

JN PRODUCTO

 **Corpoica**  
Organismo Autónomo de Investigación Agropecuaria

 **libra**  
librería virtual  
agropecuaria

 [www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

56520



# ESTABLECIMIENTO, MANEJO Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS FORRAJEROS EN SISTEMAS GANADEROS DE SUELOS ÁCIDOS

22718

22718

Reg 56520



Ministerio de Agricultura y  
Desarrollo Rural



FEDEGAN  
FEDERACIÓN NACIONAL DEL GANADO FINO



CORPOICA  
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

---

# ESTABLECIMIENTO, MANEJO Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS FORRAJEROS EN SISTEMAS GANADEROS DE SUELOS ÁCIDOS

---

EDITORES

Álvaro Rincón Castillo\*  
César Augusto Jaramillo Salazar\*\*

●  
COMPILACIÓN Y DIRECCIÓN

Álvaro Rincón Castillo I.A. Ph. D.

Villavicencio; Meta. Colombia.

---

\* I.A. Ph.D. Investigador Red de Pastos y Forrajes. CORPOICA C.I. La Libertad. Líder del proyecto. Villavicencio, Meta. Colombia.  
\*\* MVZ. M.Sc. en desarrollo rural. Transferencia de Tecnología. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia

Rincón Castillo, Álvaro; Bueno Guzmán, Guillermo Alonso; Álvarez de León, Mauricio; Pardo Barbosa, Óscar; Pérez López, Otoniel; Caicedo Guerrero, Samuel / Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Colombia. Corpoica. 2010. 252 p.

Palabras clave: GANADO BOVINO, MANEJO DE PRADERAS, FORRAJES, PLAGAS, ENFERMEDADES, PRODUCCIÓN, ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES, VALOR NUTRITIVO, AGROFORESTERÍA, DEGRADACIÓN, SUELOS ÁCIDOS, VEGETACIÓN, LLANOS ORIENTALES – COLOMBIA.



Ministerio de Agricultura y  
Desarrollo Rural



FEDEGAN  
Federación de Ganaderos de Colombia



Corpoica  
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Esta publicación es un resultado del proyecto “Efecto de la nutrición mineral de los pastos en el mejoramiento de praderas y en la producción de carne bovina en el piedemonte llanero”, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, FEDEGAN y ejecutado por investigadores de CORPOICA en el período 2007-2010

#### AUTORES

Álvaro Rincón Castillo, Guillermo Alonso Bueno Guzmán, Mauricio Álvarez de León, Óscar Pardo Barbosa, Otoniel Pérez López y Samuel Caicedo Guerrero



© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA  
Cl. La Libertad

ISBN: 978-958-740-033-5

CA: PRO8100266

CUI: 1139

Primera edición: Julio de 2010

Tiraje: 1.000 ejemplares

Manual Técnico No. 15

Fotografías: Óscar Pardo B., Álvaro Rincón C., Otoniel Pérez L., Samuel Caicedo G., Guillermo A. Bueno G., César Augusto Jaramillo S., Guillermo González, Paola Pardo.

Foto portada: Pradera mejorada con pasto Toledo.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@corpoica.org.co

www.corpoica.org.co

Producción editorial:

Diagramación, impresión y encuadernación



www.produmédios.org

Diseño gráfico: *Dannhite*

Impreso en Colombia  
Printed in Colombia

Corpoica

\$30.000

- *Álvaro Rincón Castillo*  
Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia. Ph.D. en ciencias agropecuarias y fisiología, Universidad Nacional de Colombia. Investigador Ph.D. asistente, Red de Pastos y Forrajes, CORPOICA C.I. La Libertad.
- *Guillermo Alonso Bueno Guzmán*  
Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia. M.Sc. en zootecnia, Universidade Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brasil. Investigador Magister principal, Red de Pastos y Forrajes, CORPOICA C.I. La Libertad.
- *Mauricio Álvarez de León*  
Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Tecnológica de los Llanos. M.Sc. en producción animal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Investigador magister principal, CORPOICA C.I. La Libertad.
- *Óscar Pardo Barbosa*  
Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia. M.Sc. en ciencias con énfasis en producción animal. Investigador má-gister asistente, Red de Pastos y Forrajes, CORPOICA C.I. La Libertad.
- *Otoniel Pérez López*  
Ingeniero Agrónomo, Universidad de los Llanos. Candidato a M.Sc. en salud y producción animal con énfasis en nutrición de rumiantes, Universidad Nacional de Colombia. Investigador profesional asociado, Red de Pastos y Forrajes, CORPOICA C.I. La Libertad.
- *Samuel Caicedo Guerrero*  
Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia. M.Sc. en ciencias con énfasis en producción de cultivos, Colegio de posgraduados de Montesilla, México. Investigador master principal, Red de cultivos transitorios, CORPOICA C.I. La Libertad.

*La Orinoquia colombiana ocupa un lugar privilegiado en el contexto nacional, entre otras actividades, por la producción ganadera que cuenta con una población bovina de más de 4.200.000 cabezas y con un área de 16 millones de hectáreas aptas para la producción animal en pastoreo. Pero su potencialidad radica, principalmente, en maximizar los sistemas de producción actuales, lo que se alcanza mediante la incorporación de los desarrollos tecnológicos logrados por la investigación.*

*La región se constituye como la nueva frontera agrícola del país, corroborado por los cambios que se han venido dando en los 10 últimos años, con la incorporación de grandes áreas a la producción agroempresarial de alimentos y biocombustibles. A pesar de ésta transformación, la explotación ganadera adquiere mayor importancia, porque puede ser beneficiada por los adelantos tecnológicos en el mejoramiento del suelo, y como alternativa obligada de rotación, para la consolidación de un sistema integrado de ganadería y agricultura sobre el cual se debe sustentar el desarrollo agrícola.*

*Una obra de ésta magnitud, que recopila la investigación generada durante varios lustros sobre los recursos forrajeros, es de trascendental importancia, ya que ellos son la base de la alimentación animal y la fuente más económica para producir carne y leche. Es a partir del mejoramiento de ésta condición que se deben dar los nuevos desarrollos de la explotación ganadera.*

*En éste documento se presentan las características agroecológicas de la región; las diferentes alternativas forrajeras para los Llanos orientales de Colombia, tanto gramíneas como de leguminosas, donde se describen los materiales aptos para las condiciones naturales, como para las nuevas que se generan por el mejoramiento del suelo que permite el establecimiento de gramíneas más exigentes, de alto rendimiento y mejor calidad; prácticas para el establecimiento y manejo de praderas que permiten maximizar la producción, la calidad nutritiva del forraje y su utilización por el animal; degradación de praderas y estrategias para su recuperación, tema que debe ser abordado prioritariamente si se tiene en cuenta que más del 70% de las praderas establecidas presentan algún grado de degradación; finalmente, se tratan los aspectos sobre sistemas silvopastoriles y agropastoriles, que hacen la producción más sostenible, generando bienestar para el animal e intensificando la producción de forraje por área. Las anteriores son tecnologías que buscan incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina de pastoreo.*

*El objetivo se cumple siempre y cuando los contenidos del documento sean conocidos, entendidos y aplicados por los productores, que es en última instancia la razón de ser de éstas propuestas, las que fue posible publicar gracias al apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, FEDEGAN y del compromiso de los investigadores de CORPOICA. Convencidos de que estos desarrollos contribuyen a mejorar la competitividad de la producción ganadera de la Orinoquia y a su consolidación como el nuevo polo de desarrollo del país.*

JAIMÉ TRIANA RESTREPO  
Director CORPOICA  
C.I. La Libertad

**1. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA**

<i>Mauricio Álvarez de León, Álvaro Rincón Castillo</i>	9
LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN	9
GEOLOGÍA	10
FISIOGRAFÍA	10
SUELOS	14
CLIMA	16
VEGETACIÓN	24

Bibliografía	26
--------------	----

**2. ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

<i>Oscar Pardo Barbosa, Otoniel Pérez López</i>	27
INTRODUCCIÓN	27
GRAMÍNEAS DE PASTOREO	28
LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE PASTOREO	59

Bibliografía	70
--------------	----

**3. ESTABLECIMIENTO DE PASTOS EN SISTEMAS GANADEROS DE LOS LLANOS COLOMBIANOS**

<i>Álvaro Rincón Castillo, Samuel Caicedo Guerrero</i>	75
RECOMENDACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS	75
CALIDAD Y CANTIDAD DE SEMILLA PARA LA SIEMBRA	82
MANEJO DE LA NUTRICIÓN MINERAL DE LOS PASTOS EN EL MOMENTO DE LA SIEMBRA	88
ASOCIACIÓN CON LEGUMINOSAS FORRAJERAS	97
SIEMBRA DE PASTOS	98
MANEJO DE LOS PASTOS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	106

Bibliografía	111
--------------	-----

**4. MANEJO DE PRADERAS BAJO PASTOREO**

<i>Álvaro Rincón Castillo</i>	113
FACTORES FISIOLÓGICOS QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE LOS PASTOS	114
MANEJO DEL PASTOREO	117
SISTEMAS DE PASTOREO	122

CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL	124
FERTILIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	128
MANEJO DE MALEZAS	132
DIVISIÓN DE POTREROS PARA EL PASTOREO CON BOVINOS	132
<b>Bibliografía</b>	<b>139</b>
<b>5. DEGRADACIÓN DE PRADERAS Y ESTRATEGIAS PARA SU RECUPERACIÓN</b>	
<i>Álvaro Rincón Castillo</i>	141
CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN DE PRADERAS	142
EFECTOS DE LA DEGRADACIÓN DE PRADERAS SOBRE EL SUELO, PASTOS Y GANADO	153
ESTADOS DE DEGRADACIÓN DE PRADERAS	163
ESTRATEGIAS PARA LA RECUPERACION Y RENOVACION DE PRADERAS	164
RENOVACIÓN DE PRADERAS CON CULTIVOS	189
<b>Bibliografía</b>	<b>197</b>
<b>6. SISTEMAS SILVOPASTORILES. ARREGLOS Y USOS</b>	
<i>Guillermo Alonso Bueno Guzmán</i>	201
CONCEPTOS GENERALES	202
CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN FUNCIÓN DE LOS CULTIVOS ASOCIADOS	202
MODALIDAD DE ARREGLOS AGROFORESTALES	204
ESPECIES ARBÓREAS INTEGRADAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES	210
MANEJO DEL VIVERO	215
ESTABLECIMIENTO DEL ÁRBOL EN SITIO DEFINITIVO	216
COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES EN ARREGLOS COMO CERCA VIVA Y BOSQUETE EN POTRERO	222
LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA ACTIVIDAD GANADERA	224
<b>Bibliografía</b>	<b>230</b>
<b>7. CULTIVOS FORRAJEROS PARA LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS</b>	
<i>Otoniel Pérez López, Guillermo Alonso Bueno Guzmán</i>	231
CAÑA DE AZÚCAR ( <i>Saccharum officinarum</i> )	232
CRATYLIA O VERANERA ( <i>Cratylia argentea</i> )	236
MAÍZ ( <i>Zea mays</i> )	241
SOYA ( <i>Glycine max</i> )	246
<b>Bibliografía</b>	<b>250</b>

# CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA

# 1.

Mauricio Álvarez de León<sup>1</sup>  
Álvaro Rincón Castillo<sup>2</sup>

## LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

La Orinoquia colombiana está ubicada al oriente del país, tiene una extensión aproximada de 26 millones de hectáreas, comprende el territorio situado entre las estribaciones de la cordillera Oriental y la República de Venezuela. En el norte limita con los ríos Arauca y Meta y en el oriente con el río Orinoco. Por el sur llega hasta el Departamento del Guaviare. Está localizada a 2° 20' de latitud norte y entre 67° 20' y 73° 50' de longitud oeste. Comprende los Departamentos del Meta, Arauca, Casanare y Vichada (Escobar *et al.*, 1995), Figura 1.1.

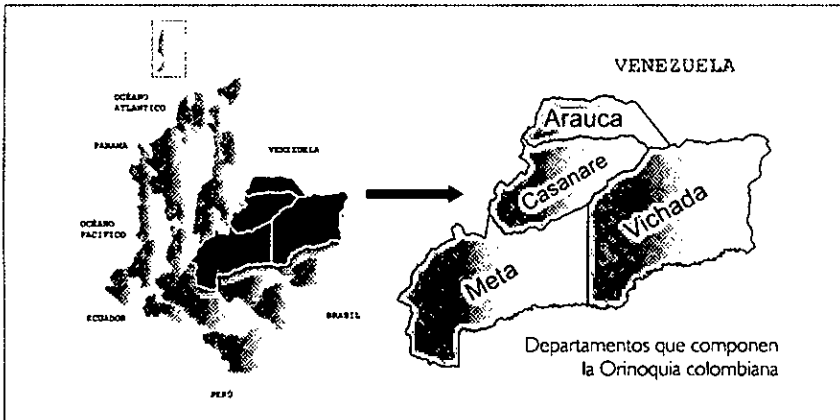


Figura 1.1. Ubicación de la Orinoquia en la República de Colombia.

1 MVZ. M.Sc. Investigador CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia. malvarez@corpoica.org.co  
2 I.A. Ph.D. Investigador CORPOICA, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia. arincon@corpoica.org.co

# GEOLOGÍA

La historia geológica del piedemonte y la altillanura de Meta, Casanare, Arauca y Vichada está estrechamente relacionada con el proceso evolutivo de la Cordillera Oriental, que ha sido la fuente de los sedimentos y materiales consolidados que constituyen la parte plana del departamento, los cuales, afectados por factores (clima, relieve, organismos y tiempo) han dado origen a los suelos de la Orinoquia, Figura 1.2.

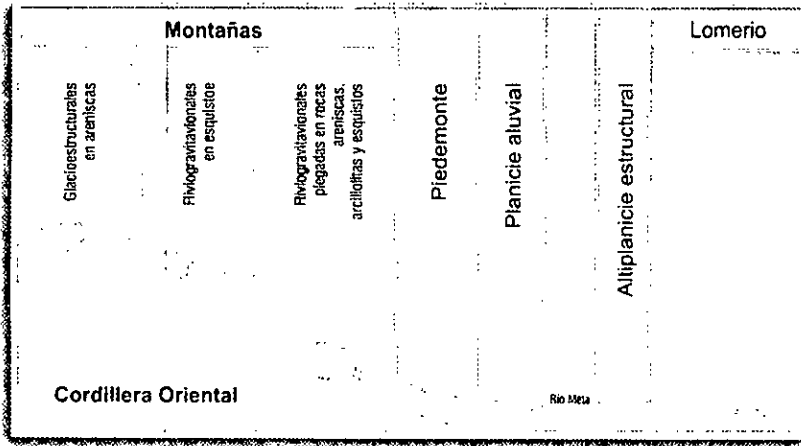


Figura 1.2. Aspectos geológicos de la Orinoquia colombiana.

# FISIOGRAFÍA

En la región de la Orinoquia se destacan tres subregiones que corresponden los paisajes fisiográficos de piedemonte, planicie aluvial, altiplanicie estructural (plana, ondulada y disectada o lomerio), cuyas principales características se describen en la Tabla 1.1. En la Figura 2.2. se presenta su ubicación en un perfil altitudinal.

## PIEDEMONTE

En la Orinoquia colombiana se encuentra bien diferenciado el piedemonte llanero, como una zona de transición entre la vertiente de la cordillera oriental y la llanura. Está formado por una franja paralela de terreno pendiente a la cordillera, cuya altura sobre el nivel del mar oscila entre los 200 y 1000 m, que se extiende desde la Sierra de la Macarena, al sur del departamento del Meta, hasta Arauca, en los límites con Venezuela.

Tiene una extensión total aproximada de 2.010.000 hectáreas, con un ancho de 90 a 100 km en el departamento del Meta, donde su extensión es de 120.000 ha y representa el 12% de la superficie total del departamento, comprende paisajes muy característicos como los abanicos aluviales, terrazas aluviales, vegas y vegones, mesas y mesones, Figura 1.3.

**Tabla 1.1.** Paisajes fisiográficos de la Orinoquia y algunas de sus características.

Paisaje fisiográficos Orinoquia	Características
Piedemonte	Planicie aluvial de piedemonte
	Piedemonte ondulado
Planicie Aluvial o Inundable	Con influencia eólica
	Sin influencia eólica
Altillanura o altiplanicie	Plana subhúmeda
	Plana húmeda
	Ondulada subhúmeda
	Ondulada húmeda
	Disectada subhúmeda
	Marginal subhúmeda
Otros	Marginal húmeda
	Montañas
	Inselberg
	Valles

Fuente: Adaptado de IGAC (1995).



**Figura 1.3.** Características topográficas del piedemonte llanero.

El piedemonte está formado por abanicos aluviales coalescentes que se originan en los contrafuertes de la Cordillera Oriental. La topografía comprende mesetas, colinas y barrancos. Los suelos presentan, con frecuencia, pedregosidad y texturas gruesas en las zonas próximas a la cordillera; alejándose de ésta, la pedregosidad disminuye, la textura se vuelve más arcillosa y aparecen zonas con drenaje deficiente. Muchos de estos abanicos forman, hoy en día, mesas y terrazas o colinas resultantes de la erosión. La pendiente original fue, probablemente, de 3 a 5% que aún se encuentra en muchas mesas y terrazas. En los sitios donde ocurrió basculamientos, aquélla se aumentó a 12% (Escobar *et al.*, 1995).

## **PLANICE ALUVIAL O DE DESBORDE (ORINOQUIA INUNDABLE)**

Ubicada al norte del río Meta, es la planicie terciaria de los departamentos de Casanare y Arauca, donde los ríos se explayan en la época de lluvia y causan inundaciones cíclicas. Con 5.237.800 hectáreas, se encuentra localizada adyacente al piedemonte en la parte oriental de los departamentos de Casanare y Arauca, se extiende hasta la margen izquierda del río Meta. La sabana inundable del departamento de Arauca tiene una extensión de 1.500.000 ha (Pérez y Vargas, 2001) y las restantes 3.737.800 corresponden al departamento de Casanare.

## **ALTILLANURA O ALTIPLANICIE (ORINOQUIA BIEN DRENADA)**

Se encuentra ubicada al sur y al oriente de los ríos Meta y Metica, hasta el río Orinoco, limitada al norte por una línea de falla tectónica por la que cursa el río Meta. Tiene unas 18.860.900 hectáreas, con una diferencia de nivel de 30 m con respecto a la Orinoquia inundable. En la margen derecha aguas abajo del río Meta, se subdivide en dos subregiones: altillanura plana, Figura 1.4, y altillanura disectada, Figura 1.5, conocida regionalmente como serranía. Adicionalmente a estas dos unidades, se encuentra el andén orinoqués, con sus característicos afloramientos rocosos del Escudo Guyanés (Sánchez y González, 1989; Botero y López, 1982; IGAC, 1995).

La altillanura plana es una franja de 60 km de ancho en promedio, que se extiende al sur del río Meta desde la localidad de Puerto López hasta el límite con Venezuela. La altillanura ondulada y la serranía son una franja extensa al sur de la altillanura plana, con un paisaje de colinas redondeadas con pendientes entre 1 y 30% y con bajos húmedos que ocupan cerca del 25% del área (Botero, 1989), Figura 1.4.

La altillanura está formada por extensas áreas altas y planas, que alternan con zonas de drenaje denominadas «bajos». Las áreas altas y planas de topografía ligeramente cóncava y con pendientes inferiores al 1% ocupan una superficie estimada en 93% del total del paisaje. La vegetación nativa es de sabana, generalmente sin árboles ni arbustos. Tienen un período seco de 4 meses y, generalmente, poseen buen drenaje, aunque en las partes planas pueden presentar pequeñas ondulaciones ligeramente cóncavas y de mal drenaje que también desarrollan vegetación de sabana. La frecuencia de estos sectores mal drenados aumenta de occidente a oriente, estimándose una proporción de 40% a 50% en el área límite con Venezuela.

Las zonas bajas son pequeños valles, constituidos por vertientes amplias, suavemente inclinadas que tienen un fondo plano, en donde suele existir un cauce conocido en la región con el nombre de caño. En los bajos más profundos, los caños arrastran una corriente de agua permanente que son muy apreciados por los ganaderos, pues sirven de abrevaderos para el ganado

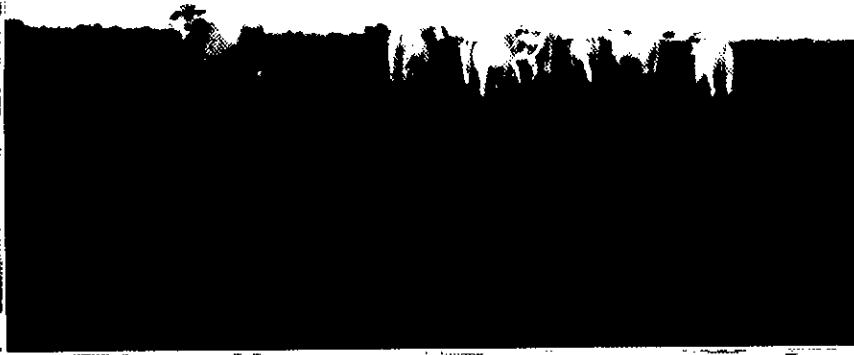


Figura 1.4. Características topográficas de la altillanura plana



Figura 1.5. Características topográficas de la altillanura ondulada.

durante todo el año. En los bajos menos profundos los caños tienen agua solamente durante la época de lluvias. Por último, los bajos más pequeños, localizados generalmente en las cabeceras, no tienen corriente de agua sino en forma intermitente, esto es, inmediatamente después de las lluvias (Escobar *et al.*, 1995).

En la Tabla 1.2 se hace un resumen de las subregiones con sus respectivas áreas, donde se puede apreciar que la orinoquia bien drenada ocupa la mayor extensión con un 72%, mientras que la orinoquia inundable ocupa el 20% y el piedemonte llanero el 7.6%

**Tabla 1.2.** Subregiones y paisajes con sus áreas de la Orinoquia colombiana.

Paisaje	Área (ha)	Área (%)
<b>Piedemonte</b>	2.010.200	7.6
<b>Orinoquia inundable:</b>	5.237.800	20.0
- Llanura aluvial de desborde	2.950.600	11.3
- Llanura eólica	2.076.600	7.9
- Pantanos	210.600	0.8
<b>Orinoquia bien drenada:</b>	18.860.900	72.2
- Altillanura Plana	4.200.000	16.0
- Altillanura disectada	9.000.000	34.4
- Anden Orinoqués	5.000.000	19.1
- Terrazas aluviales	660.900	2.5
<b>TOTAL</b>	26.108.900	100.0

Fuente: Instituto Colombiano Agustín Codazzi, (1995).

En este manual se tratarán aspectos relacionados con el piedemonte y la Orinoquia bien drenada, considerando que la investigación desarrollada ha estado enfocada a estas condiciones de clima y suelo.

## SUELOS

Los suelos de los Llanos Orientales se originaron a partir de los sedimentos transportados por los ríos que bajan de la cordillera oriental. Los materiales que forman actualmente los suelos de esta región han sufrido tres períodos de meteorización lo cual, además del clima tropical con alternancia de períodos húmedos y secos, es el responsable por el intensivo lavado y pobreza de estos en minerales meteorizables, los que le dan una fertilidad natural.

En general, los suelos presentan un alto grado de evolución, que se manifiesta en el predominio de cuarzo en la fracción arena y de caolinita y óxidos de hierro en la fracción arcilla; bajo contenido de bases, pH ácido, altos niveles de aluminio en el complejo de intercambio. En las llanuras aluviales del piedemonte, son más fértiles y menos lavados por ser más jóvenes y además porque reciben aportes en las crecientes procedentes de las áreas más altas y viejas de piedemonte (Botero y López, 1982).

Poseen características físicas de alta fragilidad estructural que limitan el uso de implementos agrícolas. Su topografía plana hace que sean fáciles de trabajar para fines agropecuarios. Sus propiedades químicas se caracterizan por la alta acidez, toxicidad de aluminio, baja disponibilidad de fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico y deficiencias en la mayoría de nutrimentos esenciales para las plantas. Otra característica, es la baja capacidad de retención de agua en el espacio entre los agregados del suelo pues el agua es liberada a bajas tensiones (inferiores a 1 bar), como consecuencia de esto se puede presentar baja disponibilidad de agua para las plantas (CIAT, 1983).

Los suelos del piedemonte llanero son recientes; por esta razón, son relativamente fértiles, poco lixiviados y, además, reciben nutrimentos de las zonas altas de la cordillera.

Los suelos de la altillanura plana de Colombia se originaron a partir de los sedimentos transportados por los ríos que bajan de la cordillera oriental. Los sedimentos del oriente y del sur del río Meta fueron posteriormente afectados por la erosión, la cual ocurrió en varias fases, presumiblemente relacionados con movimientos tectónicos. Los suelos de la Altillanura son los más antiguos de la Orinoquia (Escobar *et al.*, 1995).

## **PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE LOS SUELOS DEL PIEDEMONTTE**

Los suelos de las terrazas del piedemonte son, en general, altos en el contenido de arcillas. La densidad aparente varía entre 1.2 y 1.7 g/cm<sup>3</sup>; los valores más bajos se presentan en el horizonte A y los valores más altos en el horizonte B; generalmente están asociadas con condiciones de drenaje imperfecto. El pH es ácido o ligeramente ácido, el contenido de bases intercambiables es medio a bajo, la saturación de aluminio de media a alta, la capacidad de intercambio catiónico es media, el fósforo aprovechable es bajo.

En relación con su mineralogía, las vegas del piedemonte contienen illita, caolinita y pequeñas cantidades de clorita y pirofilita. Las terrazas contienen caolinita y pequeñas cantidades de vermiculita. Por su taxonomía, los suelos dominantes en las vegas son entisoles, y en las terrazas, abanicos y conos son inceptisoles.

## **PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE LOS SUELOS DE LA ALTILLANURA**

En general, los suelos de la altillanura plana colombiana son bien estructurados, porosos, muy permeables y no se inundan con las lluvias fuertes. No son pedregosos en la superficie, ni en la profundidad; en las áreas mal drenadas, presentan abundantes moteados y algunas concreciones blandas.

De acuerdo con los criterios y la clave taxonómica, la mayoría de los suelos de la altillanura se clasifican como oxisoles. Se ha encontrado que la mayoría de los suelos de la altillanura plana, con drenaje bueno a moderado, son haplustox tropécticos o típicos, y que la fracción arcilla está constituida por caolinita (arcilla 1:1 pobre en sílice), sesquióxidos y óxidos libres de hierro y aluminio y cantidades variables de minerales integrados, cuarzo, gibsita, feldespatos, mica y pirofilita. Las fracciones arena y limo, en casi la totalidad de los suelos, están constituidas por 97%, o más, de cuarzo y trazas de minerales resistentes a la meteorización. También aparece en algunos horizontes una estratificación de vermiculita-mica. Sin embargo, la vermiculita es un componente esporádico de la fracción arcilla y no aparecen clorita ni gibsita.

En la altillanura ondulada, presentan una fase continua de plintita en los primeros 30 cm de la superficie del suelo. La plintita es una mezcla de arcilla y cuarzo residual con alta concentración de hierro y aluminio, se endurece irreversiblemente cuando se expone a ciclos alternos de humedecimiento y secamiento, especialmente por acción directa de los rayos solares. Estos suelos se caracterizan por un alto grado de meteorización por lo cual presentan una fuerte acidez y han perdido casi toda su capacidad para suplir nutrimentos a las plantas (CIAT, 1983). Son suelos con arcillas de baja actividad que se caracterizan por la baja capacidad de intercambio catiónico, la carga es dependiente del pH, los sitios de intercambio catiónico están ocupados en su mayoría por el aluminio con saturaciones superiores al 70% limitando el desarrollo de cultivos por la toxicidad de este elemento.

El fósforo (P) es el nutrimento más limitante para el adecuado desarrollo de las pasturas en suelos ácidos (León y Toledo, 1982;; citados por Ayarza 1988). Sin embargo, las especies forrajeras adaptadas a suelos ácidos requieren entre 10 y 20 kg/ha de P para lograr el 80% de su máxima producción (Ayarza 1988).

La mayor parte de los suelos de la altillanura y de las terrazas del piedemonte, se encuentran en un nivel bajo de fertilidad, con deficiencias en todos los nutrimentos esenciales para el desarrollo de las plantas. En la Tabla 1.3 se puede apreciar la misma tendencia en el bajo contenido de minerales de los suelos de las terrazas altas del Piedemonte, la Altillanura plana y la Altillanura disectada.

**Tabla 1.3.** Características químicas de algunos suelos del piedemonte llanero y de la altillanura colombiana.

Parámetro	Piedemonte Meta (terrazas)	Altillanura Plana	Altillanura Disectada
pH	4.4 - 4.9	4.5 - 5.0	4.4 - 4.9
M.O. (%)	1.9 - 3.0	1.8 - 3.7	1.4 - 2.4
P (ppm)	1.0 - 2.0	1.0 - 3.0	1.0 - 2.0
Ca (me/100 g)	0.17 - 0.54	0.20 - 0.58	0.17 - 0.25
Mg (me/100 g)	0.07 - 0.15	0.07 - 0.19	0.05 - 0.09
K (me/100 g)	0.07 - 0.08	0.02 - 0.09	0.04 - 0.06
Na (me/100 g)	0.17 - 0.20	0.07 - 0.26	0.08 - 0.20
Al (me/100 gr)	2.8 - 3.6	1.5 - 3.5	1.4 - 1.7
B (ppm)	0.24 - 0.37	0.14 - 0.36	0.10 - 0.20
Cu (ppm)	0.3 - 0.7	0.4 - 0.9	0.2 - 0.3
Zn (ppm)	0.5 - 1.0	0.4 - 1.0	0.3 - 0.6
Fe (ppm)	42 - 46	10 - 460	15 - 60
Mn (ppm)	1.2 - 6.3	0.8 - 9.2	0.5 - 5.4

Fuente: Base de datos análisis de suelos. CORPOICA C.I. La Libertad.

## CLIMA

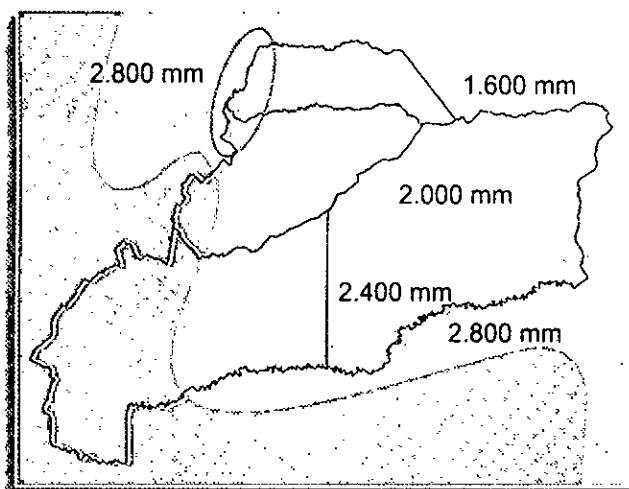
El clima de la Orinoquia está influenciado por los vientos alisios y la zona de confluencia intertropical, que determinan un clima estacional monomodal.

## PRECIPITACIÓN

La precipitación es uno de los parámetros más importantes que determinan el estado climático de una región; de su distribución depende toda actividad económica y social. En Colombia, el volumen de lluvia varía considerablemente entre las regiones, ya que el país se encuentra ubicado geográficamente en la Zona Ecuatorial, al noroeste de Suramérica y con la presencia de la cordillera de los Andes en gran parte de su territorio.

Debido a estos factores, el país se ve fuertemente influenciado por corrientes de aire húmedo, originadas en los océanos y la selva amazónica, las cuales convergen produciendo la mayor parte de las lluvias. Además, Colombia se encuentra en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde convergen masas de aire cálido y húmedo; también está, influenciada por los vientos alisios, que proceden de las franjas de alta presión en los subtrópicos; estos vientos entran al país por el noreste, originando lluvias por fenómenos de convección (movimientos ascendentes y enfriamiento de las masas de aire).

En la Orinoquia generalmente predominan las lluvias altas de 2.000 a 3.000 mm en su parte central y oriental, aun cuando hacia el piedemonte pueden observarse hasta 6.000 mm; por el contrario en el extremo norte de Arauca las lluvias pueden estar entre 1.500 y 2.000 mm, Figura 1.6.



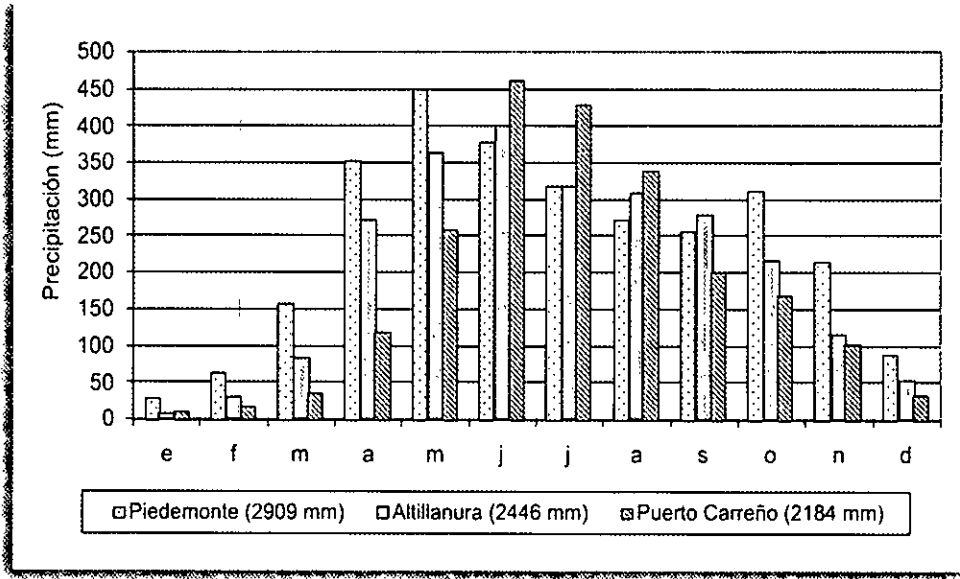
Fuente: Adaptado de mapa de precipitación media anual (Dominguez, 1998).

**Figura 1.6.** Isoyetas de precipitación anual en la Orinoquia colombiana.

El período de lluvias se extiende de marzo a noviembre, ya que esta época los vientos alisios del sureste empiezan a ser los dominantes, desplazando la ZCIT hacia el norte. El prolongado período de lluvias se debe al doble paso de la ZCIT por la alternancia de los vientos alisios dominantes. Entre diciembre y marzo se presenta el período más seco, debido a que los vientos alisios del noreste son los dominantes en esta época del año y desplazan hacia el sur la ZCIT. Los meses de mayo, junio y julio son los de mayor precipitación. Normalmente en el mes de agosto se presenta un “veranillo” y en los dos meses siguientes, las lluvias tienen un ligero aumento, Figura 1.7.

Por la cercanía a la cordillera oriental, en el piedemonte la precipitación es mayor, con un promedio de 2.909 mm anuales en el C.I. La Libertad (Villavicencio). Sin embargo, en otras localidades como Acacias (Meta), ésta supera a los 3.500 mm.

Las lluvias disminuyen hacia la altillanura llegando a tener 2440 mm anuales en el C.I. Carimagua (Puerto Gaitán, Meta) y 2184 mm en Puerto Carreño, Vichada. Esta diferencia de precipitación se evidencia principalmente durante la época seca, en donde es más drástica en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, con consecuencias en pérdida de productividad animal por la baja disponibilidad de forraje. Como se puede ver en la Figura 1.7, el déficit hídrico en estos meses secos es mayor a medida que se aleja de la cordillera oriental, porque en esta época en el piedemonte la precipitación es de 345 mm, en Carimagua 174 mm y en Puerto Carreño 99.5 mm, lo cual equivale al 11.8%, 7,1% y 4,4% de la precipitación total, en el mismo orden.



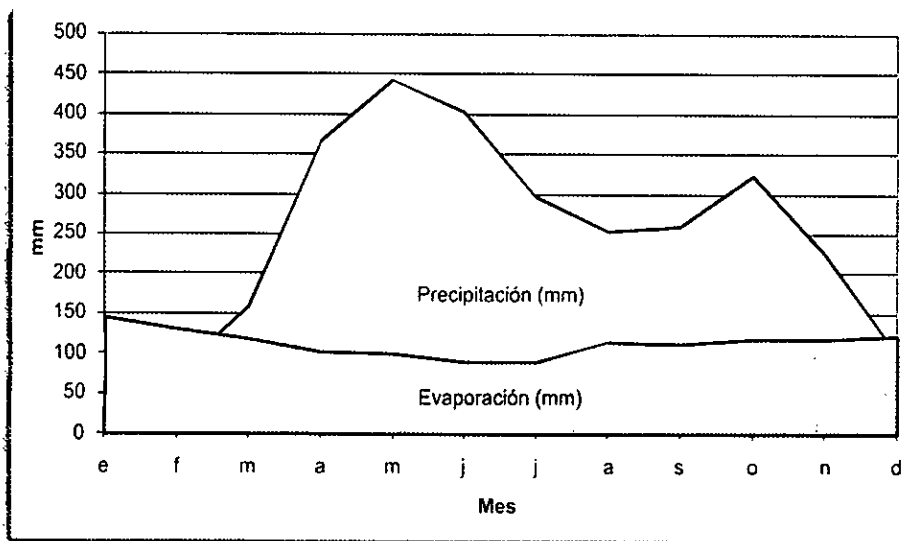
**Figura 1.7.** Precipitación promedio mensual (mm) en el piedemonte llanero (C.I. La Libertad), en la altillanura colombiana (C.I. Carimagua) y en Puerto Carreño, Vichada.

## BALANCE HÍDRICO

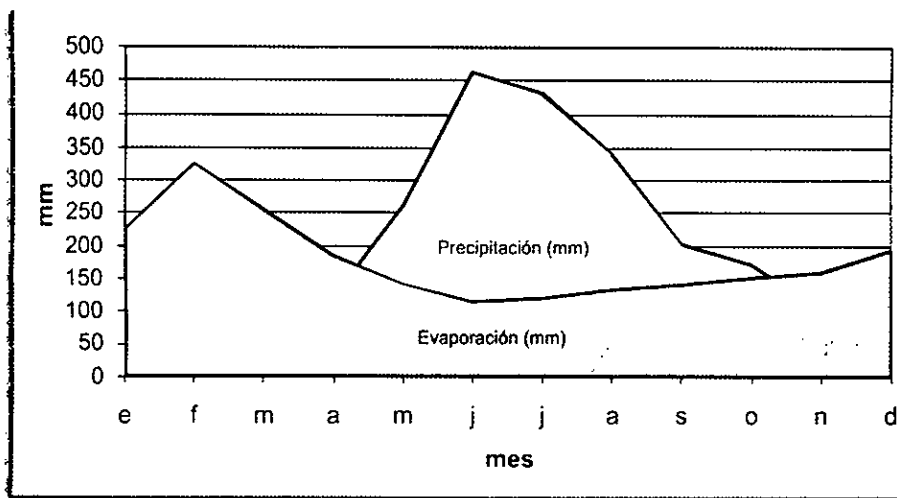
El balance hídrico relaciona la precipitación con la evaporación. Hay una tendencia de mayor disponibilidad de agua en el piedemonte, Figura 1.8, con respecto al agua evaporada. Sin embargo en condiciones de Puerto Carreño, la evaporación presenta valores superiores con respecto a la evaporación ocurrida en el piedemonte, esta condición de déficit hídrico se presenta durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, Figura 1.9. El déficit hídrico en estos meses secos es mayor a medida que se aleja de la cordillera oriental, porque en esta época, en el piedemonte la precipitación es de 345 mm, en Carimagua 174 mm y en Puerto Carreño 99.5 mm, lo cual equivale a 11.8%, 7,1% y 4,4% de la precipitación total, respectivamente.

## TEMPERATURA

En el piedemonte llanero por su cercanía a la cordillera, la temperatura es menor con respecto a la altillanura. La temperatura máxima en el piedemonte, alcanza los 32° C en los meses



**Figura 1.8.** Relación entre precipitación y evaporación en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero.



**Figura 1.9.** Relación entre precipitación y evaporación en Puerto Carreño (altillanura).

secos de enero hasta marzo, en tanto en los meses lluviosos la temperatura es de 28°C. La temperatura mínima no presenta menores variaciones durante el año conservando un promedio de 21°C, en los meses secos la temperatura mínima es de 22°C. De acuerdo a las variaciones entre temperatura máxima y mínima, se tiene que en el piedemonte llanero la diferencia de es de 10° C. Figura 1.10.

En la altillanura, cuyo punto más extremo al oriente es Puerto Carreño, la temperatura máxima se alcanza en los meses que van desde enero hasta abril con un promedio de 35°C, mientras

que en los meses del resto del año el promedio es de 32°C. Con respecto a la mínima se ha encontrado que en este sitio es constante durante todos los meses del año presentando un promedio de 24° C. Lo mismo que en el piedemonte, la diferencia entre temperatura máxima y mínima es de 10° C. Figura 1.11.

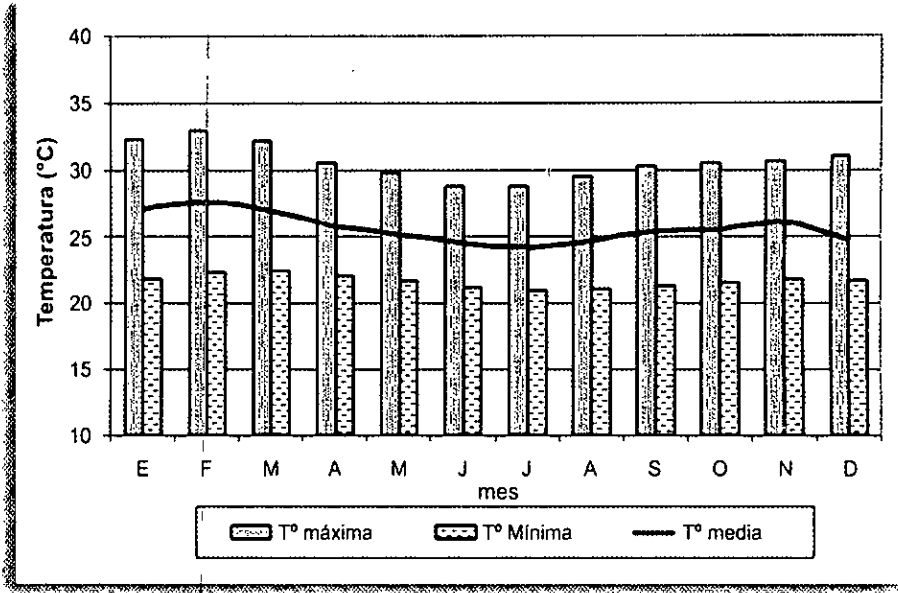


Figura 1.10. Temperatura máxima, mínima y media en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero.

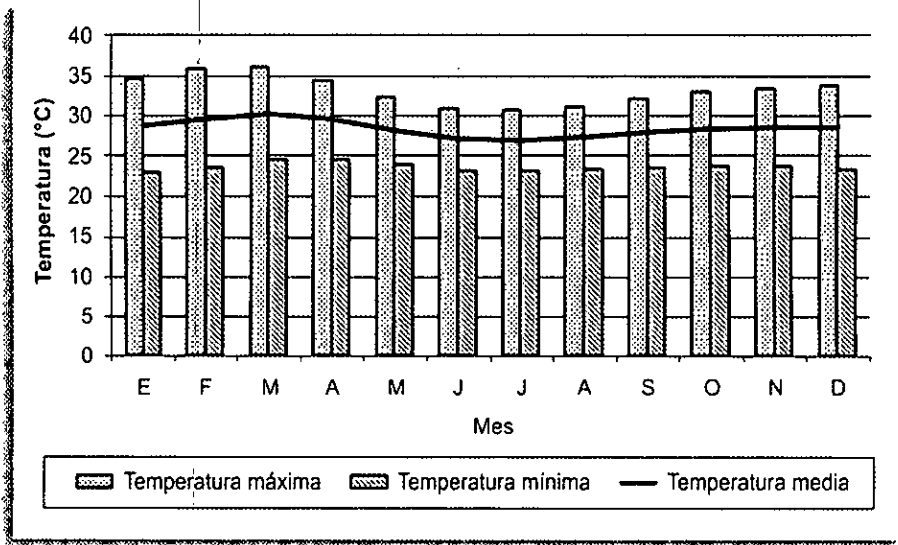


Figura 1.11 .Temperatura máxima, mínima y media en Puerto Carreño Vichada

## Humedad RELATIVA

En la Orinoquia, los valores de humedad relativa son influenciados al oeste de la región por la presencia de la cordillera oriental. En el piedemonte llanero, los valores de humedad tienden a aumentar con respecto al centro de la región.

En el piedemonte, los meses de mayor humedad relativa son los lluviosos con un rango de 81 a 85%, mientras que en la época seca se registra la menor, especialmente en el mes de febrero con 69%. El promedio de humedad relativa en los meses lluviosos del piedemonte es de 82% en tanto, en los meses secos es de 70.7%, Figura 1.12.

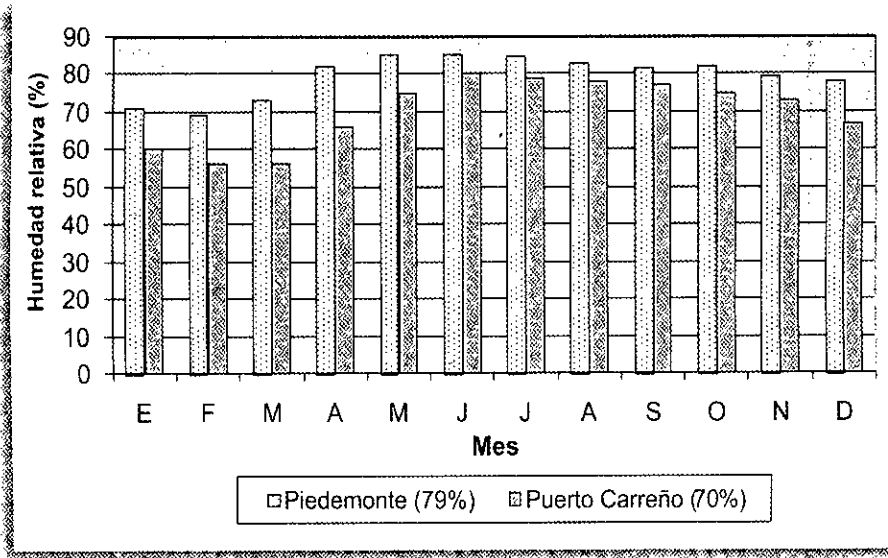


Figura 1.12. Humedad relativa promedio mensual en el piedemonte llanero (La Libertad) y en Puerto Carreño, Vichada (altillanura).

En la altillanura (Carimagua), oscila entre 76% y 84% durante los meses húmedos; durante el período seco disminuye a 64.1%. Sin embargo, en el extremo oriental (Puerto Carreño, Vichada), el mes de máxima humedad relativa es junio con un 80%, y los meses de menor son febrero y marzo con 56%. En este sitio, el promedio alcanzado durante los meses lluviosos es de 75.5% y en los meses secos de 59.5%, Figura 1.12.

## BRILLO SOLAR

Colombia, por su ubicación, recibe los rayos solares durante todo el año con una duración diurna de aproximadamente 12 horas, pero los índices de brillo solar varían de una región a otra. La variada distribución del brillo solar está condicionada fundamentalmente por la latitud, relieve y la cobertura nubosa. A este respecto se debe diferenciar el brillo solar (Heliofanía) directo sin interferencias nubosas y el indirecto o difuso, afectado por masas nubosas que hacen disminuir la cantidad de energía disponible para las plantas

En general, el brillo solar aumenta en sentido sur-norte, con un comportamiento temporal de carácter monomodal. El brillo solar en la altillanura de Meta y del Vichada se encuentra entre

1.700 y 2.100 horas de sol al año (4.7-5.7 horas de sol al día). En el piedemonte llanero la mayor nubosidad comienza desde el mes de marzo y va hasta el mes de octubre. Durante este tiempo el promedio de brillo solar diario es de 4.6 horas, mientras que en los meses que van desde noviembre hasta febrero es de 6.2 horas. En condiciones de la altillanura, en su punto intermedio (Carimagua), en los meses lluviosos se tiene un brillo solar de 5.2 horas diarias en tanto en los meses secos es de 8 horas diarias, Figura 1.13.

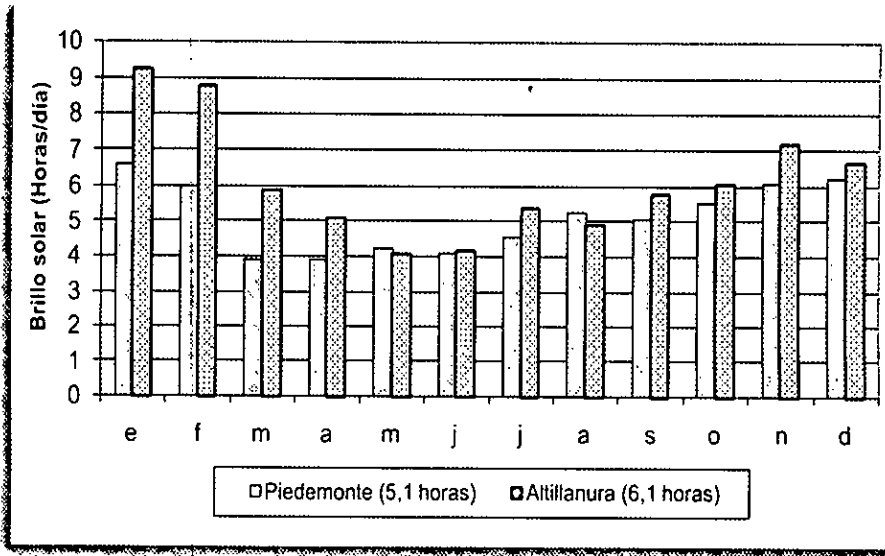


Figura 1.13. Brillo solar diario en el piedemonte llanero y altillanura.

## RADIACIÓN SOLAR

El conocimiento de la distribución espacial del potencial energético solar es necesario porque facilita la identificación de regiones estratégicas en donde es más adecuada la utilización de la energía solar para la solución de necesidades energéticas.

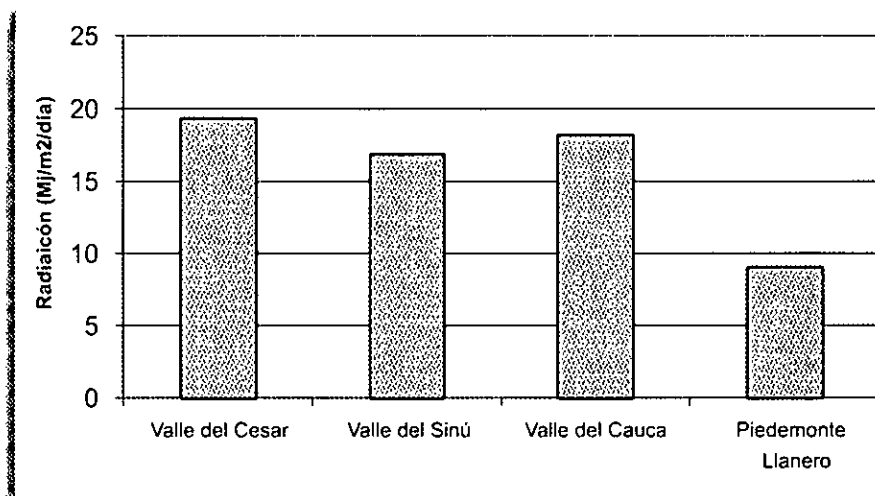
La región de la Orinoquia recibe entre 3.0 y 5.0 kWh/m<sup>2</sup>, de energía solar, aumentando el gradiente desde la cordillera oriental hacia el nor – oriente (Puerto Carreño), donde alcanza el máximo regional y uno de los de mayor intensidad de radiación solar global en Colombia, entre 4,5 y 6,0 kWh/m<sup>2</sup> por día.

La radiación solar también es más baja en el piedemonte llanero porque es de 9.1 Mj/m<sup>2</sup>/día, valor inferior al encontrado en otras regiones del país como los Valles del Sinú, Cesar y Cauca que es de 19.4, 16.9 y 18.3 Mj/m<sup>2</sup>/día, respectivamente, Figura 1.14. Lo cual indica que en el piedemonte se recibe 50% menos de radiación solar con respecto a los Valles mencionados. Esto implica que las tasas de fotosíntesis, proporcionales a la intensidad de radiación, sean de 19.68 Kg de CH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/año, inferior a la de los Valles que está entre 26 y 29.5 Kg de CH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/año. (HIMAT, 1995). Esta razón junto con la fertilidad de los suelos, son las causas de la mayor productividad agropecuaria en los Valles del Cesar, Sinú y Cauca.

En la Tabla 1.4, se presenta un resumen de la oferta climática de la Orinoquia colombiana.

**Tabla 1.4.** Oferta climática de los departamentos de Meta, Casanare y Vichada (piedemonte y altillanura) (Resumen).

Departamento	Condiciones Climáticas	Unidades	Valor
Casanare. Yopal	Precipitación anual	mm/año	2301
	Evaporación anual	mm/año	8
	Temperatura media	° C	26.3
	Temperatura media máxima	° C	31.3
	Temperatura media mínima	° C	22.3
	N° días con lluvia	N°	100-200
	Velocidad media anual del viento	m/seg	1.1
	Periodo humedo	mes	8
	Periodo seco	mes	4
Meta. Villavicencio	Precipitación anual	mm/año	4008
	Evaporación anual	mm/año	1305
	Temperatura media	° C	25.7
	Temperatura media máxima	° C	30.5
	Temperatura media mínima	° C	20.8
	N° días con lluvia	N°	100-250
	Velocidad media anual del viento	m/seg	1.1
	Periodo humedo	mes	8
	Periodo seco	mes	4
Puerto Carreño. Vichada	Precipitación anual	mm/año	2166
	Evaporación anual	mm/año	2536
	Temperatura media	° C	28.2
	Temperatura media máxima	° C	33.3
	Temperatura media mínima	° C	23.7
	N° días con lluvia	N°	100-250
	Velocidad media anual del viento	m/seg	2
	Periodo humedo	mes	8
	Periodo seco	mes	4



**Figura 1.14.** Radiación solar en cuatro zonas de Colombia.

# VEGETACIÓN

Los usos mayores del suelo en la Orinoquia corresponden a ganadería en diferentes intensidades, agricultura y zonas naturales de protección y conservación. La cobertura más generalizada corresponde a vegetación en sabana 52%, pastos introducidos 30%, bosques 13%, cuerpos de agua y pantanos 2%, áreas agrícolas 1% y otras menores.

La cobertura vegetal en el piedemonte presenta pocas áreas en pastos nativos, allí predominan los pastos introducidos conformados por especies de *Brachiaria*, manejados en sistemas de producción más intensivos, dedicados principalmente a la ceba y en menor proporción al doble propósito. Estos forrajes constituidos principalmente por gramíneas, no han expresado o han disminuido su potencial productivo, por diversos factores de adaptación y manejo, lo cual ha incidido directamente en la baja productividad animal de la región. Se estima que el 70% de estas praderas establecidas con *Brachiaria decumbens*, están invadidas por la grama nativa *Homolepis aturensis* conocida como paja amarga, paja comino o guaduilla, constituyéndose en la principal especie vegetal en los sistemas de producción ganaderos.

La cobertura vegetal de la región de la altillanura de Colombia corresponde a una zona de transición de bosque húmedo tropical a bosque seco tropical. En ella han identificado unas 45 especies de gramíneas y 23 especies de leguminosas, existen además una gran cantidad de arbustos y árboles que conforman los morichales y bosques de galería (Serna, *et al.*, 2001).

