la primera fase o etapa de crecimiento, debido a que la planta no dispone de un área foliar remanente capaz de efectuar una fotosíntesis activa que le permita una adecuada con-



**Figura 4.6.** Biomasa disponible y residual total (kg/ha) del pasto Toledo, bajo dos alturas corte.

versión de energía lumínica en biomasa, dependiendo el crecimiento en esta etapa de las reservas orgánicas de la planta. La morfología y el hábito de crecimiento de las especies tienen una gran influencia en la interrelación entre la defoliación, el IAF residual y la capacidad de intercepción de la luz, con respuestas diferentes en cada especie de acuerdo con el manejo impuesto (Palhano *et al.*, 2005; Alexandrino *et al.*, 2005, Rincón *et al.*, 2008).

El tiempo adecuado para que el pasto produzca nuevos brotes y presente alta disponibilidad de forraje de buena calidad, se encuentra entre los 25 y 35 días, dependiendo de la fertilidad de los suelos y de la altura de pastoreo. En suelos más fértiles, el pasto se recupera más rápido, y en pastoreos a menor altura de lo recomendado, la producción de forraje es más lenta.

El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y la digestibilidad de los pastos, lo cual hace que su valor nutritivo disminuya con el avance de la edad, cuya tasa de reducción es mayor en las gramíneas que en las leguminosas.

En las gramíneas forrajeras de clima cálido, es importante el balance entre producción de biomasa y calidad del forraje, especialmente con relación al contenido de proteína. Por la capacidad que tienen estas especies del grupo de fotosíntesis C4, de producir biomasa y transformar la energía del sol en energía química acumulada en la pared celular, se tiene que a mayor edad de la planta se produce mayor cantidad de forraje. Pero a diferencia de los pastos de clima frío, es un forraje sobremaduro con altos contenidos de fibra y menores contenidos de proteína cruda. Existe una relación inversa entre producción de biomasa y contenido de proteína cruda de los pastos tropicales. Pastos cosechados a temprana edad contienen buena proteína pero la disponibilidad de biomasa es baja; en tanto, pastos cosechados muy maduros producen bastante forraje pero de menor calidad. Por lo tanto, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento de forraje y la calidad nutritiva, que permitan una buena respuesta en la producción animal.

Esta característica de pérdida de calidad a mayor edad de los pastos, también depende de la especie. En condiciones de buen manejo del pasto amargo, a la edad de 30 días la disponibilidad de forraje es de 1.200 kg/ha de forraje (en base seca) y la proteína cruda se encuentra en valores cercanos al 9%. A la edad de 42 días, la producción de forraje es de 1.400 kg/ha pero

la proteína cruda disminuye al 8%, Figura 4.7. En las mismas condiciones agro ecológicas, el pasto Toledo presenta una producción de forraje a los 30 días de 2.300 kg/ha con una proteína de 10.5%, mientras que a los 42 días la disponibilidad de forraje aumenta a 2600 kg/ha y la proteína disminuye a 9,5%.

Las concentraciones de proteína, Figura 4.8, y la digestibilidad del forraje del pasto *Brachiaria decumbens* se reduce drásticamente con la edad de rebrote, lo que afecta el consumo de materia seca y la respuesta productiva del animal; es por ello que el manejo del pastoreo se debe orientar a establecer períodos de descanso no mayor de 30 días, para maximizar la productividad animal.

Los rendimientos y la calidad son mayores cuando se hace un pastoreo bajo o sobrepastoreo y así se puede obtener más producción en este sistema determinado, pero se reduce la vida

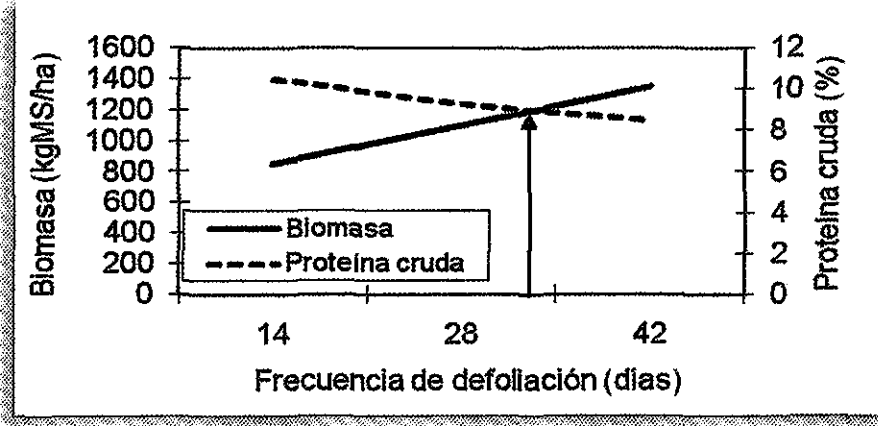


Figura 4.7. Producción de forraje y contenido de proteína cruda en *B. decumbens* bajo tres frecuencias de defoliación. piedemonte llanero

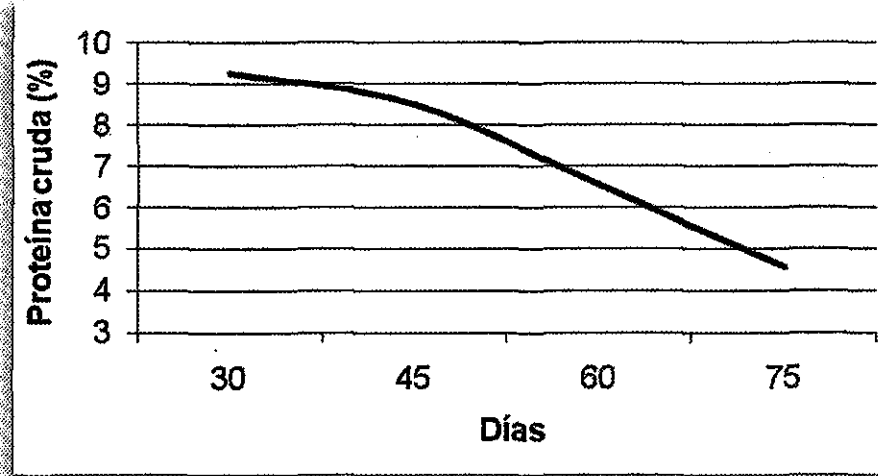


Figura 4.8. Variación del contenido de proteína cruda en *B. decumbens* desde los 30 hasta los 75 días de edad del rebrote.

productiva de la pradera y el uso siguiente se demora demasiado, debido a la lenta recuperación del pasto. Los rendimientos de forraje son mejores cuando es mayor la altura de las plantas antes de iniciarse el pastoreo, pero cuando ésta es excesiva, generalmente se disminuye la calidad por sobremaduración de la planta (Bernal, 2003).

Existen diferentes métodos de utilización de los forrajes. Estos varían para cada zona, dependiendo de factores como: clima, condiciones del suelo (topografía, drenaje, fertilidad natural y otras), especies y mezclas, prácticas de manejo aplicadas (fertilización, control de malezas, riego, divisiones de potreros), clase de animales, tipo de explotación, tamaño de la finca y de la infraestructura de que se disponga. La eficiente conversión de forraje de carne, leche o lana depende de la gustosidad del forraje, de la digestibilidad, del consumo, de la presión de pastoreo, de la carga animal y del efecto del medio sobre el animal (Bernal, 2003).

## **CONSUMO DE FORRAJE BAJO PASTOREO**

Un animal adulto consume selectivamente entre 50 y 70 kg diarios de materia verde procedente de las hojas, lo cual significa que en el lapso de vida de diez años consume aproximadamente 200 toneladas de forraje verde, (Bernal, 2003; Sorio, 2006).

La tasa de mordiscos del ganado bovino en pastos tropicales varía entre 70 y 80 por minuto, al comienzo del período de pastoreo, y entre 40 y 50 hacia el final. El ganado bovino rumia por períodos de 1,5 a 10,5 horas por día, con valores más frecuentes entre 5 y 9 horas. El tiempo de rumia está influenciado por el contenido de celulosa del pasto. El tamaño varía entre 0,05 y 0,8 gramos de materia orgánica por mordisco, dependiendo de la disponibilidad de forraje y de la facilidad del acceso, (Bernal, 2003; Sorio, 2006).

El bajo nivel de consumo de pastos maduros, se debe al largo tiempo de retención en el rumen, siempre y cuando no exista una deficiencia de nutrientes. Algunos pastos, especialmente los tropicales, son deficientes en proteína y en estos casos el consumo es menor del esperado. El nivel crítico de proteína cruda es aproximadamente 7%, por debajo de este nivel el consumo de forraje disminuye en forma rápida, tal vez por una deficiencia protéica en el tracto posterior. Los animales adoptan una rutina diaria de pastoreo, en promedio ocupan 38% del tiempo en pastoreo, 4 a 38% en rumia y 25% en otras actividades. Los mayores períodos de pastoreo se presentan cerca del amanecer y al final de la tarde, al caer el sol (Bernal, 2003).

## **PRESIÓN DE PASTOREO**

Relaciona la cantidad de forraje disponible en una pradera con el peso vivo de los animales en pastoreo. Se puede expresar como los kilogramos de forraje seco disponible diariamente por unidad animal.

Al utilizar el concepto de presión de pastoreo se deben hacer ajustes periódicos en la carga animal para mantener valores de disponibilidad o asignaciones de materia seca dentro de rangos previamente escogidos. Es recomendable utilizar un rango de disponibilidad o de oferta diaria, que podría ser entre tres y cuatro kilogramos de forraje seco (forraje verde al cual se le ha extraído el agua en un horno a 75° C o exponiéndolo al secado natural con los rayos del sol, no incluye forraje muerto o seco que se encuentra en la pradera), por cada 100 kilos de peso vivo animal por día.

Por ejemplo. Si en una hectárea se dispone de 1.000 kg de forraje seco cada 30 días, entonces diariamente se dispondrá de 33 kg de forraje seco ( $1.000 \div 30 = 33$ ). Considerando que por cada 100 kg de peso vivo animal, se debe disponer de 3 kg de forraje seco, entonces los 33 kg de forraje

seco alcanzarán para 1.100 kg de peso vivo animal. Es decir, que si se tiene bajo pastoreo novillos con un peso promedio de 400 kg, entonces este forraje alcanza para alimentar diariamente a 2.7 novillos ( $1100 \div 400 = 2.7$ ).

## SISTEMAS DE PASTOREO

*Una decisión importante que debe tomarse en las explotaciones ganaderas, cuyo recurso básico de alimentación son las praderas, es el sistema de pastoreo a emplear. La finalidad básica de cualquier sistema de pastoreo es la de mantener una alta producción de forraje de buena calidad durante la mayor parte del tiempo y por lo tanto alcanzar buenos niveles de producción por animal y por unidad de área.*

El método de pastoreo o de utilización de los forrajes debe estar relacionado con las características morfológicas y fisiológicas de las plantas. Algunas especies se adaptan muy bien al pastoreo, mientras otras no lo resisten, por lo tanto deben ser utilizadas como pastos de corte. Algunas toleran el pastoreo bajo, al contrario de otras que deben ser pastoreadas altas, dejando una buena cantidad de material verde cuando salen los animales. Es muy importante seguir prácticas de utilización determinadas para cada especie o mezcla de especies, para obtener un rápido rebrote después de cada período de ocupación o de cada corte (Bernal, 2003).

Los sistemas de pastoreo usualmente se relacionan con pastoreo continuo o alguna forma de *rotación de potreros*.

### PASTOREO CONTINUO

Es el sistema de pastoreo más común en explotaciones extensivas; en el cual, las praderas no tienen descanso. Cuando la pradera se maneja utilizando cargas bajas, el animal tiene la oportunidad de seleccionar el forraje y puede obtener buenas ganancias de peso, pero los rendimientos por unidad de área son bajos; en estas condiciones se presentan excesos de forraje maduro de baja calidad, lo que puede favorecer los ataques de insectos plaga como el mión de los pastos; en tanto que cuando se usan cargas altas, las ganancias por animal normalmente son bajas, y puede conducir al agotamiento de las reservas del pasto; con lo cual, la producción de forraje disminuye hasta el punto de presentarse sectores con suelo descubierto y degradación progresiva de la pradera (Pérez *et al.*, 2002)

Utilizando este sistema los animales son más selectivos, consumen las plantas más suculentas y nutritivas y continuamente están defoliando los nuevos rebrotes de estas plantas sin permitirles la acumulación de reservas para su recuperación, las especies más deseables tienden a desaparecer y las menos deseables procuran dominar la pradera. Es frecuente la aparición de calvas o zonas de suelo descubierto cuando se sobrepastorea el potrero, por el contrario, cuando no se ajusta bien la carga se presenta subpastoreo y hay desperdicio de forraje. Otra desventaja del sistema consiste en que los animales gastan mucha energía en la búsqueda de las especies más gustosas. El manejo de los animales se dificulta en potreros demasiado extensos. La mayor ventaja del sistema consiste en la poca inversión en cercas, bebederos y saladeros (Bernal, 2003).

### PASTOREO ALTERNO

Es el sistema de rotación más simple que existe. Consiste en dividir el potrero en dos partes más o menos iguales, en las cuales pastorea el mismo grupo de animales, mientras una parte se

encuentra ocupada, la otra esta en descanso. Este tipo de pastoreo no es flexible, debido a que el período de descanso de un potrero depende del tiempo que el otro sea capaz de alimentar al grupo de animales y viceversa. De todas formas este sistema permite ajustar mejor la carga animal, concede más tiempo para la acumulación de reservas, permite hacer mejor uso de los fertilizantes, facilita el control de malezas y un manejo más eficiente de los animales, que consumen menos energía caminado, y una limitación en la selectividad, que obliga al animal a hacer un consumo más uniforme de la pastura, facilitando, por consiguiente, el mantenimiento de su composición botánica. Este sistema solamente requiere una cerca adicional con relación al pastoreo continuo, ya que bebederos y saladeros pueden ser comunes a ambos potreros (Bernal, 2003; Rodríguez *et al.*, 2005).

## **PASTOREO ROTACIONAL**

Para poder realizar el pastoreo rotacional, es necesario dividir el área total en tres o más potreros, de esta forma mientras uno esta ocupado, los demás permanecen en descanso. Los animales no deben regresar a un potrero previamente pastoreado sin que haya transcurrido un tiempo suficiente para su recuperación y presente buena disponibilidad de forraje. Con este sistema se puede ejercer un mejor control sobre la composición botánica, disponibilidad y calidad del forraje y persistencia de las especies forrajeras presentes. Es más eficiente en la utilización del pasto, por una oferta constante de forraje, con una calidad más homogénea a través del tiempo (Pérez *et al.*, 2002).

El sistema de pastoreo en rotación permite mantener capacidades de carga más altas porque los animales pueden aprovechar el forraje con mayor eficiencia, elimina buena parte de la selectividad, obliga al animal a remover la mayor parte del forraje disponible y estimular el rebrote de nuevas hojas. Además, se puede hacer un mejor uso de los fertilizantes, facilita el control de maleza y el manejo del ganado.

Las principales desventajas, son que la alta concentración de animales en áreas pequeñas reduce la disponibilidad de forraje y compacta el suelo, especialmente bajo condiciones de humedad alta, se requiere mayor inversión en cercas, bebederos y saladeros y la alta concentración de excrementos puede determinar áreas de rechazo que pueden afectar la disponibilidad de forraje (Bernal, 2003; Rodríguez *et al.*, 2005).

## **PASTOREO EN FRANJAS**

Consiste en asignar a los animales diariamente o por períodos menores de un día, mediante el uso de una cerca eléctrica, fajas de potreros suficientes para la alimentación del grupo de animales. Con este sistema se obtiene una alta capacidad de carga, el pastoreo es más uniforme, se disminuye la selectividad del animal, se logra una mayor distribución de las excretas (estiércol y orina) en el área del potrero facilitando el reciclaje, y da tiempo suficiente entre pastoreo para la recuperación del pasto. Además, se puede variar la faja asignada al grupo de animales según la disponibilidad de forraje y la época del año, permite el empleo de bebederos y saladeros portátiles.