Los bosques de galería que surcan tanto la altillanura plana como la ondulada y serranía, acompañan en todas partes a los caños y ríos. Frecuentemente tienen un ancho de solo algunos cientos de metros y raras veces miden hasta un kilómetro. Su exuberante vegetación arbórea cuyas copas a menudo alcanzan los 25 m de altura, se debe no solo a las mejores condiciones de humedad, sino también a mejores propiedades químicas de los suelos (Botero, 1989).

Las sabanas bien drenadas tienen una vegetación de pastos nativos donde predominan *Trachipogon sp*, *Axonopus sp*, *Paspalum sp*, *Andropogon sp*, que en su mayoría presentan bajas producciones y deficiente calidad, los que se constituyen en la base de la alimentación para los sistemas de producción bovina, caracterizados por ser explotaciones de tipo extensivo, dedicadas a la cría de bovinos, Tabla 1.5.

**Tabla 1.5.** Gramíneas nativas más comunes en la altillanura colombiana.

Nombre Común	Nombre científico	Localización
Paja peluda	<i>Trachipogon vestitus</i>	Altillanura plana, Serranía
Paja lisa	<i>Trachipogon plumosus</i>	Altillanura plana, Serranía
Paja tigre	<i>Panicum rudgei</i>	Altillanura plana, Serranía
Guaratara	<i>Axonopus purpusii</i>	Altillanura plana, Serranía
Cola de burro	<i>Leptocoryphium lanatum</i>	Altillanura plana, Serranía
Grama	<i>Paspalum pectinatum</i>	Altillanura plana, áreas húmedas de serranía
Saeta	<i>Trachipogon ligularis</i>	Bajos, áreas mal drenadas
Pasto negro	<i>Paspalum plicatulum</i>	Bajos, áreas mal drenadas
Rabo de zorro	<i>Andropogon bicornis</i>	Bajos, áreas mal drenadas

Fuente: Adaptado de Botero 1989

Con el fin de incrementar el consumo de forraje y mejorar la calidad del mismo, el ganadero quema periódicamente las sabanas nativas sobremaduras. Se ha encontrado que el contenido de proteína cruda de las principales especies de la sabana nativa de la Orinoquia disminuye con la madurez y después de 30 días de crecimiento durante la estación lluviosa y durante toda la época seca (Tabla 1.6), la baja calidad del forraje disponible limita el consumo y por lo tanto afecta negativamente el peso de los animales (Paladines y Leal, 1979).

**Tabla 1.6.** Contenido de proteína cruda a diferentes edades después de la quema de la sabana nativa en la altillanura.

Período de crecimiento después de la quema	Altura de corte (cm)	Contenido de proteína cruda de la sabana (%)
28	10	10.0
49	20	7.5
79	35	5.8
Época seca	50 - 80	2.7

Fuente: Adaptado de Paladines y Leal, (1970)

La necesidad de quemar frecuentemente la sabana para mantener la calidad del forraje, trae como consecuencia inmediata una pobre utilización del recurso forrajero disponible; se ha estimado que más de la mitad de la materia seca producida por año se pierde y por lo tanto, la carga animal debe mantenerse baja. Además, ocurren cambios importantes en la florística que pueden afectar su producción a largo plazo (Paladines, 1983 citado por Tergas, 1986), con desaparición de unas especies y dominio de otras, muchas veces de menor productividad (Rippstein *et al.*, 2001).

En el piedemonte son pocas las áreas en pastos nativos, allí predominan los pastos introducidos conformados por especies de *Brachiaria*, manejados en sistemas de producción más intensivos, dedicados principalmente a la ceba y en menor proporción al doble propósito. Estos forrajes constituidos principalmente por gramíneas, no han expresado o han disminuido su potencial productivo, por diversos factores de adaptación y manejo, lo cual ha incidido directamente en la baja productividad animal de la región. Se estima que el 70% de estas praderas establecidas con *Brachiaria decumbens*, están invadidas por la grama nativa *Homolepis aturensis* conocida como paja amarga, paja comino o guaduilla, constituyéndose en la principal especie vegetal en los sistemas de producción ganaderos.

## Bibliografía

- Ayarza, M.A. 1988. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Ed. C.E. Lascao y J. Spain. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Sexta Reunión del Comité Asesor. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia. pp. 161-186.
- Botero, R. 1989. Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas del los Llanos Orientales de Colombia. Boletín técnico N°2. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 99 p.
- Botero, P.J. y López, D. 1982. Los suelos de los Llanos Orientales ( Una visión general sintetizada). Suelos Ecuatoriales, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Volumen XII No. 2, Bogotá, Colombia. pp. 18-29.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Informe bianual 1992-1993. Programa de forrajes Tropicales. Documento de trabajo No. 136. Cali, Colombia.
- Escobar, C.; Lotero, J. y Soto, L.A. 1995. Agroecosistemas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 1. Capacitación en tecnología de producción de pastos. CIAT, NESTLE, BANCO GANADERO. 70 p.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 1995. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Santa Fe de Bogotá. 632 p.
- IMAT (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras). 1995. Calendario Metereológico. Santafé de bogotá.
- Paladines, O. y Leal, J.A. 1979. Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia. En Producción de Pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie 0-5, Cali, Colombia. pp. 331-346
- Pérez, R.A. y Vargas, O.M. 2001. Características de la sabana nativa y su potencial de producción bovina en la llanura inundable de Arauca. Boletín técnico N° 25. CORPOICA, PRONATTA, INAT. Santa Bárbara de Arauca, Arauca. 40 p.
- Rippstein, G.; Serna, R.A. y Escobar, G. 2001. Dinámica de la vegetación sometida a quema, pastoreo y otras formas de manejo en la sabana nativa. En: Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Ed. G. Rippstein, G. Escobar y F. Motta. Centro Internacional de Agricultura Trópical, CIAT. Cali, Colombia. pp. 138 - 186.
- Sánchez, L.F. y González, F. 1989. Una aproximación sobre el presente y futuro de la Orinoquia colombiana. SIAL. 6 (2): 39-39.
- Serna, R.A.; Rippstein, G.; Grollier, C. y Mesa, E. 2001. Biodiversidad de la vegetación de la sabana en la Altillanura plana y la Serranía de los Llanos Orientales. En: Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Ed. G. Rippstein, G. Escobar y F. Motta. Centro Internacional de Agricultura Trópical, CIAT. Cali, Colombia. pp. 46- 63.
- Tergas, L.E. 1986. Producción animal y manejo de praderas naturales y cultivadas en los Llanos Orientales de Colombia. Simposio sobre capacidad bioproductiva de Sabanas. Centro Internacional de Ecología Tropical, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela. 13 p.

# ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA



Óscar Pardo Barbosa<sup>1</sup>  
Otoniel Pérez López<sup>2</sup>

## INTRODUCCIÓN

La principal fuente alimenticia de los bovinos del trópico cálido son las gramíneas de origen africano y en pequeña proporción leguminosas de origen asiático y americano. La selección de estos materiales es el resultado de largos procesos de investigación, que permitió el cambio de sistemas extensivos de producción en sabanas nativas a praderas de gramíneas mejoradas.

Se pueden identificar dos fases de investigación en forrajes:

- primera fase (1960 – 1990), en la que se utilizaron metodologías de evaluación denominadas “bajo insumo, bajo costo” donde el principal objetivo era la identificación de materiales de mayor adaptación a las condiciones de suelo y clima de la región. Medida esta adaptación en términos de producción, calidad del forraje y persistencia a través del tiempo. Bajo esta premisa se identificaron y seleccionaron materiales como *B. decumbens*, *A. gayanus*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*. La adopción de estas gramíneas dio como resultado un mejoramiento de los parámetros productivos de la ganadería de la Orinoquia colombiana y es así como la región se convirtió en zona productora de carne, de manera eficiente y sustentable, aportando cerca del 70% de la carne que se consume en Bogotá.
- la segunda fase de evaluación y selección, comenzó a finales de los años 80, con el ingreso de los cultivos a los suelos que hasta ese momento eran de uso exclusivo de la ganadería; esto contribuyó a un cambio de las condiciones de fertilidad, permitiendo el establecimiento de gramíneas más exigentes, con características de alto rendimiento y de mejor calidad forrajera, superando de nuevo los parámetros productivos y aumentando la capacidad productiva de las empresas ganaderas en los Llanos colombianos. Contribuyendo de manera efectiva a

1 Z. M.Sc. Investigador Red de pastos CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. [opardo@corpoica.org.co](mailto:opardo@corpoica.org.co)

2 I.A. M. Sc. (e). Investigador Red de pastos CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. [operez@corpoica.org.co](mailto:operez@corpoica.org.co)

alcanzar la meta, propuesta del Plan estratégico de la ganadería Colombiana 2005-2019 en donde los Llanos orientales están llamados a responder y proveer de manera competitiva la demanda nacional de productos de origen bovino.

## GRAMÍNEAS DE PASTOREO

Las gramíneas o poáceas (*Poaceae* Barnhart) son una familia de plantas herbáceas, o muy raramente leñosas, perteneciente al orden *Poales* de las monocotiledóneas (*Liliopsida*). Con más de 670 géneros y cerca de 10.000 especies descritas, las gramíneas son la cuarta familia con mayor riqueza de especies luego de las compuestas (*Asteraceae*), las orquídeas (*Orchidaceae*) y las leguminosas (*Fabaceae*); pero, definitivamente, es la primera en importancia económica global (Judd, 2002).

De hecho, la mayor parte de la dieta de los seres humanos proviene de las gramíneas, tanto en forma directa como granos de cereales y sus derivados (harinas y aceites), o indirectas como la carne, leche y huevos que provienen del ganado y las aves de corral que se alimentan de pastos o granos. Es una familia cosmopolita, que ha conquistado la mayoría de los nichos ecológicos del planeta, esta incomparable capacidad de adaptación está sustentada en una enorme diversidad morfológica, fisiológica y reproductiva y en varias asociaciones mutualísticas con otros organismos, que convierten a las gramíneas en una fascinante familia, no solo por su importancia económica, sino también por su relevancia biológica.

Muchísimas especies de gramíneas son excelentes productoras de pasto para el ganado y se le conoce como plantas forrajeras, y se ubican tanto en pastizales naturales como en pasturas cultivadas. Numerosas especies de pastos perennes se cultivan tanto en climas templados como en climas tropicales o subtropicales. Las especies forrajeras templadas producen pasto durante el otoño, el invierno y la primavera y las más populares son el raigrás perenne (*Lolium perenne*), la cebadilla criolla o bromo de los prados (*Bromus unioloides*), la festuca alta (*Festuca arundinacea*).

Las gramíneas cultivadas como forrajeras perennes provenientes de climas tropicales o subtropicales son de producción estival y entre ellas se destacan el pasto miel (*Paspalum dilatatum*), el pasto elefante (*Panicum elephantipes*), la grama rodes (*Chloris gayana*), el pasto horqueta (*Paspalum notatum*) (Parodi, 1987).

Algunos géneros de gramíneas forrajeras más conocidos a nivel tropical son: *Poa* con más de 500 especies, *Panicum* con cerca de 470 especies, *festuca* con más 450 especies, *eragrostis* con más de 350 especies, *paspalum* con más de 350 especies, *Stipa* con más de 300, *agrostis* con cerca de 200, *Sporobolus* con más 160 especies, *Brachiaria* con más 150 y *andropogon* con más de 100 especies (Sierra, 2005).

### 1. *Brachiaria decumbens*

#### NOMBRE COMÚN: PASTO AMARGO, PASTO PELUDO, BRAQUIARIA

Originario de África Ecuatorial, se adapta con éxito en Australia, el Caribe, Brasil y en Colombia. Se introdujo a Colombia en 1953 (Belalcázar *et al.*, 1995). Crece bien en regiones de baja fertilidad con sequías prolongadas y suelos bien drenados del piedemonte del Meta y altillanura colombiana. Se recupera rápidamente después del pastoreo, compite bien con las malezas y soporta la quema. No crece bien en zonas inundables y es muy susceptible al ataque de "mión o salvazo" (*aeneolamia* sp). Crece bien entre 400 y 1.800 msnm, con una precipitación de 1.000 a 3.500 mm/año y temperaturas superiores a los 19° C. (Belalcázar *et al.*, 1995).

## Producción de forraje

La producción de materia seca (MS) de esta especie es variable, dependiendo de la precipitación y de las condiciones de fertilidad del suelo. En la Orinoquia colombiana se encontró una producción de MS anual entre 8 y 10 t/ha con 6 a 10 cortes, Tabla 2.1. Se ha observado reducción en la producción de forraje de 53 a 76% en el periodo de mínima precipitación para el piedemonte y la altillanura colombiana, respectivamente (Pérez y Cuesta, 1994).

El crecimiento denso, vigoroso y agresivo de esta gramínea en el piedemonte, limitan su capacidad de asociación con algunas leguminosas; no obstante, es posible establecer asociaciones medianamente estables y productivas, especialmente con *Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides* y *Desmodium ovalifolium*. En suelos arenosos se asocia bien con *Stylosanthes capitata* (Belalcázar et al., 1995).

## Valor nutritivo y producción animal

El valor nutritivo se puede considerar moderado en términos de composición química, digestibilidad y consumo voluntario. El contenido de proteína cruda (PC) disminuye con la edad desde el 10% a los 30 días, hasta 5% a los 90 días. Su valor promedio de PC esta alrededor de 8.6%, y degradabilidad ruminal de 61% de la MS, Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Producción de forraje en materia seca (MS), porcentaje de proteína cruda (PC) y degradabilidad de algunas gramíneas en la Orinoquia colombiana.

Especie	MS	PC	Degradabilidad
	t.ha.año	%MS	%MS
Sabana nativa	3	5.0	35
<i>B. decumbens</i>	8 – 10	8.6	61
<i>B. dictyoneura</i>	7 – 9	6.0 – 12.9*	56 – 70*
<i>B. humidicola</i>	7 – 8	7.0	56
<i>B. brizantha</i>	8 – 12	10.0	61

Fuente: Pérez y Cuesta 1994. \* Laboratorio de nutrición Corpoica La Libertad, 2007.

Cuando se asocia con leguminosas (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) o se fertiliza con nitrógeno, la calidad nutritiva es alta (Rincón, 2005). Tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Contenido de proteína y minerales, en porcentaje (%), en pasturas de *Brachiaria decumbens* manejadas durante 30 meses, sola, asociada con Kudzú y *Arachis pintoi* y con fertilización nitrogenada en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

Pradera	Forraje	PC %	P %	Ca %	Mg %	K %
<i>B. decumbens</i> + Leguminosa	Gramínea	8.5	0.21	0.32	0.22	1.90
<i>B. decumbens</i> + Leguminosa	Leguminosa	18.0	0.20	0.95	0.47	1.77
<i>B. decumbens</i> + Nitrógeno	Gramínea	8.7	0.18	0.30	0.18	1.70
<i>B. decumbens</i> (Testigo)	Gramínea	6.0	0.13	0.21	0.16	1.20

Fuente: Rincón 2005.

El mismo autor reporta que se obtienen incrementos de peso promedio de 407 g/animal/día, cuando se encuentra en monocultivo y la ganancia es mayor cuando se usa fertilización nitrogenada (508-605 g/animal/día) y presenta incrementos superiores cuando esta asociado a especies de leguminosa como kudzú y *Arachis pintoi* (656-772 g/animal/día) con 2 animales/ha (Rincón, 2005).

Similares reportes se tienen para el piedemonte; de acuerdo al manejo agronómico y a la carga animal, las respuestas en ganancia de peso varían desde 307 hasta 556 g/animal/día, con cargas que van desde 1.5 hasta 3.0 animales/ha, obteniéndose producciones de carne de 198 a 608 kilogramos por hectárea año. Tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Diferentes manejo del *B. decumbens* y su efecto sobre la producción bovina en el piedemonte llanero.

Especies	Pastoreo	Carga: an/ha	Ganancia g/animal/día	Ganancia kg/ha/año
<i>B. decumbens</i> **	Continuo	1.5	307	198
<i>B. decumbens</i>	Rotacional	2.5	307	280
<i>B. decumbens</i>	Rotacional + N	3.3	330	396
<i>B. decumbens</i>	Continuo	3.0	361	396
<i>B. decumbens</i>	Alterno	3.0	367	402
<i>B. decumbens</i> + <i>D. ovalifolium</i> (15%)	Continuo	3.0	442	462
<i>B. decumbens</i> + Kudzú	Alterno	3.0	463	507
<i>B. decumbens</i> + <i>Arachis pintoi</i>	Alterno Flexible	3.0	556	608

Fuente: Corpoica, Informe anual 1995. \* Animales/ha; \*\* Sin fertilización de mantenimiento.

## Plagas y enfermedades

Los cercópidos comúnmente conocidos como "salivazos", "salivitas" o "miones" (*Zulia colombiana* y *Aeneolamia* spp.) son la plaga más importante, afectan la productividad y persistencia de la gramínea. La población del insecto es generalmente numerosa al inicio de la estación lluviosa, se han encontrado hasta 100 ninfas/m<sup>2</sup>. Estas debilitan severamente las plantas dejándolas más susceptibles al ataque de adultos que aparecerán más tarde (Belalcázar *et al.*, 1995).

## Propagación

Se puede establecer con material vegetativo o por medio de semilla; dependiendo de la topografía, disponibilidad de material de siembra, de la mano de obra y de maquinaria.

- Cuando se utiliza material vegetativo la distancia de siembra entre tallos o cepas varía entre 80 y 100 cm a una profundidad de 8 a 12 cm en el suelo (Belalcázar *et al.*, 1995).
- Cuando se usa semilla, la siembra puede efectuarse con máquina voleadora, sembradora de precisión, encaladora o en forma manual al voleo. La siembra en hileras permite el uso más eficiente de la semilla, de los fertilizantes y facilita el control de malezas. La cantidad de semilla depende del sistema de siembra, de la calidad de la semilla (pureza, viabilidad y germinación), y de las condiciones del terreno. Se recomienda utilizar de 2 a 3 kg de semilla



Figura 2.1. *Brachiaria decumbens* bajo pastoreo en el piedemonte llanero.

escarificada con 90 a 95% de pureza (Belalcázar *et al.*, 1995), y con valor de semilla pura germinable superior al 35% (Res. ICA no. 2402/1989).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Rápido establecimiento
- Buena producción y calidad de semilla
- Fácil propagación
- Se asocia bien con leguminosas
- Buen valor nutritivo y consumo
- Soporta la quema
- Buena recuperación

### Desventajas

- Susceptible al salivazo
- Fotosensibilizador, principalmente en animales jóvenes
- Los equinos no lo consumen
- No soporta suelos húmedos y es lenta su recuperación
- Bajo vigor en suelos arenosos

## 2. *Brachiaria dictyoneura* NOMBRE COMÚN: PASTO LLANERO

Originario de África tropical, se adapta bien a condiciones de suelos ácidos, de baja fertilidad, con textura de franco a arcillosos y de buen drenaje. Tiene buen comportamiento en regiones tropicales desde 0 hasta 1800 msnm, con precipitaciones entre 1500 y 3500 mm al año (Belalcázar *et al.*, 1995) Esta especie se caracteriza por una cobertura inicial baja como consecuencia de la latencia prolongada de la semilla. Una vez alcanzado el óptimo establecimiento esta especie proporciona una protección eficiente del suelo por su crecimiento estolonífero y rizomatoso. Persiste bajo pastoreo excesivo, debido a que sus nudos de crecimiento son de corta longitud (Belalcázar *et al.*, 1995).

### Producción de forraje

En suelos ácidos y de baja fertilidad del piedemonte y la altillanura colombiana, Pérez y Cuesta (1994), reportan producción de forraje entre 7 y 9 t/MS/ha. Tabla 2.1. En el período de mínima precipitación se ha observado descenso en la producción de materia seca (MS) cercana al 75% para la altillanura y de 56% en el piedemonte, con relación a la producción alcanzada en la época de máxima precipitación (Belalcázar *et al.*, 1995).

### Valor nutritivo y producción animal

El valor nutritivo se puede considerar moderado en términos de composición química, digestibilidad y consumo. Al final de la época de lluvias se han reportado contenidos de proteína superiores a 12%, con promedio de 9.5% y la degradabilidad hasta 67%, como se reporta en la Tabla 2.1. Durante la época seca el contenido de proteína puede disminuir a 6% y la degradabilidad a 56%.<sup>1</sup>



Figura 2. 2. Crecimiento postrado con alta producción de estolones del pasto llanero.

(Laboratorio de Nutrición, Corpoica La Libertad, 2007). En el C.I. La Libertad, el pasto Llanero asociado con *A. pintoii*, soporta cargas de 3 animales por hectárea, y se han obtenido ganancias de peso de 380 a 400 g/animal/día, que representan 417 y 438 kg de carne por hectárea año, dependiendo del tipo de pastoreo, Tabla 2.4. (Corpoica, 1995).

**Tabla 2.4.** Diferentes manejo del *B. dictyoneura* y su efecto sobre la producción bovina en el piedemonte llanero.

Especies	Pastoreo	Carga* (an/ha)	Ganancia (g/an/día)**	Ganancia (kg/ha/año)
<i>B. dictyoneura</i>	Alterno Flexible	2.0	330	240
<i>B. dictyoneura</i>	Rotación	3.0	368	402
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoii</i>	Alterno flexible	3.0	380	417
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoii</i>	Rotación	3.0	400	438

Fuente: Corpoica, Informe anual 1995.

\* Animales/ha; \*\* gramos/animal/día; \*\*\* kilogramos/hectárea/año

El pasto Llanero ha mostrado una buena compatibilidad con leguminosas de hábito trepador o estolonífero. El hábito de crecimiento erecto de esta gramínea y su lento desarrollo inicial, favorecen el establecimiento simultáneo con leguminosas forrajeras y mejor compatibilidad que con *B. humidicola*, por esto es una gramínea de excelente potencial en suelos ácidos ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Cuando la siembra de la gramínea y la leguminosa se hacen con semilla, se puede utilizar el método al voleo o en surcos alternos. Cuando el pasto se establece por material vegetativo, la leguminosa se puede distribuir al voleo o entre los surcos de la gramínea. En el piedemonte llanero se asocia bien con *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoii* y *Desmodium ovalifolium*. Con esta última leguminosa se asocia bien en la altillanura, mejorando su productividad (Belalcázar *et al.*, 1995).

### Plagas y enfermedades

En evaluaciones realizadas en Colombia por el programa de pastos y forrajes del ICA, no se identificaron problemas de plagas o enfermedades que limiten su producción. En el C. I. La Libertad (piedemonte llanero) y en la estación CIAT Quilichao, se han encontrado ataques esporádicos de mión en pasturas con cargas animales bajas y cuando las poblaciones del insecto en el área son altas; sin embargo, en todos los casos el pasto se recuperó satisfactoriamente (Belalcázar *et al.*, 1995).

Comparado con otros brachiarias adaptados a suelos ácidos, *B. dictyoneura* es poco afectado por ataque de "Mión de los Pastos". Al momento del establecimiento tiene problemas de ataque de hormiga, siendo mayor el efecto cuando no se preparara bien el suelo y no se controlan los hormigueros. Además, se presenta alto consumo de semilla, si al momento de la siembra no se realiza la práctica de tapado de ésta.

### Propagación

Esta especie se puede sembrar con semilla cariósida o por material vegetativo, utilizando cepas o estolones, en este último caso el establecimiento es lento, debido al escaso enraizamiento de los estolones. La cantidad de semilla o de material vegetativo depende del sistema de siembra.

- Con semilla (cariópside) la cantidad depende de su calidad (pureza y germinación) y de las condiciones del terreno. Se debe procurar una población de 6 a 8 plántulas/m<sup>2</sup> a los 30 días después de la siembra; para lo cual se recomienda utilizar de 3 a 4 kg/ha de semilla escarificada con 90 a 95% de pureza y semilla pura germinable superior al 10% (Res. ICA no. 2402/1989)
- La siembra con material vegetativo puede ser en surcos distanciados a 60 cm y a 50 cm entre plantas. Para la altillanura plana se recomienda plantar aproximadamente 20.000 plantas/ha, distribuidas en hileras separadas a 0.8 o 1 m entre si y 50 cm entre plantas. La plantación con material vegetativo se debe hacer en período de lluvias, cuando se tienen mejores condiciones de humedad, y así se logra establecer una pastura más uniforme en un menor tiempo (Belalcázar *et al.*, 1995).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Se adapta bien a condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad.
- Tolerante a la sequía y se recupera bien después de la quema.
- Tolera el ataque de cercópodos y se recupera rápidamente.
- Tiene buena compatibilidad con leguminosas tipo *Arachis pintoi*.
- Tiene buena palatabilidad, y valor nutritivo medio.
- Buena producción de semilla.
- Crecimiento invasor.

### Desventajas

- Lento establecimiento por semilla.
- Susceptible al ataque de hormigas.
- Lento a escaso enraizamiento de los estolones, se requiere mayor densidad de siembra en áreas con alto potencial de malezas.
- Mayor latencia de la semilla y la más difícil de romper del género *Brachiaria*
- No tolera encharcamientos prolongados.

## 3. *Brachiaria humidicola*

### NOMBRE COMÚN: PASTO DULCE, HUMIDÍCOLA

Es nativo de África tropical oriental y sur oriental, especialmente de zonas con alta precipitación. Introducido a Colombia en 1973 por el CIAT, ha sido evaluado en diferentes ecosistemas como la altillanura, piedemonte de los Llanos Orientales y el piedemonte amazónico (Belalcázar *et al.*, 1995).

Crece bien en regiones tropicales desde el nivel del mar hasta 1800 msnm y precipitación pluvial de 1500 a 4000 mm al año. Se adapta a un rango amplio de ecosistemas: bosque seco tropical, bosque húmedo-tropical y bosque húmedo-premontano y de sabanas. Se comporta bien en suelos ácidos y pobres a fértiles, y de franco arenosos a arcillosos. Crece en suelos húmedos y en los de buen drenaje, tolerante a la sombra y por su fuerte y alto crecimiento estolonífero puede ser usado como control de la erosión, que también lo hace poco asociable con algunas leguminosas (Keller-Grein *et al.*, 1996).



Figura 2.3. Adaptación del pasto humidícola a suelos húmedos.

## Producción de forraje

En condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad de la Orinoquia colombiana, esta gramínea produce altos rendimientos de forraje cuando se establece en áreas con suelos arcillosos y altas precipitaciones.

- En el piedemonte del Meta, con una fertilización de 25 kg/ha de P y 30 kg/ha de K, la producción de forraje seco por corte en la época seca fluctúa entre 550 y 700 kg/ha y en época lluviosa entre 750 y 2.000 kg/ha, cosechado a intervalos de 5 a 8 semanas. La producción anual de forraje seco por hectárea varía entre 7.000 y 8.000 kg/ha/año.
- En la altillanura plana con una fertilización de 50 kg/ha de P, 40 kg/ha de K, 100 kg/ha de Ca y 25 kg/ha de Mg, la producción de forraje seco promedio anual alcanza 8300 kg/ha (Pérez y Lascano, 1992).

Por su agresividad y dominancia ha mostrado poca compatibilidad con leguminosas como el Kudzú, *Stylosanthes sp.*; sin embargo con *Desmodium ovalifolium* y *Arachis pintoii* esta gramínea se puede asociar perfectamente. Las leguminosas pueden sembrarse al mismo tiempo que la gramínea, a voleo o en surcos alternos, con material vegetativo o con semilla (Rincón, 2006).

## Valor nutritivo y producción animal

El valor nutritivo de esta gramínea se considera moderado a bajo, en términos de proteína y consumo voluntario. En el piedemonte llanero se encontró a una edad de corte de 21 días un porcentaje de proteína de 11.3% y una digestibilidad de 65%; sin embargo, en otros análisis de ca-



Figura 2.4. *Brachiaria humidicola*.

lidad de forraje se ha encontrado niveles de proteína inferiores a 6%, a los 45 días; esta variación además de estar directamente relacionada con la edad de rebrote, también esta afectada por la fertilización (Laboratorio de Nutrición Animal, CORPOICA, 2007).

En el C.I. La Libertad en los Llanos Orientales se han encontrado bajas ganancias de peso individual, en pastoreo con 3 animales/ha, produciendo 362 g/animal/día en el primer año de pastoreo y en el segundo año de 125 g/animal/día, sin que la gramínea evidenciara signos de degradación (Pérez y Lascano, 1992). En la Tabla 2.5, se observan las ganancias de peso que van desde 130 hasta 412 g/animal/día, en monocultivo y asociado con *Desmodium ovalifolium*; con *Arachis pintoi* las ganancias de peso vivo alcanzaron los 482 g/animal/día, haciéndola una pastura atractiva para la producción dada su rusticidad (ICA 1981-1988).

**Tabla 2.5.** Diferentes tipos de pastoreo con *B. humidicola* y su respuesta sobre la producción bovina en la altillanura y piedemonte llanero

Especies	Localidad	Pastoreo	Carga* an/ha	Ganancia g/an/día**	Ganancia kg/ha/año
<i>B. humidicola</i>	Altillanura	Continuo	1.7	130	80
<i>B. humidicola</i>	Altillanura	Alterno flexible	2.0	270	196
<i>B. humidicola</i> + <i>A. pintoi</i>	Altillanura	Alterno flexible	3.0	290	375
<i>B. humidicola</i>	Piedemonte	Continuo	3.0	245	270
<i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i>	Piedemonte	Alterno flexible	3.0	418	458
<i>B. humidicola</i> + Kudzú	Piedemonte	Alterno	3.0	447	489
<i>B. humidicola</i> + <i>A. pintoi</i>	Piedemonte	Alterno flexible	3.0	482	528

Fuente: ICA, informes anuales 1981-1988.

\* Animales/ha; \*\* gramos/animal/día; \*\*\* Kilogramos/hectárea/año

## Plagas y enfermedades

En ensayos regionales realizados en diferentes localidades de los Llanos Orientales y el piedemonte amazónico, no ha presentado problemas serios de enfermedades; sin embargo, en condiciones del trópico muy húmedo puede ser afectado por la roya (*Uromyces setariae italicae*) (Parra, 1992). *B. humidicola* es tolerante al ataque del Mión, pero no verdaderamente resistente (Lapointe, 1993), se han observado altas poblaciones del insecto causando daños leves a moderados; no obstante la gramínea se recupera rápidamente (Pérez y Lascano, 1992).

## Propagación

Esta gramínea se propaga tanto por semilla como por material vegetativo. Para un buen establecimiento se requieren de 3 a 4 kg/ha de semilla escarificada, con germinación superior al 22% y pureza del 90% (Res. ICA no. 2402/1989).

- Las siembras por cariósipide (semilla) requieren una mejor preparación del suelo para permitir un buen control de la vegetación existente y una degradación de la materia orgánica, caso que no es indispensable con el uso de material vegetativo (Pérez y Lascano, 1992).
- La semilla de *B. humidicola* es de baja calidad, principalmente en viabilidad y emergencia, por lo tanto la decisión de sembrar con material vegetativo es más ventajosa. Este tipo de labor se debe realizar en la época de mayor precipitación (junio – julio) debido a que la humedad evita la muerte de los brotes por estrés de sequía. Cuando se plantan por estolones se requiere, en promedio 1 t/ha de material vegetativo (Pérez y Lascano, 1992).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Buena adaptación a suelos ácidos, con alta saturación de Al y baja fertilidad.
- Se propaga por material vegetativo (estolones y cepas) y por semilla.
- Tiene crecimiento estolonífero vigoroso y denso, es agresivo; poco compatible con leguminosas excepto *Arachis pintoi* y *Desmodium ovalifolium*.
- Tolera bien los excesos de humedad en el suelo, pero no encharcamiento prolongado.
- Tolera la sequía; sin embargo en suelos arenosos disminuye su producción de forraje.
- Soporta alta carga animal en pastoreo.
- Es tolerante a la quema, plagas y enfermedades, aunque en zonas muy húmedas puede ser atacado por la roya (*Uromyces setariae italicae*).

### Desventajas

- Puede hospedar altas poblaciones del mión de los pastos que ocasiona daños severos a esta gramínea y a otras especies susceptibles.
- Produce poca semilla viable y presenta latencia prolongada.
- Su calidad nutritiva es moderada a baja, particularmente en términos de proteína cruda, lo cual afecta su consumo voluntario y la ganancia de peso.
- La calidad del forraje disminuye rápidamente a través del tiempo y la productividad animal es menor que con otras especies de *Brachiaria*.

#### 4. *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf. NOMBRE COMÚN: PASTO LA LIBERTAD; MG4\*

El pasto "La Libertad", introducido a Colombia desde Trinidad en 1955, se evaluó en la Estación Experimental ICA – Palmira (Cuesta y Pérez, 1987) y posteriormente en el Centro de Investigaciones "La Libertad", en Villavicencio - Meta. Este material posee buena adaptación y producción de forraje en condiciones de suelos de mediana fertilidad y de buen drenaje. Tolera las quemas, es relativamente resistente a la sequía, no tolera inundaciones, se desarrolla muy bien a temperaturas entre 26 - 30° C. En el trópico húmedo colombiano, se comporta como una especie de día neutro produciendo semilla dos veces durante el año. Se adapta a suelos con textura franco arenosa hasta arcillosa bien drenados con fertilidad media a alta aunque tolera suelos ácidos con pH 4.5 (Cuesta y Pérez, 1987).

#### Producción de Forraje

Presenta buena producción de forraje en suelos ácidos de baja fertilidad del piedemonte llanero, aún sin la aplicación de fertilizantes (Cuesta y Pérez, 1987) Los rendimientos de forraje seco por corte fluctúan entre 600 - 1.500 kg/ha en verano y 1.000 – 2.300 kg/ha en época de lluvias, cosechado a intervalos de 5 - 7 semanas. La producción anual de forraje en el piedemonte del Meta, ha variado de 8.6 - 11.1 toneladas de MS/ha.

#### Valor nutritivo y producción animal

El valor nutritivo de esta gramínea se considera media alta, con buen porcentaje de proteína y excelente consumo voluntario, tiene mejor palatabilidad que la mayoría de especies de *Bra-*



Figura 2.5. *B. brizantha* cv. La Libertad.

\* Nombre con el cual lo comercializan los brasileros.

*chiarra* y los equinos la consumen muy bien. Los contenidos de proteína cruda varían de 10.4; 14.5 y 16.8% como respuesta a la fertilización con 0, 200 y 400 kg de N/ha, (Pietrosemoli, et al., 1996).

En evaluaciones realizadas en el C.I. "La Libertad", con novillos en pastoreo de *B. brizantha* cv. La Libertad solo y asociado con la leguminosa *Arachis pintoi*, con carga de 3 animales por hectárea, se obtuvieron ganancias de peso de 394 y 557 g/animal/día, y una ganancia acumulada de 431 y 609 kg de carne por hectárea año, Tabla 2.6

**Tabla 2.6.** Respuesta productiva de bovinos pastoreando *B. brizantha* cv. Libertad bajo diferentes manejos del pastoreo, en el piedemonte llanero.

Especies	Pastoreo	Carga* (an/ha)	Ganancia (g/an/día)**	Ganancia (kg/ha/año)
<i>B. brizantha</i> *	Continuo	3.0	394	431
<i>B. brizantha</i> + Kudzú	Altemo	3.0	502	552
<i>B. brizantha</i> + <i>A. pintoi</i>	Altemo flexible	3.0	557	609

Fuente: ICA, Informes anuales 1981-1988. Corpoica "La Libertad". Informe anual grupo regional 1995

\* Animales/ha; \*\* ganancia/animal/día; \*\*\* Kilogramos/hectárea/año.

El pasto La Libertad se utiliza por lo general para consumo directo en la pradera, con frecuencia de pastoreo cada 5 a 6 semanas dependiendo de la época del año (invierno, verano). Esporádicamente se emplea para la elaboración de ensilajes. Cuando se corta para la elaboración de ensilajes o henos debe hacerse a 17 - 20 cm sobre el nivel del suelo para no dañar los rizomas basales en las macollas.



**Figura 2.6.** Pradera de *B. brizantha* cv. la libertad en el piedemonte llanero.

## Plagas y enfermedades

En condiciones del C. I. La Libertad el pasto presentó altas poblaciones de salivazo (*Aeneolamia varia* y *Zulia pubescens*) en potreros manejados con cargas animales bajas (2 animales/ha); sin embargo los pastizales se recuperaron rápidamente (Cuesta y Pérez, 1987). Por su característica de glabro (carece de vellosidad), los animales en pastoreo poseen bajas poblaciones de garrapatas, pues las larvas tienen dificultades para llegar al ápice de la hoja para subirse al bovino (Villar y Velásquez, 1999).

## Propagación

Cuando las labores de preparación del terreno, siembra y fertilización, se realizan oportunamente y se utiliza semilla de buena calidad, con densidad de siembra adecuada y en asociación con alguna leguminosa compatible, no deben presentarse problemas con especies de plantas indeseables o estos han de ser mínimos.

Se propaga por cariósipide o por cepas (macollas) sus tallos no emiten raíces. La dosis de semilla es de 3 kg/ha, y con material vegetal se siembra en cuadro a 50 o 60 cm. La latencia de la semilla se rompe naturalmente a los 4 - 6 meses, aunque el proceso se puede acelerar mediante la escarificación con ácido sulfúrico.

En el piedemonte del Meta el pasto La Libertad, responde bien a la aplicación de 300 kg/ha de cal dolomita en presiembra incorporada, 30 - 50 kg/ha de  $P_2O_5$  y 20 - 30 kg/ha de  $K_2O$  al momento de la siembra, y para lograr un buen vigor en el desarrollo de las plántulas se puede aplicar 30 - 50 kg N/ha a los 30 a 45 días después de la siembra; dependiendo del análisis de suelos. Para mantener una producción estable de las praderas, debe aplicarse estas dosis de fertilizantes al menos una vez al año, en particular si el pasto fue establecido como monocultivo, cuando se siembra en asociación con leguminosas la dosis de N post-establecimiento debe reducirse a 20 kg/ha, se asocia bien con leguminosas como: *P. phaseoloides* y *A. pintoi* (Cuesta y Pérez, 1987).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Fácil asociación con leguminosas
- Tolerante al salivazo
- Buena calidad nutritiva y consumo
- Poca proliferación de garrapatas en los potreros
- Rápido establecimiento
- Buena calidad de la semilla

### Desventajas

- Exige suelos de media a alta fertilidad
- Baja producción de semilla
- No soporta suelos húmedos y es lenta su recuperación
- Bajo vigor en suelos arenosos

## 5. *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf. NOMBRE COMÚN: BRIZANTHA MARANDÚ, PASTO MARANDÚ

En Colombia se le conoce como *B. brizantha* cv<sup>1</sup>. Marandú CIAT 6780. La resistencia antibiótica al salvazo (Ferrufino y Lapointe, 1989) del pasto Marandú ha conducido a la rápida adopción de este cultivo en el trópico americano y especialmente en Brasil. Esta gramínea proporciona un forraje palatable de calidad nutricional similar a *Brachiaria decumbens* (Keller-Grein, G. et al, 1996). Cuando se asocia con leguminosas, parece ejercer un efecto alelopático sobre varias de ellas (Rodríguez y Reis, 1994).

En Colombia crece bien entre 0 – 1.600 msnm, en zonas con precipitación entre 1.000 mm y 4.000 mm durante el año. No tolera suelos con drenaje deficiente, prefiere suelos franco-arenosos o arcillosos bien drenados y con fertilidad media a alta. Es más exigente en fertilidad de suelos que *Brachiaria decumbens* (Keller-Grein, et al., 1996). Se adapta bien a sequías más o menos prolongadas superiores a 4 meses.

### Producción de forraje

Esta variedad incrementa la producción de forraje por efecto de la aplicación de cal, fertilizante nitrogenado y fosfatado, principalmente. El pasto Marandú respondió, en términos de producción de MS, linealmente al encalado hasta el nivel de 930 kg/ha de cal, cuando fue cultivado en un suelo franco-arenoso. Lemus y Lemus (2004) reportan que al elevar el índice de saturación de bases a 10%, 30%, 50% y 70% mediante la aplicación de cal, la máxima producción de MS se alcanza con el 43% del nivel de saturación, que corresponde a 2 t/ha de cal. Marandú respondió a la fertilización con fósforo (P), aumentando la producción de MS de 8 - 20 t/ha con la aplicación de 400 kg/ha, Tabla 2.7.

**Tabla 2.7.** Producción de materia seca (MS) de seis gramíneas fertilizadas con tres niveles de fósforo (0, 35 y 400 kg/ha) en un latosol rojo. Campo Grande, Brasil.

Especie	Producción de MS (t/ha)		
	0	35	400
<i>B. brizantha</i> Marandú	8.49	11.01	20.24
<i>P. maximum</i> común	9.29	10.01	19.08
<i>P. maximum</i> K187-B	10.40	12.21	20.81
<i>B. ruziziensis</i>	8.13	13.30	17.73
<i>B. decumbens</i>	10.02	13.64	19.73
<i>A. gayanus</i>	9.74	12.89	15.66

Fuente: Nunes et al., 1984.

<sup>1</sup> cv o cultivar. Es un anglicismo y su uso se generalizó a través de las lecturas de los *journals* o de las revistas editadas por el CIAT y significa que es una planta desarrollada a partir de una especie natural y que se usa como cultivo.

## Valor nutritivo y producción animal

El pasto Marandú en el primer año de pastoreo en el trópico Mexicano, presentó contenidos de proteína entre 10 y 12% (Peralta, 1990). Su utilización principal es para pastoreo; los excedentes de producción de biomasa en época lluviosa se pueden aprovechar para henificar o ensilar. El pastoreo o corte debe hacerse hasta una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo.

## Plagas y enfermedades

En praderas bien establecidas, el *B. brizantha* cv. Marandú compite muy bien con las especies indeseables, además se le asignan efectos alelopáticos (Rodríguez y Reis, 1994). Posee resistencia antibiótica a algunas especies de insectos de la familia Cercopidae (Salivazo o mión de los pastos), lo que la hace indispensable en la obtención de híbridos con resistencia al salivazo, tolerancia a suelos ácidos, alta producción y regular a buena palatabilidad entre otras. El Marandú igual que *B. decumbens* y *B. humidicola* son altamente resistentes a las hormigas cortadoras *Acromyrmex landolti* (Lapointe, 1993). La única enfermedad reportada en Colombia en el cultivar Marandú es el añublo foliar (*Rhizoctonia solani*).

## Propagación

Se establece con semilla cariósida o se puede propagar con cepas.

- Es importante preparar bien el suelo, realizando pases de rastra y de cincel, dependiendo de la textura del suelo. Se recomienda usar entre 4 y 6 kg de semilla/ha con pureza del 80 - 85% y germinación superior al 70%. La siembra puede hacerse al voleo (a mano o con máquina voleadora) o bien con máquina sembradora de precisión en hileras o surcos distanciados 50 - 60 cm.
- Cuando se establece con material vegetal no es necesario que el suelo quede muy mullido en la preparación, puede quedar terronudo. Las cepas (macollas) que se utilizan en la siembra deben tener unos 6 - 8 tallos con raíces, es importante eliminar las hojas y fracciones de tallo a partir de 20 - 25 cm de la base. Se utilizan aproximadamente 3 toneladas de material vegetal/ha estableciendo las macollas en cuadro a 60 - 70 cm de distancia.



Figura 2.7. Pradera de *B. brizantha* cv. Marandú.

En suelos ácidos *B. brizantha* cv. Marandú responde bien a la aplicación de 500 kg/ha de cal dolomita al momento de la siembra. Cuando el pasto se establece por material vegetal se aplican 25 - 30 kg de N/ha a los 15 - 20 días después de la siembra, y si el establecimiento se hace con semilla cariósida se debe aplicar igual dosis de nitrógeno (N) a los 30 - 45 días después de la siembra, asegurándose que el suelo presente buena humedad al momento de la aplicación del fertilizante. Los fertilizantes y la dosis que se aplique dependerán siempre de los resultados del análisis de suelos.

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Fácil asociación con leguminosas
- Resistente al salivazo
- Buena calidad nutritiva y consumo
- Rápido establecimiento
- Buena calidad de la semilla

### Desventajas

- Exigente en suelos de mejor fertilidad
- Baja producción de semilla
- Susceptible a enfermedades como el añublo foliar producido por *Rhizoctonia solani*, que afecta su persistencia.

## 6. *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 NOMBRE COMÚN: PASTO TOLEDO, XARAES, VICTORIA

El pasto Toledo tiene un amplio rango de adaptación a climas y suelos. Crece bien en condiciones del trópico subhúmedo con períodos secos entre 5 y 6 meses y promedios de lluvia anual de 1.600 mm, y en localidades de trópico muy húmedo con precipitaciones superiores a 3.500 mm. Aunque se desarrolla bien en suelos ácidos de baja fertilidad, su mejor desempeño se ha observado en localidades con suelos de mediana a buena fertilidad. Tolera suelos arenosos y persiste en mal drenados, aunque su crecimiento puede reducirse si se mantiene un nivel freático próximo a la superficie por más de 30 días (Casasola, 1998).

### Producción de forraje

En sitios diferentes de Colombia, con fertilidad y clima contrastantes, los promedios de producción de materia seca (MS) del pasto Toledo, variaron entre 25.2 y 33.2 t.MS/ha/año en cortes cada 8 semanas durante épocas seca y lluviosa, respectivamente. Estos rendimientos son superiores a los encontrados en *B. brizantha* cv. Marandú (más de 20 t.MS/ha) y con otras accesiones de *Brachiaria* evaluadas en los mismos sitios y en condiciones de manejo similares (Lascano *et al.*, 2002). En suelos ácidos de baja fertilidad de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales, se encontró que *B. brizantha* cv. Toledo presentó un pobre desempeño en la época seca, 1.77 t.MS/



Figura 2.8. Pasto Toledo bajo pastoreo en la altillanura.

ha; no obstante su recuperación en la época de lluvias fue excelente, alcanzando una producción de 7 t.MS/ha. En otros estudios se encontró que se adapta mejor en el piedemonte llanero con suelos de mayor fertilidad que en la altillanura.

En la altillanura de los Llanos Orientales, Rao *et al.* (1998) encontraron que *B. brizantha* cv. Toledo, al igual que una serie de otros genotipos de *Brachiaria*, no mejoró su producción de MS cuando en el establecimiento se aplicaron dosis bajas de fertilizantes al momento de la siembra (20 P, 20 K, 33 Ca, 14 Mg, 10 S kg/ha) o altas (80 N, 50 P, 100 K, 66 Ca, 28 Mg, 20 S kg/ha y micro nutrientes); no obstante, los rendimientos más altos de MS se encontraron en este cultivar (cv). Los resultados de varios estudios en diferentes localidades de los Llanos Orientales de Colombia mostraron que los rendimientos de MS son 15 y 150% veces más altos en época seca y húmeda respectivamente, que el control *B. decumbens* cv. Basilisk (Lascano *et al.*, 2002). Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Producción de materia seca de *B. brizantha* cv. Toledo y *B. decumbens* cv. Basilisk, en diferentes épocas del año.

Época del año	<i>B. decumbens</i> cv. Basilisk (kg/ha)	<i>B. brizantha</i> cv. Pasto Toledo (kg/ha)
Seca	2063 b*	2381 a
Lluviosa	2471 b*	3604 a

Fuente: CIAT, 2001.

\* Valores en la fila con letras iguales, no difieren en forma significativa ( $P < 0.05$ ), según la prueba de Duncan.

### Valor nutritivo y producción animal

Este cultivar alcanza concentraciones de proteína cruda (PC) de 12.3, 10.8 y 8.4% a edades de rebrote de 14, 28 y 42 días, respectivamente, Tabla 2.9. (Corpoica, 2007). Toledo tiene una calidad



Figura 2.9. Pasto Toledo bajo pastoreo en el piedemonte llanero.

forrajera similar a la de otros cultivares de *B. brizantha* (Argel *et al.*, 2000). No obstante, se debe indicar que debido a su rápido crecimiento después del pastoreo el nivel de proteína cruda (PC) en el forraje puede ser inferior que 7%, lo cual repercute negativamente en la producción animal. Para evitar esta condición se recomienda manejar las pasturas con altas cargas animales y pastoreos frecuentes (Lascano *et al.*, 2002).

En la altillanura, la presencia de la leguminosa *P. phaseoloides* mejoró significativamente la producción animal en el pasto Toledo, las ganancias de peso fueron para la pastura sola de 202 g/animal/día contra 505 g/animal/día cuando se asoció con Kudzú (2.2 veces más) (Lascano *et al.*, 2002). En el piedemonte llanero en pasturas asociadas de pasto Toledo con *Arachis pintoi* y Kudzú se han alcanzado ganancias de 583 g/animal/día y de 533 kg/año, respectivamente (Pérez y Pérez, 2006).

Tabla 2.9. Valor nutritivo del pasto Toledo a diferentes edades de rebrote y según época climática. CORPOICA C. I. La Libertad.

Días de rebrote	Proteína (% MS)	FDN* (% MS)	FDA** (% MS)	Degradabilidad*** (% MS)
14	12.3	58	29	71
28	10.8	57	30	68
42	8.4	60	33	65
Sequila	8.9	61	32	66
Lluvias	9.3	59	31	67

\*Fibra en detergente neutro; \*\*Fibra en detergente ácido; \*\*\*Degradabilidad *in Vivo* de la materia seca

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal CORPOICA La Libertad. 2007.

## Plagas y enfermedades

Aunque el daño causado por el "Salivazo" es bajo, el pasto está clasificado como susceptible a la plaga, ya que el nivel de supervivencia de ninfas es muy alto. Es posible entonces, que bajo

ataques leves de salivazo esta gramínea no muestre mayor daño, pero sí con ataques fuertes debido a su falta de antibiosis al insecto (Lascano *et al.*, 2002). Se ha observado también que ésta gramínea tolera ataques de *Rhizoctonia* sp., en zonas húmedas, donde *B. brizantha* cv. Marandú es altamente susceptible mostrando una alta tasa de mortalidad de plantas. Durante la época de floración es posible observar la presencia de carbón (*Tilletia ayresii*) y de cornezuelo (*Claviceps* sp.) en las espiguillas, aunque hasta ahora los ataques observados de estos hongos en campos de multiplicación han sido moderados (Lascano *et al.*, 2002).

## Propagación

- El pasto Toledo se establece por medio de semilla la cual generalmente es de buena calidad dando como resultado plántulas con alto poder de desarrollo.). La siembra puede ser al voleo o en surcos separados a 0.5 m sobre el terreno preparado convencionalmente, o después de controlar la vegetación con herbicidas no selectivos mediante prácticas de cero labranza. La cantidad de semilla a utilizar depende de su valor cultural (porcentajes de pureza y germinación) y del método de siembra. Así, las siembras en surcos en suelos adecuadamente arados y rastrillados requieren menor cantidad de semilla en comparación con las siembras al voleo sobre suelos con cero o mínima labranza. La cantidad final varía entre 3 y 4 kg/ha para una semilla con un valor cultural de 60% (Lascano *et al.*, 2002).
- También se puede propagar por material vegetativo, siendo necesario seleccionar cepas con raíces para alcanzar un mayor éxito en el establecimiento (Lascano *et al.*, 2002)

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Alta producción de biomasa, puede usarse como cultivo para ensilar
- Buena calidad de la semilla
- Fácil asociación con leguminosas
- Soporta alta carga animal

### Desventajas

- Suelos de media fertilidad
- Calidad nutricional media
- Susceptible a enfermedades

## 7. *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 NOMBRE COMÚN: MULATO II

Mulato II es el resultado de tres generaciones de cruzamiento entre *B. ruziziensis* clon 44-6 (tetraploide sexual) x *B. decumbens* cv. Basilisk, el cual se seleccionó por su vigor, productividad y buena proporción de hojas. Dicho clon se identificó como la accesión *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 cv. Mulato II.

Tiene un rango amplio de adaptación y crece bien desde el nivel del mar hasta 1800 msnm en condiciones de trópico húmedo con altas precipitaciones, en condiciones subhúmedas con 5 a 6 meses secos y precipitaciones anuales mayores que 700 mm. Este cultivar tiene buena adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad con alto contenido de aluminio, como los oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia (Argel *et al.*, 2007)

## Producción de forraje

En los Llanos Orientales de Colombia, en evaluaciones agronómicas realizadas durante 4.5 años, se encontró que en época seca cultivar (cv) Mulato II presenta rendimientos de forraje similares a los encontrados con *B. brizantha* (cv. Marandù) y *B. decumbens* (cv. Basilisk) y muy superiores a los del cv. Mulato, tanto en condiciones de alta como de baja fertilización del suelo (CIAT, 2004). Otra evaluación confirmó que cv. Mulato II es una gramínea tolerante a períodos secos (> 4 meses), y junto con *B. brizantha* cv. Toledo, el cultivar mantuvo considerablemente alta la producción de hojas verdes durante dicho período, siendo éste comportamiento mejor que el de los pastos Mulato y Basilisk (*B. decumbens*) (CIAT, 2006). En el C.I. La Libertad de Corpoica se observó desarrollo de raíces a más de 2 metros de profundidad después de 9 meses de siembra de la pradera, característica que sustenta la capacidad del Mulato II de soportar períodos prolongados de sequía, además de facilitar la mayor área de exploración para la captación de nutrientes localizados en las zonas más profundas del suelo.

En la altillanura colombiana después de tres años de evaluaciones, el Mulato II con fertilización de establecimiento (500 kg/ha de cal dolomita, 300 kg/ha de roca fosfórica, 75 kg/ha de cloruro de potasio y 30 kg/ha de flor de azufre) y con mantenimiento anual, produjo en época de lluvia de 3288 kg.MS/ha y 2786.5 kg.MS/ha en época seca, bajo pastoreo alterno de bovinos con períodos de ocupación y descanso de 28 días. En el piedemonte del Meta (C.I. La Libertad) en un suelo Oxisol de la terraza alta, manejado con rotación de cultivos antes del establecimiento de la pradera, el cultivar Mulato II, produjo durante la época de lluvia 4.385 kg MS/ha y en la época seca 3182.9 kg/ha, con un sistema rotacional de pastoreo con 4 días de ocupación y 28 días de descanso (Pérez *et al.*, 2008).

## Valor nutritivo y producción animal

En el piedemonte llanero durante la época de lluvia, en una pradera de Mulato II el forraje alcanzó contenidos de PC del 15%, FDN de 58% y degradabilidad de 79%. En época seca la pradera de Mulato aportó 12% de PC en el forraje con una degradabilidad del 67% (Pérez O., 2008). Los datos de calidad del Laboratorio de nutrición Animal de CORPOICA C.I. La Libertad, muestran contenidos de proteína del cv. Mulato, cercanos a 10% con respecto a la MS.

En la estación experimental del CIAT en Santander de Quilichao, Colombia, caracterizada por ultisoles de baja fertilidad natural el pasto Mulato II presentó significativamente ( $p < 0.05$ ) mayores porcentajes de PC que los cultivares Toledo y Mulato, tanto en la época lluviosa como en la seca, Tabla 2.10. En este caso, las pasturas fueron fertilizadas con 50 kg/ha de N y utilizadas con una carga animal de 3 vacas/ha (CIAT, 2006).

Existen pocos estudios diseñados para medir la producción de carne y leche bovina en pastura de cv. Mulato II. La buena calidad forrajera y el alto consumo por animales en pastoreo del cv. Mulato II, se traduce en una mayor producción de leche de vacas mestizas en comparación con otros cultivares de *Brachiaria*, Tabla 2.11. Resultados generados por el Programa de Forrajes Tro-



Figura 2.10. Pasto Mulato II bajo pastoreo en el piedemonte llanero.

picales del CIAT en Santander de Quilichao (Colombia) muestran que el cv. Mulato II produjo 11% más leche en época seca y 23% más en época de lluvias, en comparación con las producciones alcanzadas en pasturas de *B. decumbens* cv. Basilisk y *B. brizantha* cv. Toledo (CIAT, 2005).

Tabla 2.10. Disponibilidad y calidad forrajera de cultivares de *Brachiaria* pastoreados con vacas lecheras en dos épocas contrastantes del año en Santander de Quilichao, Colombia.