Este sistema tiene como desventaja el costo de la cerca y la mano de obra para su manejo, pero es muy recomendable para zonas lecheras, cerca de los centros urbanos donde el precio de la tierra es muy elevado y en explotaciones altamente intensivas. En muchos lugares se está utilizando en ganado de carne, con novillos de ceba y animales de cría y levante, con resultados excelentes (Bernal, 2003; Rodríguez *et al.*, 2005).

## CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL

La carga animal se refiere al número de animales que puede sostener una pradera por unidad de área y es el factor que más afecta la estabilidad de los componentes de las praderas y su productividad. El número de animales que se utilizarán en el pastoreo se debe ajustar de acuerdo con el forraje disponible y al área de cada potrero.

Por ejemplo:

- considerando que un animal consume el 12% de su peso, entonces un novillo de 400 kg deberá disponer diariamente de 48 kg de forraje verde o 14.4 kg de forraje seco (un pasto con una edad de 30 días tiene 30% de materia seca y 70% de agua).
- si en una pradera después del período de 30 días de descanso, hay una disponibilidad de 4.300 kg de forraje verde (1.290 kg de forraje seco), durante la época de lluvias, este forraje alcanzará para alimentar a 3 novillos/ha con un peso de 400 kg durante 30 días, Figura 4.9.
- por consiguiente, en un potrero de 10 ha se podrán sostener 30 novillos en la época lluviosa. En la época seca la producción de forraje disminuye aproximadamente en un 50%, por lo tanto el número de animales deberá reducirse a la mitad de los utilizados en la época lluviosa.

La carga animal alta está asociada con el sobrepastoreo que conlleva a una baja productividad animal y a la degradación de praderas, Figura 4.10; mientras que la carga animal baja esta relacionada con subpastoreo, conduce a pérdidas de calidad nutritiva por sobremaduración del forraje, limitando el consumo por el animal y ocasionando acumulación de biomasa, que favorece el ataque de plagas como el mión de los pastos, especialmente en los períodos más húmedos del año. En algunos casos donde los potreros son de mayor tamaño y no hay suficiente número de animales



Figura 4.9. Potrero con alta disponibilidad de forraje para un manejo con carga animal alta.



**Figura 4.10.** Baja disponibilidad de forraje y alto número de animales en el potrero que conlleva a degradación de praderas por sobrepastoreo.

para el pastoreo, se presenta gran desuniformidad porque el animal consume en forma repetitiva en aquellos sitios donde el forraje está más tierno, causando sobrepastoreo por sectores; en tanto, en otros sitios del potrero el forraje se sobremadura porque el animal no lo consume.

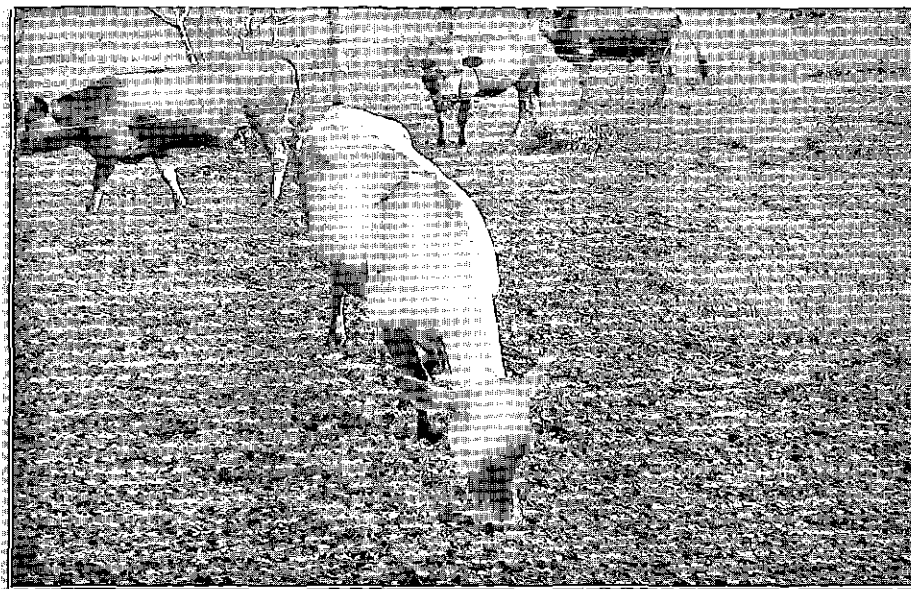
Las especies forrajeras de crecimiento postrado con densa cobertura del suelo y buena capacidad de rebrote como las del género *Brachiaria*, recomendadas en la Orinoquia, y leguminosas como *A. pintoi* y *D. ovalifolium*, soportan bien pastoreos intensos con alta carga animal y períodos de descanso de las praderas no mayor de 40 días, lo cual permite mantener un buen balance entre las especies, mejor calidad nutritiva, buen consumo y una mayor producción animal (Hess y Lascano, 1997, Rincón *et al*, 2002).

Sin embargo, el sobrepastoreo por exagerada carga animal o períodos de ocupación largos y cortos períodos de descanso puede favorecer el dominio de la leguminosa, como se ha visto en praderas de pasto llanero asociado con maní forrajero y *Desmodium*, cuyos puntos de carbohidratos de reserva se encuentran protegidos en el suelo, Figura 4.11.

En el piedemonte llanero, pastos como el Dulce, Llanero y Amargo, soportan cargas de 2.0 a 3.0 animales/ha al año y en la altillanura 1.0 animal/ha en el verano y 2.0 animales/ha en la época de lluvias, para un promedio de 1.6 animales/ha al año. Especies más exigentes como el pasto Toledo, Mulato II y *Panicum*, establecidos en suelos mejorados con cultivos, producen más de 2000 kg.MS/ha, lo cual ha permitido aumentar la capacidad de carga a 4 animales/ha.

En la ceba de ganado, una estrategia para ajustar la carga, es iniciar el pastoreo con animales livianos de 220 a 250 kg al final del período de lluvias, noviembre a diciembre. Por el menor tamaño de los animales en el período de verano, la presión sobre la pradera se reduce en un 50%, y a su vez permite mantener ganancia de peso entre 400 y 500 g/día, a través del año.

La carga animal se puede expresar como animales/ha, cabezas/ha o unidades animal por hectárea (U.A./ha), siendo ésta última una forma adecuada de expresar la carga animal, porque permite unificar las diferentes categorías de animales. Para la Orinoquia se ha considerado que una U.A. equivale a un bovino macho con un peso de 400 kg o una vaca con su cría.



**Figura 4.11.** Alta población de maní forrajero favorecida por el sobrepastoreo en una pradera asociada con pasto Llanero.

Un ejemplo para expresar la carga animal como U.A. se presenta a continuación:

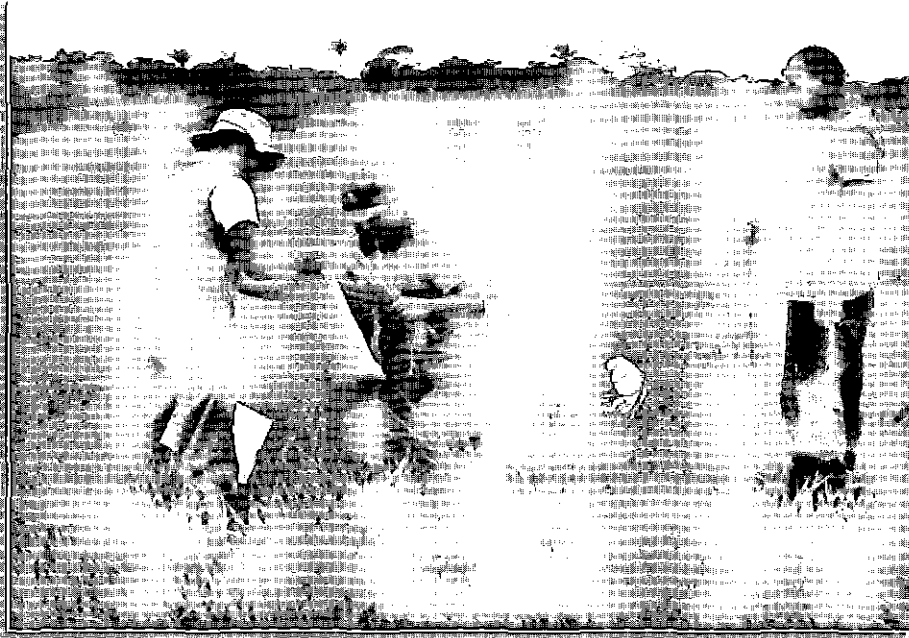
En 10 ha se tienen 30 novillos en pastoreo, los cuales tienen un peso total de 10.800 kg. Para saber cuantas U.A./ha se tiene:

$$\text{Carga animal/ha} = 10.800 \text{ kg}/10 \text{ ha} = 1.080 \text{ kg/ha} = 1.080/400 = 2.7 \text{ U.A./ha}$$

## **CÁLCULO DE CARGA ANIMAL**

Para determinar la cantidad de animales que puede soportar una pradera en un período de pastoreo, se recomienda aplicar los siguientes pasos (Pérez *et al.*, 2002):

1. Determinar la cantidad de forraje disponible en el potrero. Existen varios métodos para su determinación; el más sencillo consiste en cosechar manualmente y pesar el forraje en un determinado número de sitios de la pradera, tomados al azar, Figura 4.12. Para ello, se utiliza un marco de 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>).  
Por ejemplo, en una pradera con un área de 5 ha se pueden tomar 20 marcos de forraje el cual se deposita en un costal o bolsa y luego se pesa. Si el forraje en estos 20 marcos que cubren un área de 5 m<sup>2</sup> (0,25 m<sup>2</sup> x 20 marcos) tienen un peso 2 kg, entonces en una hectárea se tendrá una disponibilidad de 4.000 kg de forraje verde que equivale a 1200 kg de forraje seco, considerando que este forraje tiene un 30% de materia seca (4.000 x 30%).
2. Estimar las pérdidas de forraje por pisoteo. Se asume pérdidas entre 20 y 40%, según el sistema de pastoreo. Con períodos cortos de pastoreo en potreros pequeños, se reducen las pérdidas de forraje.



**Figura 4.12. Muestreo de forraje para determinar producción de biomasa con el fin de calcular la capacidad de carga de la pradera.**

3. Calcular el forraje neto disponible para el pastoreo: forraje verde total en kg/ha menos las pérdidas por pisoteo.
4. Calcular la producción o acumulación de forraje por ha/día.
5. Determinar los requerimientos diarios de forraje en términos de materia seca por animal.
6. Determinar el número de animales que se pueden mantener con el forraje producido.

### **Ejemplo para determinar la carga animal**

Para calcular la capacidad de carga de una pradera en un sistema de pastoreo alterno con 28 días de ocupación y 28 días de descanso.

Peso promedio de los animales 300 kg

Forraje seco en oferta = 1.200 kg/ha

Pérdidas de forraje por pisoteo (25%) =  $\frac{1.200 \times 0.25}{100} = 300 \text{ kg/ha}$

Forraje seco neto disponible = 1.200 kg/ha - 300 kg/ha = 900 kg/ha

Disponibilidad diaria de forraje seco =  $\frac{900 \text{ kg/ha}}{28 \text{ días}} = 32 \text{ kg/ha}$

## Consumo diario de forraje

Se asume que un animal de 300 kg consume el 12% de su peso en forraje verde, por consiguiente su consumo sería de 36 kg el cual equivale a 10.8 kg de forraje seco (36 kg forraje verde X 30% de materia seca).

Consumo diario de forraje verde =  $300 \text{ kg} \times 0.12 = 36 \text{ kg}$  de forraje verde

Consumo diario de forraje seco =  $30 \text{ kg} \times 0.30 = 10.8 \text{ kg}$  de forraje seco

Otra forma de calcular el consumo diario de forraje es tener en cuenta que por cada 100 kg de peso vivo (P.V.) del animal, este consume 3.5 kg de forraje seco (F.S.), por lo tanto un animal de 300 kg consumirá 10.5 kg de forraje seco.

$$\text{Consumo diario de forraje seco} = \frac{300 \text{ kg PV} \times 3.5 \text{ kg F.S.}}{100 \text{ kg PV}} = 10.5 \text{ kg FS/animal/día}$$

$$\text{Número de animales/ha} = \frac{\text{Disponibilidad diaria de forraje seco}}{\text{Consumo diario de forraje seco}}$$

$$\text{Número de animales/ha} = \frac{32 \text{ kg de forraje seco}}{10.5 \text{ kg FS/animal/día}} = 3 \text{ animales/ha}$$

Para el cálculo de la cantidad de animales que se deben utilizar para el pastoreo, es de mucha importancia tener en cuenta el peso vivo de estos animales.

En el ejemplo anterior, estos tenían un peso promedio de 300 kg/animal. En caso de animales más pesados, tendrá que reducirse el número. Por ejemplo, si los animales tienen un peso promedio de 400 kg, se tiene que el consumo diario por animal será de 14 kg y los 32 kg/ha/día de forraje seco disponible alcanzará para alimentar a 2.2 animales ( $32/14 = 2.2$ ).

En caso contrario, cuando los animales son menos pesados, el número de animales en pastoreo tendrá que aumentarse. Animales con un peso vivo promedio de 220 kg/an consumirán un promedio de 7.7 kg/an/día de forraje seco y los 32 kg/ha disponibles alcanzarán para 4 animales/ha ( $32/7.7 = 4.1$ ).

## FERTILIZACIÓN DE MANTENIMIENTO

Con la aplicación de fertilizantes en una pastura se persigue mantener el balance de los nutrientes que han sido extraídos por los animales en pastoreo, o se han perdido por escorrentía, lixiviación y volatilización natural, antes de que se manifieste una deficiencia o algún signo de degradación. La fertilización es una práctica de mantenimiento preventiva para conservar la capacidad productiva de la pastura (Hoyos *et al.*, 1995; Debeaux *et al.*, 2004).

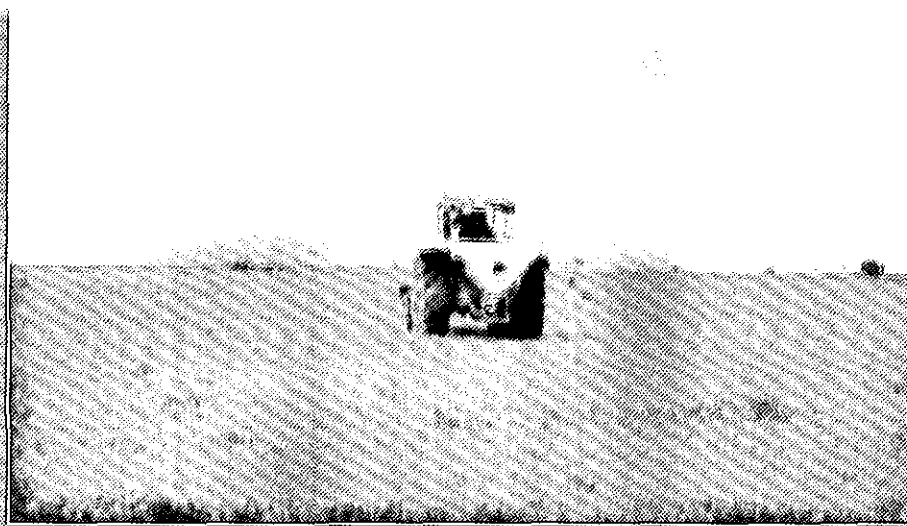
En el pasto que el ganado consume, se extraen minerales que se encuentran disponibles en el suelo, indispensables para el buen desarrollo y producción de forraje. Se ha calculado que entre el 70 y 80% de estos minerales, retornan al suelo en las excretas de los animales. Sin embargo, estos no son bien distribuidos en todo el terreno, especialmente cuando los potreros son grandes (Debeaux *et al.*, 2004).

Las heces y la orina pueden tener un efecto local sobre el rendimiento, calidad, gustosidad y composición botánica de la pastura. Las consecuencias sobre la totalidad de la pastura son relativamente pequeñas, puesto que solo afectan una baja proporción del área total. El área total cubierta por la bofliga de un animal adulto diariamente oscila entre 0,05 y 0,07m<sup>2</sup>. En cuanto a la orina, en un año se cubre entre 4 y 20 % de la pastura, dependiendo de la capacidad de carga y del tipo de ganado y de pastoreo. Las cantidades promedio de nutrimentos que retornan a la pastura mediante las excretas están entre 100 y 150 kg/ha año de potasio y de 10 a 20 kg/ha de fósforo. Estas cantidades dependen de la capacidad de carga, del tamaño y edad de los animales y de la gustosidad y composición química del forraje (Bernal, 2003).