Cultivar	Forraje en oferta (MS, kg/ha)	PC (%)	FDN (%)	DIVMS (%)
<b>Época lluviosa<sup>1</sup></b>				
Toledo (testigo)	2905*	9.1 b*	-	66.6
Mulato I	2666	9.7 b	-	67.2
Mulato II	3042	11.4 a	-	66.3
Significancia	Ns	P<0.05		Ns
<b>Época seca<sup>1</sup></b>				
Toledo (testigo)	3082*	7.4 b	-	57.9
Mulato I	2815	7.5 b	-	61.1
Mulato II	3269	8.4 a	-	61.0
Significancia		P<0.05		ns
<b>Región<sup>2</sup></b>				
Piedemonte	-	9.9	56	70**
Allilánura	-	7.5	53	72

fuentes: 1. CIAT, 2006. 2. Laboratorio de Nutrición Animal CORPOICA La Libertad, 2007.

\*\* Degradabilidad a 48 horas. PC: proteína cruda; FDN: fibra en detergente neutro;

DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

**Tabla 2.11.** Producción de leche de vacas mestizas en diferentes cultivares de *Brachiaria* en Santander de Quilichao, Colombia.

Cultivar	Producción de leche	
	(kg/vaca/día)	
	Época seca	Época lluviosa
<i>B. decumbens</i>	5.4 b*	5.1 b
Toledo	5.5 b	5.5 b
Mulato II	6.0 a	6.5 a

Fuente: CIAT 2005

\* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey P<0.05)

En la altillanura, animales bajo pastoreo en praderas de Mulato II, presentaron ganancias de peso diaria de 414 g/animal para una producción de 279.6 kg/ha/año con una carga de 1.86 animales/ha, Tabla 2.12. (Pérez *et al.*, 2008).

En el piedemonte del Meta, CORPOICA C.I. La Libertad, en una pradera de Mulato II establecida en suelos de terraza alta después de varios años de cultivos, bien drenados y con niveles de saturación de bases del 49%, y manejada en pastoreo rotacional (8 potreros), la ganancia de peso durante 154 días en época de lluvia fué 864 g/animal/día con una carga ponderada de 4.67 animales/ha. En la época seca (150 días) el incremento de peso en los bovinos fué de 519 g/animal/día, con una carga de 3.99 animales por hectárea, Tabla 12 (Pérez *et al.*, 2008).

**Tabla 2.12.** Ganancia de peso en bovinos bajo pastoreo con los híbridos de *Brachiaria* Mulato II y Mulato en la altillanura (EE Taluma). 2007.

Parámetro	Mulato II	Mulato
Altillanura		
Carga animal	1.86	1.31
Ganancia de peso (g/animal/día)	0.414	0.446
Ganancia de peso (kg/ha/año)	279.6	213.3
Piedemonte (solo Mulato II)	Época lluvia (154 días)	Época seca (150 días)
Ganancia de peso (g/animal/día)	864	519
Ganancia de peso (kg/ha/día)	4.03	2.07
Carga animal (UA/ha)	4.67	3.99

\*UA bovino de 350 kg de peso vivo en altillanura y 400 kg en el piedemonte

## Plagas y enfermedades

Se ha encontrado cierto grado de susceptibilidad de cultivar Mulato II al ataque foliar de *Rhizoctonia solani*, un hongo que produce daños significativos a los pastos Marandú y Mulato, particularmente en los periodos del año con alta humedad relativa y altas temperaturas (Argel *et al.*, 2006). En CORPOICA C.I. La Libertad, se encontró efecto negativo generado por el encharcamiento del lote y por ataque de hongos, que ocasionó la pérdida de plantas de esta gramínea; actualmente se presentan ataques de *Antonina graminis* (Hemiptera: Pseudococcidae), (A. Rincón, comunicación personal, 2009).

## Propagación

El cultivar Mulato II es fácil de establecer por semillas, las plántulas que emergen tienen un buen vigor de crecimiento, lo que permite tener pasturas listas para pastoreo entre 90 y 120 días después de la siembra y una cobertura del suelo superior a 80%. También es posible hacer el establecimiento con material vegetativo, pero en este caso se deben utilizar cepas enraizadas con el fin de asegurar el prendimiento (Argel *et al.*, 2007).

- La siembra con semilla puede ser al voleo, chuzo o a chorrillo continuo sobre surcos separados a 50 y 70 cm. La cantidad de siembra varía de acuerdo con la calidad de la semilla, particularmente con los porcentajes de pureza y germinación. Cuando se utiliza el sistema a voleo se requieren tasas más altas de siembra ya que muchas semillas quedan a la intemperie y son atacadas fácilmente por predadores como pájaros u hormigas, o simplemente no alcanzan las condiciones adecuadas de humedad para germinar. Se recomiendan tasas de siembra de 5 a 6 kg/ha de semilla, con un valor cultural mínimo de 60%, lo que significa una semilla con 80% de pureza y 75% de germinación (Argel *et al.*, 2007).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Alta producción de biomasa
- Calidad nutricional media a alta
- Buena calidad de la semilla
- Fácil asociación con leguminosas
- Mejores respuesta en producción animal

### Desventajas

- Exigente en fertilidad de suelos
- Susceptible a humedad
- Susceptible a plagas y enfermedades
- Alto costo de la semilla

## 8. CULTIVARES MÁS COMUNES EN COLOMBIA DE *Panicum maximum*

El género *Panicum* posee más de 500 especies anuales y perennes. La mayoría nativas de África tropical, pero distribuidas ampliamente en las regiones tropicales del mundo (Lemus y Lemus, 2004). La especie más conocida de este género es *P. maximum*, originaria de Rhodesia del Sur. Su difusión en las regiones tropicales se inició desde la Costa de Guinea, oeste de África, en el siglo XVII y su introducción en América ocurrió en 1774 en barcos que arribaron a las Antillas y a Brasil (Belalcázar *et al.*, 1995). Las especies de *Panicum* poseen gran variación morfológica, existe alto número de cultivares comerciales que han sido ampliamente utilizados en América tropical,

particularmente en Brasil, resultando en altos niveles de producción animal. No obstante, estos cultivares tienden a presentar requerimientos nutricionales relativamente altos y no toleran la sequía (Belalcázar *et al.*, 1995).

### **8.1. *Panicum maximum* Jacquin** **Nombre común: Pasto Guinéa, pasto India**

*Panicum maximum* se cultiva en zonas con precipitación entre los 0 y 1.700 msnm con temperaturas de 25 a 33° C. La temperatura, precipitación y la longitud del día son los factores ambientales que más influyen en el crecimiento y producción. Se ha comprobado que los mayores rendimientos de forraje están asociados con altas temperaturas, elevados valores de humedad y días largos. La producción de forraje y la formación de raíces aumentan con el incremento de la temperatura. El peso seco de la parte aérea y el número de tallos aumentan con la relación a la temperatura diurna y nocturna con máximos dentro de la relación 32/27° C. Por otra parte, esta especie es susceptible a heladas, las cuales producen la muerte de las hojas superiores y de la planta entera. Tolerancia a la sombra y puede crecer bajo plantaciones de árboles (Belalcázar *et al.*, 1995).

El *Panicum maximum* es exigente en suelos drenados y textura ligera (profundos), preferiblemente arenosos y fértiles; no tolera suelos arcillosos e inundables. Puede soportar la inundación por períodos cortos, si las partes aéreas de la planta permanecen sobre la superficie. Crece bien en suelos volcánicos, con buenos contenidos de humedad, pero no en suelos arcillosos. Además tolera suelos ácidos, siempre y cuando presenten buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos prolongados (Belalcázar *et al.*, 1995).

La humedad en la superficie del suelo y el nivel freático, especialmente en época seca, determinan el comportamiento de este pasto frente a las condiciones del clima. Los requerimientos de agua son elevados, aunque se ha observado que existe variabilidad entre los diferentes cultivares de esta especie (Belalcázar *et al.*, 1995).

### **Producción de forraje**

La producción de materia seca de los cultivares de *P. maximum* es variable y está condicionada por factores de clima, suelo, manejo, edad y madurez de la planta. En Montería - Turipaná, el pasto Guinea presentó un rendimiento de materia seca de acuerdo al ciclo de corte y nivel de fertilización, que varió desde 9.5 t/ha en el segundo ciclo con fertilización 0 hasta 57.8 y 55.4 t/ha en el primero y segundo ciclo de fertilización, respectivamente con 400 kg de N/ha, Tabla 2.13. Generalmente las producciones de MS de los *P. maximum* son superiores a los *Brachiarias*.

### **Valor nutritivo y producción animal**

Como en la mayoría de las gramíneas la calidad disminuye con la edad; la proteína cruda varía de 21% a las 2 semanas de rebrote hasta 5.5% con cortes a los 3 meses; en promedio el porcentaje de proteína se encuentra en 14%. La disminución en la calidad nutritiva de este pasto es más acentuada en la época seca. La disponibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) es alta, en comparación con otras gramíneas tropicales; en promedio es de 70% con pequeñas fluctuaciones

**Tabla 2.13.** Rendimiento promedio por ciclo del *Panicum maximum* (t/ha de forraje seco), según dosis y frecuencia de aplicación de nitrógeno (N). CNIA – Turipaná.

Frecuencia de aplicación de Nitrógeno (N)	Dosis	Ciclos*		Promedio
		1	2	
Cada corte	0	18.3	9.5	13.4
	25	25.3	21.1	23.2
	50	31.3	29.7	30.5
	100	49.7	47.6	48.6
	200	57.6	56.4	57.0
Cada dos cortes	0	17.6	10.3	13.9
	50	29.0	29.5	29.2
	100	33.3	38.1	35.7
	200	47.5	49.0	48.2
	400	57.8	55.4	56.6
Cada tres cortes	0	17.7	10.4	14.0
	75	24.1	20.9	22.5
	150	37.4	34.2	35.8
	300	46.7	47.1	46.9
	600	53.7	51.9	52.8

Fuente: ICA. 1979. \*Cada ciclo consta de 6 cortes.

entre épocas lluviosa y seca (Belalcázar *et al.*, 1995). Como resultado del alto valor nutritivo de esta especie, es posible obtener con ella una alta productividad animal.

## Plagas y enfermedades

No se conocen plagas o enfermedades de importancia económica que afecten a esta especie. No obstante, en América tropical se han observado dos enfermedades fungosas que atacan esta graminéa: el carbón causado por *Tilletia ayresii* y la mancha solar producida por *Cercospora fusimaculans*. En Brasil se encontró que algunas variedades de *P. maximum* son susceptibles al ataque de salivazo, pero el cultivar Makueni presentó mayor tolerancia al insecto que otros cultivares (Belalcázar *et al.*, 1995).

## Propagación

Como la mayoría de las gramíneas puede establecerse con semilla o material vegetativo.

- Cuando se usa semilla, la siembra se hace al voleo y se utilizan entre 10 y 12 kg/ha de semilla clasificada con una germinación mínima de 20% y un mínimo de pureza de 70% (Belalcázar *et al.*, 1995). Para garantizar un buen establecimiento de este pasto en las zonas de vega en el piedemonte llanero, el suelo se debe preparar con suficiente anticipación para controlar malezas y asegurar la descomposición de la materia orgánica. Se recomienda iniciar la preparación del terreno al final de la época de lluvias y una rastrillada días antes de la siembra. No obstante, la intensidad de preparación del suelo dependerá de la textura del suelo y el tipo de material de siembra.

- Cuando se emplea material vegetativo, la superficie del suelo puede quedar rugosa o con algunos terrones; pero la siembra con semillas requiere una superficie rugosa sin excesiva preparación y bien nivelada, para evitar el encharcamiento del suelo y pérdida de semilla por escorrentía (Belalcázar *et al.*, 1995).

## 8.2. *Panicum maximum* cv. Tanzania

El germoplasma de esta especie fue importada de Costa de Marfil (África), por parte de Embrapa Ganado de Carne (Jank *et al.*, 1994), quienes evaluaron 25 accesiones de *Panicum maximum* superiores, en una red de ensayos regionales, de los cuales ocho fueron evaluados con animales en pastoreo; sobresaliendo el cultivar (cv) Tanzania por el buen comportamiento animal, resultando en la liberación del mismo en Brasil en 1990 por la Empresa brasilera de investigación Pecuaria de Brasil, EMBRAPA. (EMBRAPA, 1990).

Se desarrolla bien en suelos de fertilidad alta y con buen drenaje; con precipitación anual superior a 800 mm y hasta los 1.800 msnm. Es una planta exigente en fósforo y potasio, especialmente en la fase de establecimiento, o sea que requiere suelos naturalmente fértiles o después de las rotaciones de cultivos. La franja de buen comportamiento de la gramínea está entre 45 y 50% de saturación de bases en el suelo. Su tolerancia a la sequía es buena (EMBRAPA, 1990).

### Producción de forraje

Este cultivar en parcelas bajo corte produjo 26 t/ha de hojas con 10% de esa producción en el período seco (Embrapa Ganado de Carne, 1990).

En un experimento llevado a cabo en Tegucigalpa (Honduras), con altura de 80 msnm, temperatura promedio de 24° C y precipitación anual de 1100 mm, en un suelo fuertemente ácido y alto contenido de materia orgánica, se hallaron rendimientos de 1.57 t.MS/ha para el pasto Tanzania; considerada baja en relación al pasto Tobiata (1.99 t. MS/ha). En el mismo estudio se consideró la producción de MS de los cultivares en respuesta a la fertilización con dosis crecientes de nitrógeno; encontrando una relación directa entre la fertilización nitrogenada y producción de MS, siendo la máxima producción obtenida para el cv. Tanzania (2.07 t/ha ) cuando se aplicó 350 kg/ha de nitrógeno, (Martínez, 2001).

Pérez (2003) en el Centro de Investigaciones de Carimagua-Corpoica (Colombia), a 150 msnm, precipitación anual de 2.420 mm y temperatura media de 26° C; en una sabana isohipertermica bien drenada con suelos de franco arcillosa a franco arenosa, de baja fertilidad, clasificado como un oxisol, encontraron que pasto Tanzania en monocultivo y bajo pastoreo presentó una oferta de forraje seco 1.15 t/ha en época de lluvias y de 1.26 t/ha en época seca, con cortes cada 28 días; cuando se asocio con kudzu tropical, la producción de forraje fue de 1.26 t/ha en época de lluvia y de 0.9 t/ha en época seca.

### Valor nutritivo y producción animal

El Pasto Tanzania se caracteriza por una alta palatabilidad y calidad de forraje con contenidos de proteína cruda de 16% (Embrapa Ganado de Carne, 1990). En un estudio realizado por Verdecia *et al.* (2005), en una finca perteneciente a la región oriental (Cuba) en los dos periodos del año; observaron que durante el período lluvioso, la composición química y la digestibilidad (la proteína bruta y la digestibilidad de la materia seca y orgánica) del *Panicum maximum* cv. Tanzania,

disminuyeron con la edad de la planta; se aprecian los mejores valores de la proteína bruta a los 30 días con 11.62% y los más bajos a los 105 días con 5.31%. La digestibilidad de la materia seca y orgánica presentó su mejor comportamiento a los 30 días con 63.5 y 68.74% y el peor a los 105 días con 49.83 y 51.86%.

En el Centro de Investigaciones de Carimagua-Corpoica, Colombia (Pérez, 2003), reporta que el pasto Tanzania durante el verano presenta 6.3% de PC, fibra detergente neutro (FDN) de 66.4% y una degradabilidad de 62.5% considerándose como moderada; en la época de lluvia el % PC incrementa a 8.8%, la FDN se mantiene en 64.9% y degradabilidad de 65.5%. En praderas asociadas con kudzú, en época seca la gramínea presentaba una PC de 6.7%, FDN de 67.4 y 67.8% de degradabilidad; durante el invierno la asociación reporto para la gramínea valores de PC de 10.2%, FDN de 64.6% y 64.6% de degradabilidad

### Plagas y enfermedades

El pasto Tanzania presenta mayor resistencia al salivazo de las pasturas, de los géneros *Deois* y *Notozulia*, cuando son comparados con los pastos *Coloniao*, *Tobiata* y *Mombaza*; no presenta otras plagas o enfermedades de importancia económica (EMBRAPA, 2000).

### Propagación

Para el establecimiento del pasto Tanzania, se recomienda usar 1.8 kg/ha de semillas puras viables, a una profundidad de 2 a 4 cm seguida de leve compactación (EMBRAPA, 2000).



Figura 2.11. *Panicum maximun* cv. Tanzania.

## Producción animal

Con el pasto Tanzania, evaluado durante tres años en pastoreo contínuo en las condiciones de áreas recién formadas en Campo Grande (Brasil) y sin fertilización de mantenimiento, se alcanzaron ganancias de peso diario (GDP) de 720 g/animal/día en época de lluvias y de 240 g/animal/día en el período seco. Cuando fue evaluado posteriormente con el cv. Mombaza y cv. Massai, con fertilización de mantenimiento anual de 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 kg/ha de N, se obtuvieron ganancias de peso individual de 615 g/animal/día en época de lluvias y 140 g/animal/día en época seca, Tabla 2.14. Cuando la fertilización fue elevada a 100 kg/ha de N produjo 120 kg más de peso vivo/ha/año (Euclides *et al.*, 2000).

**Tabla 2.14.** Ganancia diaria de peso por animal, carga animal y productividad en peso vivo en cultivares de *P. maximum*.

Gramínea	Época seca		Época lluviosa		Producción de carne
	Kg/animal/día*	Kg/animal/ha*	Kg/animal/día*	Kg/animal/ha*	Kg/ha/año
Tanzania	0.140	1.66	0.615	5.22	725
Mombaza	0.130	1.69	0.570	5.35	700
Massai	0.010	1.99	0.400	5.72	620

Fuente: Euclides *et al.*, 2000 \* Novillos de 250 kg en promedio

Pérez (2003) en el Centro de Investigaciones de Carimagua-CORPOICA (Colombia) reportó que el pasto Tanzania en pastoreo rotacional con bovinos machos de raza cebú comercial, permitió ganancias de peso promedio de 417.5 g/animal/día y 304.8 kg/ha/año con una carga de 2 animales/ha; en praderas asociadas con Kudzú se encontró rendimientos de 500 g/animal/día y 574.1 kg/ha/año, Tabla 2.15.

**Tabla 2.15.** Productividad animal en praderas de *B. brizantha* y *P. maximum* en un oxisol franco-arcilloso de la altillanura. C.I. Carimagua. 2001-2003.

Pradera	Carga animal UGG/ha*	Ganancia de peso	
		g/animal /día	kg/ha/año
<i>Bracharia brizantha</i> CIAT 16121	1.85	332	224
<i>Bracharia brizantha</i> CIAT 26318	2.15	328	257
<i>Bracharia brizantha</i> cv Toledo	2.5	302	275
<i>Panicum maximum</i> CIAT 36000	3.2	356	416
<i>Panicum maximum</i> cv Tanzania	2.0	417	304

Fuente: Pérez O., 2003. \* UGG= 350 kg.

### **8.3. *Panicum maximum* cv. Mombaza**

Este cultivar (cv) también llamado guinea mejorado, fue liberado en 1993 por EMBRAPA Ganado de Carne (EMBRAPA, 1994). El germoplasma de esta especie fue importada de Costa de Marfil (África), por EMBRAPA Ganado de Carne (EMBRAPA, 2004).

#### **Características agronómicas**

El cultivar Mombaza se adapta bien a suelos con buen drenaje y fertilidad alta, aunque es capaz de soportar períodos cortos de encharcamiento y tolera la sequía. Crece bien hasta los 800 msnm, con promedio de precipitación superior a los 1300 mm anuales. Los requerimientos y recomendaciones en fertilidad, son similares a los del pasto Tanzania, sin embargo el pasto Mombaza es más eficiente en la utilización de fósforo, presentando mayor producción de MS y de hojas en igualdad de condiciones (EMBRAPA, 2004).

#### **Producción de forraje**

En parcelas evaluadas bajo corte el pasto Mombaza produjo 33 t.MS foliar/ha/año, bajo condiciones de Campo Grande, equivalente a 28% más que el pasto Tanzania. La estacionalidad de la producción es similar al Tanzania, así un 11% de la producción anual ocurre durante el período seco (EMBRAPA, 1994).

En un ensayo de variedades de gramíneas bajo pastoreo, en Mercedes (Argentina), sobre un suelo de la Meseta Central, de orden molisol, textura: franco arcillosa, alta acidez (pH: 5,0) y bajo fósforo (2-3 ppm.); se encontraron rendimientos de superiores a 10 t.MS/ha en los tres cortes para el pasto Mombaza (INTA, 2008).

El otro estudio llevado a cabo en el Campo Experimental Chetumal del INIFAP en Quintana Roo, a 10 msnm, con temperatura promedio de 27°C y precipitación promedio anual de 1.200 mm, suelos luvisoles crómicos, caracterizados por su buen contenido de materia orgánica (5.6%), se reportaron rendimientos de MS para el pasto Mombaza de 6.3 t/ha a las 12 semanas siendo superado solo por el pasto Tanzania con 6.5 t/ha. En el mismo estudio se evaluó el efecto de la época del año en la producción de MS, evidenciando una fuerte baja en la época seca con 1 t.MS/ha. (Sosa *et al.*, 2008).

#### **Valor nutritivo y producción animal**

Es considerada como una especie con un buen contenido de PC con hasta 13.4% en hojas, sin gran variación anual (EMBRAPA Ganado de Carne, 1994). El comportamiento animal del cv. Mombaza, presenta una capacidad de carga superior a la del cv. Tanzania (5.35 vs. 5.22 animales/ha en época de lluvias y 1.69 vs 1.66 animales/ha en época seca) y una ganancia de peso por animal inferior (570 vs. 615 g/animal/día en época de lluvias y 130 vs 140 gr/animal/día en época seca); sin embargo dada la alta producción de forraje seco hace que la producción animal/ha sea semejante a la del pasto Tanzania (725 vs. 700 kg/ha/año) (Euclides *et al.*, 2000).

#### **Plagas y enfermedades**

Presenta resistencia moderada a salvazo, inferior que la del pasto Tanzania. No presenta otras plagas o enfermedades de importancia económica (EMBRAPA, 2000).



Figura 2.12. Pastoreo de pasto Mombaza en la altillanura.

## ► Propagación

Las recomendaciones de establecimiento son similares a las del pasto Tanzania.

### 8.4. *Panicum maximum* cv. Massai

El cultivar Massai es un híbrido espontáneo entre *Panicum maximum* y *Panicum infestus* producido por EMBRAPA y asociados en 2001 (EMBRAPA, 2001).

Requiere de niveles medios a altos en fertilidad de suelo; crece bien hasta los 2300 msnm, con precipitaciones promedio anuales de más de 750 mm. Estudios previos realizados han demostrado que la variedad Massai presenta una mejor cobertura del suelo en comparación a las variedades Tanzania-1 y Mombaza (Euclides *et al.*, 2000). Así mismo, tiene una gran ventaja con respecto a todos los materiales provenientes del *Panicum maximum*, ya que no sólo puede adaptarse a suelos con un pH cercano a 5,5, sino que además puede soportar niveles más bajos de fósforo que los tradicionales, lo que incide en una mayor producción de parte aérea y raíces en suelos aún con alta concentración de aluminio. Por ser menos exigente a la fertilidad del suelo, requiere de menos fertilización que las variedades tradicionales. Sin embargo, aunque el cultivar Massai se adapta y persiste en una amplia faja de textura de suelos, comparada con otros cultivares, su desempeño y persistencia también es mejor en suelos de textura mediana y arcillosa. Tiene buena tolerancia a la sequía y baja a encharcamientos (EMBRAPA y MAPA, 2002).

## Producción de forraje

Posee una producción media de materia seca de hojas de 15.6 t/ha/año. En Campo Grande (Brasil), con pastoreo rotacional con 7 días de uso y 35 días de descanso, produjo 25 t.MS/ha, del cual el 70% se produjo en época de lluvias (EMBRAPA, Ganado de Carne, 2001). Jank (1995), encontró rendimientos de 16 t.MS/ha.

## Valor nutritivo y producción animal

Se le atribuye a esta planta de solo 60 cm de altura una capacidad alta para emitir hojas con contenidos de PC promedio de 12.5%, en un 30% que otros cultivares. En Campo Grande (Brasil), con pastoreo rotacional con 7 días de uso y 35 días de descanso, se encontraron contenidos de PC de 9.7% y digestibilidad de 55%, sin grandes variaciones a lo largo del año. El pasto Massai presenta menores ganancias de peso que otros cultivares probablemente debido a un menor valor nutritivo (Lemp *et al.*, 2000).

Presenta buena ganancia de peso en comparación con el Marandú. El comportamiento animal del Massai, en condiciones de Campo Grande (Brasil), con pastoreo rotacional con 7 días de uso y 35 días de descanso, soportó mayor carga animal (1.99 animales/ha en época seca y 5.72 animales/ha en época de lluvias) que los pastos Tanzania y Mombaza. Sin embargo, las ganancias de peso vivo en el verano fueron muy bajas con 10 g/animal/día, mientras en el invierno la producción subió a 400 g/animal/día, llegando a ser una ganancia sobresaliente; la producción de carne fue de 620 kg/ha/año, siendo una ganancia anual cercana a la de los pastos Tanzania y Mombaza (725-700 kg/ha/año respectivamente), indicando una buena opción para la producción (Euclides *et al.*, 2000).

## Plagas y enfermedades

Sobresale por su alta resistencia al mión de los pastos o salivazo, siendo superior al de los pastos Tanzania y Mombaza. No presenta otras plagas o enfermedades de importancia económica (EMBRAPA, 2000).

## Propagación

Para el establecimiento de este cultivar se recomienda usar 2 kg/ha de semillas puras viables a una profundidad de 2 cm, seguida de una leve compactación (EMBRAPA Ganado de Carne, 2001).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Alta producción de biomasa
- Calidad nutricional media a alta
- Buena calidad de la semilla
- Fácil asociación con leguminosas
- Mejores respuesta en producción animal

### Desventajas

- Exigente en fertilidad de suelos
- Susceptible a humedad
- Susceptible plagas y enfermedades

# LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE PASTOREO

Las leguminosas son plantas angiospermas, existen aproximadamente 18000 especies distribuidas entre numerosos árboles, arbustos y plantas herbáceas algunas de ellas son fuente importante en la alimentación animal, (Binder, 1997). En Colombia se agrupan 23 géneros con 73 especies; este orden botánico tiene una marcada trascendencia ya que en asocio con las gramíneas son los grupos de vegetales que dotan al hombre del mayor número de plantas útiles para sus actividades cotidianas.

Según Box (1961), las leguminosas son importantes en la alimentación animal ya que estas producen gran cantidad de forrajes ricos en proteínas de buena digestibilidad siendo una característica principal de esta planta, además poseen alto contenido de calcio, fósforo y vitamina A y D. Un factor importante de ellas es su efecto benéfico sobre algunas características del suelo, especialmente como fijadoras de nitrógeno atmosférico, comportándose como una fuente económica de incorporación de nitrógeno.

## MORFOLOGÍA DE LAS LEGUMINOSAS

Son plantas de hoja ancha, compuestas o bicompuestas de forma variada, lanceolada, ovalada, redondeada y pinada, etc. Con disposición alterna o compuesta (trifoliadas), con nervaduras distribuidas de manera desuniforme en toda la hoja; tallo herbáceo o leñoso a veces trepador con nudos y entrenudos visibles, raíz pivotante y profunda tienen la propiedad de fijar nitrógeno del aire mediante la intervención de bacterias específicas llamadas *Rhizobium*, un bacilo Gram negativo que vive independientemente o en simbiosis. La planta al utilizar el nitrógeno atmosférico y fijarlo en el suelo lo hace disponible para su nutrición y crecimiento; también este nitrógeno puede ser utilizado por plantas asociadas, generalmente las gramíneas, las cuales son hábiles para asimilar el nitrógeno fijado por las leguminosas.

Las leguminosas pueden ser anuales, bianuales o perennes, con inflorescencia generalmente en racimo, flores hermafroditas con polinización natural cruzada, con corola de cinco pétalos. Su fruto seco, en vaina o legumbre; las vainas tienen diferente forma, algunas son dehiscentes y se abren por el calor, otras no se abren y se requiere que se pudran o se abran por la mano del hombre. La semilla se presenta en dos cotiledones con embrión bien desarrollado; en algunas ocasiones la testa o corteza es dura e impermeable.

La clasificación botánica de las leguminosas es:

- Reino: Vegetal
- Subreino: Embryophyta
- División: Tracheophyta
- Subdivisión: Spermopsida
- Clase: Angiospermae
- Subclase: Dicotyledonae
- Orden: Leguminosae
- Familia: Mimosaceae: leñosas, estambres coloreados formando la borla.
- Cesalpiniaceae: leñosas
- Papilionaceae: (Fabaceae): herbáceas o leñosas. Corola amariposada.

## 1. *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth NOMBRE COMÚN: KUDZÚ TROPICAL, KUDZÚ

Nativa del este y sureste de Asia, Malasia e Indonesia. Se adapta bien a regiones tropicales desde el nivel del mar hasta 2000 msnm, con más de 1500 mm de precipitación (Belalcázar *et al.*, 1995).

El Kudzú crece bien en suelos con pH entre 4 a 5.5, no tolera los salinos, pero tiene alguna capacidad para soportar condiciones de inundación. Se adapta bien a inceptisoles de mediana a baja fertilidad. Sin embargo, prefiere suelos estructuralmente estables, principalmente cuando se maneja bajo pastoreo, debido al daño producido a los tallos por los animales en suelos que se vuelven plásticos en condiciones de alta humedad, lo que es equivalente a que no tolera sobrepastoreo en suelos pobremente drenados. Aunque en condiciones tropicales se adapta hasta los 2000 msnm, en regiones tropicales húmedas de Colombia se ha observado que a alturas superiores a 800 m desaparece, posiblemente debido a la baja radiación solar (Belalcázar *et al.*, 1995).

### Producción de forraje

En San José del Guaviare, la producción de materia seca en tres frecuencias de corte (6, 9 y 12 semanas) varió entre 5 y 6 t/ha por año. Bajo corte el rendimiento de MS es superior a 10 t/ha/año. Responde bien a aplicaciones de fósforo (P), particularmente en suelos ácidos, donde con dosis de 50 kg/ha se han alcanzado producciones de 8 a 9 t.MS/ha (Belalcázar *et al.*, 1995). El Kudzú se asocia bien con especies de crecimiento erecto y decumbente; en el piedemonte llanero hay buenas experiencias de su asociación con *P. maximum*, *B. brizantha* cv. La Libertad y *B. dictyoneura* cv. Llanero, entre otros. En suelos de mayor disponibilidad de elementos esenciales y menos ácidos se puede asociar con *Hyparrhenia rufa* (Belalcázar *et al.*, 1995).

La persistencia del Kudzú depende de su manejo y asociación. Las asociaciones más estables se obtienen cuando se siembra con *Brachiaria* en franjas separadas. Esto asegura un buen establecimiento de ambas especies, específicamente de la leguminosa (Belalcázar *et al.*, 1995).

### Valor nutritivo y producción animal

Su valor nutritivo es alto en términos de contenido de proteína (15-23% en la materia verde), es medio en términos de digestibilidad de la materia seca (49 a 74%) (Belalcázar *et al.*, 1995). La Tabla 2.16 muestra las características nutricionales del Kudzú.

En Carimagua, altillanura colombiana, una asociación de Kudzú + *Andropogon*, produjo ganancias de peso de 500 a 600g/animal/día con cargas de 2 a 2.5 animales/ha en época de lluvias y entre 1 y 1.4 animales/ha en época seca; de esta manera la ganancia de peso vivo por animal/año varía entre 200 y 225 kg y la producción de carne/ha entre 350 y 400 kg/año (Belalcázar *et al.*, 1995). En el C.I. La Libertad, piedemonte de los Llanos Orientales, *B. brizantha* asociada con *P. phaseoloides*, manejados en pastoreo alterno y carga fija de 3 animales/ha produjo ganancias diarias de 472 y 518 g/animal/día en época lluviosa y seca respectivamente (Belalcázar *et al.*, 1995).

**Tabla 2.16.** Composición nutricional promedio de algunas leguminosas

Leguminosas	Humedad (%)	PC (%)	FC (%)	CEN (%)	EE (%)	ENN (%)	EB (kcal.kg)
Kudzú	73.4	15.2	29.0	7.18	3.12	37	
Leucaena	10.5	21.6	12.0	8.6		45	3986
Mataratón	14.4	21.0	22.8	10.0			3645

PC: proteína cruda; FC: fibra cruda; CEN: Ceniza; EE: Extracto etéreo; ENN: Extracto no nitrogenado; EB: energía bruta.

Fuente: Cardona *et al.*, 2002.

## Plagas y enfermedades

En Colombia no existen plagas de importancia económica que ataquen el Kudzú. Se presentan ataques pasajeros de medidores y otros comedores de hojas, pero de bajo efecto en cuanto la producción de la pastura (Belalcázar *et al.*, 1995).

## Propagación

Kudzú se reproduce por semilla. Cuando se establece sola como banco de proteína se siembran de 4 a 6 kg/ha. Si se establece con asociación se utilizan en promedio 3 kg de semilla/ha (Belalcázar *et al.*, 1995).



**Figura 2.13 y 2.14.** Leguminosa forrajera Kudzú tropical en monocultivo y asociada con *Brachiaria decumbens*

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Calidad nutricional media - alta
- Buena calidad de la semilla
- Fácil asociación con gramíneas
- Mejora las respuestas en producción animal

### Desventajas

- Mediana persistencia en la asociación
- Suelos de mediana fertilidad

## 2. *Arachis pintoi* (Krapovickas y Gregory). NOMBRE COMÚN: MANÍ FORRAJERO PERENNE

El género *Arachis* pertenece a la tribu Aeschynomeneae de las leguminosas – Fabaceae. Las especies de *Arachis* son originarias de América del Sur, de la región comprendida entre el este de los Andes, el sur del Amazonas y el norte de la Plata. Fue recolectado en abril de 1954 por Gerardo C. P. Pinto (Valls, 1995). Entre el 1976 y 1978 se introdujo a los Llanos Orientales de Colombia, destacándose la accesión CIAT 17434 denominada “maní forrajero perenne” (Rincón *et al.*, 1992).

*Arachis pintoi* presenta buena adaptación a los suelos ácidos, su máximo crecimiento parece limitarse cuando el pH es inferior 5.4. La adaptación a los suelos de baja fertilidad se relaciona con el mantenimiento de la actividad fotosintética por unidad de área foliar. Posee una sorprendente capacidad de absorber fósforo en suelos con bajo contenido de este, y

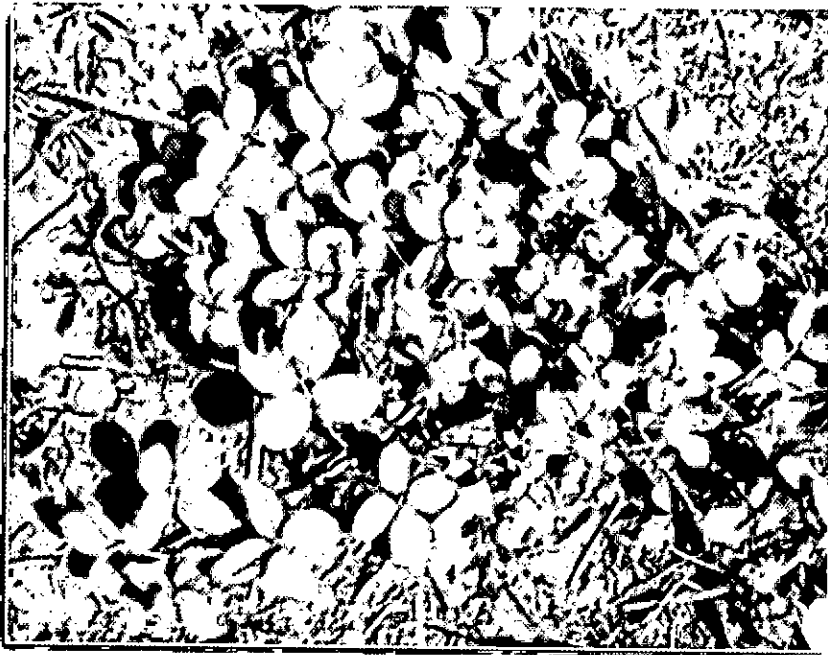


Figura 2.15. Maní forrajero en fase de establecimiento.

posiblemente es su mejor estrategia para competir con las gramíneas cuando se asocia con ellas (Rao, 1995).

Es una especie perenne de germinación epígea, rastrera y estolonífera, que alcanza una altura entre 20 - 40 cm. Su raíz pivotante supera los 60 cm de profundidad. Las hojas son alternas, compuestas de 4 folíolos ovoides de color verde claro a oscuro de 6 a 8 cm de largo y 5 a 7 cm de ancho. El tallo es ramificado, cilíndrico, ligeramente aplanado, con entrenudos cortos; llega a tener 1.5 m de largo, con producción abundante de raíces en los entrenudos. Presenta floración indeterminada y permanente debido a la respuesta neutra frente al fotoperíodo. El factor limitante de la floración es el contenido de humedad en el suelo (Rincón *et al.*, 1992).

El fruto es una vaina, clasificada como cápsula indehisciente, que contiene una sola semilla por cápsula, lo común es que a partir de cada carpóforo se forme, una sola cápsula a lo largo del carpóforo, aunque esporádicamente se pueden formar dos y difícilmente tres semillas (Rincón *et al.*, 1992).

### Producción de forraje

En la altillanura colombiana esta leguminosa ha alcanzado producciones hasta de 1.4 t.MS/ha por año, mientras que en el piedemonte llanero produce entre 3.8 y 5.5 t.MS/ha. La sequía prolongada afecta severamente su producción de forraje, sin embargo, con las primeras lluvias reinicia su crecimiento en forma vigorosa y la mayoría de la semilla presente en el suelo germina. En general, la producción de forraje de esta especie aumenta con el tiempo, y tiende a ser mayor cuando crece asociada con una gramínea. Por ejemplo, en Arauca, Orinoquia mal drenada, en el primer año produjo 1.2 t/ha de materia seca y en el segundo año la producción fue de 2.4 t/ha (Rincón *et al.*, 1992).



Figura 2.16. Maní forrajero con la formación de hojas, flores y raíces en los nudos.

## Valor nutritivo y producción animal

El maní forrajero tiene un alto valor nutritivo, en términos de proteína, digestibilidad, contenido de minerales y consumo por animal. El nivel de proteína cruda en las hojas varía entre 13 y 18% en las épocas seca y lluviosa, respectivamente. Los tallos contienen entre 9 y 10% de proteína en ambas épocas. La digestibilidad promedio de las hojas en la época seca es de 67% y en la época lluviosa es de 62%. En promedio el contenido de Ca es de 1.77% y el de P de 0.18%. (Rincón *et al.*, 1992).

Las gramíneas en asociación con esta leguminosa contienen más proteína. En la altillanura colombiana, *B. humidicola* solo contiene, en promedio, 3% a 6% de proteína, y en asociación con *A. pintoii* se incrementó al 9%, lo cual aumenta el consumo de forraje por los animales en pastoreo (Rincón *et al.*, 1992).

En el C.I. Carimagua se ha encontrado que la ganancia de peso vivo de los animales en pastoreo en *Brachiaria humidicola* solo y asociado con maní forrajero es similar en la época seca; sin embargo, en la época lluviosa la ganancia de peso vivo ha sido 46% mayor en la asociación, en comparación con la gramínea sola. En la asociación *B. dictyoneura* con *A. pintoii*, la ganancia de peso en la época lluviosa ha sido 30% mayor que en la gramínea sola (Rincón *et al.*, 1992).

En el piedemonte llanero, en pastoreo alterno y carga fija de 3 animales/ha, la ganancia anual de peso vivo/animal en pastizales solos y asociados con maní forrajero ha sido así: en *B. humidicola* 90 y 151 kg/animal y en *B. dictyoneura* de 131 y 181 kg/animal, respectivamente. En la asociación *B. brizantha* (cv. La Libertad) con maní forrajero, la ganancia anual de peso vivo/animal fue de 187 kg/animal. El potencial de producción de pastos asociados con *A. pintoii* es de 150 a 180 kg/animal y 400 a 600 kg/ha/año (Rincón *et al.*, 1992).

## Plagas y enfermedades

Aunque se han identificado varias enfermedades que atacan al maní forrajero, hasta ahora estas no han limitado su producción. Las más comunes son la Costra (*Sphaceloma arachidicola*), Mancha por cuña y pimienta (*Leptosphaerulina crassiasca*), Antracnosis (*Colletotrichum truncatum*) y mosaico por potovirus (Lemus y Lemus, 2004).

Los daños de ácaros son muy frecuentes en maní forrajero cultivado bajo cubierta. Las plagas más comunes que atacan esta leguminosa son los comedores de hojas como Crisomélidos y algunas larvas de lepidópteros, además de la hormiga Arriera (*Atta laevigata*). En CIAT, Palmira en condiciones de invernadero se encontró un fuerte ataque de *Cyrtomenus bergi* (Chinche de la yuca), en semillas de maní forrajero (Lemus y Lemus, 2004).

Las arvenses indeseables no son comunes en maní forrajero cuando se cultiva en asociación con gramíneas, son más frecuentes cuando se siembra en monocultivo; pero para evitarlas o contrarrestarlas hay que poner en práctica un control integrado de arvenses agresivas, empezando por una adecuada preparación del suelo para la siembra (Lemus y Lemus, 2004).

## Propagación

Produce abundante semilla subterránea, su potencial de producción es de 3 a 5 toneladas por hectárea (Ferguson *et al.*, 1992), y los tallos estoloníferos enraizan muy bien, lo que le garantiza alta persistencia en las praderas.

La siembra de *A. pintoii* puede hacerse por material vegetativo o por semilla. Sin embargo, la producción de semilla es costosa, por lo que el material vegetal representa una buena opción

para la siembra; utilizando este sistema, con 300 m<sup>2</sup> (equivalente a 0.5 - 0.6 toneladas de material vegetal) proporcionan el material suficiente para establecer 1 hectárea (Rincón *et al.*, 1992).

Cuando se utiliza semilla la dosis de siembra es de 7 a 8 kg/ha, si el maní forrajero se establece solo; cuando se establece en asociación con gramíneas, la dosis de siembra es de 3 - 4 kg/ha; se pueden sembrar al mismo tiempo la gramínea y la leguminosa, en un patrón de siembra 1:1, (una hilera de gramínea y una de leguminosa) ó 2:1 (dos hileras de gramínea x una de leguminosa). En praderas de gramíneas previamente establecidas, la leguminosa debe establecerse en franjas de 1 - 2 m de ancho cada 20 m aproximadamente (Rincón *et al.*, 1992). A diferencia de otras leguminosas el maní forrajero bajo pastoreo ha mostrado una buena persistencia en asociaciones, al mantener protegidos los puntos de crecimiento y poseer un gran número de estolones.

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Calidad nutricional media - alta
- Buena calidad de la semilla
- Fácil asociación con gramíneas
- Mejora las respuestas en producción animal
- Alta persistencia en asociación
- Buen consumo animal, altamente palatable
- Tolera alta humedad en el suelo

### Desventajas

- Exigente en suelos de calidad media de fertilización
- Altos costos de producción de semilla
- No soporta suelos arenosos y de baja fertilidad
- Presenta alta defoliación en época seca

## 3. *Desmodium heterocarpum* (L.) DC subsp. *ovalifolium* (Prain.) Ohashi NOMBRE COMÚN: DESMODIUM, MAQUENQUE

La subespecie *ovalifolium* es originaria del Asia Suroriental (Tailandia, Malasia, Indonesia y Vietnam) y fue introducido a Colombia en 1973 por el Centro Internacional de Agricultura Tropical, (Schultze-Kraft, 1997). El ecotipo CIAT 13651 fue liberado como cultivar (cv) Maquenque por el convenio de colaboración entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y el CIAT (Pérez *et al.*, 2002).

Este cultivar se adapta bien a un amplio rango de sitios, localizados entre 0 y 1300 msnm., con una precipitación anual superior a 2000 mm, no tolera períodos prolongados de sequía. La planta crece y produce semillas en una gran variedad de suelos, desde oxisoles de baja fertilidad en las sabanas y en el piedemonte de los Llanos Orientales y Amazonia, hasta ultisoles en laderas de Cauca y zona cafetera

La subespecie *ovalifolium*, es una planta, herbácea, perenne, de germinación epígea; con raíz pivotante, abundantes raíces secundarias y terciarias; las plantas en su estado adulto están consti-

tuidas por abundantes tallos semierectos y postrados que proporcionan una excelente cobertura. Los tallos postrados tienen la capacidad de enraizar a partir de los nudos principalmente en suelos sueltos y con buena humedad. Las plantas presentan dos tipos de hojas bien diferenciadas, unas enteras y otras trifolioladas, en estas últimas el foliolo central es más grande que los laterales; tanto los folíolos como las hojas enteras, pueden ser ovaladas u oval-acuminadas, son glabras, brillantes en el haz, de color verde oscuro; las inflorescencias son racimos terminales y axilares, sus flores varían de color púrpura a rosado; la semilla es de color amarillo, el peso de 100 semillas es de 0.20 g (Lemus y Lemus, 2004).

### Producción de forraje

La producción de esta especie en condiciones de la altillanura colombiana, fue de 0.9 t.MS/ha en cortes realizados a las 12 semanas de recuperación de las plantas en época de máxima precipitación y de 0.8 t.MS/ha en mínima precipitación, con la misma frecuencia de corte. En Carimagua (altillanura colombiana) con fertilización de mantenimiento que incluyó azufre, el *Desmodium* produjo 3.6 t/ha de MS en la época de lluvias y 1.5 t.MS/ha en la época seca (Lemus y Lemus, 2004).

### Valor nutritivo y producción animal

El valor nutritivo de *D. ovalifolium*, es moderado en comparación con otras leguminosas forrajeras tropicales; el contenido de proteína cruda (PC) es aceptable y varía entre 11 y 20%, la digestibilidad es baja entre el 45 y 50%. Lascano y Salinas (1982), encontraron que *D. ovalifolium* con fertilización completa que incluía azufre, mejoró la disponibilidad de forraje y el consumo por parte de los animales. El efecto positivo del azufre como fertilizante duplicó la producción de forraje pasando de 1.4 t/ha a 2.8 t/ha.



Figura 2.17. Leguminosa forrajera *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque

El *D. ovalifolium* se asocia muy bien en praderas con *Brachiaria humidicola*, permitiendo rendimientos de carne de 450 kg/ha/año y en praderas de *B. decumbens* 514 kg/ha/año (Pérez, 1997).

Las determinaciones realizadas en el laboratorio de Nutrición Animal de CORPOICA en el C.I. La Libertad indican que la concentración de PC en época lluviosa fluctúa entre 10 y 15%, Tabla 2.17.

**Tabla 2.17.** Contenido de proteína cruda (PC), minerales y degradabilidad de *Desmodium ovalifolium* en dos épocas del año. CORPOICA C.I. La Libertad (Meta, Colombia).

Época del año	Contenidos (% de la MS)					
	PC	Calcio (Ca)	Fósforo (P)*	Magnesio (Mg)	Azufre (S)*	Degradabilidad %
Verano	8 - 10	1.0	0.12	0.28	0.09	41.0
Invierno	10 - 15	1.5	0.12	0.28	0.09	57.0

Fuente: Laboratorio Nutrición Animal. CORPOICA, 2007. \*Contenidos bajos.

## Plagas y enfermedades

Entre los insectos plaga que afectan al *Desmodium*, principalmente en la fase de establecimiento del cultivo sin llegar a ocasionar daños económicos importantes, están las hormigas y los grillos. Las enfermedades causadas por el nemátodo de la agalla del tallo (*Pterotylenchus cecidogenus*) y la falsa roya (*Synchytrium desmodii*) pueden ocasionar severos daños (Lenné, 1985). Sin embargo, la alta producción de semilla que se acumula en el suelo favorece su rápida recuperación y persistencia. (Pérez *et al.*, 2002)

## Propagación

*Desmodium* se siembra por semilla en dosis de: 0.3 - 0.4 kg/ha en asociación con gramíneas forrajeras. Cuando se establece como planta de cobertura se utiliza 1.0 - 1.2 kg/ha. La semilla es de testa dura lo que hace que antes de la siembra debe someterse a escarificación con ácido sulfúrico durante 5 minutos y luego a enjuague abundante con agua limpia. Para la siembra el suelo debe prepararse bien porque la semilla es muy pequeña. En asociaciones se establece en surcos alternos con la gramínea; en praderas de gramíneas ya establecidas, se puede sembrar en hileras (surcos cada 2 - 3 m). Al voleo en mezcla con la gramínea es otra alternativa de siembra.

Si no hay semilla disponible se puede establecer por material vegetal (tallos con abundantes raíces) en pequeñas áreas, asegurándose que al momento de la siembra el suelo disponga de buena humedad. El desarrollo inicial después de la siembra, es lento, pero una vez se establece, presenta excelente cobertura (Lemus y Lemus, 2004).

Previa realización del análisis de suelos, en terrenos con pH muy ácido se debe aplicar 300 kg/ha de cal dolomita o su equivalente, en presiembra incorporada. Al momento de la siembra se aplican 20 - 30 kg/ha de fósforo (P), su equivalente en potasio (K) y 20 kg/ha de azufre (S). Como fertilización de mantenimiento, dependiendo del estado de la pradera, se aplica la mitad de la dosis de los fertilizantes aplicados en establecimiento (Lemus y Lemus, 2004).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Calidad nutricional media
- Buena calidad de la semilla
- Poca cantidad de semilla para su establecimiento
- Fácil asociación con gramíneas
- Mejora las respuestas en producción animal
- Mediana persistencia en asociación

### Desventajas

- No muy palatable
- Susceptible a plagas (nematodo)
- Por bajo consumo puede desplazar a la gramínea

## 4. *Stylosanthes capitata* Vog. NOMBRE COMUN: CAPICA

*Stylosanthes capitata* es originaria de América del Sur y se ha encontrado especialmente en la región de los Llanos occidentales de Venezuela y los Cerrados de Brasil. Los ecotipos del Brasil son, por lo general, de floración más tardía que los de Venezuela y por lo tanto más productivos durante el verano (ICA, 1983).

Prefiere climas con una precipitación anual superior a 1.500 mm y hasta 2.500 mm y no más de 4 meses de sequía. En el trópico crece bien desde el nivel del mar hasta 1400 msnm; se desarrolla bien en suelos ácidos (pH 5.0), bien drenados y de textura liviana (franco - arenosos a arenosos).

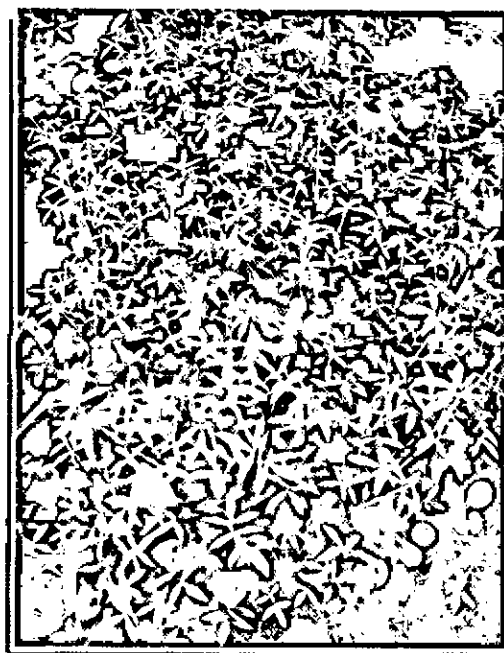
Es una leguminosa bianual de tallos erectos, cilíndricos y ramificados, producen un buen número de hojas trifolioladas con folíolos oblongos a elípticos de unos 30 mm de largo y 15 mm de ancho. La raíz principal es pivotante y profunda y tiene abundantes raíces laterales finas donde se localizan la mayoría de los nódulos. Las flores son abundantes y se presentan en forma de capítulos terminales, el color de las flores es amarillo brillante, parecido al azufre (ICA, 1983). En los Llanos orientales el Capica comienza a florecer a partir de septiembre, encontrándose diferencias entre ecotipos.

### Producción de forraje

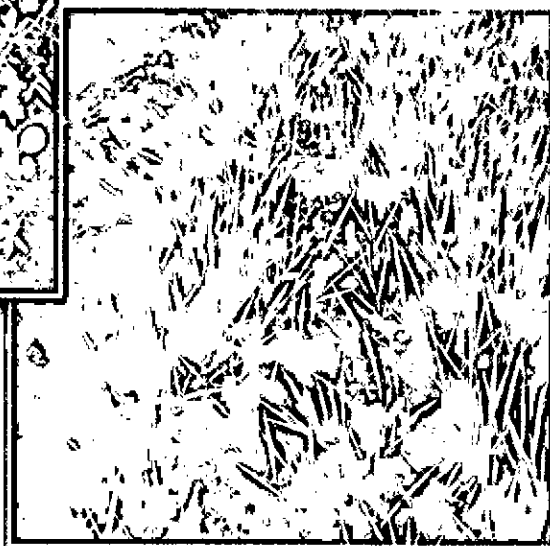
Los resultados de evaluaciones efectuadas en la Orinoquia colombiana, muestran que esta leguminosa se adapta bien a las condiciones de la Altillanura bien drenada en donde se han obtenido producciones de 1.500 – 2.000 kg.MS/ha con corte a las nueve semanas en la estación lluviosa, y de 200 a 300 kg.MS/ha en época seca (ICA, 1983). En Carimagua en pruebas de pastoreo asociado con pasto Carimagua 1, después de tres años de pastoreo, la producción de forraje fue de 3000 kg/ha (ICA, 1983).

### Valor nutritivo y producción animal

En la altillanura colombiana, durante un tercer año de pastoreo continuo en una asociación de Capica con pasto Carimagua, con una carga de un animal/ha en invierno, se obtuvo ganancias de



**Figura 2.18.**  
Leguminosa forrajera  
Capica en suelos franco  
arenosos de la altillanura.



**Figura 2.19.**  
Leguminosa Capica  
asociada con  
pasto Braquiaria  
en la altillanura.

peso vivo de 170 - 200 kg/ha, que representó un aumento del 50% al alcanzado por pastizales de pasto Carimagua solo. El contenido de proteína cruda en hojas de Capica oscila entre 12 - 18%; la disponibilidad *in vitro* de la materia seca (DIMVS) es 55 - 60%; el contenido de calcio (Ca) oscila entre 0.9 - 1.0% y el fósforo (P) entre 0.12 - 0.18% (ICA, 1983).

Se asocia bien con varias gramíneas, dependiendo de la fertilidad del suelo. En suelos ácidos de la altillanura colombiana crece bien en asociación con *Andropogon gayanus* en suelos francos y franco - arcillosos; en el mismo ecosistema en suelos arenosos y arenoso-francos se asocia bien con *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria dictyoneura*. En suelos de mediana fertilidad con buen drenaje se asocia bien con *Panicum maximum* y en suelos que no tengan problemas con aluminio (Al) intercambiable se puede asociar con *Hyparrhenia rufa* (Lemus y Lemus, 2004).

## Plagas y enfermedades

El *S. capitata* es afectado por *Caloptilia sp.*, conocida comúnmente como Barrenador del tallo, es una plaga de importancia y puede llegar a ocasionar ataques de consideración. Otra plaga de importancia para esta especie es *Stegasta bosquella* "perforador de botones florales" y como plaga de segunda importancia está *Apion sp.*, que también es un perforador de botones florales, (Lemus y Lemus, 2004).