El nitrógeno es el nutriente más importante en la producción de forraje y además determina el contenido de proteína, razón por la cual es necesario asociar las gramíneas con leguminosas o aplicar fertilizantes que contengan este elemento, considerando que a diferencia de los demás minerales, el nitrógeno que retorna al sistema en la orina, se pierde en su mayoría por volatilización.

La producción de forraje esta directamente relacionada con la especie de pasto y con las condiciones de clima y suelo. Pastos como el Amargo, Llanero y Dulce, presentan una producción aceptable con una baja fertilidad de los suelos; sin embargo, estos pastos mejoran la producción y calidad del forraje con fertilización aplicada para suplir los minerales deficientes en el suelo. Como norma general, se recomienda hacer la fertilización de mantenimiento a los dos años después de la siembra, con la mitad de fertilizantes aplicados en el establecimiento. Si se requiere obtener mayor cantidad y calidad de forraje, se debe aumentar la cantidad de fertilizante y hacer aplicaciones más frecuentes. Otra opción es aplicar fertilizantes de rápida solubilidad, cuyo efecto sobre los pastos es inmediato. Esta fertilización se aplica al voleo o en surcos con encaladora, cuando el potrero entra en descanso.

Cuando se hace una fertilización de establecimiento con base en los resultados de los análisis de suelos, la de mantenimiento se limita a suplir aquellos nutrientes que son extraídos del sistema productivo por los animales para ser convertidos en carne y/o leche. Las recomendaciones de fertilización de mantenimiento se basan en el análisis bromatológico de los pastos



**Figura 4.13.** Fertilización de mantenimiento a los pastos, con voleadora de péndulo.

o de calidad foliar, en la producción de forraje y en el análisis de suelos, que se puede tomar cada dos años. En el suelo ocurren diversas reacciones que determinan la disponibilidad de los minerales para ser aprovechados por las plantas. En los suelos ácidos, el caso más frecuente ocurre con el fósforo, porque este puede ser aplicado en las cantidades suficientes para suplir las deficiencias. La presencia de bases intercambiables como el calcio, magnesio, potasio y especialmente el aluminio, hacen que se unan al fósforo y formen compuestos insolubles no aprovechables por las plantas.

Los requerimientos de minerales están de acuerdo al tipo de explotación que se tenga en la finca. Por ejemplo, las vacas en lactación exigen mayor cantidad de todos los minerales, si se compara con los requerimientos del ganado de ceba. En la Tabla 4.2 se presentan estos requerimientos según el NCR (1989) y se compara con el contenido de minerales en un *B. decumbens* del piedemonte llanero establecido en un suelo ácido. En general, se ha encontrado que los forrajes de la Orinoquia colombiana presentan deficiencias de fósforo, calcio, azufre, cobre y zinc, principalmente; en tanto, el potasio, magnesio, hierro, manganeso se encuentran con niveles foliares que llenan los requerimientos del ganado. Se ha encontrado que en suelos a los cuales se les ha mejorado la fertilidad, los forrajes allí producidos pueden llenar los requerimientos del ganado de ceba, incluyendo al fósforo y calcio.

Es importante tener conocimiento del contenido de minerales en el forraje para tomar decisiones en fertilización de mantenimiento y en suplementación con sal mineralizada. Debido a los menores requerimientos de minerales en ganado de ceba, es posible que el forraje pueda llenar sus requerimientos. En ganado de cría y doble propósito con mayores exigencias de calcio y fósforo principalmente, deberá ser suplementado con sal mineralizada, especialmente en aquellas explotaciones extensivas en sabana nativa o pastos cultivados con deficiencias nutricionales, de lo contrario los parámetros reproductivos serán afectados en forma negativa. Además, hay que considerar que por el bajo contenido de materia orgánica en estos suelos, se presenta muy baja disponibilidad de nitrógeno, afectando el contenido de proteína en los forrajes. Para dar solución a estas deficiencias, necesariamente debe hacerse un programa de fertilización que no solo mejore la calidad nutritiva, sino que también aumente la disponibilidad de forraje.

**Tabla 4.2.** Contenidos mínimos de minerales que debe tener el forraje para llenar los requerimientos de vacas en lactación y novillos de ceba, comparados con el contenido en un *B. decumbens* del piedemonte llanero.

Parámetro	Requerimientos vacas en lactación	Requerimientos novillos en ceba	Contenido foliar en <i>B. decumbens</i>
Fósforo (%)	0.37	0.23	0.18
Calcio (%)	0.60	0.40	0.32
Magnesio (%)	0.20	0.10	0.26
Potasio (%)	0.90	0.60	0.75
Azufre (%)	0.20	0.15	0.10
Cobre (ppm)	10	10	8
Hierro (ppm)	50	50	85
Manganeso (ppm)	40	20	122
Zinc (ppm)	40	30	23

Fuente: NCR, 1989.

Con base en el contenido foliar de minerales de *B. decumbens* en la Tabla 4.3, se calculó la extracción de minerales del suelo que éste pasto puede realizar anualmente, considerando una producción de forraje de 12.000 kg/ha/año. Teniendo en cuenta el retorno de estos minerales al suelo en un 80%, vía orina y heces, se realizó el cálculo de las cantidades de minerales que vuelven al suelo y las que salen del sistema en leche o carne.

Como se puede apreciar en la Tabla 4.3, anualmente el pasto extrae en el forraje que es consumido por el animal 21.6 kg/ha de fósforo, del cual retorna al suelo vía excretas 17,3 kg/ha, por lo tanto del sistema estaría saliendo en carne o leche 4.3 kg/ha. El mismo análisis se puede hacer con los otros minerales. Esto tiene un alto componente teórico porque hay que considerar que la distribución de las excretas en el potrero no es uniforme y que muchos de estos nutrientes se pueden perder por escorrentía especialmente durante la época lluviosa.

**Tabla 4.3.** Extracción anual de minerales por el *B. decumbens* con una producción de 12.000 kg/ha/año.

Mineral	Extracción del <i>B. decumbens</i> (kg/ha)	Retorna al suelo (80%)	Salen del sistema (kg/ha)
Fósforo (%)	21,6	17,3	4,3
Calcio (%)	38,4	30,7	7,7
Magnesio (%)	31,2	25,0	6,2
Potasio (%)	90,0	72,0	18,0
Azufre (%)	12,0	9,6	2,4
Cobre (ppm)	0,072	0,058	0,014
Hierro (ppm)	1,02	0,82	0,2
Manganeso (ppm)	1,46	1,17	0,29
Zinc (ppm)	0,28	0,22	0,06

Las cantidades de minerales que tienen que restituirse por medio de fertilización de mantenimiento, corresponde a lo que sale del sistema, son bajas cantidades con excepción del potasio, elemento de mayor extracción por el pasto.

Para realizar estos cálculos es necesario tener en cuenta la especie de pasto, la cantidad de forraje producida y el contenido de minerales en las hojas, además es importante tener en cuenta que se haya hecho una fertilización de establecimiento de acuerdo al análisis de suelos.

En la Tabla 4.4 se presenta un ejemplo de fertilización de mantenimiento teniendo en cuenta los minerales que salen del sistema ganadero reportados en la Tabla 4.3. Se consideró hacer esta fertilización cada dos años, sin embargo puede hacerse cada año con la mitad de la fertilización recomendada. Si se quiere aumentar la disponibilidad de biomasa, es necesario aumentar las cantidades de fertilizantes.

Con respecto a la fertilización nitrogenada, por su alto costo se recomienda establecer asociaciones de gramíneas y leguminosas de lo contrario será necesario aplicar fertilizantes nitrogenados. En pasturas asociadas, se estima que las leguminosas aportan cada año al suelo entre 1.5 y 158 kg/ha de nitrógeno (N) por fijación del nitrógeno atmosférico.

**Tabla 4.4.** Fertilización de mantenimiento cada dos años, en una pradera de *B. decumbens* con una producción anual de forraje de 12.000 kgMS/ha.

Mineral	Fertilización cada dos años (kg/ha)	Ejemplo de Insumos a aplicar/ha
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20	250 kg de abono paz del río
Calcio	16	
Magnesio	12	100 kg de sulfomag + 36 kg de cloruro de potasio
Potasio	36	
Azufre	5	

Cuando se aplican fertilizantes, es importante considerar la humedad del suelo para que la planta pueda absorber los nutrimentos. Durante los períodos de alta pluviosidad, las pérdidas de minerales por lixiviación y escorrentía son significativas. Por otro lado, la fertilización al inicio de la época seca puede resultar en una baja absorción e inmovilización de nutrientes por baja disponibilidad de agua en el suelo. En consecuencia, la época más adecuada para la aplicación de fertilizantes es aquella donde las lluvias son moderadas (Hoyos *et al.*, 1995)

## MANEJO DE MALEZAS

En las pasturas establecidas bien manejadas, en cuanto a carga animal y nutrición mineral, la invasión de malezas, en términos generales, es un problema secundario. El manejo de las malezas se fundamenta en el mantenimiento de las condiciones favorables para la pastura que le permitan expresar su potencial productivo y su persistencia en el tiempo, mediante adecuadas prácticas de manejo que regulen la acción de los animales en pastoreo. Esto implica un proceso dinámico que incluye una adecuada selección del germoplasma, un buen establecimiento de las especies, un manejo apropiado del pastoreo y una adecuada fertilización de mantenimiento. La competencia por malezas puede presentarse en el momento de establecimiento de la pradera o como síntomas de degradación de ésta, cuyas recomendaciones de manejo se presentan en sus respectivos capítulos de este libro.

## DIVISIÓN DE POTREROS PARA EL PASTOREO CON BOVINOS

Para el manejo del pastoreo debe hacerse división de potreros, cuyo número irá de acuerdo a los recursos económicos y a la disponibilidad de agua para bebederos. Se recomienda hacer potreros pequeños para hacer un mejor control del pastoreo y evitar desperdicio de forraje por pisoteo y para lograr una mejor distribución de excretas, lo cual permitirá un reciclaje uniforme de minerales en la pastura, Figura 4.14. Los períodos de ocupación dependerán del número de potreros en que se haya dividido la pradera.

Al dividir en dos potreros el pastoreo será alterno, con períodos de ocupación y descanso que duran 30 días en promedio. A mayor número de potreros el período de ocupación o de pastoreo será más corto, pero siempre se conservará el período de descanso entre 27 y 32 días, Tabla 4.5.

Para la división de potreros existen varias alternativas, dentro de las cuales las más conocidas son la cerca convencional, la cerca carimagua y la cerca eléctrica. A continuación se hace una descripción de las principales características de cada una.



Figura 4.14. División de potreros para hacer pastoreo rotacional.

## CERCA CONVENCIONAL

La cerca convencional es la que tradicionalmente se ha utilizado para la división de potreros, pero sus elevados costos solo permite recomendarla en algunos casos para la periferia del potrero o límite de la finca. Esta cerca es hecha con alambre de púas y postes de madera o cemento a una distancia de 3m entre postes, tiene un costo aproximado de \$7.800.000 por kilómetro. Se pueden utilizar postes de cemento o madera inmunizada en una cantidad de 320 por kilómetro. En las estaciones que deben ir cada 100 m se utilizan 24 postes de madera en las estaciones internas y 10 postes en la estación inicial y final, el número de postes puede aumentar dependiendo de la cantidad de broches que se hagan. Para cuatro hilos se requieren entre 13 y 15 rollos de alambre de púas.

Tabla 4.5. Períodos de ocupación y de descanso de acuerdo al número de potreros

Número de potreros	Período de ocupación	Período de descanso
2	30	30
3	15	30
4	10	30
5	8	32
6	6	30
7	5	30
8	4	28
9	4	32
10	3	27

## CERCA CARIMAGUA

Otra alternativa para la división de potreros es la cerca Carimagua, con costos menores a la cerca convencional, al utilizar espacios más largos entre postes, es decir colocándolos a 15 m. Así se utiliza solamente un 30% de los postes requeridos por la cerca convencional. Para mantener la tensión de los hilos del alambre se utilizan estaciones templadoras cada 105 m (cada 6 postes) y para conservar la distancia entre los hilos se trenzan entre ellos torniquetes de alambre liso N°8 cada 3 m. Los costos de la cerca Carimagua se pueden reducir aún más con respecto a la cerca convencional si se utilizan tres hilos de alambre en lugar de cuatro o alternando alambre liso con alambre de púas. También se puede optar por construir cercas con alambre liso solamente, ya que lo que detiene al ganado en el potrero es la disponibilidad de agua, forraje y la sal y no las púas (Botero, 1989).

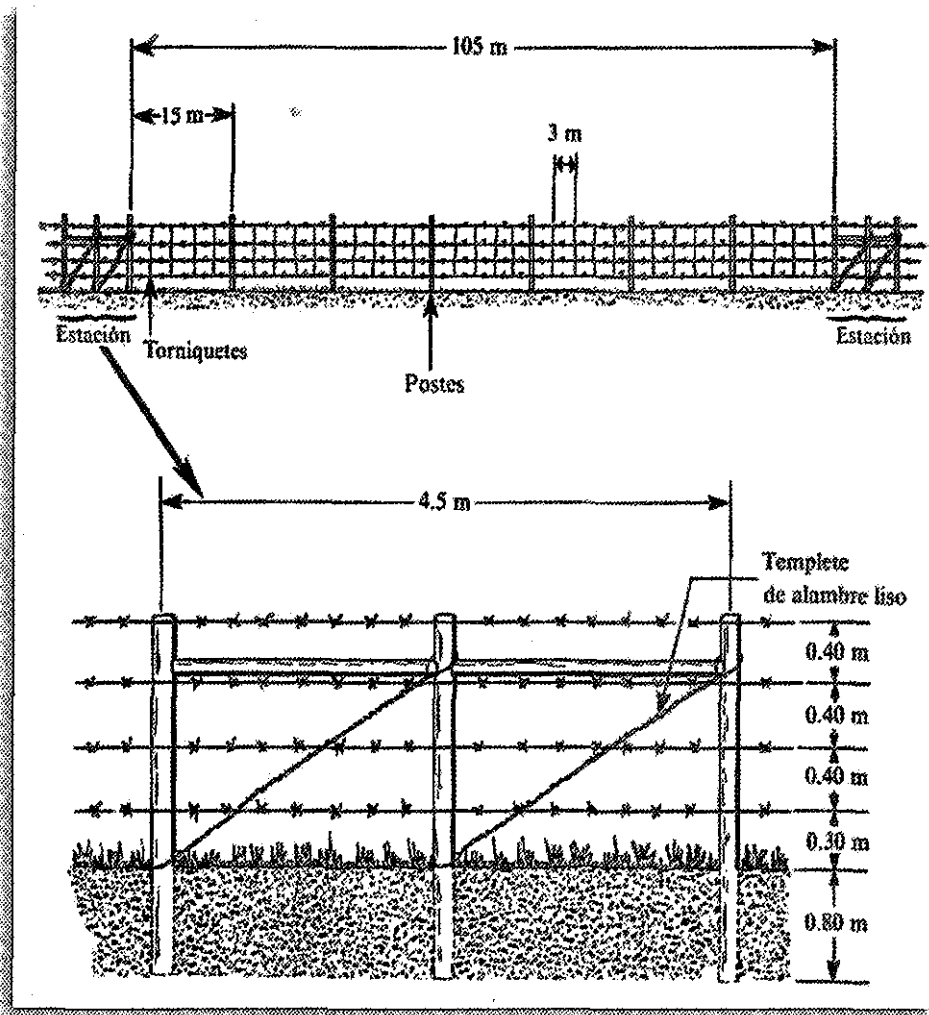


Figura 4.15. Cerca Carimagua (Botero, 1989).