## Propagación

En siembras con semilla (escarificada), se recomienda utilizar de 2 a 3 kg/ha y sin escarificar de 4 - 6 kg/ha. Cuando el Capica se establece solo y en asociación con gramíneas son suficientes de 600 a 800 g/ha de semilla. Las asociaciones bien establecidas con gramíneas, no presentan problemas con especies arvenses indeseables. Para la siembra, el terreno se debe preparar muy bien porque la semilla es pequeña, por lo tanto la preparación debe hacerse en forma convencional, consistente en un pase de arado de cincel, y dos de rastra. Esta es de color amarillo a café oscuro, el peso de 100 semillas es de 0.23 g (ICA, 1983).

Aunque *S. capitata*, puede crecer en terrenos de baja fertilidad; dependiendo del análisis de suelos y en particular en suelos ácidos es necesario aplicar en presiembra incorporada 200 kg/ha de cal dolomita; al momento de la siembra aplicar por hectárea 50 kg de fósforo (P) y 50 kg de potasio (K) y transcurridos 30 a 45 días después de la siembra adicionar 10 a 15 kg de azufre (S). En suelos arenosos responde favorablemente a la fertilización con micronutrientes: zinc (Zn) 5 kg/ha; cobre (Cu) 2 kg/ha, boro (B) 1 kg/ha, manganeso (Mn) 5 kg/ha y molibdeno (Mo) 0.2 kg/ha. Transcurrido un año del establecimiento, es conveniente revisar el estado de fertilidad del suelo y hacer una fertilización de mantenimiento (ICA, 1983).

## Consideraciones generales

### Ventajas

- Buena calidad y consumo
- Alta producción y buena calidad de la semilla
- Buen desarrollo en suelos arenosos
- Rápida germinación

### Desventajas

- Planta bianual
- Enanismo de planta
- Poca persistencia en la pradera

## Bibliografía

- Argel, P.J.; Hidalgo, C. y Lobo, Di P.M. 2000. Pasto Toledo (*Brachiarias brizantha* CIAT 26110). Gramíneas de crecimiento vigoroso con amplio rango de adaptación a condiciones de trópico húmedo y subhúmedo. Consorcio Tropileche: CATIE, CIAT, ECAG, MAG, UCR. Bol. Tec. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). 18 p.
- Argel, P.; Miles, J.; Guiot, J. y Lascano, C. 2006. Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061): Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2005. Boletín. 28 p.
- Argel, P.; Miles, J.; Guiot, J.; Cuadrado, H. y Lascano, C. 2007. Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087): Gramínea de alta calidad y producción forrajera, resistente a salivazo y adaptada a suelos tropicales ácidos bien drenados. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 22 p.
- Belalcázar, D. J.; Lemus, L. H. y Duran, C.V. 1995. Especies forrajeras tropicales de interés para pasturas en suelos ácidos de Colombia. CIAT. Cali, Valle, Colombia.
- Casasola, F.R. 1998. Efecto de la humedad del suelo sobre la anatomía y morfología de cuatro introducciones de *Brachiaria* spp. Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Sede del Atlántico. 65 p.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 1995. Informe anual. Grupo Regional Pecuario. Centro de Investigaciones La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2007. Base de Datos Laboratorio de Nutrición Animal. C. I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2001. Red Colombiana de *Brachiaria*. Resumen de logros 1995-2000. Convenio Fondo Nacional del Ganado (Fedegan), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (Manuscrito).
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2005. Annual Report 2004. Project IP-5. Tropical Grasses and legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use. 217 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2006. Annual Report 2005. Project IP-5. Tropical Grasses and legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use. 217 p.
- Cuesta, P. y Pérez, R. 1987. Pasto La Libertad *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Staff. Boletín técnico No. 150. ICA, Villavicencio, Colombia. 16 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Investigación Pecuaria) Gado de Corte. 1990. Capim Tanzania I. Uma opção para a diversificação das pastagens. EMBRAPA Gado de corte. 6p. (Embrapa Gado de corte, folder).
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Investigación Pecuaria) Gado de Corte. 1994. Mombaca: *Panicum maximum*. Embrapa Gado de Corte. 6p. (EMBRAPA Gado de corte, folder).
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Investigación Pecuaria) Gado de Corte, 2001. Campim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. Cot No. 69, Novembro, s/p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Investigación Pecuaria) – Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento (MAPA). 2002. Catálogo de productos e servicios.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Investigación Pecuaria) Gado de Corte, 2004. Mombaca: *Panicum maximum*. Embrapa Gado de Corte
- Euclides, V.P.B.; Macedo, M.C.M.; Valério, J.R.; Bono, J.A.M. 2000. Cultivar Massai (*Panicum maximum*) uma nova opção forrageira: características de adaptação y produtividade. Anais da 37a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, Brazil. CD ROM.
- Ferguson, J.E.; Cardozo, C.I.; y Sanchez, M.S. 1992. Avances y perspectivas en la producción de semilla de *Arachis pintoi*. Pasturas Tropicales 14. 14-22
- Ferrufino, A. and Lapointe, S. L. 1989. Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug *Zulia colombiana*. Entomol. Exp. Appl. 51 (2):155-162.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1979. Curso de pastos y forrajes. Compendio No. 30. Medellín, Antioquia, Colombia.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1981 -1988. Informes anuales Programa Pastos y Forrajes, La Libertad. Villavicencio- Meta. Colombia.

- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1983. Capica (*Stylosanthes capitata* Vog). Boletín técnico No. 103 Programa de pastos y forrajes. Bogota, Colombia.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1987. Pasto Llanero (*Brachiaria dictyoneura* Fig. & De Not. Stapf. Boletín técnico No. 151. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Jank, L.; Savidan, Y.H.; Souza, M.T.; Costa, J.C.G. 1994. Avaluacao do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da Africa. I. Producao forrageira. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 23(3): 433-440.
- Jank, L. 1995. Melloramento de variedade de *Panicum maximum*. Simposio sobre Manejada Pastagen, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEAIQ. 21 p.
- Judd, W. S., Campbell, C. S. Kellogg, E. A. Stevens, P.F. Donoghue, M. J. (2002), «Poaceae» Plant systematics: a phylogenetic approach, Sinauer Axxoc, 287-292.
- Keller-Grein, G.; Maass, B. and Hanson J. 1996. Natural variation in *Brachiaria* and Exiting Germoplasm Colletions. In *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. Edite by Miles J.; Maass, B.; and do Valle, C. CIAT, Cali, Colombia. 288p.
- Lapointe, S.L. 1993. Manejo de dos plagas clave para forrajes de las sabanas neotropicales. Pasturas Trop. 15(3):1-9.
- Lapointe, S.L.; Serrano, M.S.; Arango, G.L.; Sotelo, G. and Cordoba, F. 1992. Antibiosis to Spittlebugs (Homoptera:Cercopidae) in accesions of *Brachiaria* spp. J. Econ. Entomol. 85(4):1485-1490.
- Lascano, C. y Salinas, J. G. 1982. Efecto de la fertilidad del suelo en la calidad de *Desmodium ovalifolium*. Pastos Tropicales bol. Inf. 7:4-5.
- Lascano, C.; Pérez R.; Plazas, C.; Medrano, J.; Pérez, O.; y Angel, P. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110). Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Lemus, L. y Lemus, V. 2004. Plantas de uso forrajero en el trópico calido y templado de Colombia. Colección Unillanos 30 años No. 3. Villavicencio, Meta. Universidad de los Llanos. 360p.
- Lemp, B.; Euclides, V. P. B.; Morais, da G.; Victor, D. M. 2000. Avaliacoes do residuo da digestao de tres cultivares de *Panicum maximum*. In. Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. Anais.. Piracicaba: SBZ, 2000. I CD-ROM. Secao Oral-Forragicultura – 0691.
- Lenné, J. M. 1985. *Synchytrium desmodii*, cause of wart disease of the tropical pasture legume *Desmodium ovalifolium* in Colombia. Plant Dis. 69: 806-808.
- Nunes, S. G.; Boock, A.; Penteado, M. I. de O. and Gomes, D.T. 1984. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. CNPGC documentos, 21. CNPGC/EMBRAPA, Campo Grande, MS, Brazil. 31 p.
- Parodi, L. R. 1987. Gramíneas. En: *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo I. Descripción de plantas cultivadas. Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires, pp: 108-182.
- Parra Orozco, A. 1992. *Uromyces setariae-italicae* Yhosno en *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert: Su etiología, dinámica de población y su efecto sobre el rendimiento. Ing. Agr. Tesis, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 81 p.
- Peralta, M.A. 1990. Pasto Insurgente *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf para incrementar la producción de carne y leche en el trópico de México. Folleto tecnico No. 1. INIFAP/SARH, Oaxaca, México.
- Pérez, O. 2003. Informe anual - Pastos y Forrajes. Carimagua. CORPOICA.
- Pérez, O. y Pérez R. 2006. Gramíneas forrajeras con potencial para sistemas de producción de ganadería bovina. CORPOICA, MADR, CIAT. Villavicencio, Meta, Colombia. 44p.
- Pérez, O.; Bueno, G. A.; Pardo, O. 2008. Productividad Animal. En: Praderas del híbrido de *Brachiaria* CIAT 36087 en el piedemonte y la altillanura colombiana. En Gira Ganadera, Comité de Ganaderos del Meta y CORPOICA CI La Libertad.
- Pérez, R. y Cuesta, P. 1994. Especies forrajeras para el piedemonte llanero, su fertilización y manejo. En: Producción de pastos en el piedemonte llanero. CORPOICA, Villavicencio, Meta, Colombia.
- Pérez, R. y Lascano C. 1992. El Pasto *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert en los Llanos Orientales de Colombia. ICA. Boletín técnico No. 181. Villavicencio, Meta, Colombia
- Pérez, R. 1997. Adaptación, comportamiento agronómico y potencial productivo de *Desmodium ovalifolium* en la Orinoquia colombiana. En: Schmidt, A. y Schultze-Kraft, R. (eds)

- Desmodium ovalifolium*, lo conocemos? Memorias del primer taller de trabajo del proyecto. La integración genotipo con el medio ambiente en una colección seleccionada de la leguminosa forrajera tropical *Desmodium ovalifolium*. Marzo de 1996. Documento de trabajo no. 171. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali. pp. 35 -42.
- Pérez, R.; Rincón, A.; Cipagauta, M.; Schmidt, A.; Plazas, C.; y Lascano, C. 2002. Cultivar Maunque *Desmodium heterocarpum* (L.) DC. Subs. *ovalifolium* (Prain.) Ohashi; Acceso CIAT 13651 Corpoica-CIAT, Villavicencio, Meta, Colombia.
- Pietrosemoli, S.; Faría, L. y Villalobos, N. 1996. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada. Revista Fac. de Agronomía No. 13, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Rao I.M., Kerridge P.C.; 1995. Nutrición mineral de *Arachis* forrajero. En: *Biología y Agronomía de especies forrajeras de Arachis*/ editado por Peter Kerridge. Cali, Colombia: Centro Internacional de agricultura Tropical - CIAT. Publicación No.245. 227p.
- Rao, I. M.; Kerridge, P. C. y Macedo, M. C. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: Biología, Agronomía, y Mejoramiento*. CIAT. Cali, Valle, Colombia.
- Rincón, A.; Cuesta, P.; Pérez, R.; Lascano, C. y Ferguson, J. 1992. Maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krap. y Greg.) Una alternativa para ganaderos y agricultores. ICA-CIAT. Boletín No. 219 ICA. CIAT. Cali, Valle, Colombia.
- Rincón, A. 2006. Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los Llanos Orientales de Colombia. Boletín técnico No. 49. CORPOICA, Gobernación del Meta Villavicencio, Meta. Colombia. 78 p.
- Rincón, A. 2004. Rehabilitación de pasturas y producción animal en *Brachiaria decumbens* en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*, 26(3): 2 – 12.
- Rodrigues, L. R. de A. and Reis, R. A. 1994. Establecimiento de outras forrageiras em áreas de *Brachiaria* ssp. In: Peixoto, A. M., Moura, J. C. de., and Faria, V. P. de., (eds). [proceedings of the] XI simposio sobre manejo da pastagem. FEALQ, Piracicaba, SP, Brazil. pp. 299-325.
- Sierra P., J.O. 2005. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros 2.ª edición. Editorial Universidad de Antioquia. 244 p.
- Valls, J. y Pizarro, E., 1995. Recolección de Germoplasma de *Arachis* Silvestre. En: *Biología y Agronomía de Especies Forrajeras de Arachis*. Ed. Peter Kerridge. Cali, Colombia; Centro Internacional de Agricultura Tropical. 227 p.
- Villar, C. E.; Velásquez, H. 1999. Control integrado de garrapatas en explotaciones de ganado de doble propósito en el piedemonte del Meta y Cundinamarca. Revista ACOVEZ Vol. 24 (2). Villavicencio, Meta. Colombia.
- [www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/GBASE/data/pf000468.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/GBASE/data/pf000468.htm). *Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf.

# ESTABLECIMIENTO DE PASTOS EN SISTEMAS GANADEROS DE LOS LLANOS COLOMBIANOS



Álvaro Rincón Castillo<sup>1</sup>  
Samuel Caicedo Guerrero<sup>2</sup>

La Orinoquia colombiana, integrada por los departamentos del Meta, Casanare, Arauca y Vichada, posee 26 millones de hectáreas, de las cuales 16 millones son aptos para sistemas de producción animal en pastoreo. De estas, el 11% están localizadas en el piedemonte llanero, el 63% en la altillanura y el 25% en la Orinoquia inundable. La región cuenta con 4.200.000 cabezas de ganado y una capacidad de carga de 1 animal/ha en gramíneas introducidas y 0.3 cabezas/ha en praderas nativas (MADR, 2008).

Los suelos de la Orinoquia son ácidos, poseen bajos contenidos de nutrientes y altos niveles de aluminio, lo que incide en la baja producción y calidad nutritiva del forraje de las praderas, y en los bajos índices productivos de las explotaciones bovinas de la región. La mayoría de las gramíneas nativas de las sabanas bien drenadas de la altillanura son de baja producción y deficiente calidad nutritiva, que constituyen el recurso alimenticio de los hatos de cría de la región (sistemas de producción extensivos); mientras que en el piedemonte predominan praderas mejoradas con gramíneas introducidas del género *Brachiaria*, donde se manejan los sistemas de producción bovina especialmente ceba y doble propósito.

La base de la alimentación de los bovinos es el forraje de pastoreo, constituyéndose en la forma más económica para la producción de carne y leche. Desde la década de los sesenta, se han introducido a la región especies de pastos más productivos y de mejor calidad que la sabana nativa, lo cual ha permitido aumentar la productividad animal.

## RECOMENDACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS

Para la siembra de pastos como cualquier cultivo, hay que tener en cuenta aspectos importantes de clima, suelo, topografía, especie forrajera y prácticas agronómicas para que su establecimien-

<sup>1</sup> I.A. Ph.D. Investigador Red de pastos CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. [orincon@corpoica.org.co](mailto:orincon@corpoica.org.co)

<sup>2</sup> I.A. M. Sc. Investigador CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. [scaicedo@corpoica.org.co](mailto:scaicedo@corpoica.org.co)

to sea exitoso. Los pastos son un “cultivo perenne” que sirve de alimento a los rumiantes, por lo tanto, su productividad y persistencia están condicionadas a un plan de establecimiento y manejo que aseguren la rentabilidad y sostenibilidad a los sistemas ganaderos de la región.

## DETERMINACIÓN DEL ÁREA

Para seleccionar el sitio se deben tener en cuenta factores como: la disponibilidad y acceso al agua para bebederos; la infraestructura de la finca en vías, corrales y cercas; la historia del lote (análisis de suelos y labores) para predecir los problemas potenciales de plagas y malezas, teniendo en cuenta los usos que se le han dado al lote y la calidad del recurso suelo en cuanto a drenaje y fertilidad.

Uno de los factores limitantes es la incidencia o invasión de malezas en el establecimiento de praderas en aquellos sitios que han tenido larga tradición de cultivos, especialmente donde se han efectuado prácticas deficientes para su control, lo que es muy frecuente en el piedemonte, donde tienen que hacerse prácticas adecuadas de control antes de realizar la siembra de las especies forrajeras. En áreas donde la intervención del hombre ha sido baja o no se ha presentado, como las sabanas de la altillanura, es poco frecuente el problema de malezas en establecimiento de pastos. Sin embargo, en aquellos sitios donde se ha realizado rotación de cultivos durante varios años, las malezas se han constituido en un problema potencial en esta región.

También debe tenerse buen conocimiento de las características del suelo en cuanto a fertilidad (pH, contenidos de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio, potasio y azufre principalmente); características físicas como textura (proporción de arena o arcillas), grado de compactación, especialmente en aquellas áreas muy transitadas y con pastoreo; posibilidades de construcción de drenajes en zonas con problemas de encharcamiento.

## SELECCIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS PARA LA SIEMBRA

Las especies para la siembra se seleccionan teniendo en cuenta las condiciones de clima y suelo y los problemas que puedan existir en el terreno escogido para la siembra, como la presencia de plagas, malezas y enfermedades. Es necesario tener conocimiento sobre las características de los pastos que se van a establecer en la finca, como; tipo de crecimiento, exigencias nutricionales, producción y calidad nutritiva, ventajas y desventajas de cada especie. Por ejemplo, en sitios con problemas de malezas es conveniente sembrar especies de crecimiento invasor como son el pasto dulce (*B. humidicola*), pasto Llanero (*B. dictyoneura*), en asociación con las leguminosas como maní forrajero (*A. pintoi*) y Desmodium (*D. ovalifolium*), Figura 3.1. Estas mismas especies son las que mejor se adaptan a suelos con saturación temporal de humedad. (Pardo *et al.*, 1999).

Es importante tener en cuenta que todos los pastos que han sido liberados para la Orinoquia colombiana, son para ser establecidos en suelos bien drenados, con excepción del *B. humidicola* que soporta encharcamiento temporal. La siembra de pastos como el amargo (*B. decumbens*), Toledo y Marandu (*B. brizantha*), Llanero (*B. dictyoneura*) y Mulato II (híbrido de *Brachiaria*), en suelos con problemas de drenaje, presentarán síntomas de degradación en corto tiempo por problemas de enfermedades en la raíz, lento crecimiento por falta de oxígeno en el suelo, amarillamiento foliar, baja cobertura y producción de forraje, facilitando y competencia por especies nativas adaptadas a condiciones de alta humedad en el suelo.

En los últimos años, el productor ha tenido a su disposición pastos con un mayor potencial de rendimiento (Toledo, Mulato II y Mombaça), con mayor exigencia en fertilidad de los suelos,



Figura 3.1. Asociación de *B. humidicola* con maní forrajero en suelos con encharcamiento temporal.

recomendados para establecer los en suelos ácidos que han sido mejorados con la siembra de cultivos. Estos **no deben sembrarse** bajo los mismos requerimientos de los adaptados a baja fertilidad (amargo, dulce o llanero), debido a que estos nuevos materiales presentan mayor producción de forraje de mejor calidad que exigen mayor disponibilidad de minerales; de lo contrario, la persistencia de la pradera y la productividad animal no se verán reflejadas con el uso de estos materiales. De otra parte, es necesario tener información de la disponibilidad, calidad y precio de la semilla en el mercado. Hay especies como el pasto amargo (*B. decumbens*) y el kudzú (*P. phaseoloides*) que tienen buena oferta de semilla a precios razonables. En cambio, en otras especies como maní forrajero (*Arachis pintoi*) o *B. humidicola* existe dificultad para su adquisición.

## SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PASTOS

Los suelos de la Orinoquia presentan limitaciones químicas, físicas y biológicas para el buen crecimiento y desarrollo de las raíces de los cultivos, por lo que requieren el uso de prácticas adecuadas de manejo y conservación para conducirlos de manera gradual hacia modelos de producción competitivos y sostenibles.

Los suelos dedicados a la agricultura convencional e incluso a los mismos sistemas ganaderos, han sufrido un deterioro progresivo en la estructura y se han formado capas endurecidas, que disminuyen la capacidad de absorción, la movilidad de agua por el perfil e impiden el intercambio gaseoso deteriorando las condiciones hidrológicas y ecológicas, afectando el establecimiento y desarrollo de especies como los pastos.

Para el establecimiento de sistemas de producción agrícolas o pecuarios en la Orinoquia, es importante el concepto de la "construcción de suelos" mediante un manejo apropiado que evite su degradación; lo que implica el mejoramiento integral y la corrección de

problemas edafológicos intrínsecos, antes de poder establecer sistemas conservacionistas como la siembra directa.

La capa productiva es una porción del suelo formada por acción del hombre comprendida en los primeros 40 cm, donde se han corregido todas las limitantes físico, químicas y biológicas, permitiendo conseguir un suelo de excelente calidad para la producción agrícola y pecuaria. Para el manejo y formación de la "capa productiva" es necesario conocer todas las propiedades del suelo, entre las más importantes se encuentra la textura que determina el grado de intensidad de labranza; los suelos arenosos requieren menos labores de preparación, mientras que los suelos más francos a arcillosos permiten efectuar una mayor intensidad de la labranza, (Amézquita *et al.*).

El uso excesivo de los implementos de discos, arados y rastras, se caracterizan por invertir el perfil del suelo y disminuir el tamaño de los agregados, dejándolo expuesto a factores que ocasionan su pérdida por erosión y posterior degradación, Figura 3.2; los arados de cincel (rígidos y vibratorios) mejoran las características físicas de los suelos, rompen las capas compactadas, aumentan la infiltración, la disponibilidad de agua y favorecen los contenidos de materia orgánica, entre otros. Estos implementos son adecuados para la incorporación de las enmiendas, roca fosfórica, escorias Thomas, yeso agrícola y correctivos (cal dolomítica).

Al seleccionar el sistema adecuado de labranza para los suelos de la Orinoquía debe tenerse en cuenta que estos son **frágiles e inestables**, de baja fertilidad y con altos contenidos de aluminio.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones básicas para el manejo de los suelos:

- Realizar preparación temprana del terreno en los meses de noviembre y diciembre, finalizando la época de invierno. Esto permite un control de hormigas y proporciona el tiempo adecuado para la descomposición del material vegetal y la mineralización de nutrientes.



Figura 3.2. Erosión por agua de escorrentía por sobrepreparación de suelos franco arenosos en la altillanura.

- Cuando la preparación del terreno se efectúa en la época de lluvias debe hacerse al comienzo de ésta. No se recomienda en la época comprendida de mayo a julio y de septiembre a octubre por corresponder a las de mayor registro de lluvias, lo que ocasiona pérdidas considerables de suelo y dificultan el desempeño de los implementos.
- Hacer un recorrido del lote para la identificación de diferentes lugares (zonas inundables, zonas altas, afloramientos rocosos, presencia de piedras, erosión, fuentes de agua, etc.).
- Hacer medición del lote, para conocer el área a sembrar que permitan calcular los costos y gastos en: tiempo, trabajo e insumos que estos representan.
- Toma de muestra de suelos para análisis químico, físico y observación de la dinámica microbiológica del suelo.
- Conocer la historia del lote, especialmente en el caso de los lotes intervenidos.

El conocimiento de estos aspectos permiten hacer un diagnóstico para planificar y definir el tipo de labranza, la cantidad de enmiendas y correctivos, los niveles de fertilización, las especies aptas para cada sitio y la creación de un cronograma de actividades que permitirá la ejecución programada de labores.

La labranza es una serie secuencial de actividades que deben, a través del tiempo, conducir a la formación de un suelo óptimo, con el fin de permitir que las raíces puedan explorar el mayor volumen de éste y que los nutrientes estén disponibles, para que la planta pueda expresar todo su potencial genético. En general la labranza se hace para corregir cualquier factor físico-químico limitante que posea el suelo y para controlar procesos degradativos. Se conocen varios tipos de labranza los cuales se mencionan a continuación:

#### ◆ Labranza convencional

- ↳ Conocida como labranza tradicional, implica el uso intensivo de implementos de disco como ras-tras, rastrillos y pulidores que busca remover la superficie del suelo, mediante la acción de volteo y corte del prisma; el número de pases oscila entre 4 a 8, lo que origina pérdidas de suelo anuales de 10 toneladas/ha, compactación y finalmente degradación de los suelos (Caicedo, 2004).

#### ◆ Labranza de conservación

Hace referencia al sistema de labranza en el cual por lo menos 30% de la superficie del suelo quede cubierta de residuos de plantas después de la siembra, con el fin de controlar la erosión, tales como labranza reducida y la siembra directa; pretendiendo transformar el modelo convencional en sistemas sostenibles que utilicen la capacidad de producción del suelo a través del uso racional de insumos, que permitan recuperar las funciones de este como regulador de los procesos y mantener su productividad (CTIC, 1993).

Los pilares básicos para los sistemas de labranza de conservación son: operación de maquinaria especializada, rotación de cultivos, uso de coberturas o rastrojos, manejo integrado de plagas y malezas.

#### ◆ Labranza mínima o reducida

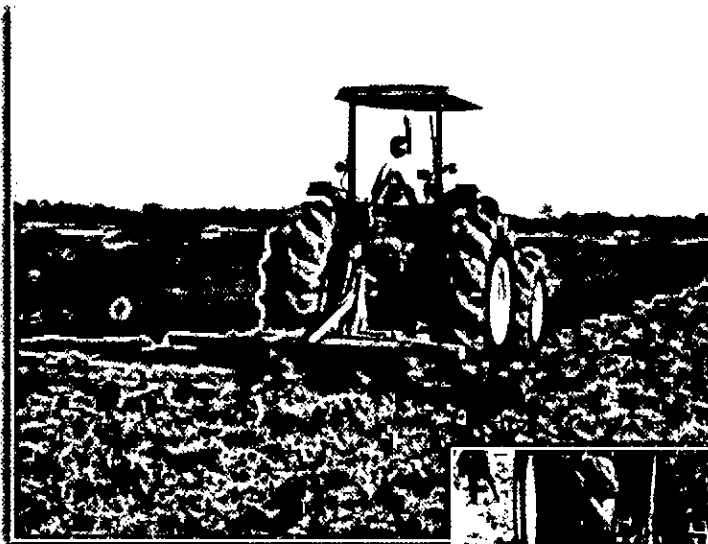
Consiste en la reducción de labores de preparación del suelo para la siembra de un cultivo o pastura. Esta labranza es de tipo correctivo e involucra el uso de implementos para una labranza vertical, que incorpora parte de los residuos del cultivo anterior, dejando al menos un 30% de estos en la parte superficial.

En este sistema de preparación se considera de 1 a 3 labores las adecuadas para la preparación del suelo; los implementos más usados son los arados de cincel rígidos (Figura 3.3), los cincelos vibratorios (Figura 3.4) y las combinaciones de estos con un pase de implemento de disco (Caicedo, 2004).

Los cincelos rígidos se utilizan para corregir la compactación encontrada a profundidades mayores de 25 cm, reemplazando el efecto de los arados de disco; para compactaciones superficiales ubicadas en los primeros 20 cm se recomienda el uso de cincelos vibratorios que reemplaza la acción de las rastras. Con esto se logran las condiciones adecuadas para el desarrollo de raíces a mayor profundidad, además mejora el drenaje en suelos que tienen problemas de encharcamiento ocasionando desarrollo deficiente o desaparición de los pastos cultivados. Con la preparación tradicional con rastra, a una profundidad menor de 15 cm, los pastos concentran el 80% de raíces a esta profundidad, lo cual trae como consecuencia una menor producción de forraje y un mayor estrés hídrico durante la época seca, por un desarrollo superficial del sistema radical de las plantas (Rincón *et al.*, 2002).

La potencia requerida del tractor depende del número de brazos o cuerpos del implemento. Para un cincel de 3 brazos es de 70-80 HP, para un cincel de 5 brazos es de 90-110 HP, y para de un cincel de 7 brazos es de 120 HP o más.

Después de la labranza vertical debe hacerse un pase de rastra para uniformizar el terreno y destruir terrones grandes y por último hacer un pase de pulidor, para dejar el suelo en condiciones adecuadas para la siembra. La intensidad de la labranza dependerá del contenido de arena del suelo y su estabilidad estructural, porque en los arenosos se requerirá de menor laboreo.



**Figura 3.3.**  
Labranza con arado  
de cincel rígido.



**Figura 3.4.**  
Labranza con arado  
de cincel vibratorio.

### ◆ Labranza cero o siembra directa

La labranza cero o siembra directa se define como un sistema de producción que involucra la rotación de cultivos, el uso de coberturas y/o abonos verdes y la no labranza del suelo. Permite la siembra del cultivo sin ninguna labor de preparación, pero requiere suelos sin limitantes físicos, químicos y biológicos, además de una sembradora especializada.

La sembradora especializada consta de un cincel que rotura y afloja el suelo en la línea de siembra, una segunda sección que distribuye y coloca la semilla en la profundidad deseada y una última sección que ubica el abono en las cantidades requeridas y posteriormente se efectúa la tapada con un conjunto de llantas tapadoras, que pretende mejorar el contacto de la semilla con el suelo (Figura 3.5). Existen varios tipos de sembradoras: a) de surco, para el caso de maíz, sorgo, soya; b) de densos, utilizadas para arroz, pastos; c) unas mixtas, que combinan simultáneamente la siembra de cultivos de surcos y denso, como en el caso de los sistemas arroz-pastos y maíz-pastos (Caicedo, 2004).

Este sistema de labranza inicia con el manejo de las coberturas o los rastrojos, mediante el uso de un implemento de corte o la aplicación de desecantes de contacto o sistémicos. De acuerdo al tipo de especies predominantes se hace la selección del herbicida.

Otro factor a considerar son las propiedades estructurales del suelo como: densidad aparente y el espacio poroso, indicadores importantes al momento de decidir la preparación del suelo. Los suelos que han sido sobrepastoreados o que han sido sometidos a laboreo intenso sufren un proceso de compactación, principalmente en las capas superiores, presentando una disminución en el tamaño de los poros que hacen deficiente la aireación y movimiento del agua en el suelo. Por lo tanto, las labores de preparación deben conducir a la recuperación de estas propiedades.

Al presentarse abundante biomasa en el suelo especialmente de especies que forman cespedones como la guaduilla, paja comino o grama amarga (*Homolepis aturensis*), que dificultan el uso de implementos como los cincelos o rastra pesada, se puede usar el arado de discos o de vertedera, que incorpora el material vegetal para su descomposición y reciclaje de minerales. Otra solución es



Figura 3.5. Sembradora de siembra directa.

el uso de desbrozadora que tiene por objeto cortar los tallos y colchones de estolones mediante cuchillas giratorias, sin embargo los residuos de material vegetal que quedan en la superficie del suelo pueden obstaculizar el trabajo de la sembradora y la colocación de la semilla en el suelo (Lozano, 2002). Su uso es limitado por la poca disponibilidad de este implemento en las fincas.

En zonas pendientes, donde no es posible usar maquinaria, la preparación del suelo se puede hacer en franjas empleando equipos de tracción animal, pequeños cultivadoras mecánicas o aplicando herbicidas. Este tipo de topografía es adecuado para establecer especies estoloníferas como *B. humidicola* y *B. dictyoneura*, y leguminosas como *D. ovalifolium* y *Arachis pintoi*. Gracias a su crecimiento postrado e invasor con alta producción de estolones, cubren totalmente el suelo impidiendo la erosión y la formación de terracetos de común ocurrencia cuando se establecen pastos de crecimiento erecto o en matojos.

Las opciones de labranza deben salir de un ejercicio de planificación para el establecimiento de especies forrajeras adaptadas y seleccionadas para cada ecosistema. Además, se deben tener en cuenta las características del terreno, las condiciones edafoclimáticas del ecosistema, el método de labranza a usar y no se debe generalizar sobre el número de labores y el tipo de implementos, si no más bien debe ser resultado de este análisis. Por tal razón, conceptos como labranza convencional, labranza reducida y labranza mínima han perdido vigencia, cobrando importancia el concepto de labranza de conservación entendiéndose por aquellas labores necesarias que contribuyen a mantener o mejorar las condiciones del suelo, permitiendo el establecimiento exitoso de la pastura, y creando un sistema sostenible. (Acosta *et al.*, 1995).

## CALIDAD Y CANTIDAD DE SEMILLA PARA LA SIEMBRA

Se entiende por calidad, el poder de germinación de las semillas seleccionadas para la siembra y la pureza de estas. Es decir, que estén libres de semillas de otras especies o de malezas y residuos de cosecha. Cuando se dice que una semilla tiene 90% de pureza significa que de 10 kg de semilla, 9 son de semilla o carióspsides de la especie que se va a sembrar y 1 corresponde a residuos de plantas, otras semillas u otro material diferente a la semilla del pasto. De acuerdo con estas características se determina la cantidad de semilla a sembrar. Cuando la semilla posee buena germinación y pureza, la densidad de siembra es menor.

Una característica importante de las semillas de los pastos es la viabilidad, entendida como la capacidad de germinación que tiene una semilla, la cual está viva, metabólicamente activa y posee enzimas para las reacciones necesarias en la germinación y el desarrollo de plántulas. Una semilla puede tener buena viabilidad y mala germinación, como sucede con los pastos *Brachiaria* sp y en menor grado en algunas leguminosas forrajeras.

Esta incapacidad de la semilla para germinar aun estando viva, se llama latencia, que puede ser debida a factores físicos y fisiológicos. Los factores físicos se deben a una barrera a la absorción de agua para iniciar los procesos metabólicos de germinación, ocasionada por las cubiertas de las semillas de gramíneas (lemma y palea), y la testa en las leguminosas (Pabón, 1985). En los factores fisiológicos, se incluye a embriones fisiológicamente inmaduros o la presencia de un inhibidor de la germinación o la ausencia de una sustancia bioquímica esencial, tal como una hormona o un químico promotor del crecimiento (Salisbury y Ross, 1994, Low, 1985).

Aunque se reporta restricción de la germinación en gramíneas por las cubiertas lema y palea, es importante considerar la latencia por factores fisiológicos. Para disminuir esta latencia ocasio-

nada por aspectos físicos o fisiológicos se han evaluado varios métodos (químicos y físicos), de los cuales el que mejor resultado ha dado es la escarificación de la semilla con ácido sulfúrico. Igualmente, en las leguminosas la barrera mecánica de la testa se elimina con este tratamiento, aunque existen otros más dispendiosos como la escarificación mecánica con lija y exposición al calor.

Las semillas de las especies de *Brachiaria* presentan baja germinación durante los primeros meses de poscosecha, debido a la latencia. Bajo condiciones normales, estas semillas tienen una latencia con una duración de siete a ocho meses; es decir, que la semilla cosechada en julio empieza a romper latencia y tener capacidad para germinar, en febrero o marzo del año siguiente.

Es importante que el productor conozca las características de la semilla que adquiere para la siembra, para evitar fracasos en el establecimiento y pérdidas económicas. Esto se puede lograr con una prueba de germinación, que consiste en tomar una muestra de tres grupos de 100 semillas y sembrarlos en tres materas que contengan arena de río manteniéndola siempre húmeda. A los 7, 14 y 21 días después de realizada la siembra, se hace un conteo del número de plántulas que germinaron en cada matera (Figura 3.6). Si la germinación en cada matera fue superior a 30 plántulas, se puede considerar que la semilla es de buena calidad. Con una pureza superior a 80% y germinación mayor de 30%, se siembran de dos a tres kilogramos por hectárea de especies de *Brachiaria*. Con valores de calidad inferiores, será necesario aumentar la cantidad de semilla para la siembra. Estas especies también pueden establecerse con material vegetativo que asegura un mejor establecimiento en época de lluvias, pero es más costoso.



Figura 3.6. Prueba de germinación de pastos.

En el caso de las leguminosas, la cantidad de semilla depende de la calidad y del tamaño de la misma. Especies con semilla grande como el maní forrajero, requieren de seis a ocho kilogramos por hectárea; mientras que las de semilla pequeña como el *Desmodium ovalifolium* solamente necesitan 0.3 a 0.5 kg por hectárea.

#### ◆ Semilla comercial de pastos

En Colombia las normas para semillas de especies forrajeras que pueden ser comercializadas, están definidas en términos de semilla pura germinable (SPG). Estos valores han sido definidos para cada especie por la División de Semillas del ICA y representantes de la industria de semillas en el año 1989, por lo tanto en esta norma no están incluidas las especies que han sido liberadas en los últimos años, Tabla 3.1.

La semilla pura germinable (SPG) es un valor que se obtiene de la pureza y de la germinación, según la siguiente fórmula:

$$SPG = \frac{\text{Pureza (\%)} \times \text{Germinación (\%)}}{100}$$

Por ejemplo un lote de semillas de *Brachiaria decumbens* con una pureza de 90% y una germinación de 40% tendrá un valor de SPG de 36%:

$$SPG = \frac{90 \times 40}{100} = 36\%$$

Este resultado de 36% es comparado con las normas mínimas reglamentadas para este pasto, que es de 35% de SPG, Tabla 3.1. Como el valor obtenido es mayor al valor mínimo reglamentado, entonces si cumple las normas y se le asigna un marbete al lote para ser comercializado.

En casos prácticos, las normas vigentes del ICA, específicamente para pasto Llanero (*B. dictyoneura*), con un 10% de SPG, Tabla 3.1, tienen que ser reevaluadas porque con éste valor, se obtienen praderas mal establecidas o se necesita una densidad de siembra muy elevada que incrementaría significativamente los costos de establecimiento de pastos. Con un valor de SPG de 10% se está permitiendo una oferta legal de semilla de mala calidad, que por ejemplo puede estar representada por un 90% de pureza y sólo 11% de germinación. Se considera que la semilla de pasto Llanero es de buena calidad y se puede usar una densidad de 2,5 kg por hectárea, cuando ésta tiene una pureza de 90% y una germinación de 30%, con lo que se obtiene un valor de SPG de 27%.

**Tabla 3.1.** Normas mínimas para a producción de semillas de algunas especies forrajeras tropicales en Colombia.

Nombre científico	Nombre común	Semilla pura germinable (%)
<b>Gramíneas</b>		
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto Amargo	35
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	Pasto Llanero	10
<i>Brachiaria humidicola</i>	Pasto Dulce	22
<i>Panicum maximum</i>	Pasto Guinea	10
<b>Léguminosas</b>		
<i>Stylosanthes capitata</i>	Capica	24
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzu	40

Fuente: Resolución ICA No.2402 del 11 de julio de 1989.

#### ♦ Tamaño de la semilla

El tamaño de la semilla tiene que ser considerado para determinar la densidad y método de siembra. En *Brachiaria* hay variación en el tamaño de acuerdo a la especie. Por ejemplo, en un gramo de pasto Toledo hay 100 semillas, y en un gramo de pasto Llanero hay 238 semillas, Tabla 3.2. Por lo tanto, bajo las mismas condiciones de germinación y pureza, para lograr

la misma población será necesario duplicar la cantidad de semilla de pasto Toledo con respecto al pasto Llanero. El tamaño de las semillas de leguminosas forrajeras presenta amplia variación porque leguminosas con semilla muy pequeña como el *Desmodium ovalifolium* cv Maquenque tiene 500 en un gramo, en tanto, el maní forrajero cuyas semillas son grandes, en un gramo hay seis.

**Tabla 3.2.** Número de semillas de especies forrajeras presentes en un gramo.

Nombre científico	Nombre común	Número de semillas por gramo
<b>Gramíneas</b>		
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto Amargo	227
<i>Brachiaria humidicola</i>	Pasto Dulce	238
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	Pasto Llanero	193
<i>Brachiaria brizantha</i>	Pasto Toledo	100
Híbrido de <i>Brachiaria</i>	Pasto Mulato II	130
Híbrido de <i>Brachiaria</i>	Pasto Mulato II Peletizado	49
<b>Leguminosas</b>		
<i>Desmodium ovalifolium</i>	Maquenque	500
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú	88
<i>Stylosanthes capitata</i>	Capica	435
<i>Arachis pintoi</i>	Maní forrajero	6.6

Para determinar la cantidad de semilla que se debe sembrar, es necesario tener en cuenta varios factores como:

- la cantidad de semillas que tiene un kilo, lo cual está relacionado con el tamaño de la semilla
- la cantidad de semillas que tiene la capacidad de germinar
- la pureza de la semilla
- las semillas que finalmente emergen en el lote
- la población o cantidad de plantas que se quiere tener en la pradera.

En la Tabla 3.3 se presenta un ejemplo de densidad de siembra para varios pastos teniendo en cuenta los parámetros mencionados, donde se ha considerado una población final de 80.000 plantas por hectárea, lo cual se logra con una distancia de siembra de 25 cm entre plantas y 50 cm entre surcos.

En el caso de *B. decumbens*, este pasto tiene un promedio de 227.000 semillas/kg, de las cuales germinan 68.100, considerando que tiene un 30% de germinación. Una vez sembradas estas semillas emergen 51.075 considerando pérdidas de 25% en la siembra, por mal tapado, arrastre de semilla por la lluvia, etc. Teniendo en cuenta estos cálculos, la cantidad de semilla a sembrar será de 1,9 kg/ha, la cual se puede aproximar a 2 kg/ha. Para semillas más grandes como la de pasto Toledo, la densidad de siembra será de 4,2 kg y para la siembra del pasto Mulato II, peletizado como se encuentra comercialmente, será de 8,6 kg/ha.

**Tabla 3.3.** Densidad de siembra de semilla con 30% de germinación y 90% de pureza (semilla pura germinable de 27%).

Pasto Nombre común	Semillas/ kg	Semillas (kg) (90% pureza)	Semillas germinables (30% germinación)	Plantas emergidas <sup>1</sup>	Población deseada/ha <sup>2</sup> (Plantas/ha)	Densidad de siembra (kg/ha)
Amargo	227.000	204.300	61.290	45.968	80.000	1.7
Dulce	238.000	214.200	64.260	48.195	80.000	1.7
Llanero	193.000	173.700	52.110	39.083	80.000	2.0
Toledo	100.000	90.000	27.000	20.250	80.000	4.0
Mulato II	49.000	44.100	13.320	9.923	80.000	8.1

<sup>1</sup> Se asume una pérdida de 25% en la siembra.

<sup>2</sup> A una distancia de 25 x 50 cm entre plantas. 80.000 plantas/ha.

Como se ha mencionado, la cantidad de semilla a sembrar dependerá de la calidad de esta. A manera de ejemplo, en la Tabla 3.4 se presenta la densidad de siembra considerando tres calidades de semilla. Con una semilla pura germinable de 36% (germinación de 40% y pureza de 90%), en el caso del pasto Toledo se necesitan 3 kg/ha. Al disminuir la calidad a una semilla pura germinable de 27% (30% de germinación y 90% de pureza) la densidad de siembra tendrá que aumentarse a 4,5 kg y cuando la semilla pura germinable es de 18% (20% de germinación y 90% de pureza) la densidad de siembra recomendada es de 6 kg/ha.

**Tabla 3.4.** Densidad de siembra de pastos con diferentes grados de calidad de la semilla (36, 27 y 18 % de semilla pura germinable)

Pasto Nombre común	Semilla pura germinable (Valor Real)		
	36%	27%	18%
Amargo	1,3	1,9	2,6
Dulce	1,2	1,8	2,5
Llanero	1,5	2,2	3,0
Toledo	2,9	4,2	5,9
Mulato II	2,3	3,3	4,5
Mulato II Petetizado	6,0	8,6	12,0

A partir de una semilla de calidad conocida y con una densidad de siembra establecida, se puede calcular el número aproximado de plantas que se tendrán por hectárea o por metro cuadrado. Esto se ilustra con un ejemplo:

Si se va a establecer una pradera de pasto llanero con una semilla que tiene una pureza de 90% y una germinación de 25% (semilla pura germinable de 22,5%). Para asegurar un buen establecimiento se utilizarán 3 kg/ha. Si en un gramo hay 192 semillas de pasto llanero, entonces en 3 kilos (3.000 gramos) tendremos:

$$\frac{1 \text{ g}}{3.000 \text{ g}} = \frac{192 \text{ semillas}}{X}$$

$$X = 576.000 \text{ semillas}$$

Como la pureza es de 90% entonces:

$$576.000 \times 0.9 = 518.400 \text{ semillas}$$

De estas 518.400 semillas, germina el 25%

$$X \times 0.25 = 129.600 \text{ semillas que potencialmente germinan.}$$

Si estimamos que en el proceso de siembra y postsiembra se pierde el 25% por mala distribución, contacto con el suelo, plagas como hormigas u otros insectos y/o pájaros, las semillas que realmente germinan son:

$$129.600 \times 0.75 = 97.200 \text{ semillas}$$

Son 97.200 semillas que logran germinar en una hectárea, es decir 9 plántulas por metro cuadrado que permiten un rápido y buen establecimiento de la pradera.

Se dice que con cuatro plántulas de pasto Llanero por metro cuadrado es suficiente para tener una pradera bien establecida. Esto puede ser cierto en áreas libres de malezas como las sabanas sin intervenir de la altillanura, pero en zonas infestadas con malezas como el piedemonte o áreas que han sido cultivadas, la población inicial de pasto debe ser mayor de 6 plantas/m<sup>2</sup> para obtener una buena cobertura y poder competir con las malezas.

Haciendo este mismo análisis con semilla de la leguminosa *Desmodium ovalifolium*, con una pureza de 90% y germinación de 70%, se encuentra que con una densidad de siembra de 0.3 kg/ha se obtendrá una población inicial de 5.4 plantas por m<sup>2</sup>, que es suficiente para el establecimiento de una asociación con gramíneas invasoras como el *B. dictyoneura* o *B. humidicola*. La densidad de siembra también puede estar muy relacionada con la distancia de siembra y con la germinación de la especie. Como ejemplo se tiene que con maní forrajero, la cantidad de semillas con potencial para germinar disminuye de 5.850, cuando la germinación es del 90%, a 2.600, cuando tienen una germinación del 40%, Tabla 3.5.

**Tabla 3.5.** Cantidad de semillas con capacidad de germinar en un kilo de maní forrajero, teniendo en cuenta el porcentaje de germinación.

Germinación %	Cantidad de semillas germinables en 1 kg
90	5.850
80	5.200
70	4.550
60	3.900
50	3.250
40	2.600

Teniendo en cuenta el porcentaje de germinación y la distancia de siembra del maní forrajero, en la Tabla 3.6 se observa que para obtener una población de 80.000 plantas/ha, estableciendo la leguminosa a una distancia de 50 cm entre surcos y 25 cm entre plantas con una germinación del 80%, se requiere de 15.4 kg/ha de semilla, densidad de siembra que se va incrementando en la medida que disminuye la germinación de la semilla.

Para un establecimiento rápido y la obtención de una buena asociación de gramínea y leguminosa en corto tiempo, se recomienda la siembra en distancias cortas; sin embargo, por el precio de la semilla, una distancia de siembra adecuada es de 50 cm entre surcos y de 50 cm entre plantas. En el comercio se obtiene semilla con una germinación entre el 50 y 70%, para lo cual se requiere una densidad de siembra entre 10 y 7 kg/ha.

**Tabla 3.6.** Cantidad de semilla de maní forrajero requerida para la siembra, teniendo en cuenta la distancia de siembra y el porcentaje de germinación.

Distancia de siembra (cm)	Población (Plantas/ha)	Densidad de siembra (kg/ha) de acuerdo a la germinación de la semilla				
		80%	70%	60%	50%	40%
50 x 25	80.000	15.4	17.6	20.5	24.6	30.7
50 x 50	40.000	7.7	8.8	10.2	12.3	15.3
100 x 50	20.000	3.9	4.4	5.1	6.2	7.2
100 x 100	10.000	2.0	2.2	2.6	3.1	3.6

## MANEJO DE LA NUTRICIÓN MINERAL DE LOS PASTOS EN EL MOMENTO DE LA SIEMBRA

La característica principal de los suelos ácidos es la alta toxicidad de aluminio y deficiencia de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, como nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, potasio y azufre. Se han identificado ecotipos de *Brachiaria* que se adaptan a estas condiciones de baja fertilidad y pueden ser más productivas con la aplicación de nutrientes.

La aplicación de fertilizantes a las praderas, debe hacerse con base en las exigencias de cada pasto y en los resultados del análisis de suelos cuyas muestras deben tomarse y enviarse al laboratorio antes de la labranza, para determinar la disponibilidad en el suelo de los minerales esenciales para las especies forrajeras adaptadas a condiciones de suelos ácidos. Los suelos donde se desarrolla la ganadería de los llanos Orientales de Colombia, en su mayoría contienen bajos contenidos de nutrientes, Tabla 3.7. Con excepción de algunos suelos del piedemonte de Arauca y la zona del Ariari, donde se presentan buenos contenidos de fósforo y bases intercambiables como el calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K), se ha encontrado que en las muestras analizadas de otros lugares como el piedemonte de Meta y Casanare, lo mismo que en la altillanura, se presenta baja disponibilidad de todos los elementos mayores y menores esenciales para una buena producción de pastos.

Para las condiciones naturales de baja fertilidad de estos suelos se han evaluado y seleccionado pastos del género *Brachiaria* sobresaliendo el *Brachiaria decumbens* cv. Amargo, *Brachiaria humidicola* cv. Dulce y el *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero, pastos que con mínimos insumos han permitido aumentar la productividad de la ganadería en más de 10 veces con respecto a la sabana nativa. Sin embargo, para conservar su productividad y evitar su degradación, es necesario

**Tabla 3.7.** Características químicas de algunos suelos del piedemonte llanero y de la altillanura colombiana.

Parámetro	Piedemonte Meta (terrazza)	Piedemonte Casanare	Piedemonte Arauca	Altillanura Plana
pH	4.4 - 4.9	4.8 - 5.1	5.0 - 6.2	4.5 - 5.0
M.O. (%)	1.9 - 3.0	1.4 - 3.0	1.2 - 2.1	1.8 - 3.7
P (ppm)	1.0 - 2.0	1.0 - 3.0	8.0 - 59.0	1.0 - 3.0
Ca (me/100 g)	0.17 - 0.54	0.40 - 1.54	0.24 - 3.64	0.20 - 0.58
Mg (me/100 g)	0.07 - 0.15	0.10 - 0.83	0.08 - 1.00	0.07 - 0.19
K (me/100 g)	0.07 - 0.08	0.04 - 0.17	0.03 - 0.55	0.02 - 0.09
B (ppm)	0.24 - 0.37	0.10 - 0.22	0.16 - 0.39	0.14 - 0.36
Cu (ppm)	0.3 - 0.7	1.1 - 1.4	0.8 - 1.6	0.4 - 0.9
Zn (ppm)	0.5 - 1.0	1.0 - 4.4	0.4 - 8.8	0.4 - 1.0
Fe (ppm)	42 - 46	152 - 217	50 - 460	10 - 460
Mn (ppm)	1.2 - 6.3	12.0 - 32.0	4.4 - 81.0	0.8 - 9.2
Saturación Al (%)	89.5 - 81.0	67.3 - 55.6	57.8 - 25.0	80.6 - 75.7

Fuente: Base de datos análisis del suelos. CORPOICA C.I. La Libertad.

hacer fertilización de establecimiento y mantenimiento para restituir los minerales extraídos por el animal para producir carne y leche.

## TOLERANCIA DE LOS PASTOS A ALTAS CONCENTRACIONES DE ALUMINIO EN EL SUELO

La tolerancia a aluminio (Al) entre especies y variedades de pasto se debe a una adaptación genética como resultado de una selección natural en suelos ácidos. Varios intentos se han hecho para explicar la causa de la tolerancia a Al por las plantas. Básicamente estos pueden ser separados en dos categorías: (1) cambios diferenciales en la morfología de la planta, y (2) cambios diferenciales en la fisiología y bioquímica de la planta. Esta separación no implica que la tolerancia a Al resulte de cada categoría independientemente, por el contrario, el grado de tolerancia parece ser una combinación de ambas categorías (Salinas, 1989).

El aluminio solamente es tóxico cuando el pH del suelo es menor de 5.5, toxicidad que se incrementa al seguir disminuyendo el pH, porque se aumenta la concentración de aluminio en la solución del suelo (Foy, 1992; Ayarza, 1988). Los síntomas de toxicidad aún no han sido claramente diagnosticados, sin embargo se sabe que los daños por aluminio se presentan en la raíz afectando el desarrollo de la parte aérea en forma indirecta. Las raíces se tornan más gruesas y cortas y el desarrollo de los pelos radicales es muy reducido, de esta forma pueden explorar solo un limitado volumen de suelo trayendo como consecuencia una baja absorción de agua y de nutrientes. El exceso de aluminio interfiere con la toma, transporte y uso de nutrientes esenciales como P, Ca, Mg y Fe. Y además puede inhibir los procesos microbiales que aportan nutrientes a las plantas (Salinas, 1989, Rao *et al.*, 1998).

El término resistencia al aluminio, hace referencia a las plantas que presentan un buen desarrollo de raíces y crecimiento vigoroso de toda la planta en suelos ácidos con toxicidad de aluminio. Se ha observado una estrecha relación entre la acumulación de aluminio en los ápices de la

raíz y la inhibición del crecimiento de la raíz. *B. decumbens* excluye la acumulación de aluminio en los ápices de sus raíces, factor que da resistencia a la toxicidad de este elemento. Las puntas de las raíces no secretan ácidos orgánicos que es el mecanismo de resistencia en otros cultivos. Se ha observado que la detoxificación de aluminio en las raíces de *B. decumbens* se da por formación de quelatos de aluminio o por alcalinización de la rizósfera apical.

Clarkson (1965) encontró que las anomalías morfológicas de las raíces causadas por el aluminio (Al) pueden ser explicadas por el rol inhibitorio de éste sobre la división y extensión celular. La naturaleza de este daño fue explicada posteriormente por Sampson *et al.*, (1965) citado por Salinas (1989), cuando establecieron que el daño está asociado directamente con algunas funciones metabólicas durante la división celular. Sobre la base de resultados bioquímicos la mitocondria y núcleo, ambos ricos en ADN, fueron sugeridos como los dos sitios celulares posibles donde el Al estaría actuando. Consecuentemente, una vez que el Al está dentro de una célula meristemática, interfiere en la formación de ADN y el resultado neto es una inhibición del crecimiento radical. La tolerancia diferencial a Al, entre especies y variedades, ha estado asociada con una habilidad diferencial para absorber y utilizar P en presencia de Al. Además, la tolerancia a Al en ciertas especies forrajeras coincidió con una mayor eficiencia en la asimilación y transporte de P (Andrew y Vanden Berg, 1973).

Las interacciones entre Al y cationes básicos indican un efecto antagónico de Al sobre ellos. El estrés de Al resulta en la reducción de absorción de calcio (Ca) y magnesio (Mg). Estos resultados sugieren que los síntomas de deficiencia de Ca, observados en algunos cultivos en suelos ácidos, son debidos a un efecto antagónico del Al sobre el Ca, en vez de niveles bajos de Ca en tales suelos. El efecto del Al sobre la absorción de Ca ocurre rápidamente cerca de la superficie de las raíces. Estas observaciones sugirieron que la permeabilidad de las membranas celulares sería afectada por el Al, por lo tanto, la alteración de la configuración estructural de las membranas por reemplazo de Ca por Al puede inhibir la asimilación de Ca (Salinas, 1989).

## **TOLERANCIA DE LOS PASTOS A BAJAS CONCENTRACIONES DE FÓSFORO (P) EN EL SUELO**

El fósforo (P) es el nutrimento más limitante para el adecuado desarrollo de las plantas en suelos ácidos (León y Toledo, 1982; Sánchez 1976; CIAT, 1985; citados por Ayarza, 1988). Una de las principales características de adaptación de las especies forrajeras tropicales a suelos ácidos deficientes en fósforo (P), es su crecimiento y producción bajo estas condiciones limitantes. La toma de fósforo por las especies de *Brachiaria* está relacionada con el abundante sistema radical que proporciona buen contacto con el suelo, habilidad para el uso de formas insolubles de fósforo (P) orgánico e inorgánico, asociación con micorrizas vesículo-arbuscular, aumento de la secreción de fitasa en condiciones de bajo contenido de fósforo (P) (Salinas, 1989; Ayarza, 1988).