Para la construcción de un kilómetro de ésta cerca se deben incluir 10 estaciones templadoras y abrir un total de 84 huecos para los postes individuales y los de las estaciones. Los materiales que se requieren son los siguientes (Botero, 1989):

- Alambre: para los hilos de la cerca son 3.000 a 4.000 m lo cual equivale a 10 o 13 rollos de alambre de púas (un rollo de alambre de púas tiene 300 m) o 300 a 400 kg de alambre liso galvanizado.
- Torniquetes: para el kilómetro de cerca se requieren de 700 m de alambre liso N° 8 (70 kg) para la elaboración de 250 torniquetes.
- Alambre liso para las estaciones templadoras: 100 m de alambre liso N° 8 (10 kg).
- Postes: 67 postes de cemento o madera inmunizada, los cuales se colocan a 15 m cada uno. Para la estación inicial y final, que deben ser dobles, se necesitan 10 postes (5 en cada estación) y para las ocho estaciones sencillas se necesitan 24 postes (cada estación lleva tres postes). Los postes de las estaciones deben ser en madera inmunizada.
- Grapas: 3 libras (un kilo de grapas tiene 195 grapas)

## CERCA ELÉCTRICA

La cerca eléctrica es una buena opción que tiene el productor para la división interna de potreros por su funcionalidad y economía, pues su costo es menos de una tercera parte de la cerca convencional. Para su instalación se requiere que la finca o el sitio donde se va a ubicar posea energía eléctrica, de lo contrario se tendrá que adquirir un panel de energía solar. La utilización de la cerca eléctrica se ha generalizado en varias fincas ganaderas, sin embargo, algunas de ellas no funcionan correctamente por algunas fallas en su instalación y mantenimiento.

Antes de iniciar su construcción se debe tener una guía de trabajo para lo cual será necesario hacer un plano donde se especifique las longitudes o distancias, áreas de los potreros, forma de los potreros, distribución del agua para los bebederos, ubicación de broches, para facilitar la rotación de los animales entre los potreros. Con esta información se hace el cálculo de los materiales necesarios y su costo.

Las cercas eléctricas permiten el control de los animales porque envían un impulso eléctrico de corta duración y alto voltaje que hace que el animal no lo olvide. Están compuestas por un impulsor conectado a la red eléctrica, polo a tierra, postes cada 10 a 20 m alambre galvanizado con uno, dos o tres hilos, dependiendo de los animales a controlar, Figura 4.16. Existen impulsores de diferente capacidad que va desde pocos kilómetros hasta 120 km con un control efectivo sobre los animales, siempre y cuando la cerca esté bien construida.

Las ventajas que ofrecen las cercas eléctricas son las siguientes:

- Bajo costo
- Fáciles de construir
- Controlan todo tipo de animales
- Permite la construcción de cercas móviles y subdivisiones adicionales en forma rápida
- Por ser de materiales livianos el costo del transporte es más barato

Las desventajas tiene que ver con la efectividad de los impulsos para lo cual es necesario mantenerlas libres de cualquier material vegetal y controlar permanentemente las posibles fugas de energía. Otra desventaja son las descargas eléctricas por tormentas, que dejan los impulsores inservibles.



Figura 4.16. División de potreros con cerca eléctrica donde se utilizan dos hilos de alambre acerado.

### Construcción de la cerca eléctrica

- **Polo a tierra.** Es la parte más importante para que la cerca eléctrica funcione bien. Una cerca sin sistema de polo tierra no opera ya que el impulso no puede completar o cerrar el circuito. En suelos húmedos durante la mayor parte del año, el polo a tierra debe tener como mínimo tres varillas cooper well o en acero inoxidable, con una longitud de 2 m. las cuales se entierran totalmente a una distancia de 3 m entre cada una, Figura 4.17; en tanto, en suelos secos

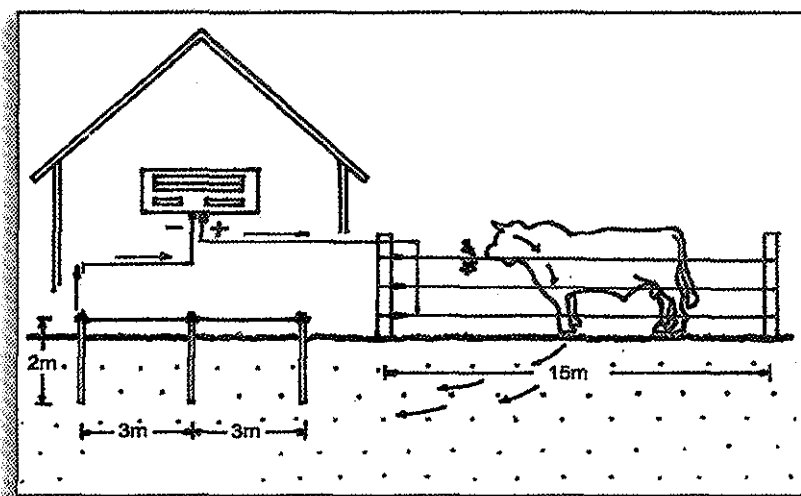


Figura 4.17. Instalación del polo a tierra de una cerca eléctrica. Fuente: Speeder, 2001

o arenosos es necesario más de tres varillas y además, adicionar sal al hueco donde se van a enterrar; en épocas de sequía prolongada es necesario humedecer este sitio. Estas varillas deben estar separadas a una distancia mayor de 10 m de cualquier otro polo a tierra, alambre o tubo subterráneo, postes de energía, casetas de bombas de riego o plantas eléctricas. La primera varilla debe estar cerca al impulsor y nunca a más de 6 m de distancia. Nunca utilizar como polo a tierra de la cerca, el polo a tierra de una línea de potencia. Las varillas deben estar conectadas a través de un alambre sin empalmes o añadiduras, firmemente unido a cada varilla por un tornillo y tuerca o abrazadera y conectado al borne o terminal del impulsor (Speedrite, 2001).

- **Instalación del impulsor.** Debe estar localizado bajo techo, anclado en la pared, de fácil conexión al polo a tierra y al alambrado de la cerca. El radio de acción de los impulsores es el punto más lejano que el equipo puede electrificar desde donde se encuentra ubicado el impulsor, manteniendo el voltaje mínimo necesario en dicho punto para que el animal respete el alambrado. En la Tabla 4.6 se presenta el radio de acción aproximado de impulsores, lo cual permite seleccionar el más adecuado para la longitud de la cerca.

**Tabla 4.6.** Radio de acción de los diferentes impulsores sobre la cerca eléctrica.

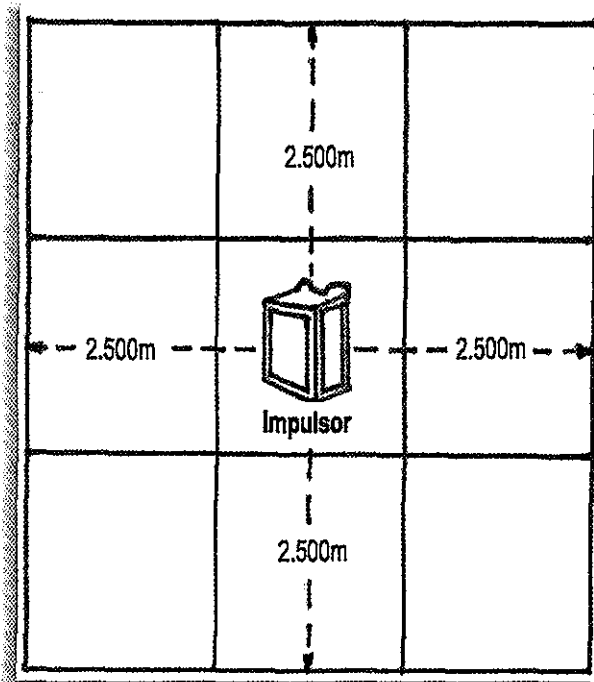
Impulsor	Longitud de cerca (m)	Área máxima de cobertura (ha)	Máxima energía de salida (Joules)
20 km	600	50	0,4
40 km	1.200	300	1,25
60 km	2.500	500	1,7
120 km	5.000	900	5
200 km	7.000	1500	10

Fuente: Picana, 2005

El impulsor debe estar lo más centrado posible en relación a las cercas que van a ser electrificadas, Figura 4.18, para que la energía circule por todo el alambrado evitando pérdidas por la resistencia del alambre en los puntos más lejanos y por la resistencia en el retorno por el suelo hasta la toma a tierra del impulsor.

Cuando el impulsor no pueda instalarse en el centro del área a electrificar o el alambrado de la cerca estuviese muy distante del sitio donde esta el impulsor, la descarga que recibe el animal se vuelve muy débil principalmente en la época seca del año. Por ejemplo, si el punto más lejano a electrificar se encuentra a 3.000 m y se tiene un impulsor de 60 km, este no tendrá la capacidad para que sus impulsos controlen efectivamente al animal porque su máximo radio de acción es hasta 2.500 m, entonces este tendrá que reemplazarse por uno de 120 km (Picana, 2005). Para evitar que el impulsor sea afectado por tormentas eléctricas, este debe ser desconectado del terminal que va hacia la cerca y desenchufarlo de la toma a la energía eléctrica.

- **Línea madre.** Lleva la energía desde el impulsor hasta el alambrado de la cerca eléctrica. Esta compuesta por un alambre triple galvanizado el cual debe estar bien aislado para evitar pérdidas de energía. Más de 2.500 m de longitud de esta línea, ofrecen una gran resistencia al paso de la electricidad. El alambre que se utiliza para la cerca eléctrica es de acero triple galvanizado de 2.5 mm (calibre 12.5). En ningún sitio de la cerca debe utilizarse alambre eléctrico corriente para uso en redes caseras, ya que estos alambres están diseñados para resistir un



**Figura 4.18.** Longitud máxima (2.500 m) que deberá tener la cerca eléctrica para un impulsor de 60 km.

máximo de 440 voltios y los impulsos de la cerca eléctrica pueden llegar a más de 7.000 voltios.

- **Las estaciones** deben ser hechas en madera resistente y tratada para que aguante la tensión a que se debe someter las cuerdas de alambre. De igual forma, los aisladores terminales deben ser de buena calidad para que soporten esta tensión.
- **Los tensores** se colocan en la mitad de cada tramo para que halen a ambos lados.
- **Los postes intermedios** se colocan a una distancia que puede variar entre 15 y 20 m y pueden ser de cemento o de madera preferiblemente inmunizada. El número de hilos de alambre será de acuerdo al tipo de animal a controlar. Por ejemplo, para bovinos adultos se usan uno o dos hilos, Figura 4.19; en tanto para vacas de cría es necesario tres hilos para controlar el paso de los terneros.



**Figura 4.19.** Control del pastoreo de vacas doble propósito con un hilo eléctrico.

En la Tabla 4.7 se presentan los costos aproximados para la construcción de un kilómetro de cerca.

**Tabla 4.7.** Costos comparativos para la construcción de un km de cerca eléctrica, cerca Carimagua y cerca convencional con alambre de púas. 2009.

Concepto	Costos cerca eléctrica (\$/km)	Costos cerca Carimagua (\$/km)	Costos cerca convencional (\$/km)
Postes	1.200.000	1.200.000	4.300.000
Alambre, grapa	425.000	1.700.000	1.800.000
Mano de obra	250.000	500.000	1.160.000
Transporte	90.000	90.000	600.000
Accesorios	250.000		-
<b>Costo total</b>	<b>2.215.000</b>	<b>3.490.000</b>	<b>7.860.000</b>

Donde se puede apreciar que la más económica es la eléctrica, seguida por la Carimagua y la convencional que es la más costosa.

## Bibliografía

- Alexandrino, E.; Miranda, C.A.; Duarte, M.J.; Gomide, J.A. 2005. Rest period, canopy structural traits and steer body weight gain on intermittently grazed mombaça grass pasture. *R. Bras. Zootec.* 34 (6):276- 284.
- Azcon – Bieto, J. y Talon, M. 2001. *Fundamentos de fisiología Vegetal*. McGraw – Hill Interamericana, Ediciones Universitat de Barcelona, España. 522 p
- Botero, R. 1989. Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia. *Boletín técnico N° 2*. Centro Intenacional de Agricultura Tropical CIAT. 99 p.
- Bernal, J. 2003. *Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo*. Cuarta edición. Angel Agro, Ganadería intensiva, Ideagro. Bogotá, Colombia. 702 p
- Dubeux, J.C.; Santos, H.Q. y Sollenberger, L.E. 2004. Ciclagem de nutrientes: Perspectivas de aumento da sustentabilidade da pastagem manejada intensivamente. En: *Fertilidade do solo para pastagens produtivas*. Eds. Silveira, C.G., Moura, J.C. de Faria, V.P. Anais do 21 Simpósio sobre manejo da pastagens. FEALQ (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz). Piracicaba, Brasil. pp. 357 - 400
- Hess, H.D. y Lascano, C.E., 1997. Comportamiento del consumo de forraje por novillos en pasturas de gramínea sola y asociada con una leguminosa. *Pasturas tropicales*, 19(2): 12-20. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Hoyos, P., García y Torres I. 1995. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 4 de la Serie "Capacitación en tecnología de producción de pastos". CIAT, Nestle, Banco Ganadero. 74 p.
- López, Y. 1988. Bases fisiológicas para la producción y utilización de pastos tropicales. XII programa para el desarrollo de la capacidad científica en investigación para la producción y utilización de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Valle. 15p.

- Lucas, J.M. 2003. Intervalo entre cortes em capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. marandu): Produto, valor nutritivo e perdas associadas a fermentação da silagem. Piracicaba, São Paulo, Brasil. 138 p.
- Montaldi, E. 1995. Principios de fisiología vegetal. Ediciones Sur: La Plata, Argentina. 298 p.
- NCR, (National Research Council) 1989. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient requirements of dairy Cattle (Sixth edition) National Academy of Sciences – National research Council. Washington D.C.
- Palhano, A.I.; De Faccio P.C.; Ditttrich, J.R.; De Moraes, A.; Barreto, M.Z.; Ferreira, M.C. 2005. Sward structure and defoliation patterns in mombaça grass according to different canopy heights. R. Bras. Zootec. 34 (6): 425-433.
- Pérez, R.; Rincón, A.; Bueno, G. y Cuesta, P. 2002. Estrategias de manejo para mejorar la productividad de las praderas del piedemonte y la altillanura de los Llanos Orientales. En: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la Orinoquia y el piedemonte caquetaño. CORPOICA, Ministerio de Agricultura, Fedegan, Colciencias pp. 33 – 42.
- Picana, 2005. Manual de Instrucciones para la correcta instalación y puesta en marcha de los electrificadores de cercos. Villa Madero, BsAs, Argentina. 19 p.
- Rincón, A.; Ligarreto, G.A. y Sanjuanelo, D. 2007. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. Agronomía Colombiana, 25(2): 264 – 272.
- Rincón, A.; Ligarreto, G.A. y Garay, E. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv amargo y *Brachiaria brizantha* cv Toledo sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. Facultad Nacional de Agronomía Medellín 61(1): 4336 – 4346.
- Rincón, A.; Pérez, R.; Bueno, G. y Cuesta, P. 2002. Tecnologías para el establecimiento de praderas en el piedemonte y la Altillanura de los Llanos Orientales. En: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la Orinoquia y el piedemonte Caquetaño. CORPOICA, Ministerio de Agricultura, Fedegan, Colciencias. pp. 5 – 20
- Rodrigues, V.; Cerqueira, P.H.; Perondi de Oliveira, P.; Marchesin W.A. y Macedo, F.B. 2005. Pastejo rotacionado: dimensionamento da área, determinação do número de piquetes e a taxa de lotação instantânea a ser utilizada. Em: Teoria da produção animal em pastagens. Eds. Silveira, C.G., Moura, J.C., da Silva, S.C. y Faria V.P. Anais do 22 Simpósio sobre manejo da pastagens. FEALQ (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz). Piracicaba, Brasil. pp. 245 - 278
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1994. Fisiología vegetal. Ed. Iberoamérica S.A. México. pp. 319 – 338.
- Sorío, H. 2006. Fundamentos de la utilización racional de pasturas, un medio para maximizar las ganancias del productor. V seminario internacional competitividad en carne y leche, 19 y 20 de octubre de 2006 Medellín. 16 p.
- Speedrite, 2001. Cercas eléctricas y permanentes y temporales. El método moderno de alta potencia para el control del ganado. 25 p.