En los suelos ácidos de los Llanos Orientales de Colombia se evaluó el efecto de la aplicación de varios niveles de fósforo (P) en dos tipos de suelo, sobre los rendimientos de biomasa de *B. dictyoneura* (Rao, *et al* 1998). En los dos suelos se presentó un incremento en la producción de biomasa a medida que se aumentaba el nivel de fósforo, de 0.78 g/planta en el suelo al que no se le aplicó P, a 13.9 g/planta en el suelo al que se le aplicó 50 kg/ha de P, Figura 3.7. En el suelo franco arenoso se obtuvo la mejor producción de biomasa por la menor presencia de arcillas que retienen el fósforo (P) en estos suelos ácidos.

Las especies de *Brachiaria* poseen abundante sistema radical fino, que son excelentes hospederos para las micorrizas en suelos ácidos de baja fertilidad. La inoculación con micorrizas permite reducir los requerimientos externos (fertilización) de fósforo (P) en un 80% en suelos ácidos. (Saif, 1987).

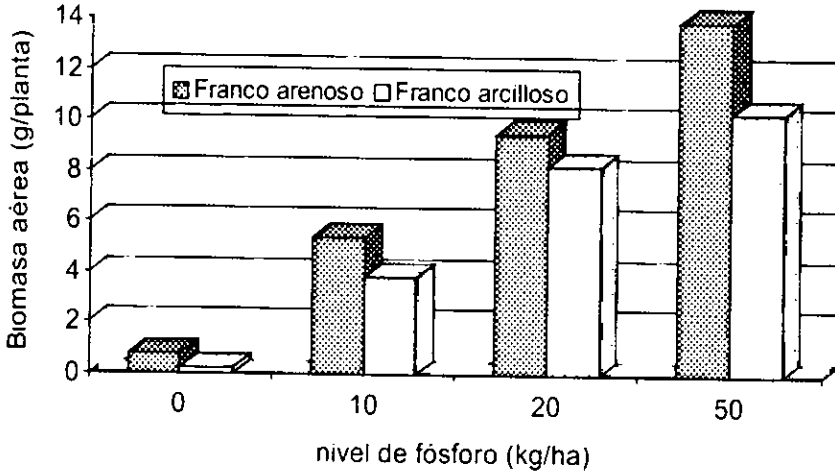


Figura 3.7. Efecto de la aplicación de fósforo (P) sobre biomasa aérea de *Brachiaria dictyonera* en dos suelos ácidos de la altillanura (Rao et al., 1998).

## CONSIDERACIONES PARA LA FERTILIZACIÓN EN PASTOS

Los pastos con mayor potencial de rendimiento y de extracción de minerales del suelo como el Toledo, Mulato II y algunas variedades de *Panicum* como el Mombasa y Tanzania requieren de mayor fertilidad del suelo, condiciones que se han conseguido en los suelos ácidos de la altillanura, mediante la rotación de cultivos o con la asociación de cultivos y pastos, donde elementos de gran importancia como el fósforo y el azufre han aumentado su contenido en el suelo en más de 20 veces y la saturación de aluminio se ha reducido en cerca de 50%, como respuesta a las enmiendas y fertilizantes aplicados a estos cultivos, Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Mejoramiento de la fertilidad de los suelos después de tres años con cultivos en la altillanura plana.

Característica	Antes de cultivos	Después de tres años con cultivos
P (ppm)	1.0	20.0
Al (me/100 g)	2.0	1.2
Ca (me/100 g)	0.3	2.5
Mg (me/100 g)	0.12	0.35
K (me/100 g)	0.06	0.17
S (ppm)	2.0	33.0
Saturación de bases (%)	22.0	50.0
Saturación de Al (%)	78.0	42.0

Los resultados muestran que la saturación de bases menor de 30% es limitante para obtener una buena respuesta en producción de forraje. Según estudios hechos en suelos ácidos el Cerrado brasileiro, los pastos poco exigentes como el *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura* exigen una saturación de bases de 30 a 35%, mientras que especies más exigentes como el *B. brizantha* cv Marandú, *B. brizantha* cv Toledo y todas las especies de *Panicum* requieren de una saturación de bases de 40 a 45% (Vilela *et al.*, 1998). Por lo tanto, con base en el análisis químico de suelos, es necesario determinar la saturación de bases para calcular los requerimientos de cal dolomítica, que además mejorará los contenidos de calcio y magnesio en el suelo para ser aprovechados por los pastos.

Para obtener buen desarrollo de los pastos y alta producción de forraje, se han establecido las condiciones adecuadas de fertilidad, en rangos de contenido de nutrientes en el suelo, para pastos adaptados de menor exigencia y para los de mayores requerimientos de minerales, Tabla 3.9. Con este contenido de nutrientes en los suelos, los pastos podrán ofrecer a los bovinos un forraje de mejor calidad, con un contenido de minerales que satisface las exigencias nutricionales del ganado, mejorando los rendimientos en la mayoría de los casos.

**Tabla 3.9.** Contenido de minerales en los suelos para el buen desarrollo de pastos en la Orinoquia colombiana

Mineral	Pastos menos exigentes (Amargo, Dulce, Llanero)	Pastos exigentes (Toledo, Mulato II, <i>Panicum sp.</i> )
P (ppm)	5 - 10	10 - 15
K (me/100 g)	0.10 - 0.12	0.15 - 0.20
Ca (me/100 g)	0.5 - 1.0	1.5 - 2.0
Mg (me/100 g)	0.12 - 0.20	0.3 - 0.4
S (ppm)	15 - 20	20 - 25
Zn (ppm)	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0
Cu (ppm)	1.0 - 2.0	2.0 - 3.0
B (ppm)	0.5 - 1.0	1 - 1.5

Trabajos realizados en fincas, se ha encontrado gran variabilidad en el contenido de minerales en los suelos, aun dentro de la misma finca. Por lo tanto, para obtener un mejor establecimiento y desarrollo de las praderas, se recomienda que se tenga conocimiento de las características químicas del suelo donde se va a establecer la pradera, por medio de su análisis. Con la información del análisis de suelos y los requerimientos de la planta, se puede hacer el cálculo de la cantidad del mineral a aplicar.

En la Tabla 3.10 se presenta un ejemplo del piedemonte llanero donde se puede apreciar los bajos contenidos de todos los minerales en el suelo donde se va a sembrar el pasto. Además, se presentan los valores deseados para un pasto de bajas exigencias nutricionales como el *B. decumbens*. Estos valores son llevados a contenidos en el suelo en kg/ha, los cuales fueron calculados de acuerdo a la información contenida en la Tabla 3.11, para determinar las cantidades del elemento que se requieren aplicar.

Los fertilizantes recomendados para los pastos se deben seleccionar bajo criterios de eficiencia y economía, para lo cual debe considerarse a los pastos como un cultivo perenne, que requiere disponibilidad permanente de nutrientes. Además, debe tenerse en cuenta las extensiones de las praderas, las distancias entre los sitios de aprovisionamiento y las fincas, especialmente las ubicadas en la altillanura y los costos de los fertilizantes. La decisión del productor en utilizar uno

**Tabla 3.10.** Ejemplo de la cantidad de minerales a aplicar al suelo para cubrir las deficiencias en del suelo y cubrir los requerimientos de *B. decumbens*. (Densidad aparente de 1 g/cc).

Mineral	Valor análisis de suelos		Contenido del mineral en el suelo (kg/ha)		Deficiencia <sup>1</sup> (kg/ha)
	Real	Deseado	Real	Deseado	
Fósforo (ppm)	2	10	4	20	16
Calcio (me/100g)	0.55	1	220	400	180
Magnesio (me/100g)	0.15	0.2	36	48	12
Potasio (me/100g)	0.06	0.12	47	94	47
Azufre (ppm)	2	20	4	40	36

<sup>1</sup>cantidad del elemento a aplicar.

**Tabla 3.11.** Equivalencia del contenido de algunos minerales en el suelo (kg/ha), con base en los resultados del análisis de suelos (densidad aparente: 1 g/cc)

Contenido de minerales en el suelo	
En unidades según análisis de suelo	En kg/ha
1 ppm de fósforo	2 kg de fósforo
1 ppm de azufre	2 kg de azufre
1 me/100 g de suelo de calcio	400 kg de calcio
1 me/100 g de suelo de magnesio	240 kg de magnesio
1 me/100 g de suelo de potasio	760 kg de potasio

u otro fertilizante, depende de un análisis de costos detallado y del sistema de explotación que quiera desarrollar en la finca. Si se quiere una explotación más intensiva, con mayor número de animales por área y producción más rápida, debe disponer de mayor volumen de biomasa de mejor calidad, lo cual se logra con niveles de fertilización más altos con fuentes más solubles y con aplicaciones más frecuentes.

Las fuentes de fósforo, calcio, magnesio y azufre más aconsejables son la roca fosfórica, la cal dolomítica y el yeso agrícola; estos insumos son adecuados para la fertilización de pastos por su lenta solubilidad y por sus bajos costos, en comparación con otros fertilizantes disponibles en el mercado. Otras fuentes importantes de calcio y fósforo, de mayor solubilidad que la roca fosfórica, es el abono paz del río y las rocas parcialmente aciduladas las cuales han sido tratadas con ácido para mejorar la disponibilidad de fósforo.

La cal dolomítica es fuente de calcio y magnesio. Por su parte el yeso agrícola proporciona calcio y azufre en forma de sulfato, que es el compuesto como la planta lo absorbe por las raíces. El yeso agrícola junto con la cal dolomítica cumple la función de reducir la saturación de aluminio en el suelo y aumentar los contenidos de bases intercambiables (Ca, Mg, K) en el complejo de cambio del suelo. La principal ventaja del yeso agrícola es el mayor movimiento que el calcio tiene en el suelo unido al sulfato, permitiendo su mayor disponibilidad a niveles más profundos favoreciendo el desarrollo de raíces de los pastos (Gomes *et al.*, 2001).

De otra parte, si la pradera esta conformada por gramínea pura es indispensable la fertilización nitrogenada. Se ha comprobado que el nitrógeno es el nutriente que genera mayor

respuesta en los pastos en producción y en mejoramiento de la calidad, especialmente en términos de proteína. La deficiencia de nitrógeno ha sido reportada como una de las principales causas de degradación de praderas (Werner, 1986 citado por Soares *et al.*, 1992; Robbins *et al.*, 1986). En general, la productividad de dichas praderas disminuye debido a una reducción en el nitrógeno disponible en el suelo, por lo cual el problema podría resolverse mediante la rotación de cultivos con praderas, la fertilización con nitrógeno o la introducción de leguminosas (Robbins *et al.*, 1986). La práctica más fácil sería la fertilización con nitrógeno, sin embargo, los altos costos de los fertilizantes que contienen este nutriente, limita su uso por parte de los productores.

Con respecto a la fertilización con elementos menores, investigaciones que se realizaron en Carimagua (CIAT, 1981), demostraron que en gramíneas y leguminosas forrajeras no se obtiene efecto positivo sobre la disponibilidad de forraje con la aplicación de micronutrientes. La cantidad de boro (B) y manganeso (Mn) disponibles bajo condiciones de sabana nativa es adecuada para el establecimiento de pastos. Las aplicaciones de zinc (Zn) y cobre (Cu) al suelo mejoran su contenido en las gramíneas, lo cual es importante ya que sin la aplicación de estos microelementos los niveles son inferiores a los requeridos por el animal. Por lo tanto, la fertilización de mantenimiento con zinc y cobre es importante en praderas de gramíneas puras.

Para determinar los fertilizantes y las cantidades que se deben aplicar teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelos, en la Tabla 3.12 se presenta un listado de los principales fertilizantes en el mercado con sus respectivos contenidos de cada elemento. Para hacer los cálculos de los insumos de acuerdo a la forma como viene el elemento en el fertilizante se deben tener en cuenta las conversiones reportadas en la Tabla 3.13.

**Tabla 3.12.** Contenido (%) de minerales en algunos fertilizantes comerciales.

Fertilizante	N	P	K	Ca	Mg	S
Cal dolomítica				22 - 30	7 - 12	
Cal agrícola				30		
Flor de azufre						85
Yeso Agrícola				17 - 20		14 - 18
Escovas Thomas (Abono Paz de Rio)		4		34	1	
Roca fosfórica		8 - 13		20 - 30		
Cloruro de potasio			50			
Sulfato de potasio			42			18
Sulpomag			18		11	22
Sulcamag				18	9.6	9
Nitromag	21			7.8	4.2	
Sulfato de magnesio					10	13
Oxido de magnesio					32	
Urea	46					
Fosfato diamónico (DAP)	18	20				
Superfosfato triple		20		14		
Kiesenta					14.5	20
15-15-15	15	6.5	12.5			
10-30-10	10	13.1	8.3			
18-18-18	18	7.7	15			2
10-20-20	10	8.6	16.6			





Calcio (Ca) del yeso agrícola:

$$\frac{240 \text{ kg de yeso agrícola} \times 20 \text{ kg de Ca}}{100 \text{ kg de yeso agrícola}} = 48 \text{ kg de Ca/ha}$$

Cantidad total de calcio: 204 kg/ha

La recomendación es aplicar 180 kg/ha de calcio. Entonces con las cantidades de roca fosfórica como fuente de fósforo, cal dolomítica como Fuente de magnesio y yeso agrícola como fuente de azufre, se esta aplicando el calcio requerido.

Resumen de la fertilización que se debe aplicar:

Fosforita Huila:	400 kg/ha
Cal dolomítica:	120 kg/ha
Yeso agrícola:	240 kg/ha
Cloruro de potasio:	94 kg/ha

## ASOCIACIÓN CON LEGUMINOSAS FORRAJERAS

La utilización de praderas asociadas de gramínea y leguminosa, Figura 3.8, para la alimentación animal ha sido documentada por varios trabajos realizados en diferentes escenarios.

En las praderas asociadas de gramíneas y leguminosas, se presenta buena acumulación de carbono, especialmente en las gramíneas de raíz profunda. También se han cuantificado incrementos en la actividad biológica y en la biomasa de la fauna del suelo y se presentan condiciones para la asociación con micorrizas, lo que contribuye en el mejoramiento de la fertilidad y de algunas propiedades físicas del suelo y en el aumento de la materia orgánica, (Thomas, 1995).



Figura 3.8. Asociación de *B. decumbens* con capia en un suelo franco arenoso de la altillanura.

La transformación del nitrógeno que realizan las leguminosas, gracias a la simbiosis con bacterias en sus raíces, es de especial importancia si se tiene en cuenta que este nutriente es el más deficitario en los forrajes que consume el ganado, manifestándose con un contenido de proteína que no supera el 6%. Estas plantas tienen la capacidad de transformar de 70 a 200 kg./ha/año de nitrógeno (Cadish 1985). Esto representa de 150 a 400 kg/ha de urea, que es el fertilizante químico más utilizado y con mayor contenido de este nutriente. En términos económicos las leguminosas pueden evitar un gasto anual de \$200.000 a \$500.000 por hectárea.

## **INOCULACIÓN SEMILLAS DE LEGUMINOSAS**

Para un mejor desarrollo de las leguminosas, éstas deben estar asociadas efectivamente con bacterias (rizobios) encargadas de la fijación del nitrógeno atmosférico en las raíces. La simbiosis existente entre bacterias y leguminosa, ofrece un gran beneficio: a la misma planta que aprovecha el nitrógeno transformado por las bacterias, al ganado que consume un forraje de mejor calidad y al productor que no tiene que invertir en fertilizantes nitrogenados.

La efectividad de la población de rizobios nativos depende de su abundancia, su especificidad, su diversidad, su competitividad y su tolerancia a las condiciones ambientales. La inoculación intenta modificar la efectividad de la población de las cepas nativas mediante la introducción de una cepa seleccionada, que interactúa con las cepas nativas. En algunos casos la leguminosa responde a la inoculación y en otros crece bien sin ésta. En ocasiones la población nativa de rizobios es completamente inefectiva y la ausencia de inoculación puede resultar en una falla total en el establecimiento de la leguminosa. (Bradley y Valdés, 1988).

### **Procedimiento de inoculación:**

- El procedimiento para la inoculación consiste en mezclar el inóculo que contiene la bacteria con la semilla en un recipiente limpio, Para inocular un kilo de semilla primero se mezcla 100 ml de agua con 10 a 20 gramos de azúcar, que actúa como adherente. Luego se adiciona el kilo de semillas y 50 gramos de inóculo y se mezcla bien hasta que haya una buena distribución y cubrimiento.
- A las semillas inoculadas se agrega inmediatamente un material recubrente como la roca fosfórica. La cantidad depende del tamaño de las semillas; por ejemplo se necesitan 300 gramos de roca fosfórica para un kilo de semilla de maní forrajero y 400 gramos para un kilo de Capica.
- Después de peletizar las semillas se deben dejar extendidas durante 20 minutos en la sombra para que se sequen.
- El ejemplo presentado para un kilo de semilla se plantea como ejercicio para calcular las dosis de cada elemento necesario para la inoculación. En términos prácticos, la inoculada debe hacerse al menos para cada 5 kg de semilla.

## **SIEMBRA DE PASTOS**

### **SIEMBRA CON SEMILLAS**

Una vez preparado el suelo se procede a realizar la siembra, utilizando una mezcla de los fertilizantes de establecimiento (roca fosfórica, cal dolomítica, yeso agrícola), con las semillas de las

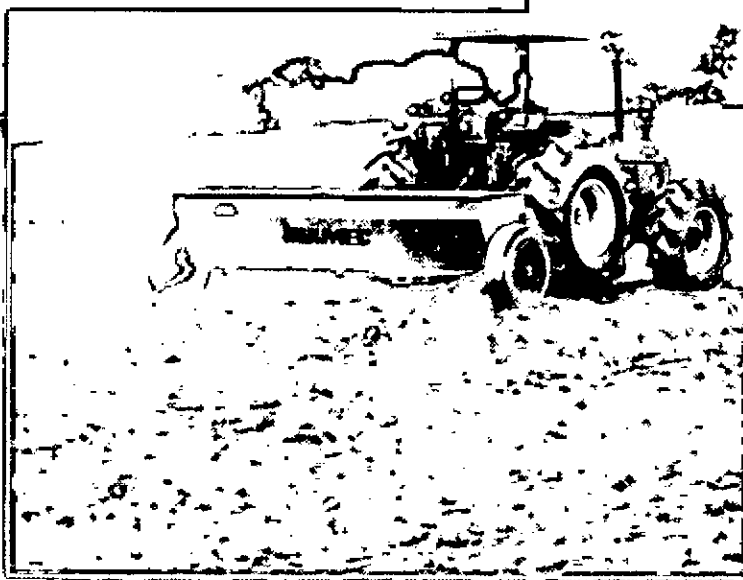
especies recomendadas, no debe mezclarse con abono que contenga nitrógeno o potasio, y aún fósforo cuando es en forma de superfosfato, Figura 3.9.

La distribución de los fertilizantes y las semillas en el lote, se puede hacer al voleo con "voleadora" accionada por tractor, o en surcos con las máquinas diseñadas para este fin. Un implemento adecuado de fácil adquisición para la siembra de pastos, es la encaladora (Figura 3.10), porque distribuye las semillas junto con los fertilizantes en surcos separados a 15 cm y con ramas o una cadena pesada cubre a las semillas con una ligera capa de tierra y ejerce una ligera compactación para que la semilla haga buen contacto con el suelo. En pequeñas áreas la siembra se puede hacer al voleo en forma manual.

La época de siembra más conveniente son los meses de abril y mayo, cuando comienzan las lluvias. Si no se alcanza a sembrar en estos dos meses es mejor esperar hasta agosto o septiembre, ya que no es recomendable hacerlo durante los meses de junio o julio porque es cuando más



**Figura 3.9.**  
Mezcla de las semillas  
de los pastos con  
los fertilizantes para  
hacer la siembra.



**Figura 3.10.**  
Siembra de especies  
forrajeras con  
encaladora.

llueve, causando arrastre de semilla y dificultad en el desplazamiento de la maquinaria. De octubre en adelante las lluvias se hacen menos frecuentes y su distribución es irregular; lo que puede afectar el buen establecimiento de la pradera, Figura 3.11.

Después de haber realizado el último pase de rastra, es indispensable dejar caer dos o tres aguaceros antes de empezar la siembra de los pastos, evitando, de ésta manera, que las semillas se profundicen demasiado por acción del agua. De lo contrario, es importante que en el momento de la siembra se haga cierta compactación del suelo para que haga buen contacto con la semilla, mediante una cadena pesada, tronco de madera, riel o un rodillo.

Cuando la siembra se hace en surcos con maquinaria para grano fino, estos deben estar distanciados entre 30 y 50 cm. En este caso se puede apreciar que la maquina sembradora viene equipada con un rodillo dentado que contribuye a un mejor contacto de la semilla con el suelo, Figura 3.12.

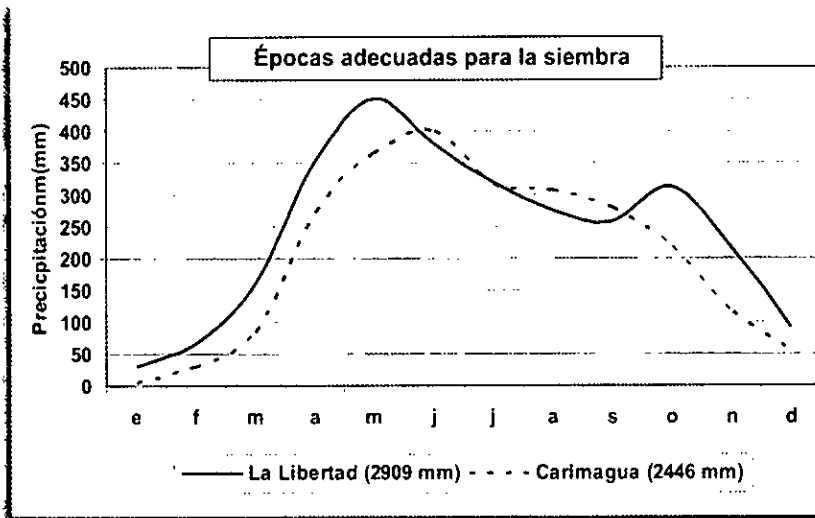


Figura 3.11. Épocas recomendadas para la siembra de pastos en la Orinoquia colombiana

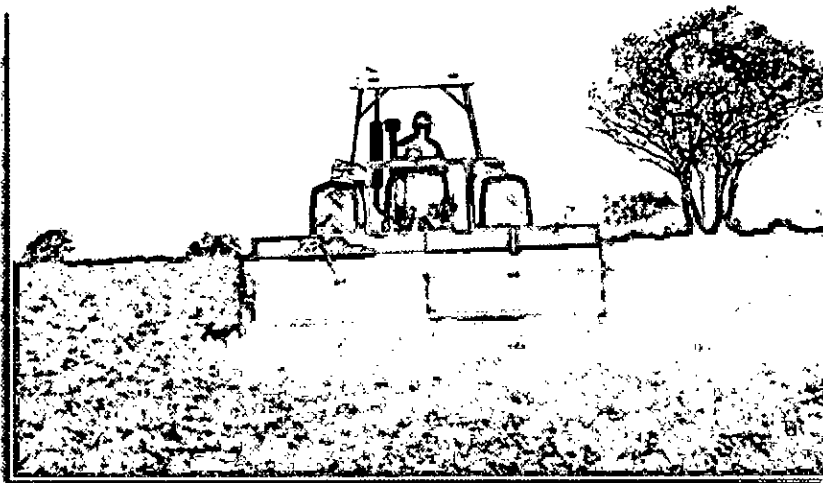


Figura 3.12. Establecimiento de pastos en surcos con sembradora abonadora.

## Profundidad de siembra

Para que las semillas de los pastos puedan germinar es necesario que exista buena humedad en el suelo y que ésta haga buen contacto con el. Semillas colocadas superficialmente en el terreno de siembra presentarán una germinación baja, de igual forma esto sucederá con semillas enterradas a más de 8 cm.

En un experimento con pasto Toledo sobre evaluación de diferentes profundidades de siembra, se pudo comprobar lo mencionado porque de 20 semillas colocadas superficialmente a una profundidad de 8 cm, a los 21 días solo germinaron 3 y 4 respectivamente, mientras que aquellas que se colocaron a 2, 4 y 6 cm presentaron una germinación de 80, 70 y 60% respectivamente, Tabla 3.14. Por lo tanto, en el caso de pasto Toledo y demás especies de *Brachiaria* que tienen tamaño de semilla similar, pueden quedar sembradas entre 2 y 6 cm, para obtener una buena población de plantas. Semillas que no se tapan con suelo pueden ser arrastradas por el agua de escorrentía, ser consumidas por pájaros e insectos o aquellas plántulas que logran germinar pueden morir por efecto de los rayos solares.

**Tabla 3.14.** Emergencia de pasto Toledo a diferentes profundidades de siembra (germinación de 82%).

Profundidad de siembra (cm)	Emergencia					
	A los 7 días dds <sup>1</sup>		A los 14 días dds		A los 21 días dds	
	Plantas <sup>*</sup>	%	Plantas	%	Plantas	%
0	2,6 c	13,0	2,6 b	13,0	3,0 c	15,0
2	14,3 a	71,5	15,3 a	76,5	16,3 a	81,5
4	12,6 a	63,0	14,0 a	70,0	14,0 a	70,0
6	10,3 ab	51,5	11,6 ab	58,0	12,0 ab	60,0
8	4,0 bc	20,0	4,0 b	20,0	4,3 bc	21,5
CV (%)	26		26		26	

<sup>1</sup> dds: días después de la siembra

<sup>\*</sup> Promedios, en la misma columna, con letras diferentes difieren en forma significativa ( $P < 0.05$ ), según la prueba de tukey.

El conocimiento del área exacta del lote y una buena calibración de la sembradora, permite un buen establecimiento de las praderas y el cálculo correcto de los insumos a utilizar. En la región no existen sembradoras desarrolladas específicamente para la siembra de pastos, lo cual se constituye en una limitante para la obtención de praderas bien establecidas. Por consiguiente, las recomendaciones se han desarrollado para los implementos que existen en la región como son la encaladora, voleadora y algunas sembradoras de grano fino, Figura 3.13.

## Calibración de sembradoras de precisión (Acosta et al., 1995)

Antes de iniciar la siembra se realiza la calibración del implemento para verificar la cantidad de semillas que se va a distribuir por hectárea. La calibración se efectúa como sigue:

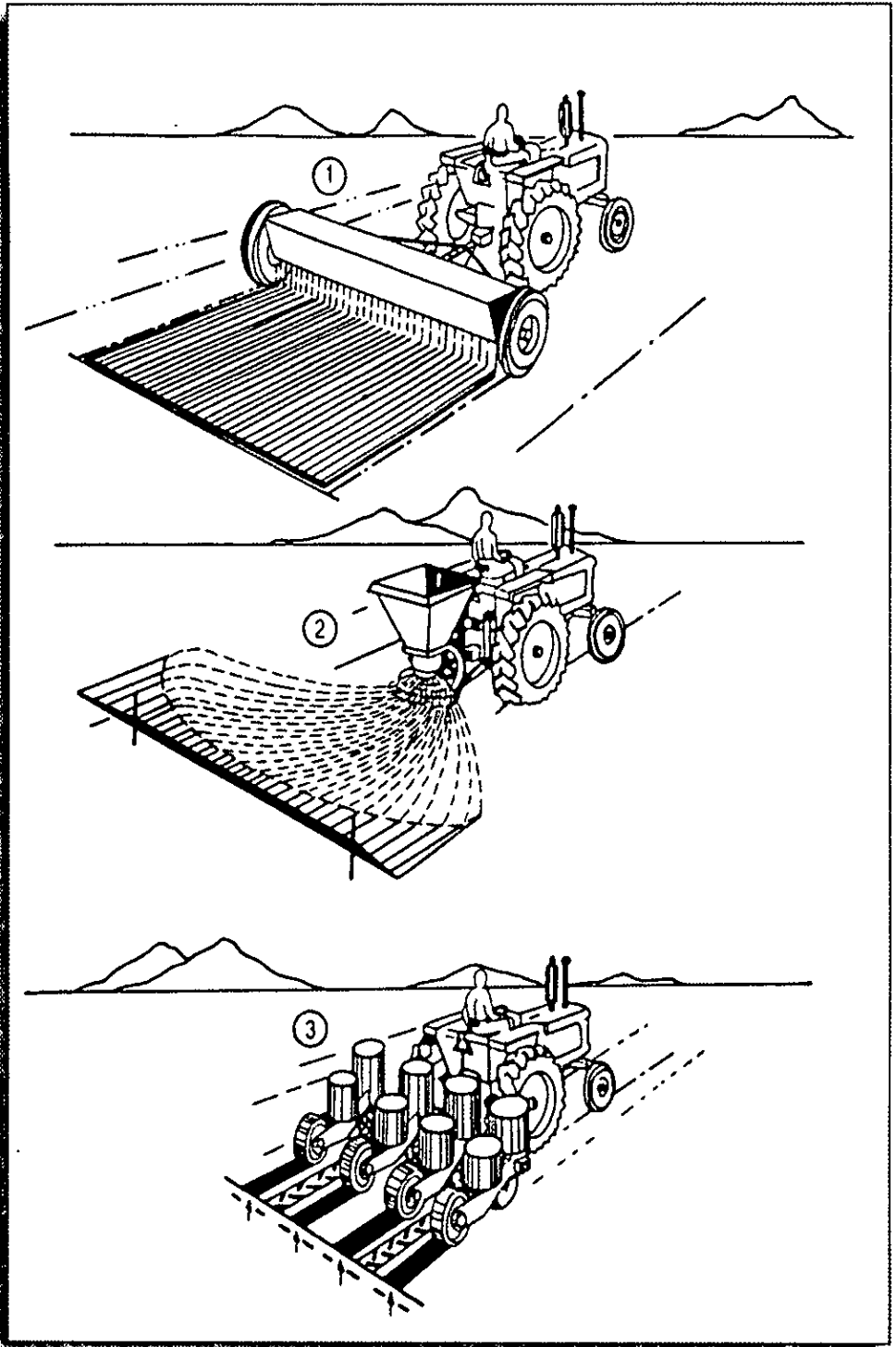


Figura 3.13. Siembra de pastos. 1. con encaladora. 2. con voleadora. 3. con sembradora abonadora en surcos (Acosta et al., 1995).

- Se pone una cuerda alrededor de la rueda de la máquina que controla los mecanismos de alimentación.
- Cuando la cuerda se ha extendido completamente, se mide su longitud. Esta será la distancia de avance de la máquina por cada vuelta de la rueda. En una hoja de papel se anota la distancia con la letra *a*.
- A continuación se mide el ancho de trabajo de la máquina, que será la distancia *b* entre los centros de sus ruedas.
- El producto  $a \times b$  será la superficie de siembra cuando la máquina avanza, por cada vuelta de sus ruedas.
- Se coloca un recipiente para recoger las semillas. Luego se levanta la máquina para que la rueda de mando quede libre del suelo y gire la rueda a un determinado número de vueltas. Mientras tanto, se juntan las semillas descargadas en el recipiente. De esta manera, se conoce la cantidad de semillas que la máquina en su posición de ajuste de la dosificación descarga sobre una determinada superficie del campo.
- Antes de iniciar la siembra se retira el recipiente y se ajusta su operación hasta comprobar que la tasa de siembra es apropiada.

Para una mejor comprensión de esta calibración, se analiza el siguiente ejemplo:

- Sembradora con un ancho de trabajo de 3 m. La cuerda alrededor de la rueda de mando mide 5 m. Con una revolución de la rueda se siembra entonces una superficie de  $3 \times 5 = 15 \text{ m}^2$ .
- Durante la calibración de la cantidad de semilla se gira la rueda por 30 vueltas, y la cantidad de semillas recogida en la canaleta es de 0.54 kg. Con 30 vueltas de la rueda se cubre una superficie de  $30 \times 15 = 450 \text{ m}^2$ .
- Con el ajuste actual de la dosificación, la máquina descargará 0.54 kg de semillas en cada 450  $\text{m}^2$  de superficie.
- Por simple regla de tres se establece que la tasa de siembra es de 12 kg/ha.

## SIEMBRA CON MATERIAL VEGETATIVO

Debido a la escasa disponibilidad de semilla de algunas especies como el *B. humidicola* y *A. pintoii*, y a la baja calidad de la de *B. dictyoneura*, el material vegetativo se convierte en opción para la siembra de pastos.

El establecimiento de praderas con material vegetativo es conveniente hacerlo en los meses de mayor precipitación, para asegurar un buen desarrollo de nuevas plantas a partir de cepas de gramíneas principalmente y, tallos o estolones de maní forrajero y en algunos casos de *B. humidicola*.

Para cosechar el material vegetativo de las gramíneas a utilizar para la siembra, es necesario que las plantas no tengan una altura mayor de 20 cm, y con mayor presencia de tallos que de hojas, Figura 3.14, para evitar la deshidratación del material causada por un desbalance entre transpiración y absorción de agua; las cepas o estolones no tienen raíces para tomar el agua del suelo especialmente en los primeros días después de la siembra. Por consiguiente, el lote seleccionado para obtener el material vegetativo deberá ser pastoreado o cortado con guadaña, previamente.

Para obtener los tallos o estolones del *B. humidicola* o el *A. pintoii* se corta a ras del suelo con machete o con guadaña. Para sacar cepas de *B. dictyoneura*, *B. decumbens* o *B. brizantha*, se corta el material con pala a una profundidad del suelo no mayor de 5 cm.



**Figura 3.14.** Tamaño de una cepa de pasto Llanero utilizada para la siembra

- Para establecer una hectárea de maní forrajero, colocando dos estolones por sitio de siembra y sembrándolos a una distancia de 1 m entre surcos y 0,5 m entre plantas, se requiere de 40.000 estolones los cuales pesan entre 250 y 300 kg y se pueden cosechar en 50 metros cuadrados de semillero, Figura 3.15.
- Para sembrar una hectárea de pasto Llanero con cepas, colocando cada cepa a una distancia de 0.5 m entre surcos y 0,5 m entre plantas, se necesita 20.000 cepas que pesan entre 3.5 y 4 toneladas, las cuales se pueden obtener en 250 m<sup>2</sup> de semillero, Figura 3.16.
- De una hectárea de semillero de maní forrajero se puede obtener estolones para sembrar 200 ha. En tanto, de una hectárea de semillero de pasto Llanero se puede obtener cepas para sembrar 40 ha.
- Después de que el material vegetativo se ha cosechado, este se debe sembrar preferiblemente el mismo día del corte. Si esto no es posible, debe colocarse en la sombra, taparlo con hojas o ramas y rociarle agua. Este no debe permanecer almacenado por más de cinco días.

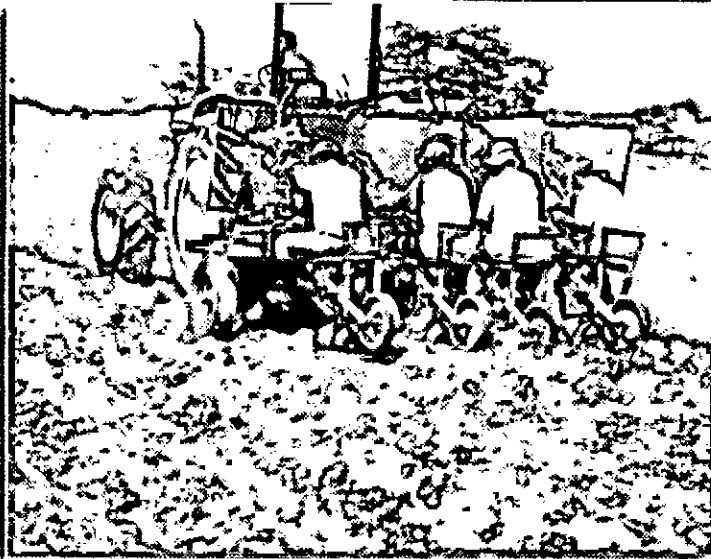
Existen varios métodos para distribuir el material vegetativo en el lote y su eficiencia, para la obtención de praderas bien establecidas, dependerá del sistema de siembra.

- Uno de estos métodos es distribuir uniformemente el material en el lote preparado y luego incorporarlo con el pase de rastra. Con este sistema puede quedar material vegetativo sin hacer contacto con el suelo y puede ser afectado por deshidratación causando su muerte.
- Para asegurar un buen establecimiento de los pastos, la siembra se puede hacer colocando el material a 50 cm entre surcos y 50 cm entre plantas, ahoyando el sitio de siembra o simplemente echando un poco de tierra sobre el material vegetativo. Con este sistema se pueden establecer praderas de gramíneas puras o praderas asociadas de gramíneas y leguminosas en surcos alternos.



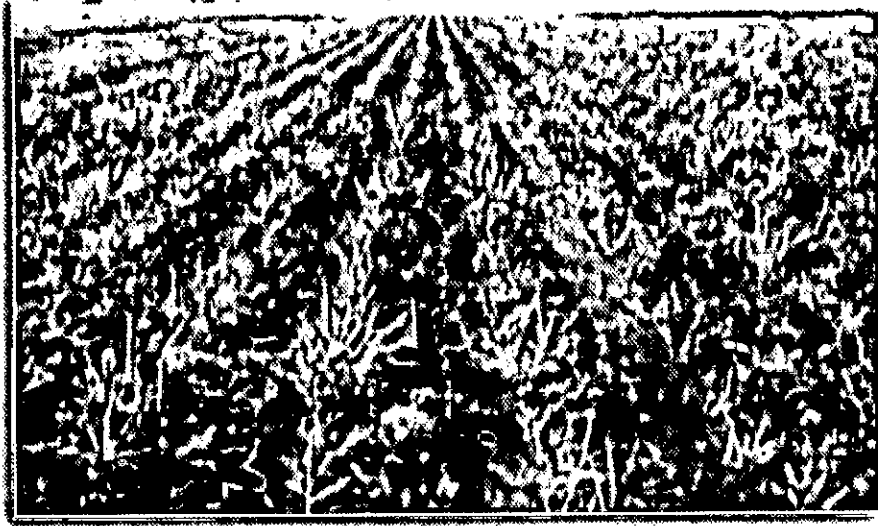
**Figura 3.16.**  
Obtención de material  
vegetativo de *Brachiaria*.

**Figura 3.15.**  
Siembra del material  
vegetativo de pastos  
en forma manual.



**Figura 3.17.** Establecimiento  
de la asociación gramínea  
y leguminosa forrajera,  
con la sembradora de  
material vegetativo.

- Se han desarrollado máquinas sembradoras de material vegetativo, Figura 3.17, las cuales abren los surcos mediante escardillos o discos. Manualmente se coloca el material vegetativo con personal sentado en el implemento, y luego se tapan y compactan en una sola operación. Este tipo de implemento se basa principalmente en la estructura de un equipo de escardillo al cual se le han adaptado unas medias canecas que sirven de receptoras del material vegetativo de siembra, además de una tabla para sentar el personal que realiza la siembra, la cual se apoya en un juego de ruedas, que adicionalmente sirven para compactar el material con el suelo. Con este sistema se pueden sembrar surcos alternos de gramínea y leguminosa o surcos de sola gramínea y su rendimiento es de 4 a 5 ha diarias, Figura 3.18.



**Figura 3.18.** Pradera a los 45 días después de la siembra con material vegetativo utilizando sembradora.

## MANEJO DE LOS PASTOS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

Para lograr una pradera bien establecida y evitar contratiempos en su manejo inicial, es necesario que quede bien sembrada atendiendo las recomendaciones. Al presentarse algunos inconvenientes en el establecimiento como presencia de malezas y plagas, bajo o irregular número de plantas germinadas, se debe tomar una decisión para dar solución a estos problemas.

### CONTROL DE MALEZAS

Durante el establecimiento, las malezas compiten con las especies forrajeras por nutrientes, agua, luz y espacio. Se considera maleza, en pasturas establecidas, toda planta indeseable que compite agresivamente por factores de crecimiento de las especies forrajeras introducidas, que es rechazada por los animales o que pueden inducir problemas al animal que las consume. Uno de los problemas más graves que se presentan en las praderas es la ocurrencia de enfermedades crónicas o letales en el ganado y cuya etiología en muchos casos no es bien conocida. Es posible que las causantes de estas enfermedades sean las "plantas tóxicas" que cuando son ingeridas por los animales (Doll, 1989).

Las malezas en las praderas se pueden clasificar en dos categorías: especies de hoja angosta, especie de hoja ancha. En la Tabla 3.15 se presenta un listado de las especies que aparecen con frecuencia como malezas de hoja ancha en potreros del piedemonte llanero y en la altillanura plana colombiana.

En pastos establecidos a partir de sabana nativa de la altillanura no se presenta competencia por malezas, esto ocurre solamente cuando estas sabanas han sido intervenidas con agricultura. En cambio en el piedemonte, se presentan problemas graves por alta población de malezas de

hoja ancha y hoja angosta. Se presenta, principalmente en áreas que han sido cultivadas en el pasado o en praderas degradadas con alta presencia de otras especies diferentes a los forrajes.

**Tabla 3.15.** Principales malezas en praderas de la Orinoquia colombiana.

Nombre común	Nombre científico
<b>Hoja ancha:</b>	
Escobo	<i>Sida acuta</i>
Chilinchil o bicho	<i>Cassia tora</i>
Verbená	<i>Heliotropium indicum</i>
Dormidera	<i>Mimosa pudica</i>
Venturosa	<i>Lantana camara</i>
Bledo	<i>Amarantus dubius</i>
Uña de gato	<i>Fagara pterota</i>
<b>Hoja angosta:</b>	
Rabo de zorro	<i>Andropogon bicornis</i>
Guadilla o paja comino	<i>Homolepis aturensis</i>
Paja tigre o paja mona	<i>Panicum rudgei</i>
Vendeaguja	<i>Imperata cilindrica</i>
Maciega	<i>Paspalum virgatum</i>
Caminadora	<i>Rotbohellia exaltata</i>

## Métodos de control de malezas

### ♦ Métodos preventivos

Para siembras de pastos en suelos con alta reserva de semillas de malezas, debe utilizarse una mayor cantidad de semillas de buena calidad, hacer una preparación oportuna y siembras a comienzos de lluvias.

Otra alternativa es sembrar varias especies mezcladas, por ejemplo *Brachiaria decumbens* que tiene un crecimiento inicial rápido, mezclada con *Brachiaria dictyoneura* de crecimiento inicial más lento, pero con el tiempo, cubre totalmente el suelo.

En áreas contaminadas con semillas de malezas de hoja ancha, como aquellas que han sido manejadas con cultivos, es necesario reducir esta población mediante la labranza en días soleados y la aplicación de herbicidas al mes o dos meses después de la labranza a las malezas que han germinado, de lo contrario, no es conveniente el establecimiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas por dificultades para el control químico con herbicidas hormonales, pues en estas aplicaciones se estaría afectando a la leguminosa.

### ♦ Control mecánico

Si el problema de malezas ya está presente en las praderas recién sembradas, se pueden hacer controles manuales con machete o mecánicos con guadañadora o rolo, reduciendo la competencia de las malezas, particularmente gramíneas y especies anuales de hoja ancha; este mismo efecto puede conseguirse con pastoreo ligero, pero evitando causar daño a la pastura por pisoteo o arranque de plántulas.

La efectividad de estos métodos depende de la oportunidad y la frecuencia con que se realicen. Lo importante es mantener las malezas a baja altura para reducir la competencia con las pasturas y evitar la producción de semilla de ellas. En sitios de baja densidad de malezas, principalmente de gramíneas como *Paspalum virgatum* y *Andropogon bicornis*, el arranque manual de aquéllas es efectivo y puede ser practicado durante todo el año, dependiendo de la disponibilidad de mano de obra (Doll, 1989).

♦ **Control químico**

Es control de malezas mediante sustancias químicas conocidas como herbicidas los cuales se pueden utilizar según el tipo de maleza. Estos herbicidas se clasifican de la siguiente forma (Bernal, 2003):

Por su efecto sobre las plantas:

- Selectivos: actúan sobre determinadas especies sin causar daños a otras. Por ejemplo herbicidas hormonales que afectan solo a malezas de hoja ancha.
- No selectivos: controlan todo tipo de vegetación donde se incluyen las malezas y los pastos, en este grupo se puede mencionar al glifosato.

Por su forma como actúan:

- Sistémicos: son herbicidas que al ser aplicados a las plantas son absorbidos por ellas principalmente por las hojas y se movilizan por toda la planta hasta las raíces causando daños en el proceso fisiológico y su muerte. Estos herbicidas se han desarrollado para eliminar solamente plantas de hoja ancha como los hormonales y solamente plantas de hoja angosta (gramíneas) y son derivados del TCA (ácido tricloroacético) y dalapon (ácido 2-2 dicloropropiónico).
- De contacto: actúan directamente sobre el follaje y causan la muerte a las plantas. No se movilizan por la planta.

En la Tabla 3.16 se presentan algunos herbicidas que pueden ser aplicados en potreros para el control de malezas de hoja ancha.

**Tabla 3.16.** Algunos herbicidas para el control de malezas de hoja ancha.

Nombre técnico	Nombre comercial
2,4-D amina	Anikilamina, amina 4
2,4-D ester	Esteron 44, anikil 4
2,4,5 T ester	Esteron T-344
Picloram	Tordon 22-K
Picloram + 2,4-D amina	Tordon 101

Para el buen control de malezas es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- La aplicación del herbicida al follaje debe hacerse cuando las malezas estén en crecimiento activo y tengan suficiente cantidad de hojas para su absorción o contacto.
- La efectividad del herbicida disminuye cuando las malezas han florecido. En este caso se recomienda cortar las malezas con machete o guadaña y esperar a que hayan nuevos brotes para aplicar el herbicida.

- No se recomienda aplicar herbicidas en sequías prolongadas. El mayor efecto del producto se logra cuando hay humedad en el suelo y la planta se encuentra en activo crecimiento.
- La aplicación del herbicida se debe hacer en días despejados, para evitar que las lluvias puedan lavar el producto antes que la planta lo haya absorbido. Para una mejor adherencia del herbicida a las hojas se recomienda adicionar a la mezcla algún producto coadyuvante.
- Para la mezcla del herbicida utilizar agua limpia sin sedimentos u otro tipo de contaminante, pues se puede reducir la efectividad del producto.
- Para la aplicación del herbicida utilizar boquillas de abanico porque proporcionan una cobertura más uniforme y más fuerza de descarga del líquido.
- Para una mejor acción, algunos herbicidas requieren que estos sean mezclados con un coadyuvante (aceite mineral) que favorece la penetración del herbicida en la hoja, hay disminución de la velocidad de evaporación de la gota, reduce las pérdidas por escurrimiento y produce una mayor adherencia de las gotas a la planta.
- Leer cuidadosamente las instrucciones que aparecen en el rótulo del envase del producto, para aplicar las dosis recomendadas y para tener cuidado con la salud de los operarios.
- Para su aplicación, los operarios deben protegerse con mascarillas, guantes y vestidos impermeables. No se debe fumar durante la aplicación y deben bañarse y cambiarse de ropa después de la aplicación.

## CONTROL DE PLAGAS

La plaga más importante que se presenta en la fase de establecimiento de pastos es la hormiga arriera. En terrenos con alta población de hormiga se debe establecer especies tolerantes como el *Brachiaria humidicola* y hacer preparación temprana de los suelos.

La preparación temprana consiste en la realización estratégica del laboreo del suelo de acuerdo al comportamiento del régimen de lluvias. La preparación se debe realizar cuando el período de lluvias esté terminando. Esta práctica permite exponer a la acción del medio am-

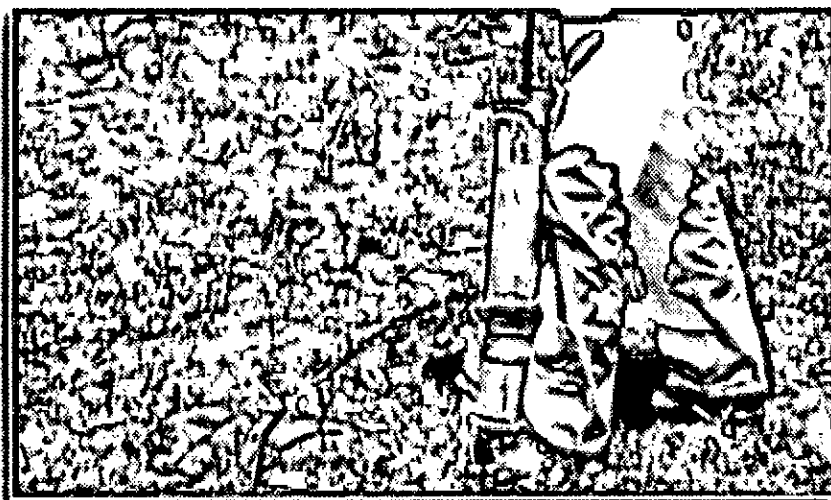


Figura 3.19. Control de hormiga insuflando los hormigueros con un insecticida en polvo.

biente los hormigueros que por causa de un nivel freático alto han localizado sus nidos muy superficiales. Este sistema no elimina totalmente las poblaciones de hormigas, pero las reduce en forma tal que no se conviertan en un serio problema para el establecimiento. Sin embargo, se deben observar posibles daños una vez la pastura se encuentre en crecimiento con el fin de darle el mejor manejo a la presencia de este insecto. Durante el primer mes de establecimiento de la pradera, debe hacerse control permanente de hormiga, insuflando los hormigueros con insecticida en polvo, Figura 3.19.

Las hormigas incluyen dos géneros de cortadoras de hojas, *Atta* y *Acromyrmex*, conocidas como hormigas arrieras. Las especies *Atta* cosechan hojas de mono y dicotiledóneas mientras que, las especies de *Acromyrmex* muestran una marcada preferencia por gramíneas como pasto llanero y *Andropogon gyanus*. Por los cortes realizados en las plántulas emergentes, *Atta* y *Acromyrmex* pueden causar el fracaso completo del establecimiento, o su daño puede resultar en pasturas con poblaciones irregulares y consecuentemente susceptibles de enmalezarse.

## RESIEMBRA DE PASTOS

Cuando se registran fallas en el establecimiento por diferentes causas como mala preparación de los suelos, épocas de siembra inadecuadas o uso de semillas de mala calidad, debe hacerse resiembra en las áreas mal establecidas. Esta debe realizarse en forma oportuna para evitar la desuniformidad en el crecimiento de las especies e invasión de malezas en los sitios donde no germinaron los pastos.

Cuando sea necesario, la resiembra parcial se puede hacer aproximadamente un mes después de la siembra, una vez que hayan germinado las semillas. Se hace en forma manual, esparciendo sobre las áreas menos pobladas la semilla que se había reservado previamente, o reemplazando el material vegetativo que no haya rebrotado.

## PRIMEROS PASTOREOS

Los primeros pastoreos se realizan según la cobertura y altura de las especies de pastos sembrados y esto se relaciona con la fertilidad de los suelos. En suelos de buena fertilidad, el pastoreo puede realizarse a los tres meses de la siembra y en suelos de baja fertilidad, como son la mayoría en los Llanos Orientales, el pastoreo se realiza entre cuatro y cinco meses después de la siembra. Para esto es preferible usar animales livianos en períodos cortos de ocupación que van de 8 a 15 días. Estos primeros pastoreos favorecen el macollamiento en especies de crecimiento erecto y el desarrollo de estolones en especies de crecimiento postrado y estolonífero como pasto Llanero y Dulce.

En praderas bien establecidas no es recomendable permitir el crecimiento de los pastos hasta la producción de semillas porque los pastos se sobremaduran incrementando el contenido de fibra que afecta la calidad del forraje y consumo por los animales. Además por la alta acumulación de biomasa y la altura desarrollada en los pastos, los animales solo causan daño por pisoteo formando un colchón de pasto seco y lignificado que puede favorecer el desarrollo de plagas como el mion de los pastos (*Aeneolamia* sp).

## Bibliografía

- Acosta, A.; Pardo, O.; Duran, C.V.; Gualdrón, R. y Soto, G. 1995. Establecimiento de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 3 de la Serie "Capacitación en tecnología de producción de pastos". CIAT, Nestle, Banco Ganadero. 156 p.
- Amésquita, E.C.; Hoyos G., P.; Molina L., D.; Corrales, A.I.; Bernal R., J.; Rivera P., M.; Sin. Porqué y cómo construir una capa arable en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. (mimeo)
- Andrew, C.S. and Vander- Berg. 1973. The influence of aluminum on phosphate adsorption by whole plants and excised roots of some pasture legumes. *Aust. J. Agric. Res.* 24. 341- 351.
- Ayarza, M.A. 1988. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Ed. C.E. Lascano y J. Spain. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Sexta Reunión del Comité Asesor. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Cali, Colombia. pp. 161-186.
- Bernal, J. 2003. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. Cuarta edición. Angel Agro, Ganadería intensiva, Ideagro. Bogotá, Colombia. 702 p.
- Bradley, R. y Valdés, M. 1988. Manejo del ambiente microbiológico del suelo. En: Establecimiento y renovación de praderas. Memorias VI reunión del comité asesor de la RIEPT. Veracruz, México. pp. 209-236.
- Cadish, G.; Carvalho, E.; Sueth, A.; Vilela, L.; Soares, W. and Spain, J. 1985. The importance of legume - fixation in sustainability of pastures in the Cerrados of Brazil. Embrapa - CPAC, Brasilia, Brasil. 11 p.
- Caicedo G., S.; Bernal R., J.H.; Navas R., G. E.; Salmanca S., C.R.; Guevara A., E.J.; Botero Q., R.J. 2004. Labranza de conservación para la producción de cultivos semestrales en el piedemonte llanero. CORPOICA .PRONATTA. Boletín Técnico No. 39. CORPOICA La Libertad. Villavicencio, Meta. 51 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Programa de pastos tropicales. Informe anual. Cali, Colombia. 219 p.
- CTIC (Conservation technology Information Center). 1993. Conservation tillage definition and types of systems. *Conservation impact*: 11(5):6
- Clarkson, D.T. 1965. The effect of aluminum in some other trivalent cations on cell division in root apices of *Allium cepa*. *Ann. Bot.* 28:309-315
- Doll, J. 1989. Principios básicos para el manejo y control de malezas en praderas. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Cali Colombia. 58 p.
- Foy, C.D. 1992. Soil chemical factors limiting plant root growth. *Adv. Soil Sci.* 19:97-149.
- Gomes, D.M.; Vilela, L.; Lobato e Vieira, W. 2001. Uso de gesso, calcario e adobos para pastagens no Cerrado. EMBRAPA, Cerrados, Planaltina, Brasil. 22p.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1989. Resolución ICA No. 2402 del 11 de julio de 1989.
- Lozano, F. 2002. Estrategias de mecanización para la renovación de praderas degradadas en el Trópico Alto. En: Renovación y manejo de praderas degradadas del Trópico Alto. Resultados finales. Plan de modernización Tecnológico de la Ganadería Bovina Colombiana. CORPOICA, Ministerio de Agricultura, Fedegan. pp. 5 - 11
- Low, H. 1985. Latencia. Departamento de Industrias Primarias de Queensland. Australia. 65 p. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural y Corporación Colombia Internacional. 2008. Oferta Agropecuaria ENA. Cifras año 2007. 143 p.
- Pabón, P.H. 1985. Algunos Factores que influyen en la germinación del Pasto *Brachiaria dictyoneura*. Seminario Panamericano de Semillas, Cali, Colombia. Noviembre 25-29.
- Pardo, O.; Rincón, A. y Hess, D. 1999. Alternativas forrajeras para los Llanos Orientales de Colombia. Boletín técnico No. 18 CORPOICA-PRONATTA, Villavicencio, Meta. Colombia. 55 p.
- Rao, I.M.; Kerridge, P.C. y Macero, C.M. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. Ed. J.W. Miles, B.L. Maass y C.B. do Valle. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - EMBRAPA. Cali, Colombia. pp.58-78.
- 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 Caqueteño. CORPOICA, Ministerio de Agricultura, Fedegan, Colciencias. pp. 5 – 20
- Robbins, G.B.; Rickert, K.G. y Humphreys, L.R. 1986. Productivity decline in sown tropical grass pastures with age: The problem and possible solutions. *Proceedings of the Australian Society of Animal production* 16:319-322.
- Saif, S. 1987. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizae: Growth, mineral uptake and mycorrhizal dependency. *Plant and soil* 97:25-35
- Salinas, J.G. 1989. Fertilización de pastos en suelos ácidos de los Trópicos. Centro Internacional de Agricultura tropical. CIAT. Cali, Colombia. 215 p.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1992. Fisiología vegetal. Ed. Iberoamérica S.A. México. pp. 319 – 338.
- Soares, C.V.; Monteiro, F.A. y Corsi, M. 1992. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. *Pasturas tropicales*, 14 (2): 2-6.
- Thomas, R.J. 1995. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture system. *Plant and soil*. 174 : 103-118.
- Vilela, L.; Soares, W.V.; Sousa, D.M.G. e Macedo, M.C.M. 1998. Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado. Planaltina. Circular Técnica N°37. 16 p.

# MANEJO DE PRADERAS BAJO PASTOREO

# 4.

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.

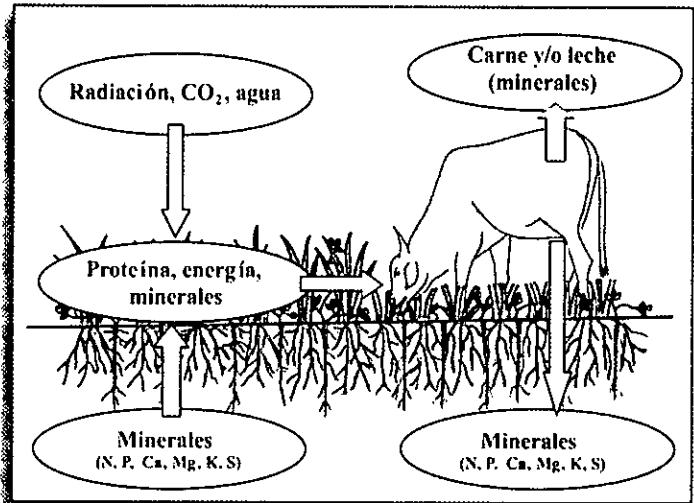


Figura 4.1. Esquema del sistema suelo - planta - animal.

<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.

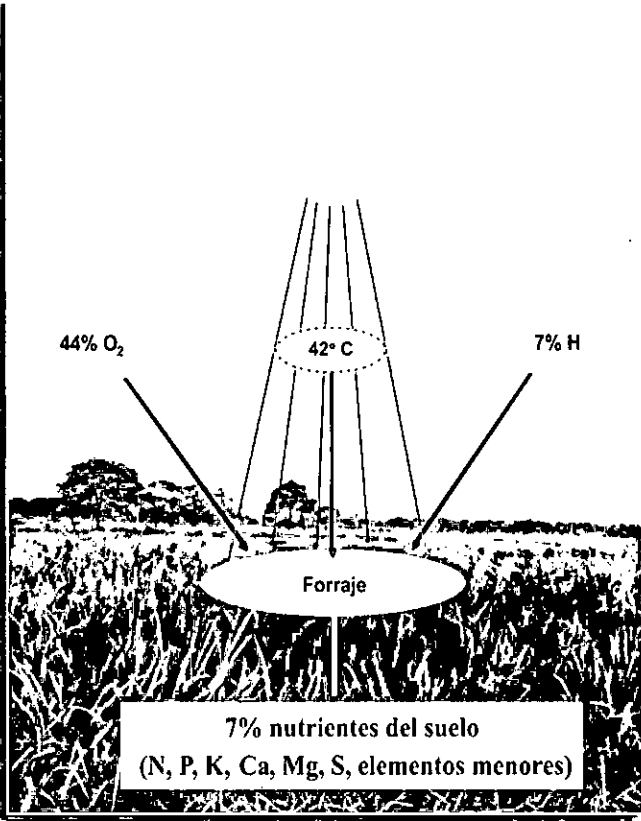


Figura 4.2. Elementos indispensables para la producción de forraje (radiación solar, carbono, oxígeno, hidrógeno y minerales provenientes del suelo).

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 gamma, 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.

Los 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

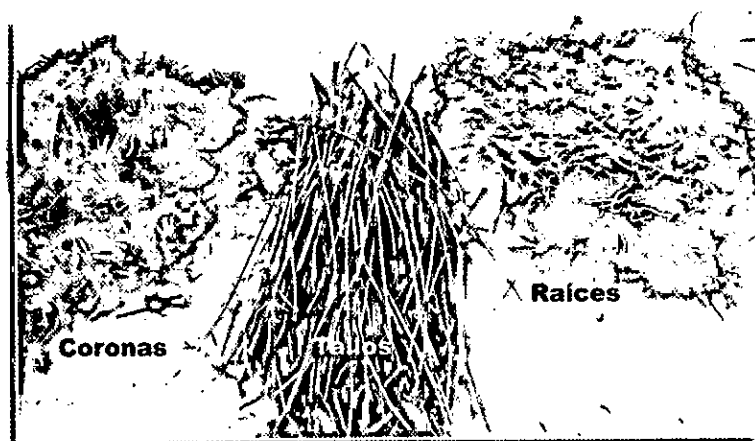


Figura 4.3.  
Sitios de la planta  
(coronas, tallos y raíces)  
donde se localizan  
los carbohidratos  
de reserva.

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).

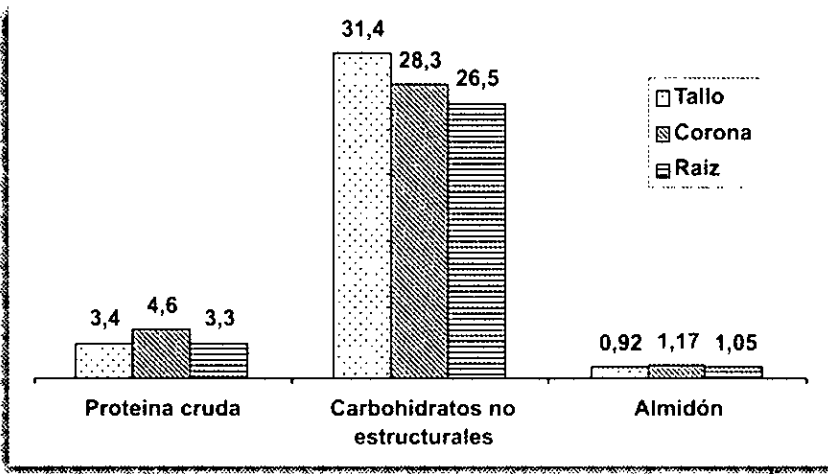


Figura 4.4. Localización de los nutrientes de reserva (%) en *Brachiaria sp.* Fuente: Rincón *et al.* (2008)

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 gramínea 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.

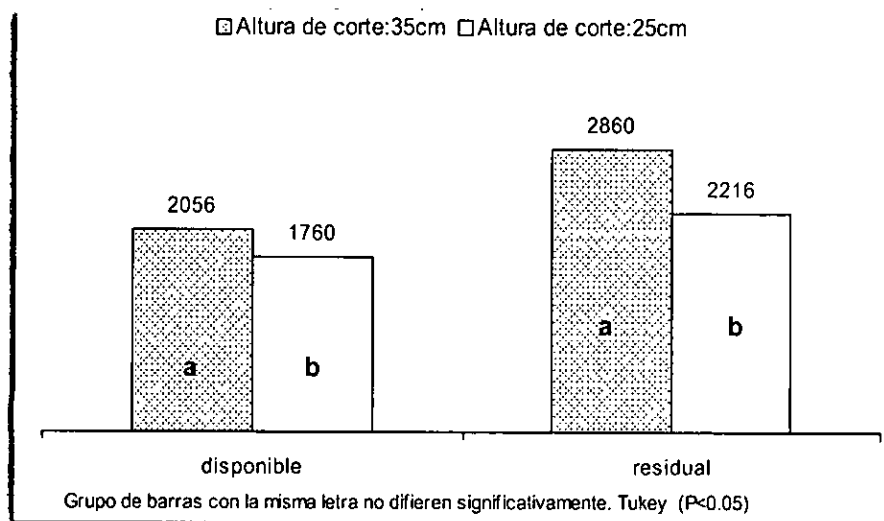
25 cm. Mientras que los de crecimiento estolonífero e invasor, como el Llanero, soportan un pastoreo a menor altura. Esto obedece a que los de crecimiento en matojos tienen sus reservas nutritivas en los tallos, mientras que los de crecimiento postrado se localizan en los estolones y coronas. Con un 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 Mombaça ( <i>P. maximum cv.</i> )	21 - 35	30 - 35
Mulato II ( <i>B. híbrido</i> )	21 - 42	25 - 30
Llanero, Dulce ( <i>B. dictyoneura</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

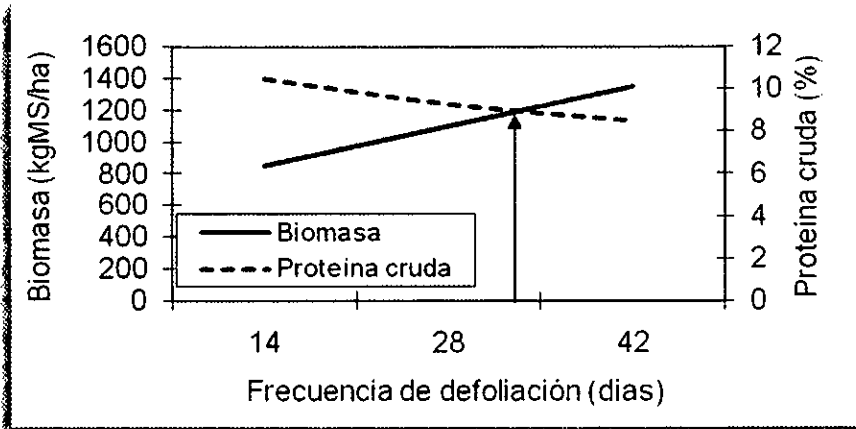


Figura 4.7. Producción de forraje y contenido de proteína cruda en *B. decumbens* bajo tres frecuencias de defoliación. piedemonte llanero

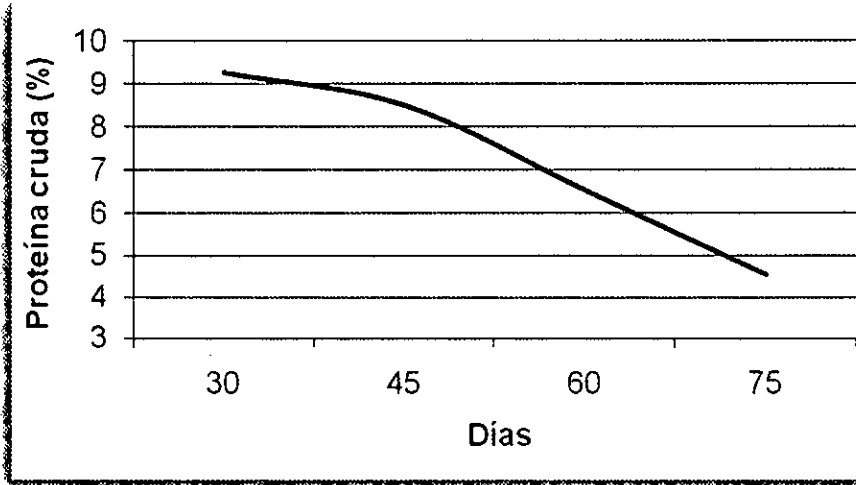


Figura 4.8. Variación del contenido de proteína cruda en *B. decumbens* desde los 30 hasta los 75 días de edad del rebrote.

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 proteica 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 succulentas 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

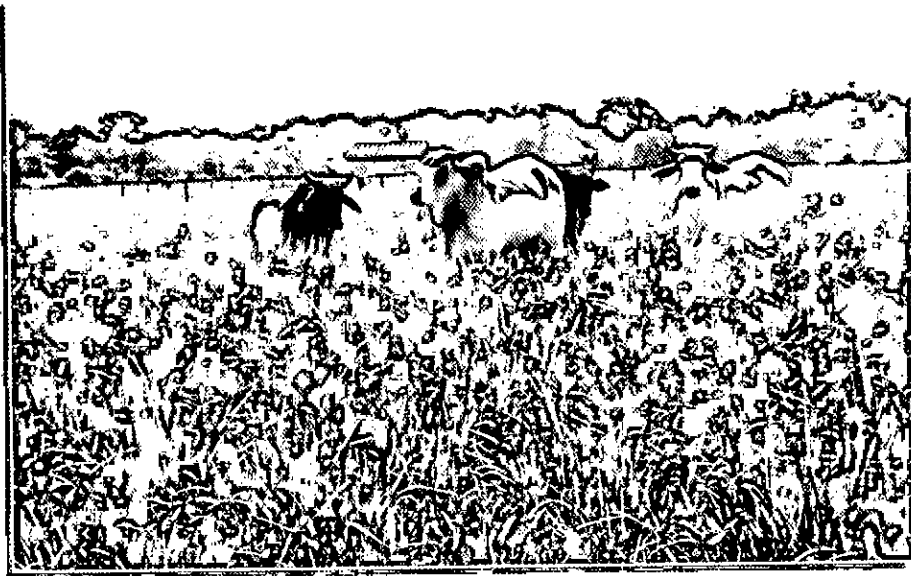


Figura 4.9. Potrero con alta disponibilidad de forraje para un manejo con carga animal alta.



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:

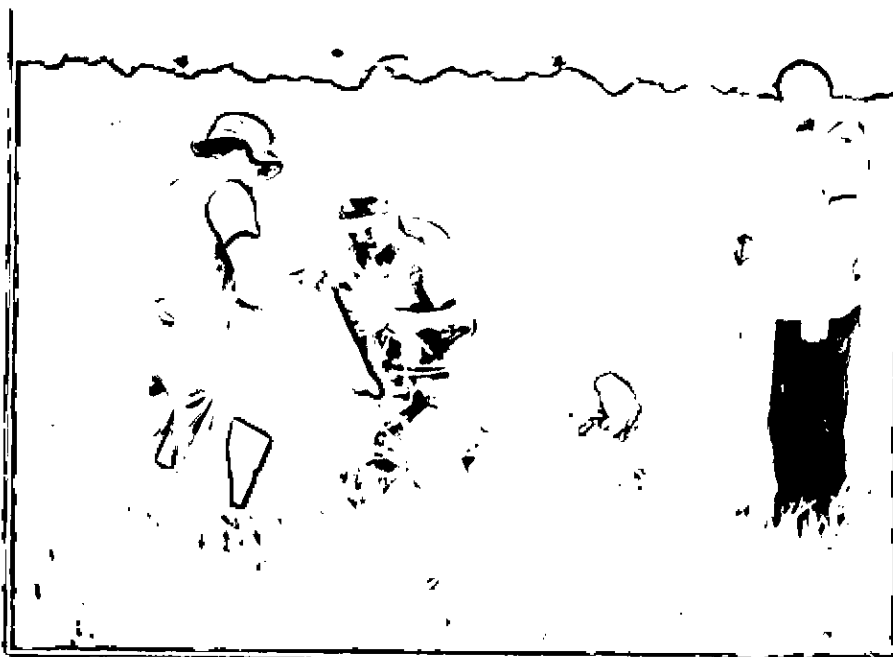
En 10 ha se tienen 30 novillos en pastoreo, los cuales tienen un peso total de 10.800 kg. Para saber cuantas U.A./ha se tiene:

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

## 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%) =  $\frac{1.200 \times 0.25}{100} = 300$  kg/ha

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

Disponibilidad diaria de forraje seco =  $\frac{900 \text{ kg/ha}}{28 \text{ días}} = 32$  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 =  $36 \text{ kg} \times 0.30 = 10.8 \text{ kg}$  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.

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

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

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

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 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 boñiga 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 promedias 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

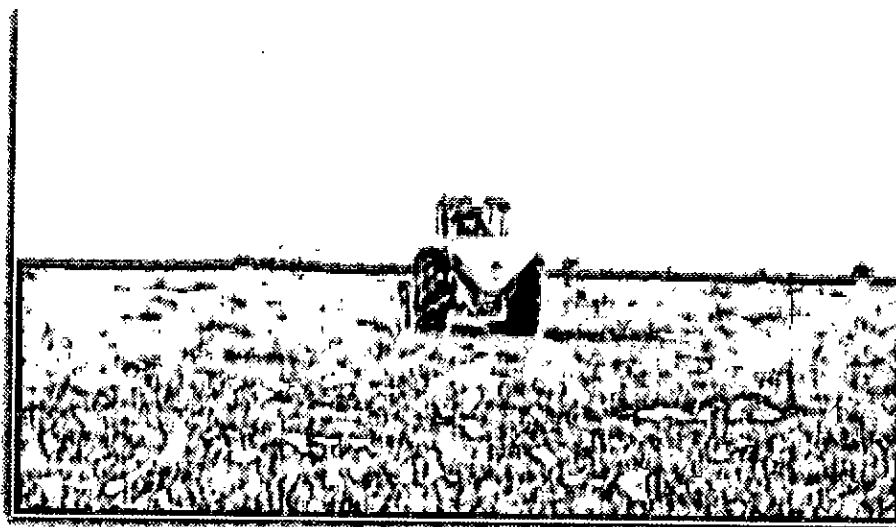


Figura 4.13. Fertilización de mantenimiento a los pastos, con voleadora de péndulo.

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	6
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%)	Sale 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 15 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 sulphomag + 36 kg de cloruro de potasio
Potasio	36	
Azúfre	5	

Cuando se aplican fertilizantes, es importante considerar la humedad del suelo para que la planta pueda absorber los nutrientes. 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

Numero 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).

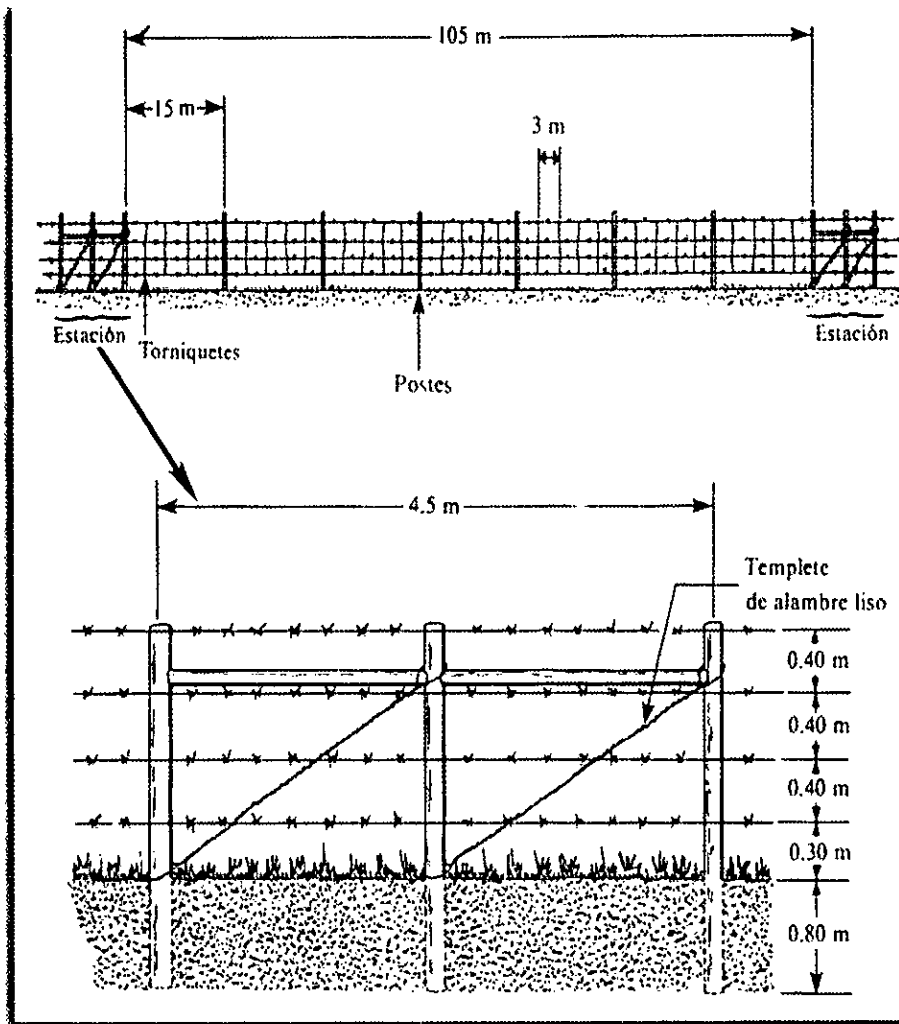


Figura 4.15. Cerca Carimagua (Botero, 1989).

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

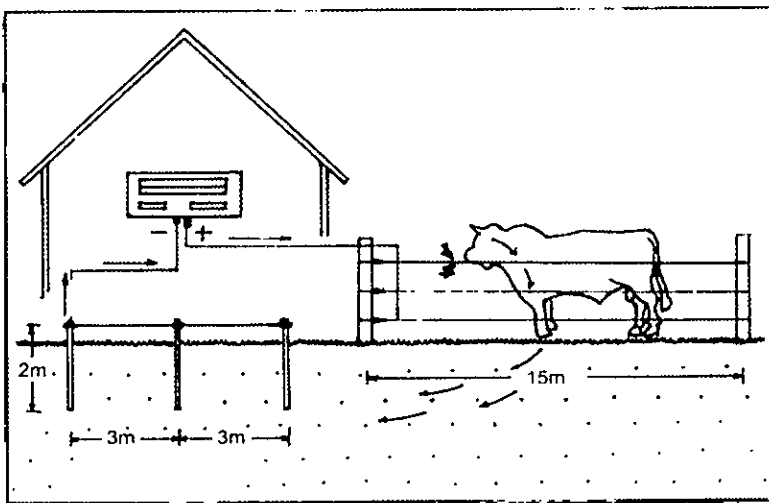


Figura 4.17. Instalación del polo a tierra de una cerca eléctrica. Fuente: Speeder, 2001

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

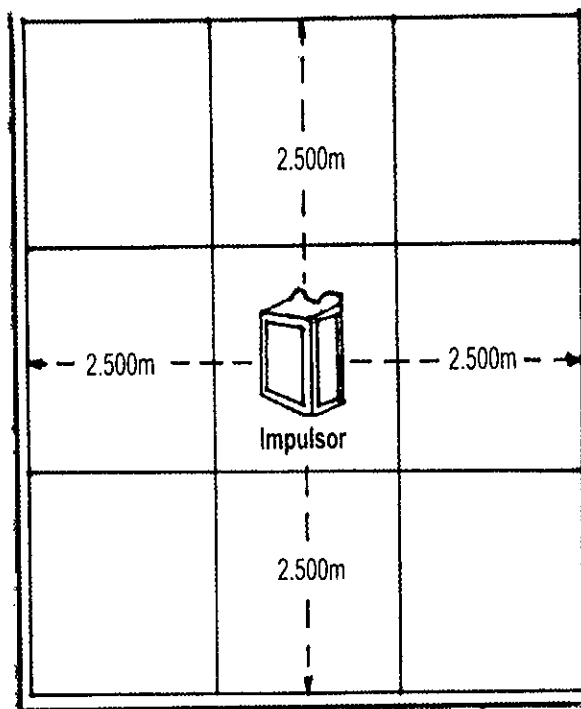


Figura 4.18. Longitud máxima (2.500 m) que deberá tener la cerca eléctrica para un impulsor de 60 km.

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.

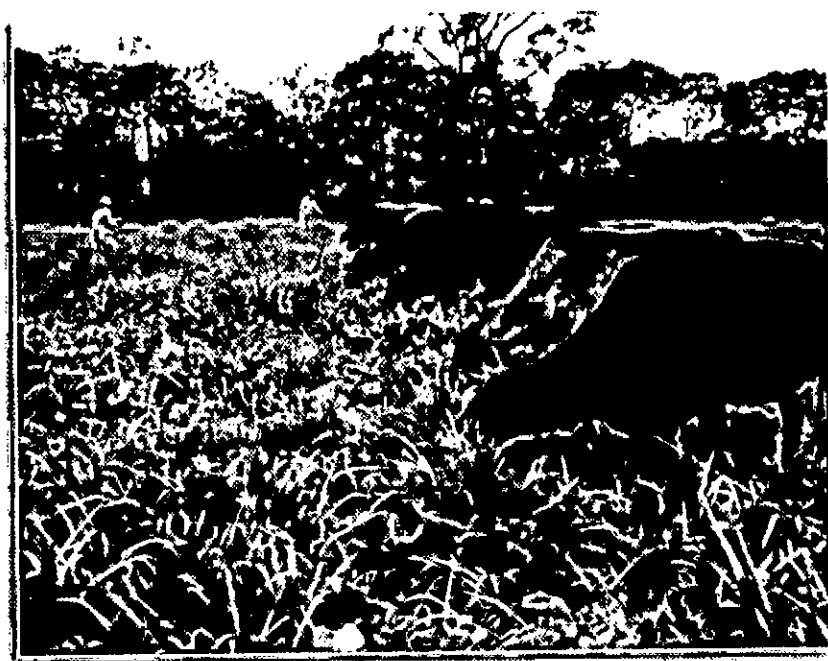


Figura 4.19. Control del pastoreo de vacas doble propósito con un hilo eléctrico.

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 mombacagrass 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: Perspetivas 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 Esudios 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): Producto, valor nutritivo e perdas asociadas 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.; Dittrich, 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 caqueteño. 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 Caqueteño. 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.
- Sorio, 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.

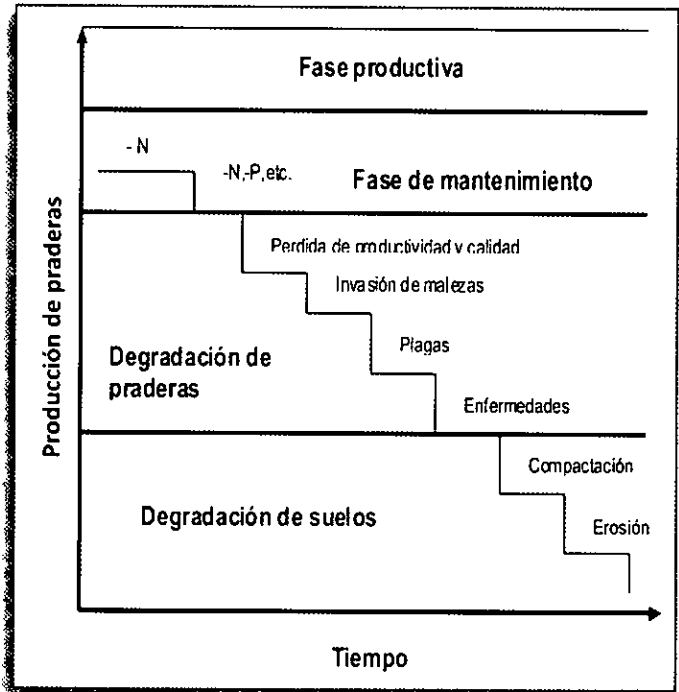
# DEGRADACIÓN DE PRADERAS Y ESTRATEGIAS PARA SU RECUPERACIÓN



Álvaro Rincón Castillo<sup>1</sup>

La degradación de praderas es una pérdida de la capacidad productiva del forraje que afecta directamente los rendimientos de carne y/o leche de los bovinos. El proceso de degradación se inicia con una pérdida de vigor de las plantas, hojas cloróticas y angostas, baja capacidad de rebrote y disminución en la producción de biomasa. Como consecuencia de esto, se presenta pérdida de cobertura de la especie forrajera dando espacio al desarrollo de otras especies indeseables o dejando suelo descubierto que puede ser compactado por el pisoteo de los animales.

En la Figura 5.1, se representa en forma esquemática el proceso de degradación, el cual comienza con una deficiencia de nitrógeno en el sue-



**Figura 5.1.** Representación esquemática de los procesos de degradación de suelos (Macedo, 1999 en Vilela et al., 2004, citado por Landers, 2007).

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

lo, seguida por deficiencia de otros nutrimentos, lo que conlleva al inicio de la degradación de praderas, con una pérdida en la productividad y calidad del forraje, invasión e malezas, presencia de plagas y enfermedades para luego llegar a un estado de degradación de suelos por compactación y erosión.

Las praderas cultivadas en los Llanos Orientales se han concentrado en el piedemonte y en áreas de la altillanura con alguna infraestructura en vías de comunicación. De los 2 millones de hectáreas del piedemonte llanero, se estima que 50% se encuentra ocupado por *Brachiaria* sp. En tanto, de los 4.2 millones de hectáreas de la altillanura plana, se calcula en 20% el área en pastos introducidos, los cuales han mejorado en más de 20 veces la productividad animal por hectárea. Sin embargo, estas praderas están siendo afectadas por un proceso de degradación que en el peor de los casos su productividad ha disminuido a valores similares a los de las sabanas, Figura 5.2. La especie de pasto introducido con mayor área en la Orinoquia colombiana es el *B. decumbens*, con características importantes de adaptación y buena productividad, sin embargo, es la especie más susceptible a la degradación, en comparación con las otras gramíneas establecidas en los Llanos como el *B. humidicola* y el *B. dictyoneura*.

En este capítulo se tratarán las causas que han llevado a la degradación de praderas, lo efectos de esta degradación sobre los componentes del sistema ganadero como es el suelo, el pasto y el animal, los estados de degradación y se presentarán las recomendaciones para hacer que estas praderas vuelvan a ser productivas.

## CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN DE PRADERAS

Desde la elección de la especie que se va a sembrar hasta el pastoreo de la pradera, se pueden presentar algunos hechos que determinan su deterioro. Según Spain y Gualdrón, (1988) citando a varios autores, los factores que más contribuyen a la degradación de praderas son: falta de adap-



Figura 5.2. Pradera de *Brachiaria decumbens* en estado avanzado de degradación en el piedemonte llanero.

tación y manejo de las especies sembradas, incompatibilidad entre especies asociadas, plagas y enfermedades, pérdida de la fertilidad del suelo y manejo inadecuado, incluyendo el sobrepastoreo.

En las condiciones de los Llanos Orientales colombianos se ha visto que la principal causa de degradación de las praderas es la limitada disponibilidad de minerales en el suelo para la nutrición de las plantas, a lo cual contribuye la baja fertilidad natural de estos y la falta de fertilización. Esto conlleva a tener una baja producción, regular calidad de los forrajes y pérdida de población de plantas de pasto por sobrepastoreo, ataque de plagas e invasión de otras especies no deseables en los potreros. A continuación se hace una descripción de cada uno de estos factores causantes de la degradación de las praderas

## SIEMBRA DE PASTOS EN CONDICIONES NO APTAS PARA SU DESARROLLO

En el proceso de investigación de pastos y forrajes, se seleccionan materiales para diferentes ecosistemas, previa evaluación en los centros de investigación y su posterior validación y ajuste en fincas de productores mediante pruebas regionales.

Las características y propiedades físicas y químicas de los suelos dedicados a pastos, son factores que deben estar íntimamente ligados al tipo de planta que se va a establecer (Paretas y García, 1988). De igual forma es importante tener en cuenta las exigencias de temperatura, precipitación y radiación solar del lugar donde se establecerán las praderas. Generalmente, por desconocimiento de las condiciones adecuadas y exigencias de cada especie, o por baja oferta de semilla de las especies recomendadas, para determinado lugar, se establecen praderas en áreas no aptas para su buen desarrollo, que condiciona la vida útil de la pradera a un tiempo muy corto.

En Colombia se han adaptado con éxito las especies *Brachiaria decumbens* cultivar (cv) Amargo, *Brachiaria dictyoneura*, cv. Llanero *Brachiaria brizantha* cv Marandú y cv Toledo, *Brachiaria humidicola* cv. Dulce. Estas especies se desarrollan en suelos con contenidos variables de arena, con alta a baja fertilidad, son resistentes a la quema y todos presentan dormancia en sus semillas. La especie *B. decumbens*, con mayor distribución en América tropical, es una gramínea perenne, con crecimiento semierecto, con tolerancia a la alta saturación de aluminio y a suelos con bajos contenidos de nutrientes especialmente fósforo y calcio (Rao *et al.*, 1998). Su principal limitante es la susceptibilidad al ataque de la plaga "mión de los pastos".

El *B. brizantha* es de crecimiento erecto y exige suelos de mejor calidad para poder llegar a obtener buenas producciones de forraje. De todas las especies de *Brachiaria*, el *B. brizantha*, es el de mejor calidad, especialmente en términos de proteína cruda y digestibilidad. El *B. brizantha* cv Marandú sobresale por ser resistente a la principal plaga de los pastos tropicales: el "mión de los pastos". (*Aeneolamia* sp. *Zulia* sp), en tanto el pasto Toledo se caracteriza por su alta producción de biomasa. Sin embargo el establecimiento de *B. brizantha* cv. Marandú y cv. Toledo, debe hacerse en suelos bien drenados, porque las plantas sembradas en suelos con alta saturación temporal de humedad, pueden llegar a ser afectadas por hongos del suelo (*Rizhoctonia* sp, *Fusarium* sp) que causan pudrición de la raíz, provocando la muerte de las plantas (Valerio *et al.*, 1998)

El pasto Llanero y el pasto Dulce, a diferencia de los otros *Brachiaria*, son de crecimiento postrado con alta producción de estolones y buena cobertura del suelo, característica importante para reducir la erosión y para mitigar los efectos de compactación por pisoteo del ganado. Sin embargo, esta ventaja limita el uso de asociaciones con leguminosas de crecimiento voluble como kudzú o erecto como *Stylosanthes* sp, ocasionando su desaparición en corto tiempo, por competencia por espacio. Estos pastos presentan buena asociación con leguminosas que tengan

el mismo hábito de crecimiento como *Arachis pintoi* cv maní forrajero o *Desmodium ovalifolium* cv Maquenque. El contenido de proteína cruda de pasto Dulce es inferior a las otras especies de *Brachiaria*, pero es el pasto que se adapta a los suelos más deficientes en nutrientes, y presenta alguna tolerancia a la saturación temporal de humedad. El pasto llanero y el pasto dulce son tolerantes al mión o salvazo de los pastos (*Aeneolamia* sp).

## PROBLEMAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS PASTOS

Es de gran importancia la utilización de pastos adaptados a las condiciones de baja fertilidad de los suelos de la Orinoquia, para lo cual se disponen de especies, tanto de gramíneas como leguminosas, que toleran la alta saturación de aluminio y la baja disponibilidad de nutrientes. El éxito en obtener praderas productivas y persistentes desde la siembra, depende en gran medida de una buena selección del sitio y de la especie que mejor se adapte a las características de suelo y clima de la finca.

La selección del sitio de siembra de los pastos es una de las primeras consideraciones a tener en cuenta para el éxito en el establecimiento de praderas. Esto incluye el conocimiento de la historia del lote, las condiciones químicas y físicas de los suelos, el manejo que ha tenido en labranza, fertilización y control de malezas, entre otros aspectos. Cuando se han realizado cultivos en años anteriores, puede presentarse variaciones en la química y en la estructura de los suelos que conllevan a tratamientos de fertilización y de labranza diferentes. Por otra parte, lotes que han sido cultivados, generalmente presentarán problemas de malezas.

Es común encontrar áreas bien drenadas y sitios con problemas de encharcamiento en un mismo lote, condición que determinará un establecimiento irregular de la pradera porque la mayoría de los pastos exigen suelos bien drenados para obtener una buena germinación y desarrollo. En estas áreas con alta saturación temporal de agua en el suelo, se puede sembrar *B. humidicola* y cuando la humedad es permanente, se recomienda sembrar un pasto que soporte estas condiciones como el BraQUIPARÁ (*Brachiaria plantagina*) o pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*).

En los Llanos colombianos el establecimiento y manejo de los pastos tradicionalmente se ha realizado en forma convencional, adecuándose a los recursos de maquinaria existentes que generalmente son tractores e implementos, como rastras y voleadoras mecánicas con más de 20 años de servicio. Esto trae como consecuencia, una deficiente preparación de suelos realizada en su mayoría con rastras que no profundizan a más de 10 cm, hecho que posteriormente limita el desarrollo de raíces de los pastos y su consecuente baja producción de forraje. La distribución o siembra de las semillas de los pastos en el terreno, en forma manual o con voleadoras mecánicas en mal estado, hacen que la población de las plantas tenga una distribución irregular, con un número elevado de plantas en unos sitios y baja población en otros.

Otro aspecto importante, causante de fracasos en el establecimiento de pastos, es la calidad de la semilla y la densidad de siembra utilizada. Una semilla de buena calidad establecida en condiciones adecuadas para germinar, debe hacerlo en un período máximo de 15 días, de lo contrario, la semilla puede tener problemas de calidad.

Las semillas de *Brachiaria* se caracterizan por presentar un fenómeno llamado "dormancia" que es un estado en el cual a pesar de tener buenas condiciones para germinar, no lo hace. Para romper el estado de dormancia, las semillas cosechadas se deben dejar en reposo, almacenadas por un período que fluctúa entre 6 y 8 meses, dependiendo de la especie de *Brachiaria*. Este fenómeno se presenta especialmente en el *B. dictyoneura* cv. Llanero cuyas plántulas empiezan a germinar, en algunos casos, después de 30 días o más de sembradas, presentándose problemas por competencia con las malezas.

Muchas veces se cree que los pastos no presentan buen establecimiento por el uso de semilla de mala calidad. Sin embargo, se presentan otros factores que intervienen en el establecimiento, como son la buena selección de la especie o las especies que se van a sembrar, la ubicación del lote en donde se va a establecer la nueva pradera, la época de preparación del terreno y siembra, el tipo e intensidad de labranza, la densidad de siembra, las plagas, enfermedades y el manejo posterior a la siembra.

## INCOMPATIBILIDAD ENTRE ESPECIES ESTABLECIDAS EN ASOCIACIÓN

Algunas asociaciones de gramíneas y leguminosas, que normalmente se establecen en mezclas homogéneas, después de algún tiempo de pastoreo se desestabilizan con dominio de una especie sobre la otra.

En praderas asociadas, se ha observado que gramíneas de crecimiento erecto (*Brizantha sp*) o decumbente (*Brachiaria decumbens*) se mezclan bien con las leguminosas volubles como Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), o erectas como el capica (*Stylosanthes capitata*). Sin embargo, también se obtienen buenas asociaciones con especies de crecimiento postrado como el maní forrajero (*Arachis pintoi*) que además del beneficio de la asociación, también hace buena cobertura del suelo. Gramíneas de crecimiento postrado e invasor, como *Brachiaria dictyoneura* y *Brachiaria humidicola* se asocian bien con leguminosas de las mismas características fenológicas como el *Desmodium ovalifolium* y el maní forrajero.

Otro factor de gran importancia para obtener buenas asociaciones, es la proporción o densidad de siembra de cada especie en la asociación. Mezclas de *Desmodium ovalifolium* con *Brachiaria humidicola* o con *Brachiaria dictyoneura* pueden terminar en un monocultivo de la leguminosa, causado entre otros factores, por la utilización de una densidad alta de semilla de leguminosa en la siembra. En un experimento bajo pastoreo durante tres años, se evaluaron las asociaciones de *B. humidicola* con *D. ovalifolium* y *B. dictyoneura* con *D. ovalifolium*, en tres proporciones de siembra de la leguminosa (40, 50 y 60%); al cabo de los tres años, en todos los tratamientos, hubo dominio de la leguminosa, especialmente cuando esta se asoció con *B. dictyoneura*. Posteriormente en otro experimento, se determinó que con 20% de *D. ovalifolium* y 80% de gramínea, la asociación se mantiene estable durante más de tres años de pastoreo, (Rincón, 1992).

En este caso, en que la leguminosa desplaza a la gramínea, el problema radica en la baja disponibilidad de biomasa de gramínea para el consumo del ganado y en la baja palatabilidad de la leguminosa. Esto se ha visto especialmente en asociaciones de praderas con leguminosas agresivas como el *D. ovalifolium* cuando están mezcladas con especies menos agresivas como el *B. decumbens*. Teniendo en cuenta las últimas experiencias en el establecimiento de praderas asociadas con *D. ovalifolium*, para la siembra no debe utilizarse más de 300 g/ha de semilla, lo cual se justifica por el alto número de semillas presentes en un kilo (500.000 semillas). Con la siembra de 300 g. potencialmente germinarían 90.000 plántulas/ha, utilizando semilla con un 60% de germinación.

## PLAGAS Y ENFERMEDADES

### El "Mión" de los pastos

El "mion" o "salivazo" de los pastos (*Aeneolamia sp.*, *Zulia sp.*) es una plaga que causa daños considerables en aquellas especies susceptibles como el *Brachiaria decumbens* y se constituye en la principal plaga de los pastos en América Tropical. Es un homóptero, que desarrolla una metamor-

fosis que pasa por el estado de huevo durante 12 a 18 días, ninfa con cinco instares que tiene una duración de 34 a 57 días y adulto de 8 a 15 días, tiempo durante el cual oviposita en los primeros dos centímetros del suelo (CIAT, 1982).

Los huevos ovipositados a finales de la época lluviosa (noviembre, diciembre), permanecen en el suelo durante toda la época seca (enero hasta marzo), en una total inactividad fisiológica o estado de diapausa, hasta el comienzo de las lluvias (abril) cuando inician su desarrollo, para dar origen a la primera generación con la aparición de las ninfas en la base de los tallos del pasto, las cuales se protegen con una saliva que ellas producen; su buen desarrollo se ve favorecido, especialmente en aquellas praderas con abundante forraje que ofrecen un microclima de alta humedad relativa. En la Orinoquia las lluvias comienzan en el mes de abril, presentándose condiciones adecuadas de humedad para la eclosión de los huevos del insecto, que al cabo de dos meses de metamorfosis, se tiene la nueva población de adultos, la cual en el mes de junio coloca los huevos de la segunda generación. Figura 5.3.

El daño que las ninfas causan a la planta, por la picadura que afecta los haces vasculares, es el amarillamiento foliar y escaso desarrollo del pasto. Sin embargo, los daños más severos son ocasionados por los adultos que provocan secamiento del follaje, por las sustancias cáusticas que el insecto inyecta a la planta en el momento de alimentarse (Vires y pozos, 1966 citado por Valerio *et al.*, 1998). Las hojas afectadas primero toman una apariencia blancuzca y posteriormente las lesiones necróticas se propagan longitudinalmente hacia el ápice de la hoja. Con un ataque severo de esta plaga, toda la planta se seca y da la apariencia de estar muerta, sin embargo con excepción de las plántulas, casi siempre hay rebrote de nuevas hojas.

Brito (1982), encontró que el estado de ninfa es menos perjudicial que el adulto; en *B. decumbens* estas ninfas causan daños en un 30% con infestaciones bajas (50 ninfas/m<sup>2</sup>), mientras que en *B. humidicola*, causan daños solamente en poblaciones altas (250 ninfas/m<sup>2</sup>). Los adultos en *B. humidicola* causan daños a partir de una población de 120 adultos/m<sup>2</sup> y en *B. decumbens* los

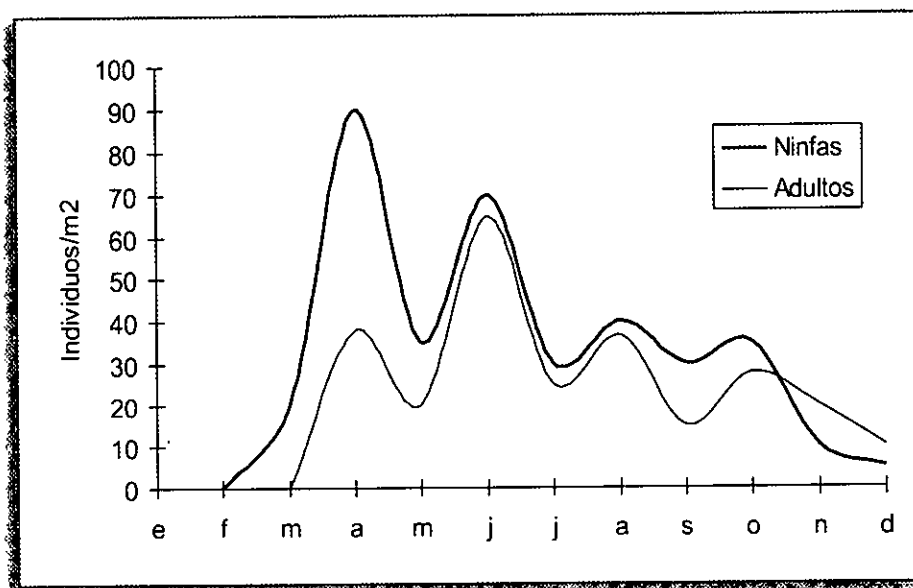


Figura 5.3. Dinámica de la población de ninfas y adultos del "mión de los pastos" (*Aeneolamia* sp) en fincas del piedemonte llanero durante el año 1997.

daños se presentan a partir de una población de 40 adultos/m<sup>2</sup>. Como consecuencia del ataque de esta plaga, la disponibilidad del forraje se disminuye en más de 50% y la calidad se ve afectada, especialmente en términos de proteína y degradabilidad. Tabla 5.1.

**Tabla 5.1.** Análisis de calidad de hojas de *B. decumbens* en buen estado y atacadas por la plaga mión de los pastos (*Aeneolamia* sp) en el piedemonte llanero.

Parámetro (%)	<i>B. decumbens</i> afectada por mión	<i>B. decumbens</i> en buen estado
Proteína cruda	5	8
Fibra (FDN)	76	55
Degradabilidad	37	70
Fósforo	0.10	0.17
Potasio	0.40	0.65
Calcio	0.24	0.29
Magnesio	0.15	0.28
Azufre	0.07	0.10

Fuente: Rincón, 2006.

Ante esta situación, la productividad animal se reduce notablemente, obligando al productor a desocupar los potreros o resignarse a que los animales pierdan peso en una época de abundantes lluvias. En varias fincas del piedemonte llanero, donde predomina el *B. decumbens* se ha comprobado que el ganado presenta mejor producción de carne y/o leche en la época seca, por problemas de ataque de esta plaga y por alta saturación de humedad de los suelos en la época lluviosa.

El control más económico y efectivo conocido hasta ahora, es la utilización de alto número de animales en el pastoreo cuando se empiezan a observar pequeños sectores amarillos en la pradera, esto permite la entrada de rayos solares a la base de las plantas, exponiendo las ninfas a la deshidratación, además del daño que la pezuña del ganado hace a las ninfas (Jiménez, *et al.*, 2001). En una pradera de *B. decumbens* del C.I. La Libertad, con una carga de 1.5 an/ha se conta-



**Figura 5.4.** Mión de los pastos (*Aeneolamia* sp) en estado adulto y en estado de ninfa.

bilizaron 50 ninfas por metro cuadrado, esta población disminuyó a 15 ninfas cuando la carga se aumento a 4 an/ha durante 30 días.

El uso de insecticidas químicos no es recomendable por diversos motivos, como son: la contaminación ambiental, el riesgo de intoxicación del ganado que consume el pasto tratado con el insecticida y el costo que implica el tratamiento en grandes áreas. El mión de los pastos tiene algunos enemigos naturales como son la larva de la mosca *Salpingogaster nigra* y el hongo *Metarhizium anisopliae* (Valeiro y Werner, 1995; CIAT, 1982; Lapointe y Ferrufino, 1988), cuyo desarrollo depende de las condiciones ambientales, sin embargo, su uso a nivel comercial no ha funcionado. El control biológico es una alternativa que requiere de mayor estudio y dedicación.

Trabajos realizados en el Brasil por Valerio y Werner (1995), para controlar esta plaga, recomiendan la quema controlada después de las primeras lluvias en áreas que sean reconocidas por altas infestaciones en años anteriores. Con esta práctica se reducen los niveles de población del mión de los pastos que originan la primera población; el calor producido en la quema afecta la viabilidad de los huevos próximos a eclosionar.

Una recomendación importante para reducir pérdidas por esta plaga, es la siembra de varios pastos en la finca. Se tienen especies tolerantes como el *B. dictyoneura* y el *B. humidicola* y especies resistentes como el *B. brizantha* cv. Marandú y el Mulato II, Tabla 5.2. El establecimiento de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas aumentan la heterogeneidad del ecosistema y favorecen una más amplia diversidad de especies de insectos y un mayor grado de equilibrio biológico natural (CIAT, 1982).

**Tabla 5.2.** Clasificación de algunos pastos según su resistencia, tolerancia y susceptibilidad al mión de los pastos.

Resistente		Tolerante	Susceptible
<i>B. brizantha</i> cv. Marandú Híbrido de <i>Bracharia</i> cv. Mulato II		<i>B. dictyoneura</i> cv. llanero <i>B. humidicola</i> cv. dulce <i>B. brizantha</i> cv. Toledo	<i>B. decumbens</i> cv. amargo

La resistencia de la planta hospedante al Mión de los pastos, como la que se encuentra en el *Bracharia brizantha* cv. Marandú, puede ser el único método sostenible para controlar un insecto plaga que se está diseminado en millones de hectáreas de gramíneas de América tropical. Es conocido el efecto de antibiosis de esta gramínea sobre las ninfas del mión de los pastos, porque la planta produce una sustancia que le causa la muerte al insecto que chupa su savia (Valerio et al., 1998; Lapointe y Ferrufino, 1988).

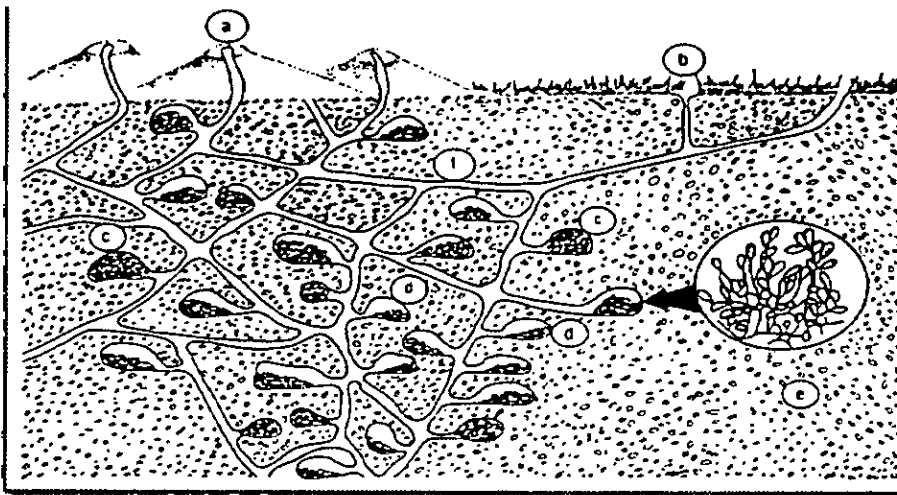
El desarrollo actual de híbridos de *Bracharia* con resistencia a esta plaga, se fundamenta en el descubrimiento inicial de la resistencia antibiótica a *Aeneolamia varia* en los años ochenta, seguido del desarrollo de nuevas técnicas de selección altamente confiables a finales de los años noventa. El trabajo actual se centra en el conocimiento de los mecanismos de resistencia a estas especies y en el desarrollo de híbridos que combinen la resistencia a tantas especies de mión de los pastos como sea posible, mientras se conservan la alta calidad y la adaptabilidad a condiciones de suelo ácido. Se han realizado cruces entre varias especies de *Bracharia* en busca de la incorporación del gen de resistencia al ataque de esta plaga que posee *B. brizantha* cv. Marandú. Los resultados de la evaluación en invernadero de 65 accesiones de *Bracharia* de la colección del CIAT, dio lugar a la selección de 7 accesiones con resistencia al mión de los pastos (Miles y do Valle,

1998). Ya se han logrado avances sustanciales en el desarrollo de híbridos de *Brachiaria* como el Mulato II, con resistencia a las siguientes especies de mión de los pastos: *A. varia*, *A. reducta*, *Zulia carbonaria*, *Z. pubescens* y *Mahanarva trifissa*. (CIAT, 1999)

## Las hormigas

En la altillanura colombiana existe alta población de hormigas (*Atta laeviegata* y *Acromyrmex landolti*) que se constituyen en uno de los principales limitantes para el establecimiento y persistencia de las praderas. Se conocen como hormigas arrieras, viven bajo el suelo, en colonias conformadas por cientos de miles de individuos; cada hormiguero se compone de varias cámaras que utiliza para cría, para cultivo de hongos y para almacenamiento. Se alimentan de un hongo que cultivan en el material vegetal que cortan y lo depositan en el hormiguero. Estos hormigueros no se encuentran uniformemente distribuidos en los potreros y tienden a concentrarse en aquellas áreas que no están sujetas a inundación o a nivel freático alto, (Calderón y Varela, 1982).

- Se han reportado densidades entre 188 y 1.347 hormigueros de *Acromyrmex landolti* por hectárea de sabana, durante la estación seca. La pérdida en el establecimiento de gramíneas susceptibles como *Andropogon gayanus* o *B. dictyoneura*, se podría evitar con base en las estimaciones de densidad de hormigueros en sabana y en el conocimiento de la relación entre densidad y el daño a las plántulas. Las colonias de *A. landolti* construyen hormigueros pequeños con un promedio de 10.000 individuos por cada uno de ellos; en una hectárea de sabana se puede encontrar hasta 2000 hormigueros. Cada hormiguero tiene una entrada y puede tener entre 3 y 10 cámaras (Lapointe *et al.*, 1993, citado por Valeiro *et al.*, 1998).
- *Atta laeviegata* construye colonias grandes en varios metros cuadrados de extensión con numerosas cámaras que pueden llegar a 5 m de profundidad y contener hasta un millón de individuos, Figura 5.5.



**Figura 5.5.** Esquema de un hormiguero. a) entrada; b) respiradero; c) cámara de almacenamiento; d) cámara de cultivo; e) detalle del cultivo de hongo; f) canal lateral.

Fuente: CIAT, 1982, citado por Hoyos *et al.*, 1995.

La hormiga es la plaga más limitante en la siembra de pastos y en etapas posteriores. En gramináceas se ha observado ataques severos de *Acromyrmex landolti*, especialmente en estado de plántula; siembras extensas de *B. dicytoneura* han desaparecido en los primeros días después de la emergencia, por el corte a ras de suelo, que esta hormiga hace a las plántulas que mueren porque no tienen capacidad de rebrote. Los ataques más fuertes se han observado en *Andropogon gayanus*, tanto en plántulas como en plantas adultas, causando su desaparición en la región. En leguminosas como maní forrajero, el daño lo causa la hormiga arriera (*Atta sp.*).

La ubicación de los hormigueros de *Atta sp.* se facilita por la gran acumulación de gránulos de tierra que esta hace en la entrada y por la fila que las hormigas hacen cuando transportan el material vegetal al hormiguero; en cambio la hormiga *Acromyrmex* se dificulta su control, porque en la entrada al hormiguero solo hace una pequeña torre formada con residuos de tallos u hojas secas, además transportan el material vegetal al hormiguero en forma independiente, dificultando así su ubicación, Figura 5.6.

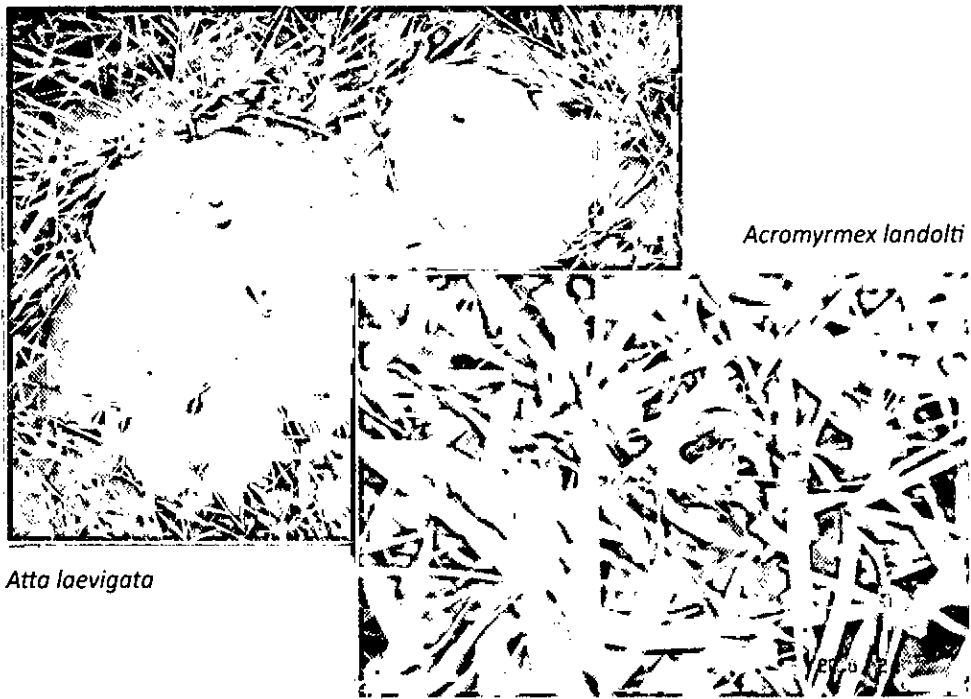


Figura 5.6. Entrada de hormigueros de *Acromyrmex landolti* y de *Atta laevigata*.

## Chinches

En algunas localidades del piedemonte, como la mesa de San Pedro de Villanueva, Casanare, se han presentado ataques severos del chinche hediondo (nombre dado por el olor fuerte que emiten cuando el suelo es perturbado) o Mapuro (*Scaptocoris Minor*). El daño se manifiesta con secamiento del forraje en sectores de la pradera, reduciendo en un 60% su disponibilidad. Navas (1994), concluyó que el mayor número de ninfas y adultos en las gramináceas *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*, se localizó en los primeros 30 cm bajo el suelo; *B.*

*brizantha* presentó la mayor población del insecto, seguida por *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura*; La mayor población de ninfas se presentó en los meses de febrero, abril y mayo y la mayor población de adultos en marzo, mayo, junio, julio y agosto. Se plantea que un posible control de ninfas puede ser por medio de labranza en febrero, marzo o abril y un posible control de adultos sería con trampas de luz en junio, julio o agosto.

### Gusano ejercito

Las larvas de lepidópteros o mariposas son plagas esporádicas que pueden consumir alta cantidad de forraje por el gran número de larvas constituyéndose en "gusano ejercito" (*Mocis latipes*) El *Mocis latipes* es conocido como "falso medidor" que en poblaciones bajas no es importante, pero puede irrumpir como plaga en condiciones climáticas favorables que se presentan después de una época seca severa seguida por lluvias cortas y escalonadas. Las larvas consumen toda la lamina foliar dejando solamente la nervadura central, Figura 5.7, con daños de importancia económica.

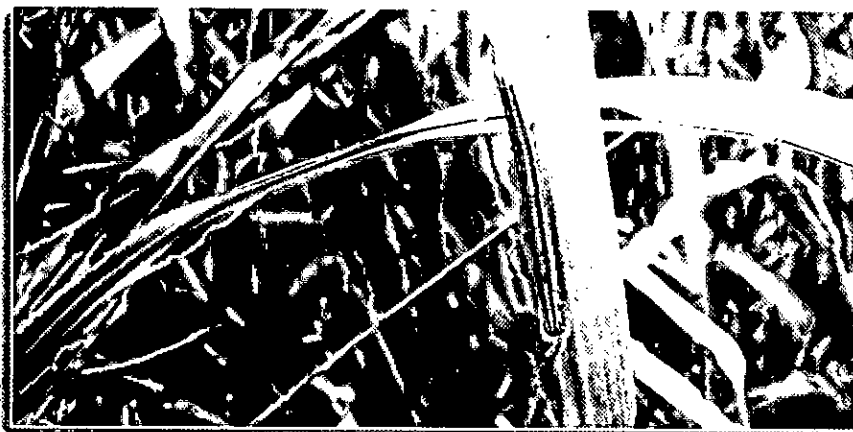


Figura 5.7. Ataque de gusano ejercito en *Panicum maximum* cv Mombasa en la altillanura colombiana. Falso medidor (*Mocis latipes*).

Se han cuantificado pérdidas de 4 t/ha de biomasa foliar con una densidad poblacional de 300 larvas/m<sup>2</sup> (Barrientos y Miret, 1979 citados por Lapointe y Ferrufino, 1988). Para un control oportuno y menos costoso con insecticidas biológicos como el Dipel (*Bacillus thuringensis*), es necesario detectar los focos iniciales y así evitar la migración y aumento de población de larvas. Otros controles biológicos se pueden hacer con las avispas *Polistes* sp y los hongos patógenos *Nomurea rileyi*, *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae* (Lapointe y Ferrufino, 1988)

### BAJA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO PARA EL DESARROLLO DE LOS PASTOS

Las especies introducidas de gramíneas y leguminosas en la Orinoquia colombiana, se adaptan a las condiciones de suelos ácidos y con alta saturación de aluminio (mayor de 70%) y bajos en nutrientes (fósforo, calcio, magnesio, potasio, nitrógeno, azufre). Bajo estas condiciones de baja fertilidad, los pastos adaptados se establecen y desarrollan pero su producción y calidad del forraje es baja, con efectos negativos en la productividad de la ganadería.

Debido a los costos de los fertilizantes, los cuales se ven incrementados por el transporte desde los centros de comercialización hasta las fincas, la investigación en un comienzo hizo énfasis a la estrategia de "los mínimos insumos", que se enfoca principalmente en la selección de especies con alta tolerancia a la acidez y eficiencia en la utilización de nutrimentos, especialmente fósforo, los cuales se encuentran en estos suelos en forma poco aprovechable o en cantidades relativamente pequeñas (Ayarza, 1988). Es notable el progreso que se ha obtenido en este proceso de selección, pero aún las especies de plantas más eficientes y adaptadas a nuestras condiciones, requieren una fertilización adecuada para su establecimiento y mantenimiento, (Hammond *et al.*, 1982).

La falta de fertilización de mantenimiento es la principal causa de la degradación de praderas en los Llanos Orientales de Colombia. Praderas bien nutridas siempre tendrán buena cobertura, alta producción y calidad de forraje, aguantarán más el ataque de plagas y enfermedades y soportarán mayor número de animales. Tradicionalmente, el productor ha aplicado la "filosofía de los mínimos insumos" para el establecimiento de los pastos, y "sin insumos" en el mantenimiento de las praderas. Como es obvio, bajo estas condiciones, la productividad animal siempre irá en orden descendente. Si se quiere mejorar la productividad y competitividad en la producción ganadera de esta región, uno de los componentes tecnológicos fundamentales es la fertilización de las praderas en forma adecuada de acuerdo a las deficiencias nutricionales, la que debe estar respaldada con el análisis de suelos.

En praderas de gramíneas puras, la principal causa de degradación es la deficiencia de nitrógeno disponible en el suelo (Robbins, *et al.*, 1986) que se manifiesta en la planta con clorosis o amarillamiento foliar y escaso vigor. Cuando existe una disponibilidad adecuada de nitrógeno para mantener las plantas vigorosas y productivas, la limitación por fósforo sería poco frecuente, debido a la capacidad de las praderas de acumularlo en la fitomasa permitiendo un reciclaje muy eficiente del elemento (Spain y Salinas, 1985).

## MAL MANEJO DEL PASTOREO

El pastoreo en praderas de gramíneas introducidas o en asociaciones de gramínea-leguminosa, debe estar de acuerdo con la disponibilidad del forraje y con la proporción de los componentes de la asociación. Se presenta deterioro de las praderas por sobrepastoreo al utilizar cargas muy altas o por falta de un descanso de la pradera que permita la producción suficiente del nuevo material vegetal.



Figura 5.8. Sobrepastoreo en *Brachiaria humidicola* cv dulce.

A medida que se incrementa la frecuencia e intensidad de defoliación, la acumulación de materia seca se reduce debido a una disminución en la intercepción de la luz por los tejidos fotosintéticamente activos, agotamiento de los nutrientes de reserva, reducción en la absorción de nutrientes y agua y remoción de los tejidos meristemáticos apicales. La susceptibilidad de las plantas forrajeras a la defoliación está determinada por la posición de los puntos de crecimiento; las plantas con crecimiento estolonífero o rizomatoso como *B. humidicola*, *B. dictyoneura*, maní forrajero o *D. ovalifolium*, toleran defoliaciones frecuentes e intensas, especialmente porque acumulan reservas orgánicas en sitios donde no son alcanzados por el rumiante, (Cuesta, 1995)

El sobrepastoreo trae como consecuencia la invasión de plantas indeseables que colonizan áreas antes ocupadas por los pastos y disminución de la cobertura de los suelos que favorece la compactación por el pisoteo del ganado, Las especies como *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura* cubren totalmente el suelo y tienen bien protegidos los puntos de crecimiento, Figura 5.8, por lo tanto toleran cargas altas (3 an/ha), pero otras especies como *Brachiaria decumbens* soportan cargas más bajas que fluctúan entre 1.5 y 2.0 an/ha.

## EFFECTOS DE LA DEGRADACIÓN DE PRADERAS SOBRE EL SUELO, PASTOS Y GANADO

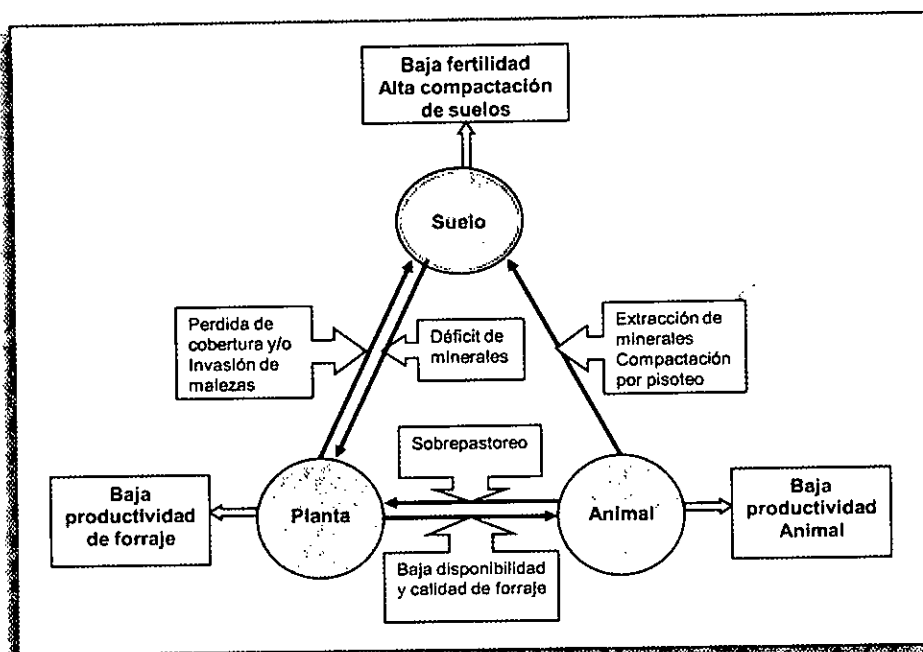
La pérdida de la productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia, es un problema que aumenta con el paso del tiempo, causando deterioro en las características físicas de los suelos, baja producción y calidad de forraje que influye directamente en la baja productividad animal y poca rentabilidad de la actividad ganadera en esta región.

Los impactos de la degradación de praderas afectan los tres componentes del sistema ganadero: suelo, planta, animal y se relacionan entre sí (Figura 5.9). La baja fertilidad y compactación de los suelos por el pisoteo del animal, trae como consecuencia una baja productividad de forraje, que por ser la principal fuente de alimentación de los bovinos afecta la productividad animal.

Existe una relación en las causas que contribuyen al desarrollo de los impactos negativos en los sistemas ganaderos. Al presentarse déficit de minerales en el suelo por la baja fertilidad natural de estos y por la falta de fertilización de establecimiento y mantenimiento de praderas, hacen que la disponibilidad y calidad del forraje sea baja, provocando un sobrepastoreo y pérdida en las ganancias de peso o producción de leche de los bovinos. Además, la pérdida de cobertura ocasionada por la desaparición de las plantas de pasto, contribuye a la compactación de los suelos por pisoteo y/o invasión de malezas. Igualmente, a la baja fertilidad de los suelos contribuye la extracción de minerales que hace el animal y salen del sistema en carne y leche. Aunque es conocido que el 70% de los minerales extraídos por los animales retornan al suelo vía excretas, sin embargo estos son mal distribuidos en la pradera.

### COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS

El efecto del pisoteo del animal en la compactación del suelo, es otra causa importante en la disminución de la productividad de la pradera. La compactación es el producto de la pérdida de los espacios porosos en el suelo debido a una fuerte presión externa. Los espacios porosos son los lugares donde se almacena aire y agua; si estos espacios se reducen o eliminan, el suelo pierde la



**Figura 5.9.** Relaciones entre los componentes del sistema suelo, planta animal y sus impactos en la productividad del sistema ganadero

propiedad de brindar condiciones óptimas para el desarrollo radical de las plantas, contribuyendo a la baja producción de forraje por menor absorción de nutrientes del suelo y por la falta de oxígeno para las raíces.

Ospina (1997), evaluó la presión ejercida sobre el suelo por el hombre, ganado y tractor y demostró que el ganado es quien más presión ejerce, con un valor de 1.15 kg/cm<sup>2</sup>. Valor relativamente alto si se compara con la presión ejercida por el hombre y el tractor, que es de solo 0.17 y 0.53 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Aunque el tractor pesa casi seis veces lo que pesa el animal, su área de contacto con el suelo es mayor, esto le permite hacer una menor presión. El animal en cambio sostiene su peso sobre un área reducida, originando mayores presiones sobre el suelo, Tabla 5.3.

**Tabla 5.3.** Presión ejercida sobre el suelo por el hombre, ganado y tractor.

Parámetro	Hombre	Ganado	Tractor
Peso (kg)	70	450	2700
Área de contacto con el suelo (cm <sup>2</sup> )	450	390	5074
Presión ejercida: (Peso/área) kg/cm <sup>2</sup>	0.17	1.15	0.53

Fuente: Adaptado de Ospina, 1997.

Martínez y Zinck (1994), estudiaron los factores y procesos de degradación de los suelos de la Amazonia. Determinaron que la estructura blocosa que predomina en el bosque, sufre un proceso dinámico cuando éste es reemplazado por praderas; en praderas menores de tres años, el desarrollo de estructura laminar es incipiente, pero cuando tienen más de 10 años la estructura laminar está bien definida, ocasionando drástica disminución del agua infiltrada en estos potres; confirmando los resultados obtenidos por Pinzón y Amézquita (1987), en la misma región.

En evaluaciones realizadas en fincas de la altillanura colombiana, se ha encontrado que en los primeros 10 cm de profundidad del suelo, la densidad aparente es de 1.6 g/cc, valor superior al de un suelo normal que es de 1.3 g/cc. La densidad real es de 2.5 g/cc y como resultado de los anteriores valores la porosidad es de 38%. Sin embargo, a mayor profundidad (10 a 20 cm) el problema de compactación es menor demostrado por una porosidad del 45%. En algunas fincas del piedemonte llanero la densidad aparente<sup>2</sup> es de 1.42 g/cc en los primeros 10 cm, en tanto a mayor profundidad es de 1.46 g/cc. La densidad real es mayor en el piedemonte con respecto a la altillanura y la porosidad resultó ser igual en las dos localidades a la profundidad de 10 a 20cm.

Las diferencias entre las dos localidades se presentaron en los primeros 10 cm del suelo, porque en el piedemonte llanero la densidad aparente fue menor y la porosidad mayor, indicando menor compactación que en los suelos de la altillanura. Esto puede ser explicado porque en las praderas degradadas del piedemonte se presenta una cobertura total del suelo con la grama nativa *Homolepis aturensis*, que protege al suelo de las pisadas del animal, mientras que en la altillanura las praderas degradadas pierden cobertura dejando suelo descubierto expuesto a la compactación por el ganado, Tabla 5.4, Figura 5.10.

**Tabla 5.4.** Características físicas de los suelos de una pradera degradada de *B. decumbens* en la altillanura colombiana y en el piedemonte llanero.

Parámetro	Altillanura		Piedemonte	
	0-10	10-20	0-10	10-20
Profundidad (cm)	0-10	10-20	0-10	10-20
Densidad aparente (g/cc)	1.60	1.47	1.42	1.46
Densidad real (g/cc)	2.51	2.57	2.67	2.71
Porosidad (%)	38	45	48	45



**Figura 5.10.** Suelo descubierto y compactado en una pradera degradada de la altillanura.

<sup>2</sup> Densidad aparente: relación entre masa seca y volumen total del suelo incluyendo el espacio poroso. La unidad de medida es gramos por centímetro cúbico.

Una forma de determinar la compactación del suelo es por medio de un penetrómetro que mide la resistencia a la penetración en el suelo, Figura 5.11. La información que genera este equipo esta dada en megapascales (Mpa) (1 Mpa equivale a una presión de 10 kg/cm<sup>2</sup>). Valores inferiores a 1.2 Mpa representan condiciones aceptables para el desarrollo de las raíces; en una resistencia a la penetración mayor de 2.5 Mpa no hay crecimiento de raíces.

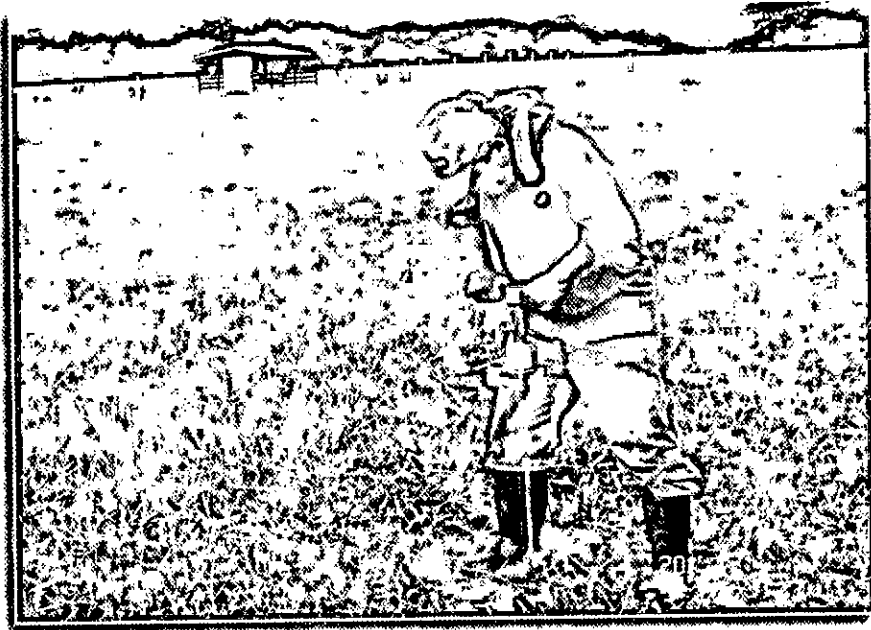


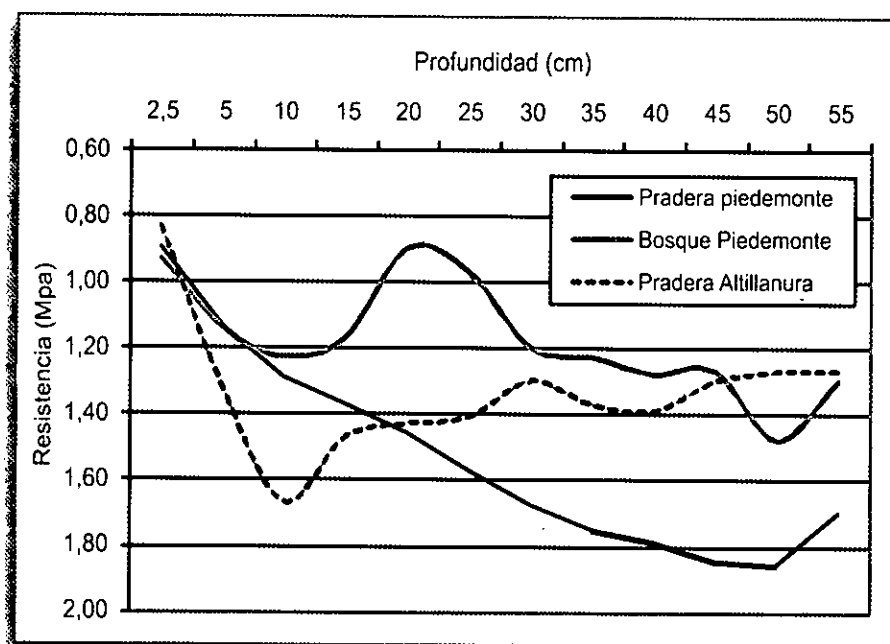
Figura 5.11. Evaluación de la resistencia a la penetración del suelo con penetrógrafo.

En la Figura 5.12, se presentan los resultados obtenidos de evaluaciones en un bosque nativo sin intervenir del piedemonte, donde se puede apreciar que la resistencia a la penetración en los primeros 30 cm de profundidad no fue mayor de 1.2 Mpa, en tanto en la pradera de *B. decumbens* y grama Amarga de esta misma localidad, la resistencia a la penetración fue en aumento a medida que se profundizaba en el suelo, sin embargo en los primeros 20 cm donde se desarrolla el 90% del sistema radical de los pastos, el valor fue de 1.4 Mpa que presenta alguna limitación para un buen desarrollo de raíces.

En la altillanura plana, la mayor resistencia a la penetración se presentó en los primeros 10 cm de profundidad con un valor de 1.7 Mpa, corroborando la alta compactación de los suelos representada por la alta densidad aparente en los primeros centímetros del perfil del suelo, contribuyendo a la baja productividad de los pastos por escaso desarrollo de raíces.

## AUMENTO DE LA POBLACIÓN DE ESPECIES VEGETALES INDESEABLES EN LA PRADERA

Las malezas, en praderas establecidas, compiten con las especies forrajeras por espacio, luz, agua y nutrientes, además pueden causar intoxicación a los animales o daños físicos. Las tóxicas cuando son ingeridas por los animales en cantidades apreciables, producen alteraciones en su metabolismo, abortos, hipotiroidismo, fotosensibilización alteraciones neuromusculares e incluso la



**Figura 5.12.** Resistencia a la penetración en suelos de fincas en explotación doble propósito del piedemonte (municipio de Cumaral) y de la altillanura plana. Departamento del Meta.

muerte; hay algunas que transmiten malos olores a la leche y otras que producen en los animales deficiencia de tiamina. Algunas malezas cuando son fumigadas para su control con productos hormonales, mejoran su sabor y provoca la acumulación de nitratos y nitritos en concentraciones tóxicas para el ganado (Doll *et al.*, 1989).

En la Tabla 5.5 se presentan las malezas de hoja angosta y de hoja ancha de mayor presencia y frecuencia en las praderas de los Llanos Orientales de Colombia, y su contenido de algunos principios tóxicos.

Las malezas pueden presentarse desde el establecimiento de las praderas, ocasionando incrementos en costos para su control y retraso en el inicio del pastoreo. La erradicación de estas especies indeseables, presenta mayor dificultad en praderas asociadas de gramíneas y leguminosas. En praderas de gramíneas puras, el productor puede controlar las malezas de hoja ancha con herbicidas específicos, pero cuando también se tiene una leguminosa, el control con estos productos no es posible, entonces se restringe al manual o mecánico.

Los problemas más serios de malezas en el establecimiento de pastos, se encuentran en terrenos con larga tradición de cultivos y donde ha habido prácticas deficientes de control (Doll *et al.*, 1989). La densidad de malezas influye directamente en la productividad de la pradera, y su presencia esta relacionada con factores de manejo en el establecimiento y en el pastoreo.

En los suelos de sabana, el dominio de las gramíneas nativas como *Trachypogon vestitus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Andropogon selloanus*, *Axonopus purpusi* y otras, interactúan en un delicado balance que puede alterarse con la quema, labranza, aplicación de enmiendas y fertilizantes; estas especies pierden agresividad y son reemplazadas por gramíneas más agresivas de bajo consumo por los rumiantes, como es la especie conocida como paja tigre o paja peluda (*Panicum rudgei*), que ha invadido grandes extensiones con dominio total en la composición botánica de

las sabanas, (Argel y Veiga, 1988). Esta especie nativa tiene atributos que favorecen su expansión como son la alta producción de semilla, buena capacidad de recuperación después de la quema y bajo consumo por el ganado, Figura 5.13.

**Tabla 5.5.** Principales malezas que predominan en las praderas de los Llanos Orientales de Colombia, y su principio tóxico.

Nombre común	Nombre científico	Principio tóxico	fuelle
<b>Hoja angosta:</b>			
Maciega	<i>Paspalum virgatum</i>	Nitratos	Doll <i>et al.</i> , 1989
Rabo de zorro	<i>Andropogon bicornis</i>	Nitratos	Doll <i>et al.</i> , 1989
Paja comino	<i>Homolepsis aturensis</i>	G. cianogénicos	Torres, 1984
<b>Hoja ancha:</b>			
Batatillas	<i>Ipomoea</i> spp.	Nitratos	Doll <i>et al.</i> , 1989
Helecho	<i>Pteridium</i> sp.	Oxalato	Doll <i>et al.</i> , 1989
Dormidera	<i>Mimosa pudica</i>	Alcaloides, mimosina.	Torres, 1984
Verbena	<i>Heliotropium indicum</i>	Pigmentos fotodinámicos	Torres, 1984
Chilinchil	<i>Cassia tora</i>	Alcaloides	Torres, 1984
Cascabelito, crotalaria	<i>Crotalaria pallida</i>	Alcaloides	Vargas <i>et al.</i> , 1998.
Mortifo	<i>Clidemia</i> sp.	No identificado	Doll <i>et al.</i> , 1989
Venturosa	<i>Lantana camara</i>	Nitratos, sustancias sensibilizantes	Doll <i>et al.</i> , 1989



**Figura 5.13.** Pradera de *B. decumbens* invadida por *Panicum rudgei* en la altillanura.

Entre los factores, más importantes, que favorecen la invasión de malezas en las praderas, están la siembra de pastos no adaptados a la región, la falta de fertilización, el sobrepastoreo, el movimiento incontrolado de animales entre regiones y aún entre sitios de la misma finca (Doll *et al.*, 1989). Los animales pueden diseminar semillas viables que pasan por su tracto digestivo y salen en las excretas.

En el piedemonte llanero y en algunas praderas de la altillanura, una de las principales malezas que invaden a las praderas de *B. decumbens*, en proceso de degradación, es la paja amarga (*Homolepis aturensis*), también es conocida como guaduilla o paja comino. Esta es una gramínea nativa que además abunda en el piedemonte caqueteño, tiene un crecimiento estolonífero e invasor que poco a poco va desalojando al *B. decumbens* especialmente cuando este es sobrepastoreado o atacado por el mión de los pastos (*Aeneolamia* sp), llegando a dominar completamente en la pradera, Figura 5.14 y 5.15. La otra maleza de común ocurrencia en las praderas es la dormidera (*Mimosa pudica*), que aunque es leguminosa, la presencia de espinas causa daño físico, especialmente a las vacas y toros, y por el mismo hecho es poco consumida por el ganado, Figura 5.16. La alta infestación se localiza especialmente en áreas que antes estuvieron cultivadas y en aquellas praderas que son mecanizadas; su alta producción de semilla asegura su supervivencia a través del tiempo.

Estas malezas, aunque tienen un contenido de proteína superiores a los encontrados en *B. decumbens*, especialmente la dormidera, que por ser leguminosa y fijar nitrógeno, ha presentado contenidos de proteína de 16%, con contenido de algunos minerales superiores a lo encontrado en *B. decumbens*, pero la degradabilidad de estos es baja con valores inferiores al 50%, Tabla 5.6. Estos contenidos pueden variar de acuerdo a las condiciones de fertilidad de los suelos donde estas especies hacen presencia. Sin embargo, haciendo a un lado la calidad, la principal limitante es su baja disponibilidad de forraje y las barreras físicas que presentan para su consumo como es el caso de la dormidera.

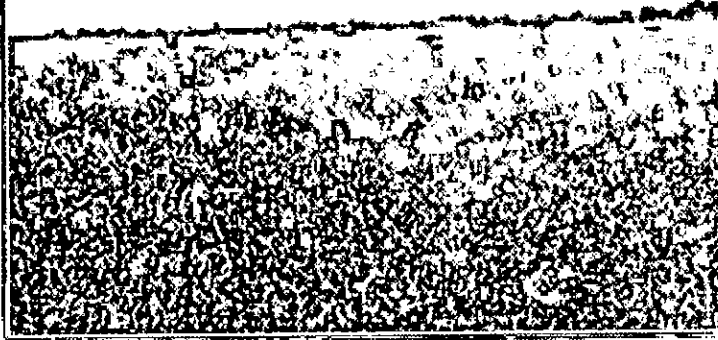
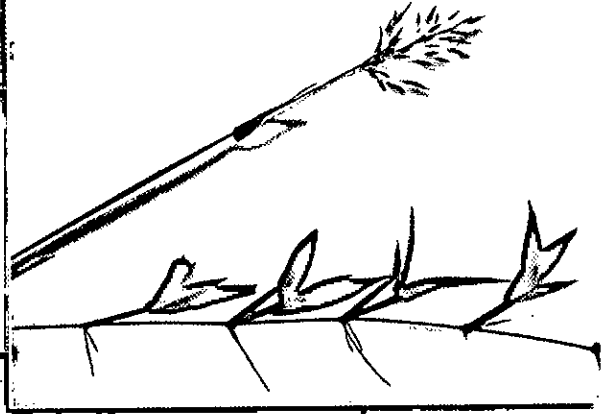
**Tabla 5.6.** Análisis de calidad de dos de las principales malezas que predominan en praderas degradadas, comparado con la calidad del *B. decumbens* del piedemonte llanero.

Parámetro	Dormidera ( <i>Mimosa pudica</i> )	Paja Comino ( <i>Homolepis aturensis</i> )	<i>B. decumbens</i>
Proteína cruda (%)	16	10	7
Fibra (FDN) (%)	40	72	57
Digestibilidad (%)	45	42	68
Fósforo (%)	0.14	0.17	0.12
Potasio (%)	0.62	1.39	0.61
Calcio (%)	0.53	0.22	0.32
Magnesio (%)	0.15	0.25	0.31
Azufre (%)	0.15	0.15	0.10
Manganeso (ppm)	294	465	114
Zinc (ppm)	20	58	27
Cobre (ppm)	8	9	8
Hierro (ppm)	103	151	63
Boro (ppm)	8	4	6



**Figura 5.14.**  
Cobertura de la grama nativa  
guaduilla o paja comino (*Homolepis  
aturensis*) en una pradera degradada  
de *Brachiaria decumbens*.

**Figura 5.15.**  
Estolón de paja Comino o  
Guaduilla con formación de raíces  
en los nudos de los estolones  
que le permite un buen anclaje  
y buena cobertura del suelo.



**Figura 5.16.** Pradera  
de *Brachiaria decumbens*  
con alta población  
de dormidera  
(*Mimosa pudica*).

## BAJA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE PARA PASTOREO

Durante la época de lluvias, la disponibilidad de forraje en algunas praderas degradadas en la altillanura y en el piedemonte llanero ha estado entre 600 y 650 kg.MS/ha, la cual se reduce a un promedio de 400 kg.MS/ha en la época seca. De acuerdo a esto, la disponibilidad de forraje para los bovinos en las praderas degradadas, se reduce en más de 50%, teniendo en cuenta que las praderas en buen estado producen entre 1.200 y 1.500 kg.MS/ha con un periodo de descanso entre 30 y 45 días en la época lluviosa y entre 800 y 900 kg.MS//ha en la época seca.

Por otra parte, la composición botánica o especies presentes de las praderas degradadas puede variar de un sitio a otro. Por ejemplo en la altillanura se ha encontrado entre un 65 y 60% de *B. decumbens* para las épocas lluviosa y seca respectivamente; en tanto, en las gramas nativas la proporción ha estado entre 30 y 35% en las mismas épocas y en menor proporción se han encon-

trado especies de hoja ancha con 5%. En fincas de doble propósito del piedemonte del Meta, las praderas degradadas han presentado una menor proporción de *B. decumbens* y un dominio de la grama amarga (*Homolepis aturensis*), con valores entre 65 y 70%, Tabla 5.7.

El dominio de la grama amarga en el piedemonte llanero proporciona una menor disponibilidad de forraje, pero por su crecimiento postrado e invasor evita que el suelo este descubierto, donde se observado una cobertura superior al 90%, condición que ayuda a reducir la compactación superficial de los suelos por pisoteo del ganado; mientras que en la altillanura, son mayores los problemas de compactación porque la proporción de suelo descubierto es de 40 a 50%.

**Tabla 5.7.** Disponibilidad de forraje y composición botánica de una pradera de *B. decumbens* degradada en la altillanura plana y en el piedemonte llanero.

Parámetro	Altillanura		Piedemonte	
	Época lluviosa	Época seca	Época lluviosa	Época seca
Disponibilidad de forraje (kg.MS/ha )	600	350	650	440
Cobertura (%)	60	50	100	95
Composición botánica (%):				
<i>B. decumbens</i>	65	60	35	25
Gramas nativas	30	35	65	70
Especies de hoja ancha	5	5	10	5

## DISMINUCIÓN EN LA CALIDAD NUTRITIVA DEL FORRAJE

Otro factor que influye en la baja productividad de animales que pastorean praderas degradadas, es la baja calidad nutritiva de estas. En la Tabla 5.8 se compara la calidad del forraje de *B. decumbens* degradado con uno bien manejado, que incluye fertilización anual con 100 kg de roca fosfórica, 100 kg de cal dolomítica, 50 kg de cloruro de potasio y 50 kg de urea por hectárea.

- En la pradera de *B. decumbens* degradado se tienen valores bajos de proteína cruda (6%) y los minerales fósforo y calcio no llenan los requerimientos de ganado de ceba.
- En el *B. decumbens* con buen manejo, el contenido de proteína fue de 8.5% y todos los minerales presentaron buen incremento especialmente el potasio, calcio y magnesio con una disponibilidad en el forraje de 1.40, 0.31 y 0.20%, respectivamente. Otro aspecto a tener en cuenta es que los animales consumen un forraje de mayor degradabilidad y menor contenido de fibra.

## REDUCCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y/O LECHE DE LOS BOVINOS BAJO PASTOREO

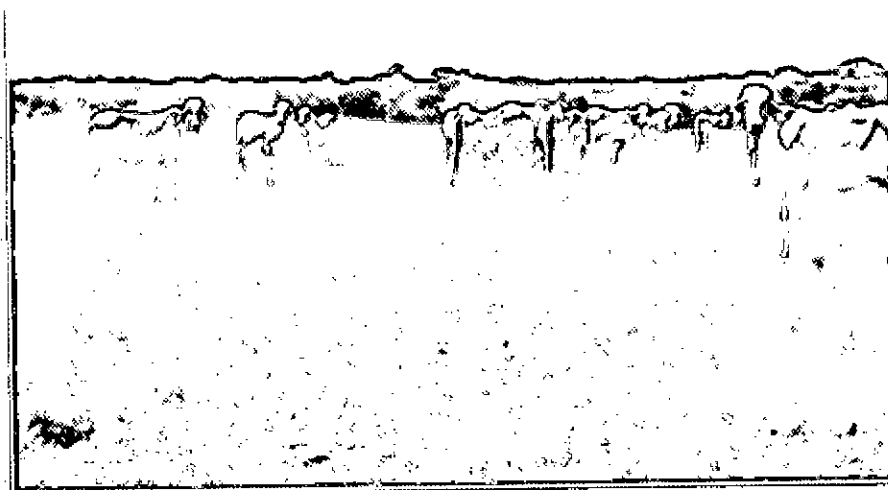
La baja producción de forraje, invasión de malezas de los potreros y la baja calidad nutritiva de los pastos, inciden directamente en la producción animal, Figura 5.17. El pastoreo en praderas de gramíneas introducidas o en asociación gramínea-leguminosa, debe estar de acuerdo con la disponibilidad del forraje y con la proporción de los componentes de la asociación. Se presenta deterioro de las praderas por sobrepastoreo al utilizar cargas muy altas o por falta de un descanso de la pradera que permita la producción suficiente del nuevo material vegetal.

**Tabla 5.8.** Comparación entre calidad nutritiva de una pradera de *B. decumbens* degradado y una con buen manejo en la altillanura plana.

Parámetro (%)	<i>B. decumbens</i> degradado	<i>B. decumbens</i> con buen manejo	Requerimientos de minerales*
Proteína cruda	6.0	8.5	
FDN	68.3	57.5	
Degradabilidad	61.3	74.9	
Fósforo	0.13	0.20	0.23
Potasio	0.75	1.40	0.60
Calcio	0.18	0.31	0.30
Magnesio	0.12	0.20	0.10

\* NCR (National Research Council) 1985. Requerimientos de minerales para ganado de ceba.

Fuente: Rincón 1999.



**Figura 5.17.** Poca disponibilidad de forraje y baja respuesta en producción de carne de animales bovinos.

A medida que se incrementa la frecuencia e intensidad de defoliación, la acumulación de materia seca se reduce, debido a una disminución en la interceptación de la luz por las hojas encargadas del proceso de la fotosíntesis, agotamiento de los nutrientes de reserva, reducción en la absorción de nutrientes y agua y remoción de los tejidos meristemáticos apicales. La susceptibilidad de las plantas forrajeras a la defoliación y su capacidad de recuperación, está determinada por la posición de los puntos de crecimiento; las plantas con crecimiento estolonífero o rizomatoso como *B. humidicola*, *B. dictyoneura*, maní forrajero o *D. ovalifolium*, toleran defoliaciones frecuentes e intensas a baja altura, porque acumulan reservas orgánicas en sitios cercanos al suelo donde no son alcanzados por los rumiantes, (Cuesta, 1995).

Con base en la información obtenida durante varios años en fincas de los Llanos Orientales de Colombia, se han determinado algunos indicadores de productividad del forraje y de los bovinos, en praderas de *B. decumbens* bien manejado y *B. decumbens* degradado, que permiten apreciar lo ineficiente que puede llegar a ser la actividad ganadera en praderas degradadas, Tabla 5.9.

Se aprecia claramente la reducción de producción y calidad de forraje en más del 100% en la pradera degradada con respecto a la bien manejada. Como consecuencia de esto, las ganancias de peso animal se presentan seriamente afectadas con reducción en la producción animal (200 a 300 g/an/día) y por área (90 a 150 kg/ha/año) y el período de ceba que debe estar entre 16 y 20 meses se aumenta entre 27 y 41 meses.

La producción de leche en vacas del sistema doble propósito, con una lactancia de 240 días en las praderas con manejo tradicional, que se caracterizan por tener altos contenidos de grama amarga, es de 4 l/vaca/día y la carga animal fluctúa entre 0.6 y 1 U.A/ha, dependiendo del grado de degradación de la pradera (1 U.A. equivale a un peso vivo de 400 kg), donde se obtienen entre 576 y 960 l/ha de leche durante los 240 días de lactancia, De acuerdo a esto, en estas praderas degradadas ubicadas en el cordón lechero del piedemonte llanero, se están dejando de producir entre 1200 y 1400 l/ha/lactancia (Parra, 2004).

**Tabla 5.9.** Indicadores de productividad en praderas de *B. decumbens* en buen estado y praderas degradadas en la Orinoquia.

Parámetro	<i>B. decumbens</i> Buen Estado	<i>B. decumbens</i> Degradado
Producción de forraje (kg.MS/ha)	1200 - 1500	300 - 650
Contenido de proteína (%)	8 - 10	4 - 6
Período de recuperación de la pradera (días)	15 - 30	45 - 60
Ganancia de peso animal (g/animal/día)	400 - 500	200 - 300
Carga animal (U.A/ha)	1.5 - 2.0	0.6 - 1.0
Productividad de carne (kg/ha/año)	200 - 350	73 - 110
Período de ceba en meses (200kg/animal inicial - 450 kg/animal final)	20 - 16	41 - 27
Producción de leche en vacas doble propósito (l/ha/lactancia de 240 días)	1800 - 2400	576 - 960

## ESTADOS DE DEGRADACIÓN DE PRADERAS

Generalmente, la degradación de praderas sigue una secuencia que se inicia con bajo vigor de la planta y continúa a estados más avanzados de degradación como la pérdida de cobertura y/o la invasión de malezas. Se ha desarrollado una clasificación de los estados de degradación de praderas de *B. decumbens* y sus indicadores, que pueden servir como una herramienta para evaluación de praderas de esta gramínea en los Llanos Orientales de Colombia.

En la Tabla 5.10, se relaciona la clasificación donde se incluye los siguientes estados:

- **Estado 0 (sin degradación):** corresponde a praderas en buen estado con una cobertura del suelo mayor del 80%, baja presencia de especies diferentes a las forrajeras, una disponibilidad de forraje superior a 1300 kg.MS/ha, con un contenido de proteína entre 8 y 10%.
- **Estado 1:** son praderas que presentan una disponibilidad aceptable de forraje, pero la cobertura ejercida por el pasto se empieza a reducir a valores entre 70 y 80% y la presencia de malezas se aumenta hasta 25%. En algunas localidades, como la altillanura, el suelo descubierto puede estar en un rango de 10 a 20%.
- **Estado 2:** estas praderas ya tienen un estado de degradación en el cual la productividad y calidad del forraje se ha reducido en cerca del 50% con respecto al estado 1 y la cobertura

del pasto puede estar en 50%, mientras que las otras especies pueden ocupar el otro 50%. El suelo descubierto puede llegar a 30%.

- **Estado 3:** las praderas se encuentran en estado avanzado de degradación, porque la disponibilidad de forraje no alcanza a los 500 kg.MS/ha, el dominio de las malezas es mayor del 50%, la calidad nutritiva en términos de proteína cruda es menor del 5% y en zonas como la altillanura el suelo descubierto es mayor del 30%.

**Tabla 5.10.** Estados de degradación y sus indicadores en praderas de *B. decumbens* en la Orinoquia colombiana.

Estado	Cobertura <sup>1</sup> (%)	Altura <sup>2</sup> (cm)	Otras especies (%)	Disponib <sup>3</sup> (kgMS/ha)	Proteína (%)	Suelo descubierto (%)
0	> 80	30 - 40	< 10	> 1200	8 - 10	< 10
1	70 - 80	25 - 29	10 - 25	900 - 1200	6 - 7.9	10 - 20
2	50 - 69	20 - 24	26 - 50	500 - 899	5 - 5.9	21 - 30
3	< 50	< 20	> 50	< 500	< 5	> 30

1 La cobertura se refiere a la del *B. decumbens*.

2,3. La altura y disponibilidad de forraje del pasto, se considera con 30 días de descanso de la pradera, durante la época lluviosa.

En condiciones reales, los estados de degradación de las praderas pueden llegar a presentar gran variabilidad, que no necesariamente siguen los valores propuestos en cada parámetro, pero sirven de base para que el técnico o el ganadero tomen determinaciones en las labores a seguir para mejorar la productividad de la pradera. Por ejemplo, una pradera puede presentar alta producción de biomasa, pero el contenido de proteína puede estar bajo, cuya solución será la aplicación de un fertilizante nitrogenado. Igualmente, cuando se presenta una buena población del pasto, una mayor altura de éste puede representar mayor disponibilidad de forraje; sin embargo, esto no es cierto cuando la población o cobertura del pasto es baja.

## ESTRATEGIAS PARA LA RECUPERACIÓN Y RENOVACIÓN DE PRADERAS

Con la recuperación o renovación de praderas se busca mejorar su productividad al recobrar su vigor, aumentar la producción e incrementar la calidad del forraje, características que deben ser estables y persistentes. Una pradera que ha sido mejorada, requiere de un manejo adecuado para evitar que esta se vuelva a degradar. Se pueden aplicar estrategias para mejorar la productividad de praderas degradadas las cuales se aplicarán dependiendo de su estado de degradación mediante recuperación o renovación de praderas.

- **La recuperación de praderas:** se aplica cuando hay buena población y cobertura de la especie forrajera, pero el vigor, rebrote y calidad son bajos, por lo tanto se conserva la especie forrajera original y las prácticas son para recuperar su productividad. Esta situación puede mejorarse solamente con la aplicación de los fertilizantes que suplan las deficiencias manifestadas en los análisis de suelos y de forraje. De otra parte, si se desea mejorar aún más el rendimiento de los animales, se puede optar por la siembra de leguminosas forrajeras, que además de man-

tener una producción sostenida con el tiempo reducirá costos en fertilización. En resumen las prácticas para la recuperación de praderas son:

- Fertilización
  - Labranza + fertilización
  - Labranza + fertilización + introducción de leguminosas
- **La renovación de praderas:** se aplica cuando hay baja población y pérdida de cobertura de la especie forrajera principal. Por lo tanto será necesario sembrarla nuevamente o sembrar una nueva especie. En este caso se siguen todos los pasos requeridos para la siembra de pastos empezando por una labranza profunda, Figura 5.18, fertilización de acuerdo a los análisis de suelos y requerimientos de los nuevos pastos, y en general todas las recomendaciones para una siembra exitosa. La renovación de praderas puede hacer mediante el establecimiento de pastos, pastos asociados con leguminosas y pastos asociados con cultivos. Las actividades para la renovación son complementarias a las realizadas para la recuperación de praderas y se resumen a continuación:
- Labranza + fertilización + siembra de pastos (Gramíneas puras o asociadas)
  - Establecimiento de asociaciones de cultivos con pastos



Figura 5.18. Labranza profunda con cincel rígido, para la renovación de praderas.

## FERTILIZACIÓN EN RECUPERACIÓN Y RENOVACIÓN DE PRADERAS

Los suelos de la Orinoquia Colombiana han sufrido un avanzado proceso de meteorización en los cuales las bases intercambiables han sido reemplazadas por el aluminio y el hidrógeno, haciéndolos muy ácidos y deficientes en fósforo, calcio, magnesio, potasio, azufre y materia orgánica. Poseen además, altos contenidos de aluminio que limitan el crecimiento de las plantas por la saturación de aluminio (Al) que puede llegar a un 80%. Las especies forrajeras recomendadas aun-

que crecen bajo condiciones limitadas de fertilidad, tienen requerimientos mínimos de minerales que deben ser aplicados en el establecimiento de la pradera o posteriormente en producción mediante fertilización de mantenimiento.

La reacción de las plantas forrajeras a los elementos minerales presentes en el suelo, es parte determinante de la distribución natural y de la habilidad para sobrevivir y producir de estas plantas en determinado ecosistema. El estado nutricional de un suelo puede considerarse como satisfactorio cuando éste suministra nutrimentos en una concentración y tasa suficientes para las necesidades de la planta forrajera. El diagnóstico inicial del estado nutricional de un suelo, es la herramienta para determinar que nutrimentos son limitantes en el desarrollo de la planta forrajera y que cantidad de él es necesaria para eliminar esta limitación.

El nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, son los minerales más importantes para el desarrollo de las especies forrajeras. Los requerimientos para el establecimiento y mantenimiento de praderas, pueden diferir de acuerdo a la especie, cambios en el tiempo debido a la remoción del sistema, reciclaje y pérdidas por lixiviación y fijación en el suelo (Salinas, 1989).

Las especies de *Brachiaria* tienen buen desarrollo en suelos deficientes en materia orgánica con bajo contenido de proteína cruda, que en muchos casos no llena los requerimientos de los animales en pastoreo, siendo la solución la fertilización con productos nitrogenados o establecer praderas asociadas con leguminosas forrajeras, práctica muy recomendada para mejorar la calidad y producción del forraje y para mejorar las características químicas y físicas de los suelos.

La práctica común en la siembra de pastos en los Llanos colombianos, es realizar una fertilización de establecimiento con 100 a 250 kg/ha de roca fosfórica, además, en la mayoría de los casos no se hace fertilización de mantenimiento. La respuesta a esta práctica es que durante el primer año de pastoreo hay una disponibilidad aceptable de forraje, la cual decae posteriormente por la mala nutrición de las plantas. Se pueden presentar casos excepcionales donde la fertilidad de los suelos permite que se mantenga buena producción de forraje como en las vegas de los ríos o en algunos sitios cercanos a la cordillera.

La determinación de aplicar fertilizantes a las praderas, debe estar basada en la disponibilidad en el suelo de los minerales esenciales para el buen desarrollo de las especies forrajeras adaptadas a condiciones de suelos ácidos. Salinas y García (1985) hicieron una clasificación de la fertilidad de los suelos que puede servir como base para determinar la fertilización en establecimiento y mantenimiento de praderas en la Orinoquia colombiana. Tabla 5.10. La mayor parte de los suelos de la altillanura y de las terrazas del piedemonte, se encuentran en un nivel bajo y medio de fertilidad, presentándose alta deficiencia de todos los nutrientes esenciales para el desarrollo de los pastos. La saturación de bases es menor de 30% resultando ser limitante para obtener buena respuesta en producción de forraje.

Por lo tanto, con base en el análisis químico de suelos, es necesario determinar la saturación de bases para calcular los requerimientos de cal dolomítica que además mejorará los contenidos de calcio y magnesio en el suelo para ser aprovechados por los pastos.

El CIAT (1984), con base en investigaciones realizadas en suelos ácidos, presenta algunos requerimientos de las especies forrajeras en cuanto a fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Especies de gramíneas menos exigentes como son el *B. decumbens*, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*, que se han adaptado a las condiciones de baja fertilidad y se desarrollan con mínimos insumos, tienen buena respuesta en rendimiento y calidad de forraje cuando se mejoran las condiciones de fertilidad.

**Tabla 5.10.** Clasificación de los suelos según nivel de fertilidad para el establecimiento de especies forrajeras tolerantes a la acidez.

Parámetro	Fertilidad de los suelos		
	Baja	Media	Alta
pH	Menor de 4.5	4.5 - 5.5	5.5 - 6.5
P (ppm)	Menor de 2	2 - 5	5 - 10
K (me/100 gr)	Menor de 0.05	0.05 - 0.10	0.10 - 0.15
Ca (me/100 gr)	Menor de 0.20	0.20 - 0.5	0.5 - 1.0
Mg (me/100 gr)	Menor de 0.08	0.08 - 0.12	0.12 - 0.20
Saturación Al (%)	Mayor de 80	60 - 80	30 - 60
S (ppm)	Menor de 10	10 - 15	15 - 20
Zn (ppm)	Menor de 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5
Cu (ppm)	Menor de 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 3.0
B (ppm)	Menor de 0.3	0.3 - 0.5	0.5 - 1.0
Mn (ppm) <sup>1</sup>	Mayor de 80	50-80	20-50

<sup>1</sup> Los contenidos de Mn se refieren al grado de toxicidad de este elemento y no al requerimiento nutricional.

Fuente: Adaptado de Salinas y Garcia, 1985.

Las dosis recomendadas en la Tabla 5.11, se hacen de una manera muy general para los suelos ácidos. En trabajos realizados en fincas durante de varios años, se ha encontrado gran variabilidad en el contenido de minerales en los suelos y en el forraje, por lo tanto, para obtener un mejor establecimiento y desarrollo de las praderas, se recomienda que se tenga conocimiento de las características químicas del suelo donde se va a recuperar o renovar la pradera, por medio de un análisis de suelos. En aquellas praderas ya establecidas, éste análisis debe ser complementado con uno de la calidad nutritiva de los forrajes.

**Tabla 5.11.** Dosis recomendadas (kg/ha) de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre para algunas especies de gramíneas y leguminosas en suelos ácidos.

Especie	P	K	Ca	Mg	S
<b>Gramíneas menos exigentes:</b> ( <i>B. decumbens</i> , <i>B. humidicola</i> , <i>B. dictyoneura</i> cv. llanero)	30	30	200	20	20
<b>Gramíneas más exigentes:</b> ( <i>Brachiaria brizantha</i> , <i>Panicum maximum</i> )	40	40	400	30	30
<b>Leguminosas:</b> <i>S. capitata</i> cv. Capica, <i>D. ovalifolium</i> cv. Maquenque, <i>P. phaseoloides</i> cv Kudzú, <i>A. pinto</i> cv. Mani forrajero	30	30	200	30	30

Fuente: Adaptado de CIAT, 1984.

Las gramíneas *B. brizantha* donde se pueden incluir el pasto Toledo y el pasto Marandu y *Panicum maximum*, producen mayor cantidad de biomasa de mejor calidad pero son más exigentes en fertilidad del suelo. En tanto las leguminosas forrajeras para los suelos ácidos se adaptan bien a las mismas condiciones de las gramíneas menos exigentes pero requieren más magnesio y azufre.

## LABRANZA Y FERTILIZACIÓN EN RECUPERACIÓN Y RENOVACIÓN DE PRADERAS

La determinación de aplicar labranza para la recuperación de praderas, debe estar basada en el estado de deterioro de la pradera y en la historia del lote, especialmente con relación a presencia de malezas. La remoción del suelo, principalmente en fincas del piedemonte, promueve el desarrollo de alta población de malezas proveniente de semillas que han estado latentes en el suelo.

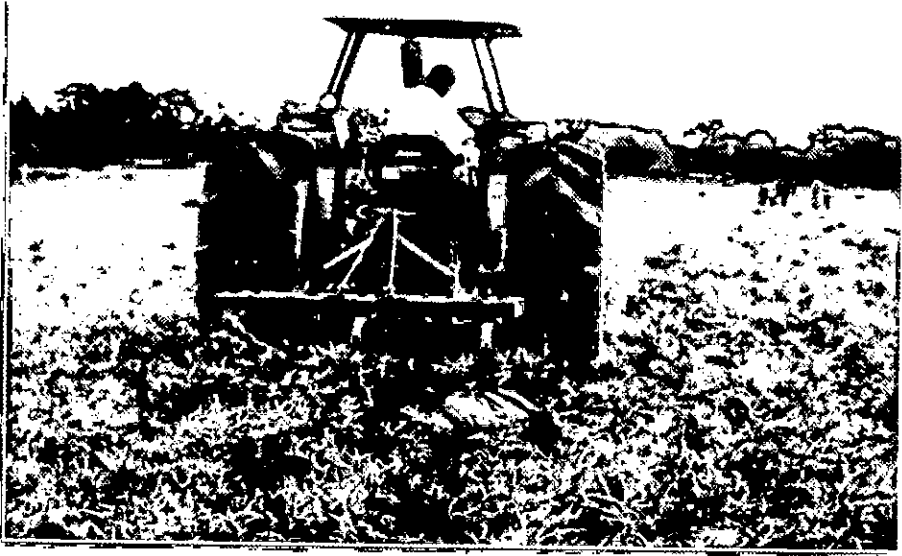
La labranza para recuperar praderas, estimula el desarrollo de las plantas que aún allí permanecen y además facilita la germinación de nuevas plántulas provenientes de semillas presentes en el suelo. En la recuperación de praderas con labranza, las actividades se hacen con el fin de recuperar la productividad de una o varias especies forrajeras ya existentes en el potrero, por lo tanto, la labranza debe ser reducida para causar el menor daño a las raíces de las plantas y permitir un rebrote rápido y vigoroso de las hojas.

En la renovación de praderas, la labranza se realiza cuando hay un avanzado estado de degradación, por pérdida de cobertura de los suelos con su consecuente compactación y por la baja población de las especies forrajeras principales. En la renovación de praderas, lo que se quiere es cambiar la especie existente por otra; por ejemplo, cambiar lo que queda de *B. decumbens* por pasto Llanero. En aquellas praderas que han sido invadidas por gramas, como sucede en la mayoría de las praderas degradadas del piedemonte llanero, es necesario eliminar la densa cobertura de la grama mediante el uso de desbrozadora o rastra profunda. Al no disponer de estos implementos, esta cobertura vegetal puede ser incorporada al suelo para su descomposición con un pase de arado de discos o de vertedera.

En el mejoramiento de praderas, se ha observado el efecto positivo que tiene la labranza del suelo mediante el uso de implementos mecánicos como el arado de cinceles, porque rompe las capas de suelo compacto y estimula los procesos de mineralización de la materia orgánica poniendo a disponibilidad de la planta nitrógeno y azufre, Figura 5.19. Se ha observado un incremento considerable de azufre cuando la preparación de los suelos se hace con labranza convencional (CIAT, 1981).

La labranza por sí sola, no tiene efectos significativos sobre la recuperación de praderas; esta debe ser complementada con una fertilización que se aplica después del laboreo del suelo. Se ha demostrado que la aplicación de tratamientos mecánicos sin fertilización, no mejora el desarrollo de la pradera ni de su productividad (Arruda *et al.*, 1987). La labranza solo aumenta la productividad de la pradera, cuando se hace conjuntamente con la aplicación de fertilizantes, alcanzándose un incremento superior al 100% (Carvalho *et al.*, 1990). Para la realización de la labranza se han probado diferentes implementos con el propósito de determinar cual de ellos tiene efectos positivos en la recuperación de praderas.

Acosta (1992), en una finca del piedemonte, en suelos de terraza alta, evaluó el cincel rígido, cincel vibratorio, arado de discos y rastrillo californiano, para recuperar una pradera degradada de *B. decumbens*. Después de dos años de evaluación, no se presentaron diferencias significativas en la producción de forraje, la cual estuvo entre 1.193 y 1.551 kg.MS/ha, como promedio de cuatro evaluaciones realizadas durante los dos años. Sin embargo, aquellas praderas con labranza pero además con una fertilización de 150 kg/ha de roca fosfórica y 200 kg/ha de sulpomag si presentaron diferencias significativas a su favor, con 1.400 kg.MS/ha. En los tratamientos con sola la-



**Figura 5.19.** Labranza con cincel vibratorio en la recuperación de Praderas de *Brachiaria decumbens*.

branza, la producción fue de 1.200 kg/ha de forraje seco. En el Brasil, se han obtenido resultados similares en la recuperación de *Brachiaria decumbens*. La utilización de implementos mecánicos y fertilización con 50 kg de  $P_2O_5$ , fue suficiente para elevar la producción de 900 a 1.800 kg.MS/ha (Cantarutti *et al.*, 1985).

Para la recuperación de praderas, el productor dispone de otros implementos como el “renovador de praderas” y el cincel rígido. Estos son adecuados para hacer una labranza profunda, especialmente en suelos arcillosos con problemas de drenaje superficial, porque pueden penetrar en el suelo a una profundidad de 25 a 30 cm lo cual mejora el drenaje en la zona radical de los pastos y no altera la parte aérea de la planta.

En condiciones de la altillanura colombiana se han realizado diversos trabajos comparativos de labranza vertical con cincel vibratorio y con labranza convencional (dos pases de rastra en forma cruzada). Uno de estos trabajos realizados en fincas demostró que para la recuperación de praderas puede utilizarse cualquiera de los dos implementos, pues no hay diferencias en el efecto sobre las características físicas de los suelos, ni sobre la producción de forraje, Tablas 5.12 y 5.13.

Después de 30 meses de realizada la labranza con cualquiera de estos dos implementos, la densidad aparente se conservó en valores óptimos (menor de 1.3 g/cc) en suelos francoarcillosos. En los suelos francoarenosos, los problemas de compactación son más graves probablemente por la menor cobertura de los suelos, sin embargo con la mecanización, la porosidad se mejoró de 34 a 43%. Es necesario hacer énfasis en que el tratamiento con rastra se hizo a media traba a una profundidad promedio de 20 cm, esto difiere de la practica que normalmente hace el productor que consiste en un pase superficial de este implemento ocasionando solo un “rayado en la pradera”.

De otra parte, la producción de forraje en las praderas recuperadas con estos dos implementos mejoró en más de 100% con respecto al testigo sin mecanización.

- En lo suelos franco arcillosos, de 950 kg.MS/ha pasó a 1.846 y 1.720 kg.MS/ha, durante la época lluviosa con cincel vibratorio y rastra, respectivamente.

- En la época seca la producción de forraje se redujo en cerca de un 50% pero se conservaron las diferencias con respecto al tratamiento testigo.
- En el suelo franco arenoso se presentó la misma tendencia observada en el suelo francoarcilloso, sin embargo, la producción de biomasa fue inferior en 300 kgMS/ha, aproximadamente.

**Tabla 5.12.** Características físicas en praderas de *B. decumbens* antes y 30 meses después de la recuperación con cincel vibratorio y rastra en un suelo francoarcilloso y un suelo francoarenoso de la altillanura colombiana.

Tratamiento	Profund. (cm)	Antes de la recuperación			30 Meses después de la recuperación		
		D.A. <sup>1</sup> (g/cc)	D. R. (g/cc)	P. (%)	D.A. (g/cc)	D. R. (g/cc)	P. (%)
<b>Suelo Francoarcilloso</b>							
Cincel vibratorio	0-10	1.42	2.49	42.8	1.27	2.52	49.5
	10-20	1.45	2.52	42.4	1.28	2.57	50.0
Rastra	0-10	1.37	2.43	47.4	1.19	2.52	52.6
	10-20	1.36	2.39	47.0	1.24	2.54	51.5
<b>Suelo Francoarenoso</b>							
Cincel vibratorio	0-10	1.62	2.49	34.9	1.38	2.58	46.5
	10-20	1.64	2.55	35.6	1.47	2.54	42.1
Rastra	0-10	1.73	2.61	33.7	1.47	2.55	42.7
	10-20	1.76	2.60	32.3	1.56	2.53	39.1

<sup>1</sup>D.A. Densidad aparente, D.R. Densidad real, P. Porosidad.

La información que aquí se presenta corresponde a un promedio de tres años de evaluación, en donde se debe tener en cuenta que después de la labranza, estas praderas fueron fertilizadas con 300 kg/ha de cal dolomítica, 300 kg/ha de roca fosfórica, 25 kg/ha de flor de azufre y además, se sembraron 3 kg/ha de Kudzú. También se les hizo una fertilización de mantenimiento anual con 50 kg/ha de cloruro de potasio y 100 kg/ha de sulfato de magnesio.

La tecnología que se recomienda a continuación, para la recuperación o renovación de praderas es de fácil aplicación y se ajusta principalmente para las praderas de *B. decumbens*, considerando que es la de mayor área con este problema en la Orinoquia colombiana.

- La actividad se inicia preferiblemente a comienzo de las lluvias, con una eliminación de la biomasa presente en el lote mediante un sobrepastoreo o por medios mecánicos como la guadaña o desbrozadora, labor importante para obtener una mejor acción de los implementos de labranza.
- En casos de alta compactación y presencia de biomasa en la superficie del suelo, se recomienda iniciar con un pase de rastra para que posteriormente el tractor tenga mejor agarre y pueda profundizar la labranza con uno o dos pases de cincel, de acuerdo a la textura del suelo (contenido de arcilla) y al grado de compactación de los suelos.
- Esta labranza vertical debe hacerse a una profundidad mínima de 25 cm, lo cual dará las condiciones adecuadas para un buen desarrollo de raíces de los pastos.

- Posteriormente, debe hacerse un pase de pulidor o rastra con poca traba con el fin de uniformizar la superficie del suelo y ofrecer buenas condiciones para la germinación de las semillas, bien sea para cuando se introduce una leguminosa o cuando se mejora la población de la gramínea, distribuyendo semilla de esta en el lote. Estas semillas se mezclan con el fertilizante y luego se distribuyen preferiblemente con una encaladora, Figura 5.20.

**Tabla 5.13.** Producción de forraje y cobertura en praderas recuperadas con cincel y con rastra en dos suelos de la altillanura colombiana.

Parámetro	<i>B. decumbens</i> sin recuperar		<i>B. decumbens</i> tratado con labranza			
			con cincel vibratorio		con rastra	
	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca
<b>Suelo Francoarcilloso</b>						
Producción de forraje (kg.MS/ha)	950	630	1.846	962	1.720	957
Cobertura (%)	75	65	90	75	90	73
<b>Suelo Francoarenoso</b>						
Producción de forraje (kg.MS/ha)	730	470	1.512	835	1.480	843
Cobertura (%)	70	60	80	65	85	67

- Uno de los principales limitantes para la renovación o establecimiento de praderas en algunas fincas del piedemonte llanero, es la alta población de malezas especialmente en aquellos suelos que han sido utilizados con cultivos en ocasiones anteriores. Para reducir este problema, es necesario hacer una oportuna preparación de suelos y siembras a comienzo de lluvias con una densidad más alta de semillas de buena calidad y especies de crecimiento estolonífero e invasor como *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *A. pintoi* o especies de rápido establecimiento como *B. decumbens* o pasto Toledo.



**Figura 5.20.** Fertilización en praderas de *Brachiaria decumbens*, después de la labranza con cincel vibratorio.

- En aquellos casos donde la reserva de semillas en el suelo de malezas de hoja ancha, es muy alta, es conveniente esperar a que estas germinen después de la preparación del suelo y luego aplicar un herbicida. Al no hacer este control, se corre el riesgo de fracaso en el establecimiento de los pastos por efecto de competencia especialmente por espacio y por luz en los primeros estados de desarrollo.

## INTRODUCCIÓN DE LEGUMINOSAS PARA LA RECUPERACIÓN Y RENOVACIÓN DE PRADERAS

La siembra de leguminosas en praderas de gramíneas ya establecidas, con el fin de mejorar la disponibilidad y calidad de forraje, es lo más recomendable para aumentar la productividad, la sostenibilidad y rentabilidad de la ganadería en la Orinoquia Colombiana. Es bien conocida la bondad de las leguminosas en cualquier sistema de explotación agropecuaria, por lo tanto es necesario hacer mayores esfuerzos para en su utilización por parte del ganadero, en la evaluación de nuevo germoplasma forrajero por parte de los investigadores y en la producción de semilla por parte de empresas productoras de semillas o de los mismos ganaderos.

La siembra de leguminosas en praderas de gramíneas puras, es un complemento de alto beneficio, a las prácticas de labranza y fertilización. El nitrógeno incorporado al sistema a través de la leguminosa, gracias a la simbiosis con las bacterias (*Rhizobium*) en las raíces de la planta, mantienen el vigor de la gramínea, tanto en su parte aérea como radical, Figura 5.21. Las leguminosas forrajeras tropicales fijan el nitrógeno del aire, proceso de gran importancia biológica y económica (Combs, 1999), si se tiene en cuenta que este nutriente es el más costoso y deficitario en los forrajes que consume el ganado en los Llanos Orientales de Colombia. Su deficiencia se manifiesta con una clorosis generalizada, pérdida de vigor y bajo contenido de proteína en sus hojas. En las praderas asociadas con leguminosas, se está ofreciendo al animal un forraje de mejor calidad, que se traduce en una mayor producción de carne y/o leche.

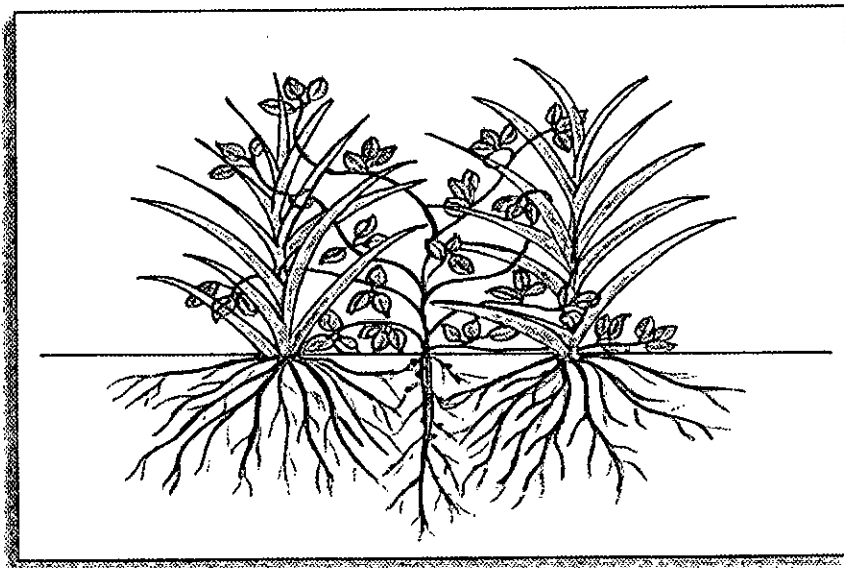


Figura 5.21. Asociación de gramíneas y leguminosas.

En cuanto a las leguminosa disponibles para la implantación de praderas asociadas, se tiene que:

- Para suelos ácidos, con una fertilidad mayor especialmente en materia orgánica, calcio y magnesio, se disponen de *Arachis pintoi* cv. maní forrajero y *Pueraria phaseoloides* cv. Kudzú.
- Para los suelos arenosos de la Altillanura, la leguminosa de mejor adaptación es *Stylosanthes capitata* cv. Capica y para cualquier tipo de suelo, se tiene al *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque.
- El maní forrajero y el Maquenque son leguminosas de alta cobertura y buena asociación con toda clase de gramíneas. Por sus características de crecimiento, también tienen buen potencial para ser utilizadas como cobertura vegetal en cultivos perennes.
- El Kudzú es una especie de crecimiento voluble y se asocia bien con gramíneas de crecimiento erecto o semierecto como el *B. decumbens*, *B. brizantha*, *P. maximum*. De los escasos materiales que actualmente se dispone, solamente la semilla de Kudzú se adquiere fácilmente en el mercado a precios razonables, por la disponibilidad de semilla cosechada en los cultivos de palma donde ésta leguminosa es utilizada como cobertura.
- El capica es un leguminosa bianual, de crecimiento erecto, por lo tanto persiste más cuando se asocia con gramíneas poco invasoras, Tabla 5.14.

**Tabla 5.14.** Leguminosas forrajeras recomendadas para el establecimiento, recuperación o renovación de praderas en condiciones de la Orinoquia colombiana.

Leguminosa	Gramínea con la que mejor se asocia	Densidad de siembra (kg/ha)
<i>Arachis pintoi</i> cv. Maní forrajero	<i>B. decumbens</i> <i>B. brizantha</i> <i>B. humidicola</i> <i>B. dictyoneura</i> <i>P. maximum</i>	8 (300 kg/ha de estolones)
<i>Pueraria phaseoloides</i> cv. Kudzú	<i>B. decumbens</i> <i>B. brizantha</i> <i>P. maximum</i>	3
<i>Stylosanthes capitata</i> cv. Capica	<i>B. decumbens</i> <i>B. brizantha</i> <i>P. maximum</i>	3
<i>Desmodium ovalifolium</i> cv. Maquenque	<i>B. humidicola</i> <i>B. dictyoneura</i>	0.3

Para la introducción de leguminosas a las praderas, se ha desarrollado una tecnología fácil de aplicar, procurando utilizar al máximo los escasos recursos de maquinaria que dispone el productor en la región. Las actividades que se realizan son un complemento a la labranza y fertilización descrito en el punto anterior.

El proceso se inicia con un sobrepastoreo para eliminar la biomasa disponible y luego se realiza un pase de cincel vibratorio y un pase en sentido contrario superficial de rastra o pulidor, con el sólo propósito de eliminar los terrones grandes y dejar el suelo en condiciones adecuadas para la germinación de las leguminosas. Al no disponer de cincel, la labranza se puede hacer con dos pases de rastra en forma cruzada.

Con respecto a la labranza para introducción de leguminosas en *B. decumbens*, en el C.I. La Libertad se realizó un experimento en donde se evaluaron tres sistemas de labranza: cincel vibratorio + un pase superficial de rastra, cincel rígido + un pase superficial de rastra y dos pases de rastra. Como resultado después de tres años de evaluación, no se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en cobertura, producción de forraje y composición botánica, Tabla 5.15. Es decir, que para la siembra de leguminosas puede utilizarse cualquiera de los tres sistemas de labranza. Estos mismos resultados fueron obtenidos en fincas de la altillanura, que confirman una vez más los resultados obtenidos en los tratamientos realizados sobre labranza y fertilización.

**Tabla 5.15.** Cobertura, producción de forraje y composición botánica en praderas de *B. decumbens* recuperadas con tres sistemas de labranza en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero. Promedio de tres años.

Parámetro	Cincel Vibratorio	Cincel Rígido	Rastra	Significancia ( $P < 0.05$ )
Cobertura (%)	72.4	70.4	71.3	ns
Producción de forraje (kgMS/ha)	1335	1483	1454	ns
Contenido de <i>B. decumbens</i> (%)	74.3	80.2	75.8	ns
Contenido de Kudzu (%)	7.3	5.4	5.0	ns
Contenido de maní forrajero (%)	2.6	2.4	3.0	ns
Contenido de gramíneas nativas (%)	10.7	7.9	9.0	ns
Contenido de maleza (%)	5.1	4.1	4.2	ns

Para un buen establecimiento y persistencia de la leguminosa, se selecciona la especie de acuerdo con las condiciones de clima y suelo del lugar. Trabajos realizados en diferentes localidades de los Llanos Orientales, han demostrado que leguminosas más exigentes como el Kudzú o el maní forrajero, establecidas en suelos bajos en nutrientes, especialmente materia orgánica, calcio y magnesio, desaparecen de la pradera al cabo de los dos años, si no se suplen estas deficiencias con fertilizantes. Igualmente, siembras de Kudzú en suelos con alta saturación de humedad, la leguminosa desaparece (Buevas, 1984), contrario a maní forrajero que soporta mejor estas condiciones.

Los criterios de fertilización para la introducción de leguminosas, son los mismos tratados en el aparte de labranza y fertilización. Después de realizada la labranza, se mezclan los fertilizantes con las semillas de la leguminosa seleccionada, en una densidad de siembra de acuerdo al tipo de leguminosa. La mezcla de semillas y fertilizante se aplica al voleo en forma manual o con una voleadora mecánica; también se puede hacer la siembra con una encaladora (Figura 5.22) o con sembradoras de mayor precisión. Es importante hacer la siembra inmediatamente después de realizada la labranza, especialmente cuando se realiza al voleo, de esta forma no es necesario tapar la semilla pues la misma lluvia se encarga de esto, por estar el suelo suelto. De otra parte, una demora en la siembra de las leguminosas es permitir que la gramínea le tome ventaja a la leguminosa, que en la mayoría de los casos tiene un establecimiento lento.

Por el mayor tamaño de la semilla del maní forrajero, no es posible sembrarla con voleadora mecánica o con encaladora, porque por la poca abertura en la salida de la mezcla de semillas y

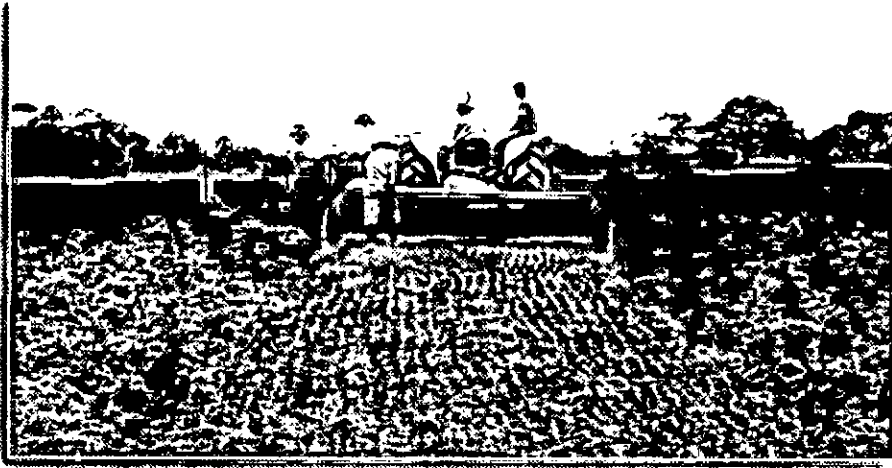


Figura 5.22. Siembra y fertilización con encladora, en la renovación de pastos.

fertilizante, se corre el riesgo de partir la semilla; esta leguminosa puede sembrarse a “chuzo” como el maíz, o con una sembradora de granos, Figura 5.23. En cualquiera de los casos, la semilla debe quedar tapada para evitar que sean consumidas por los pájaros, hormigas u otros insectos.

El maní forrajero es una leguminosa de alto valor nutritivo, buena producción de forraje y cobertura total del suelo; estas características forrajeras se ven reflejadas en una mayor producción animal y en una mejor conservación del recurso suelo. La capacidad de asociación con todas las gramíneas, el alto contenido de proteína y minerales, y sobre todo la alta persistencia, porque la planta posee sus puntos de crecimiento bien protegidos, estolones enraizados y buena reserva de semilla en el suelo (2.000 a 2.500 semillas/ m<sup>2</sup>), hacen de esta leguminosa un material ideal para el establecimiento y para la recuperación de praderas.



Figura 5.23. Introducción de maní forrajero en una pradera establecida con *B. decumbens*.

Para la recuperación de *B. decumbens* con maní forrajero, se ha utilizado material vegetativo y semilla, con buenos resultados. En el C.I. Carimagua se evaluó la introducción de *A. pintoi* en una pradera degradada de *B. decumbens* con dos tratamientos de labranza:

- dos pases de rastra en la pradera degradada y siembra de la leguminosa en surcos separados a 50 cm y plantas a 30 cm.
- mínima labranza, que consistió en hojar el sitio de siembra de la leguminosa en surcos separados a 50 cm y plantas a 30 cm. Como material de siembra se utilizó semilla y material vegetativo de leguminosa.

En Tabla 5.16 se presentan los resultados de producción de forraje a los tres meses, después de la siembra. La producción de forraje de *B. decumbens* no presenta diferencias significativas al utilizar los dos tratamientos de labranza y los dos materiales de siembra; a los tres meses de iniciados los tratamientos la producción de forraje de la gramínea, en promedio fue de 1.200 kg.MS/ha. En cambio, el maní forrajero sí presentó grandes diferencias a favor de los dos pases de rastra (350 kg.MS/ha) con respecto a la mínima labranza (40 kg.MS/ha). En cuanto al uso de material vegetativo o semilla, no se presentó diferencias significativas entre estos tratamientos, es decir que se puede utilizar uno de los dos materiales sin ningún problema.

**Tabla 5.16.** Producción de forraje de *B. decumbens*, *A. pintoi* y otras especies en tratamientos de recuperación de praderas con mecanización y la introducción de la leguminosa, tres meses después de la siembra.

Sistema de establecimiento de <i>A. pintoi</i> en <i>B. decumbens</i>	Producción de forraje (kgMS/ha)		
	<i>B. decumbens</i>	Maní forrajero	Otras especies*
Dos pases de rastra + semilla	1.120 a	305 a	159 a
Dos pases de rastra + material vegetativo	1.552 a	292 a	115 a
Mínima labranza + semilla	1.041 a	32 b	76 b
Mínima labranza + material vegetativo	1.420 a	50 b	59 b

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente según la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

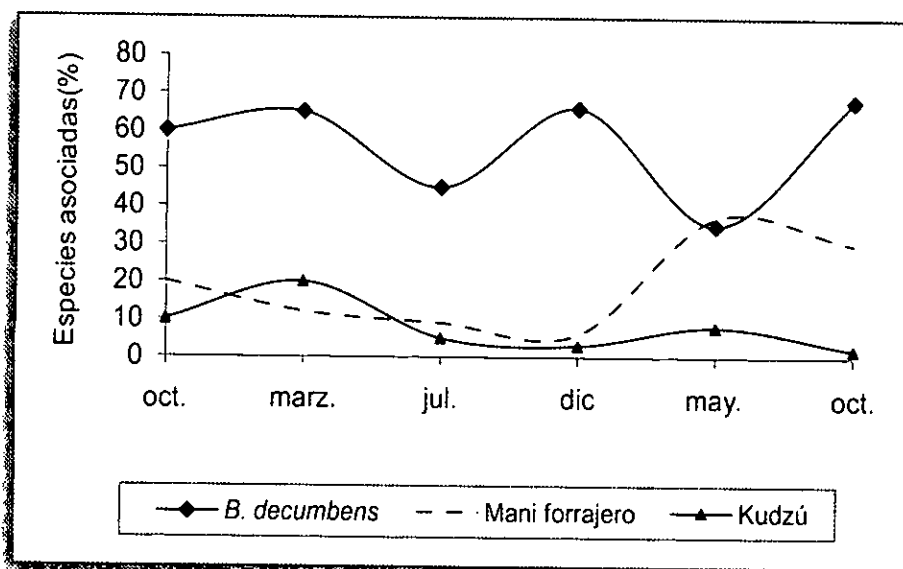
\* Otras especies: Leguminosas nativas, *Mimosa pudica*, *Sida sp.* Estas especies no fueron sembradas, resurgieron con el laboreo mecánico.

Fuente: Corpoica, 1995.

Para lograr buena presencia de leguminosa en una pradera desde los primeros meses de su introducción, se siembra Kudzú y maní forrajero en forma simultánea; el Kudzú presenta buena disponibilidad en los dos primeros años y el maní forrajero que es de establecimiento lento, con el transcurso del tiempo va mejorando su contenido en la asociación.

En la Figura 5.24, se grafica la evolución de la composición botánica de una pradera de *B. decumbens* recuperada con la introducción de las leguminosas Kudzú y maní forrajero. Durante el primer año de pastoreo, después de la siembra de estas, el contenido de Kudzú estuvo entre 10 y 20% y luego decayó en el segundo año a menos de 10%; mientras que el maní forrajero, durante el primer año, el contenido en la pradera estuvo al rededor de 10%, pero después del segundo año este valor se incremento a más de 30%.

La presencia de leguminosas en la pradera depende del éxito en el establecimiento y del manejo del pastoreo. Se han presentado varios casos en los que el productor acostumbra a dejar



**Figura 5.24.** Dinámica de la composición botánica durante dos años, en una pradera de *B. decumbens* recuperada con la introducción de leguminosas. Finca Urania, piedemonte del Meta.

“semillar” la gramínea después del establecimiento o renovación de la pradera, retrasando la reiniciación del pastoreo; esta práctica permite una gran acumulación de biomasa de la gramínea, afectando drásticamente el desarrollo de la leguminosa, la cual por ser una planta C3, su crecimiento es más lento, especialmente en su fase de establecimiento. Como consecuencia de esto, la inversión que el productor hace con la siembra de leguminosas, se pierde por su rápida desaparición de la pradera. Por diferencias en fotosíntesis, las gramíneas tropicales (plantas C4) tienen una tasa de crecimiento mayor que las leguminosas, lo cual puede resultar en una supresión de la leguminosa si no se controla la gramínea (Pereira y Lascano, 1990).

También se ha encontrado que después de un buen establecimiento de las asociaciones de *B. decumbens* o *B. dictyoneura* con maní forrajero, por el sobrepastoreo que se acostumbra hacer especialmente cuando se maneja la cerca eléctrica, al cabo de uno o dos años la gramínea ha desaparecido; en cambio el maní forrajero se ha favorecido porque aguanta el sobrepastoreo, debido a que tiene sus puntos de crecimiento bien protegidos en rizomas y estolones anclados al suelo, además produce buena cantidad de semilla en los primeros 10 cm del perfil del suelo que asegura su persistencia. En cambio, el *Brachiaria* tiene sus reservas orgánicas, para producir nuevos rebrotes, en los primeros 10 cm de altura del tallo, el cual es consumido por el animal cuando se hace sobrepastoreo. Ante estas circunstancias, es de gran importancia dejar suficiente forraje residual después del pastoreo, para que se recuperen rápidamente y se pueda conservar una buena proporción de gramínea y leguminosa, en la asociación, durante mucho tiempo.

## **PRADERAS ASOCIADAS DE *B. humidicola* CON MANÍ FORRAJERO**

La asociación de *B. humidicola* con maní forrajero es una alternativa para incrementar la productividad de la pradera porque mejora la calidad del forraje en términos de proteína y digestibilidad

y por el aporte de nitrógeno que la leguminosa hace al suelo y por ende a la gramínea. Esta asociación, se ha evaluado por varios años bajo pastoreo con buenos resultados de productividad, estabilidad de la mezcla y persistencia, que hacen de esta asociación una de las mejores opciones para aumentar la producción ganadera en la región, Figura 5.25.

- El *B. humidicola* conocido como pasto Dulce, es una gramínea de gran aceptación por los productores por tener grandes cualidades como el crecimiento rastrero con alta producción de estolones que le permite competir con las malezas, buen desarrollo en suelos ácidos arenosos o arcillosos, con bajo contenido de nutrientes y alta saturación de aluminio, tolerancia a condiciones de saturación de humedad temporal en algunos suelos con drenaje lento durante la época lluviosa, es una de las especies que más aguanta el déficit de agua con producción de forraje en los meses más secos, soporta alta carga animal, es tolerante al mión de los pastos. Su desventaja, es la baja calidad nutritiva demostrada por una deficiencia en proteína en el forraje que reduce significativamente el consumo que se refleja en bajas ganancias de peso animal (Tergas, 1986).
- El maní forrajero es una leguminosa de buena adaptación en suelos franco arcillosos, con crecimiento rastrero y estolonífero, que le permite asociarse bien con gramíneas invasoras como el *B. humidicola* y el pasto Llanero. Se desarrolla bien en suelos ácidos con bajo contenido de nutrientes, sin embargo en suelos más fértiles presenta mejores rendimientos. A diferencia de otras leguminosas, uno de sus principales atributos es la persistencia bajo pastoreo por muchos años; su calidad nutritiva se refleja en el alto contenido de proteína cruda y digestibilidad con 18 y 65%, respectivamente. La buena calidad y el alto consumo por parte del ganado, se manifiestan en mejores ganancias de peso. La producción de una tonelada de semilla por hectárea dentro del suelo (Figura 5.26) y sus estolones rastreros le permiten sobrevivir a condiciones de alta sequía, a la quema y al sobrepastoreo. Su principal limitante es la baja producción de forraje en suelos arenosos de la altillanura, principalmente por el escaso contenido de materia orgánica.



Figura 5.25. Asociación de *B. humidicola* con maní forrajero en fase de establecimiento.

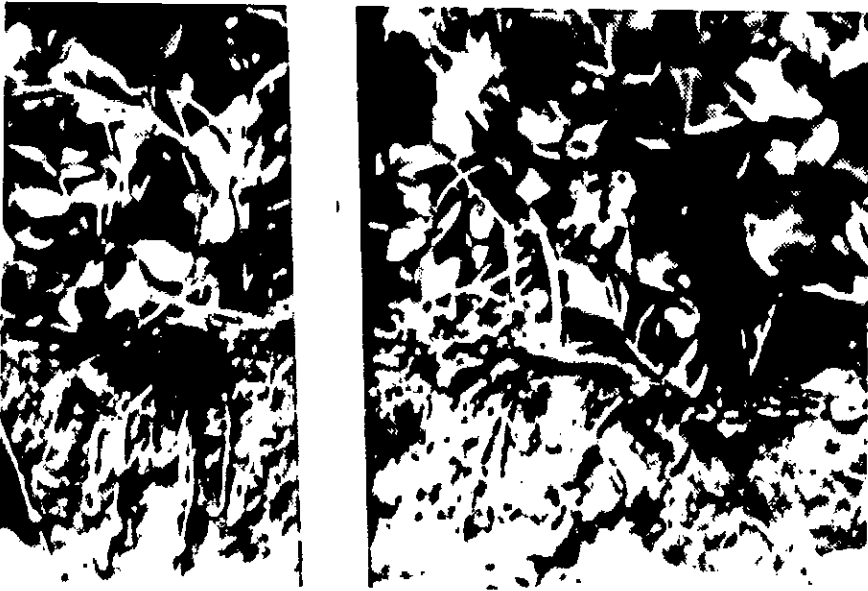


Figura 5.26. Producción de semilla de maní forrajero dentro del suelo.

Las características de estas dos especies permiten formar una integración perfecta de gramínea y leguminosa. El crecimiento estolonífero e invasor común, a las dos, hacen que convivan en una mezcla que favorece a la gramínea por el aporte de nitrógeno que recibe de la leguminosa (Figura 5.27) y por la oferta de un forraje de mejor calidad al ganado.

El número de estolones y su longitud son mayores en el pasto Dulce, pero el maní forrajero posee más nudos que son puntos de formación de raíces para anclaje, de producción de hojas y

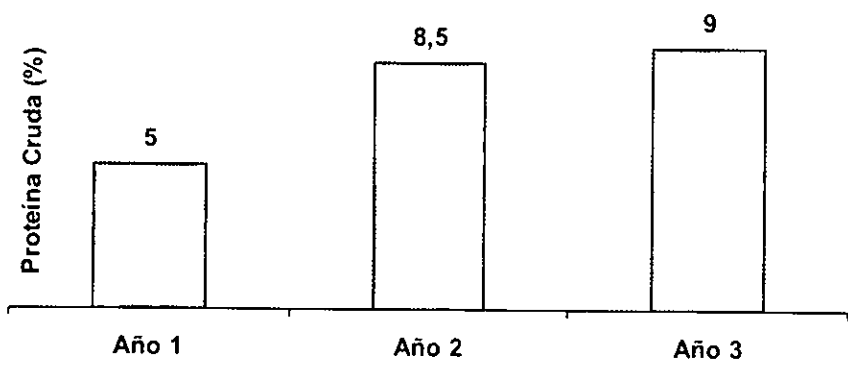


Figura 5.27. Variación del contenido de proteína cruda en hojas de *B. humidicola* asociado con maní forrajero, piedemonte llanero.

de formación de semillas. En siembras simultáneas de estas dos especies se encontró que a los 70 días después de la siembra con material vegetativo (cepas) el número de estolones de *B. humudicola* fue de 27, en tanto el maní forrajero produjo 17 estolones (Figura 5.28, los que presentaron una longitud promedio de 106 y 45 cm en el mismo orden (Figura 5.29). Esta cualidad de las dos especies asegura cobertura del suelo y mayor número de plantas por área.

En asociaciones con siete años de edad bajo un pastoreo rotacional con un descanso de 30 días y a una altura de pastoreo entre 15 y 20 cm se ha presentado una estabilidad en la asocia-

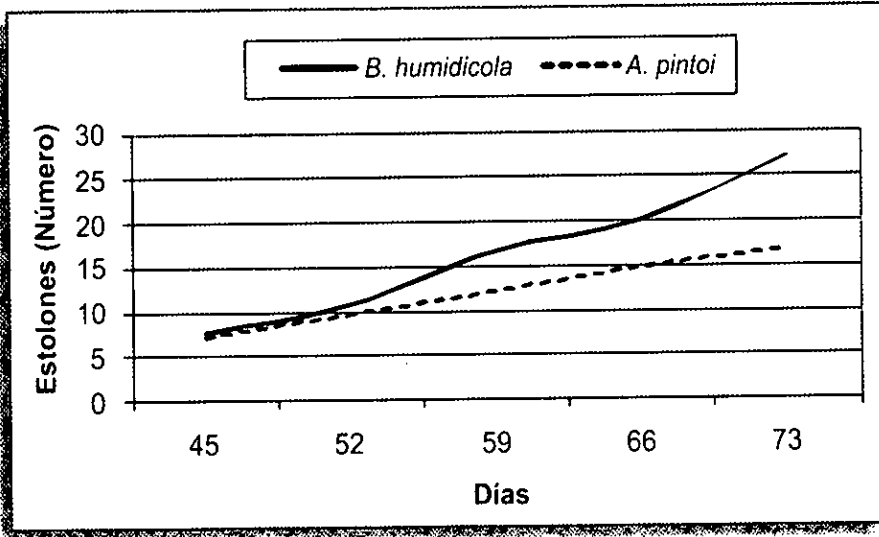


Figura 5.28. Número de estolones en establecimiento de la asociación de *B. humudicola* + maní forrajero.

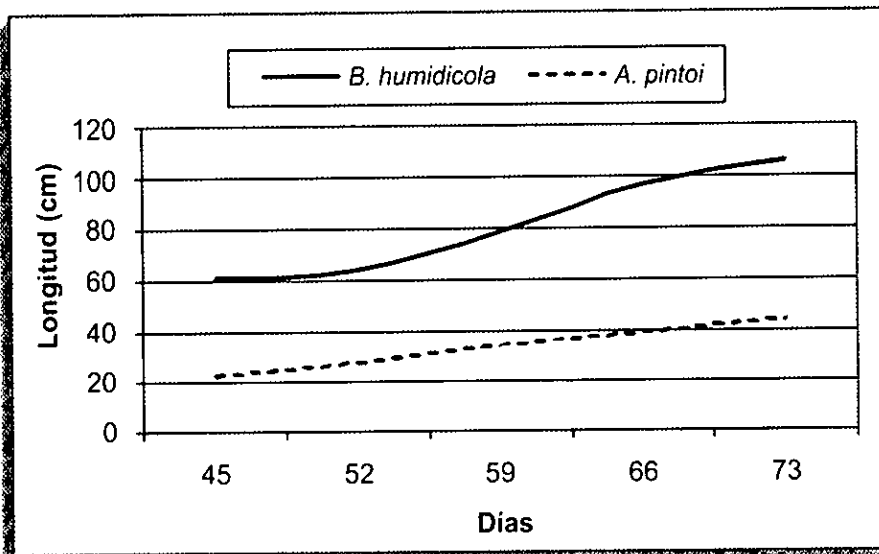


Figura 5.29. Longitud de estolones en el establecimiento de la asociación de *B. humudicola* + maní forrajero.

ción con una proporción balanceada de 50% de gramínea y 50% de leguminosa, lo cual está de acuerdo al número de plantas presentes de cada especie. En un metro cuadrado se encontró 233 plantas de *B. humidicola* y 213 plantas de maní forrajero.

Para el establecimiento de la asociación de *B. humidicola* con maní forrajero, la preparación de los suelos se hace teniendo en cuenta las recomendaciones del capítulo 2 de este manual. *B. humidicola* y maní forrajero son especies de baja disponibilidad de semillas, sin embargo esto no es limitante para su propagación en los Llanos Orientales porque pueden ser sembrados exitosamente mediante material vegetativo.

La siembra en franjas alternas de gramínea y leguminosa ha sido exitosa porque inicialmente se da la oportunidad para que cada especie se establezca y cubra su respectiva franja y para que posteriormente comiencen a invadirse una a otra y a formar la mezcla esperada. Estas franjas pueden tener un ancho de 3 m cada una las cuales pueden estar compuestas por siete surcos separados a 50 cm cada uno, por ser especies que cubren todo el suelo con el paso del tiempo, también se pueden hacer franjas con un ancho de 2,8 m en donde se pueden establecer 4 surcos separados a 70 cm cada uno. La distancia entre plantas de las dos especies puede ser de 50 o 70 cm.

## INTRODUCCIÓN DE MANÍ FORRAJERO EN PRADERAS YA ESTABLECIDAS DE *B. humidicola*

Para mejorar la calidad y productividad de praderas de *B. humidicola* mediante la siembra de maní forrajero, existen recomendaciones tecnológicas, las cuales se resumen a continuación:

1. Hacer sobrepastoreo al *B. humidicola* o reducir la disponibilidad de biomasa mediante guadaña o desbrozadora.
2. Hacer labranza vertical en franjas alternas con cinceles, Figura 5.30. Al no poseer cinceles, la labranza se puede hacer con rastra profunda. El ancho de la franja se puede establecer de acuerdo al ancho de trabajo del implemento de labranza, puede ser de 2 a 3 metros.



Figura 5.30. Labranza a las franjas donde se sembrará el maní forrajero en una pradera de *B. humidicola*.

3. Aplicar a la franja destinada a la siembra del maní forrajero, fertilizantes de acuerdo a las necesidades según análisis de suelos. Como fuente de fósforo se puede utilizar la roca fosfórica o las escorias Thomas, como fuente de magnesio la cal dolomítica y como fuente de azufre el yeso agrícola. Después de aplicar la mezcla de estos fertilizantes con encladora se deben incorporar al suelo con un pase de rastra.
4. Al mes o dos meses de la incorporación de los fertilizantes, ya debe observarse un buen rebrote del *B. humicola* el cual debe controlarse con un herbicida sistémico para que el maní no tenga competencia en su fase de establecimiento. Para un buen control se recomienda aplicar glifosato en una dosis de 2 litros por hectárea (200 c.c. por bomba de espalda de 20 litros de agua).
5. Después de aplicar el herbicida hacer la siembra del maní forrajero. Puede ser sembrado con semilla cuya densidad va de acuerdo a su porcentaje de germinación (ver capítulo 2), utilizando una sembradora de granos grandes como la sembradora del maíz, Figura 5.31, en surcos separados a 50 cm con una distancia entre plantas de 30 a 50 cm. Al no disponerse de sembradora, esta puede hacerse a chuzo, colocando dos semillas por sitio. Para la siembra de la leguminosa también se puede utilizar material vegetativo a las mismas distancias de siembra.
6. El pastoreo puede iniciarse a los tres meses después de la siembra del maní forrajero, para controlar el crecimiento del *B. humicola* y evitar su sobremaduración. En los primeros meses de establecimiento del maní forrajero, es recomendable mantener siempre controlado el *B. humicola*, haciendo pastoreos a baja altura para que la leguminosa pueda desarrollar sus estolones y reducir la competencia por parte de la gramínea (Rincón, 1990).

El producto final de esta asociación exitosa, es un incremento de más del 50% de las ganancias de peso de bovinos de ceba, como se ha podido comprobar tanto en el piedemonte llanero como en la altillanura, Figura 5.32.

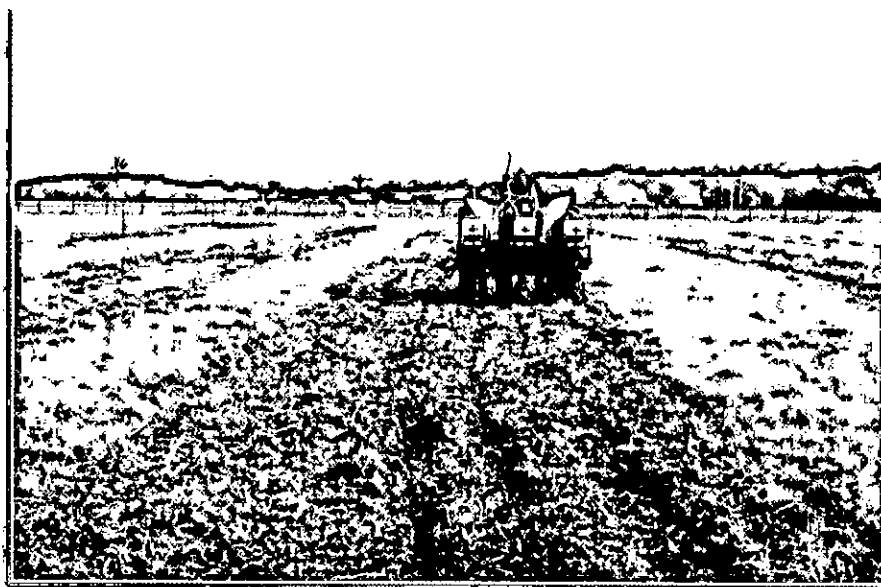


Figura 5.31. Siembra de semillas de maní forrajero utilizando una sembradora de maíz en franjas alternas con *B. humicola*.

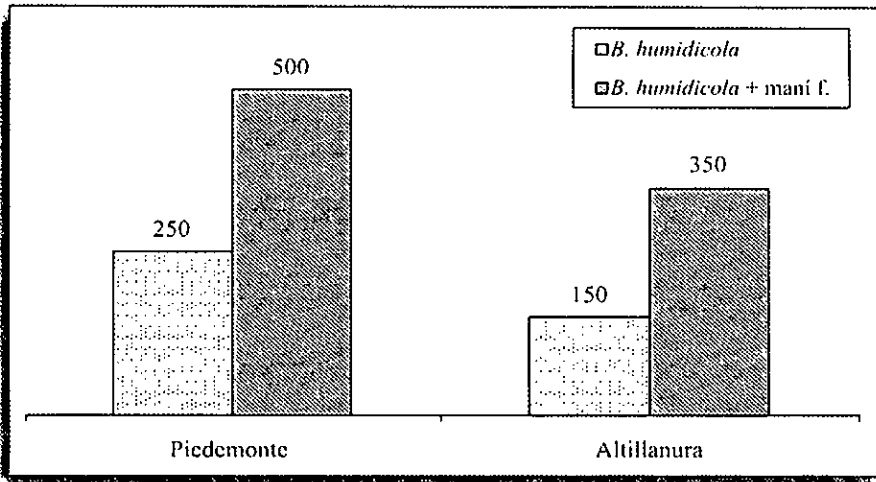


Figura 5.32. Productividad de carne bovina (kg/ha/año) en praderas de *B. humidicola* en monocultivo y asociado con maní forrajero.

## PRADERAS ASOCIADAS CON LEGUMINOSAS VS. PRADERAS FERTILIZADAS CON NITRÓGENO

Con el fin de confirmar una vez más las bondades de las leguminosas, en CORPOICA C.I. La Libertad se recuperó una pradera de 20 ha de *B. decumbens* con tres tratamientos de labranza (cincel vibratorio, cincel rígido y rastra). Además, la mitad del lote se sembró con las leguminosas maní forrajero y kudzú y la otra mitad, en lugar de leguminosas se fertilizó anualmente con 50 kg/ha de nitrógeno.

Los dos lotes tuvieron una fertilización básica con 90 kg de Ca, 30 kg de  $P_2O_5$ , 30 kg de  $K_2O$ , 20 kg de Mg y 7 kg de S por hectárea cada año. La información sobre producción de forraje obtenida durante tres años, no presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los sistemas de labranza, ni entre praderas fertilizadas con nitrógeno y praderas asociadas con leguminosas. Por consiguiente, se confirma que las leguminosas pueden reemplazar perfectamente a la fertilización nitrogenada, Figura 5.33.

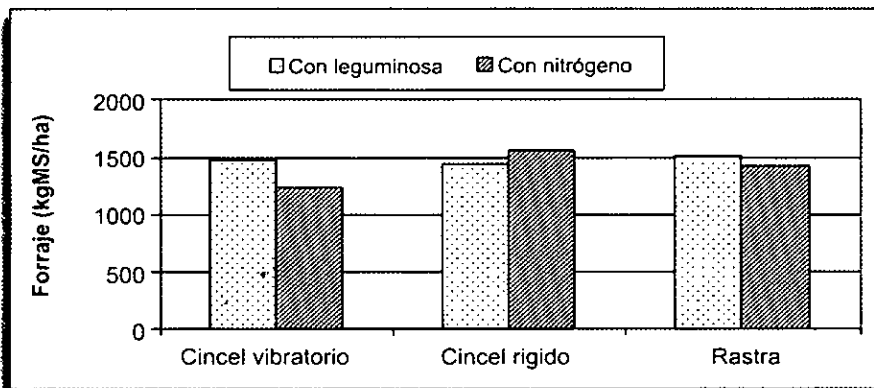


Figura 5.33. Producción de forraje en praderas de *B. decumbens* mejoradas con leguminosas y con fertilización nitrogenada, bajo tres sistemas de labranza. C.I. La Libertad.

Además de la buena producción de forraje que se puede obtener con la recuperación de praderas, la calidad del forraje de *B. decumbens* también se beneficia con efectos positivos en el contenido de proteína y algunos minerales. En evaluaciones realizadas en el piedemonte llanero y en la altillanura, el contenido de proteína en las hojas de *B. decumbens* pasó de un promedio de 5.5 a 8.5%, tanto en las praderas asociadas como en las fertilizadas con nitrógeno (N), Tabla 5.17.

Es importante tener en cuenta la proporción de leguminosa en la pradera y su efecto en el contenido de minerales en la gramínea, por efecto de reciclaje. En praderas asociadas con un 30% de leguminosas en una finca de la altillanura, el contenido de calcio y potasio fue superior al encontrado en el forraje de la gramínea del piedemonte (C.I. La Libertad), en donde el contenido de la leguminosa en la asociación fue de 10%. Con 0.32% de calcio en la *B. decumbens* se cumplió con los requerimientos del ganado de ceba, lo que no sucedió en el piedemonte donde solo fue de 0.18%. El otro elemento que presentó deficiencia fue el fósforo, sin embargo, el potasio y el magnesio se encontraron en contenidos adecuados para la nutrición animal. Las deficiencias de calcio en la gramínea fueron suplidas con la leguminosa ya que su contenido foliar fue de 0.95%, además de 18% de proteína, 0.47% de magnesio y 1.77 de potasio (Rincón, 1999).

**Tabla 5.17.** Calidad del *B. decumbens* en praderas asociadas con leguminosas y fertilizadas con nitrógeno en el piedemonte llanero (C.I. La Libertad) y en la altillanura colombiana (Finca Andremoni).

Parámetro (%)	Piedemonte (10% de leguminosa)			Altillanura (30% de leguminosa)		
	<i>B. dec.</i> + leguminosa	<i>B. dec.</i> + nitrógeno	<i>B. dec.</i> Testigo	<i>B. dec.</i> + leguminosa	<i>B. dec.</i> + nitrógeno	<i>B. dec.</i> Testigo
Proteína cruda	8.8	8.1	5.5	8.5	8.7	6.0
FDN <sup>1</sup>	56.8	61.3	50.3	57.4	62.7	65.3
Degradabilidad	78.2	72.8	65.7	75.4	73.5	67.2
Fósforo	0.17	0.14	0.10	0.21	0.18	0.13
Potasio	1.31	1.07	0.72	1.90	1.70	1.20
Calcio	0.18	0.24	0.18	0.32	0.30	0.21
Magnesio	0.16	0.21	0.14	0.22	0.18	0.16

1 FDN: Fibra en detergente neutro. A las praderas asociadas con leguminosas y las fertilizadas con nitrógeno, se les aplicó 90 kg de Ca, 30 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 kg de K<sub>2</sub>O, 20 kg de Mg y 7 kg de S /ha.

Las evaluaciones realizadas en los suelos, antes y tres años después de la introducción de leguminosas en una pradera de *B. decumbens*, demostraron que los contenidos de materia orgánica, calcio y magnesio en el suelo se incrementaron, especialmente, en donde la proporción de leguminosa fue mayor, Tabla 5.18. Estos resultados son más evidentes en praderas asociadas con mayor número de años bajo pastoreo, como una de *B. decumbens* con maní forrajero en el C.I. Carimagua, que después de nueve años de introducida la leguminosa, las características del suelo mejoraron con relación a la materia orgánica al pasar de 2.4 a 3.4%, calcio de 0.37 a 0.89 me/100 g, magnesio de 0.10 a 0.36 me/100 g y potasio de 0.05 a 0.10 me/100 g.

En todas las praderas que se han mejorado con la introducción de leguminosas y que se han caracterizado por su buen contenido y persistencia, se han incrementado los niveles de materia orgánica, calcio y magnesio, principalmente. Sin embargo, el fósforo no mejora su contenido en el suelo y en algunos casos disminuye. Estudios realizados por el CIAT (1993), determinaron la capacidad que tienen las leguminosas como el *A. pintoi*, para adquirir una mayor cantidad de fósforo por unidad de superficie del suelo en comparación con las gramíneas, constituyéndose en

un atributo importante que contribuye a la persistencia de la leguminosa en praderas asociadas bajo pastoreo.

El contenido de potasio tampoco se vio incrementado en el suelo en praderas asociadas con una edad no mayor de tres años, pero en las de mayor edad se observaron algunos incrementos. En general, los análisis de oxisoles en los Llanos Orientales, reportan bajo contenido de potasio. Sin embargo, los contenidos de potasio en todos los forrajes (gramíneas puras, praderas asociadas, o gramíneas nativas) están en unos niveles mayores de 0.6%, que llenan los requerimientos del ganado.

**Tabla 5.18.** Evolución de las características químicas de los suelos en praderas asociadas de *B. decumbens* con diferentes contenidos de leguminosas en fincas de los Llanos Orientales de Colombia.

Asociación <sup>1</sup>	pH	M.O (%)	P (ppm)	Ca	Mg (me/100g)	K	Sat. Al (%)
<b><i>B. decumbens</i> + 10% de leguminosa</b>							
Antes de la siembra <sup>2</sup>	4.9	3.2	2.0	0.45	0.11	0.05	81
30 meses después <sup>2</sup>	5.2	4.0	2.0	0.55	0.11	0.05	76
<b><i>B. decumbens</i> + 30% de leguminosa</b>							
Antes de la siembra	4.7	3.5	4.0	0.35	0.09	0.15	82
30 meses después	5.0	4.2	2.0	0.48	0.11	0.06	75
<b><i>B. decumbens</i> + 45% de leguminosa</b>							
Antes de la siembra	4.7	3.1	2.0	0.26	0.09	0.03	80
30 meses después	4.9	3.5	1.0	0.97	0.12	0.04	60
<b><i>B. decumbens</i> + 40% de leguminosa</b>							
Antes de la siembra	4.8	2.4	1.0	0.37	0.10	0.05	80
9 años después	5.1	3.4	2.0	0.89	0.36	0.10	56

Asociación de *B. decumbens* con maní forrajero, con excepción de la pradera con 45% de leguminosa en donde también había Kudzu

<sup>1</sup> Antes de la siembra de la leguminosa en praderas degradadas de *B. decumbens*  
<sup>2</sup> 30 meses después de la introducción de la leguminosa, manejada bajo pastoreo

Los beneficios de la asociación de gramíneas con leguminosas también se reflejan en una mejor productividad animal. En la Tabla 5.19 se presentan las ganancias de peso animal promedio de tres años; la tendencia en las dos localidades y en los dos tipos de animales es la misma.

En el piedemonte la evaluación se hizo con novillas de la raza criolla Sanmartinero y se obtuvo una ganancia de peso en las praderas asociadas superior en 47% con respecto a las praderas fertilizadas con nitrógeno. En la finca de la altillanura con animales machos cebú comercial, esta diferencia fue de 57% a favor de la pradera asociada. De otra parte, en estas praderas asociadas se obtuvo más de 100% de ganancia de peso animal, con respecto al testigo de solo *B. decumbens* en las dos localidades.

El beneficio que se puede obtener con la aplicación de la tecnología descrita, se ha comprobado en fincas de productores del piedemonte y de la altillanura colombiana. Después de aplicar los tratamientos de renovación y de dar un manejo adecuado a las praderas recuperadas, con un pastoreo de acuerdo a la disponibilidad de forraje y a la composición botánica de la pradera y aplicar la fertilización de mantenimiento, es posible duplicar la producción ganadera de la región en la misma área y disminuir el periodo de ceba a la mitad de lo que el productor gasta en la actualidad, Figura 5.34 y 5.35. Es decir, la carga animal puede pasar de uno a dos animales por hectárea, la

**Tabla 5.19.** Ganancia de peso animal en praderas recuperadas de *B. decumbens* asociadas con leguminosas y fertilizadas con nitrógeno en el piedemonte del Meta y en la altillanura plana. Promedio de tres años de evaluación.

Pradera	Piedemonte del Meta (C.I .La Libertad)			Altillanura Plana (Finca Andremoni)		
	Novillas Sanmartinero <sup>1</sup>			Novillos Cebú comercial <sup>2</sup>		
	Carga u.a./ha <sup>3</sup>	g/an/día	Kg/ha/año	Carga u.a./ha	g/an/día	kg/ha/año
<i>B. decumbens</i> + leguminosas	1.7	579	360	2.0	707	516
<i>B. decumbens</i> + nitrógeno	1.5	446	244	1.6	567	328
<i>B. decumbens</i> (testigo)	1.2	380	166	1.3	407	193

<sup>1</sup> Promedios de 20 novillas, por cada tratamiento.

<sup>2</sup> Promedios de 15 novillos, por cada tratamiento.

<sup>3</sup> 1 u.a. equivale a 400 kg de peso vivo.

ganancia de peso de 150 a 500 kg/ha/año y el período de ceba para llevar un animal de 250 a 450 kilos, de 24 meses puede reducirse a 12 meses.

## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA RENOVACIÓN DE PRADERAS

El costo promedio para la renovación de praderas es de \$940.000 (año 2009), los que pueden variar de acuerdo a la fertilidad y textura de los suelos. En suelos más fértiles, los costos de fertilización pueden disminuir y en suelos más arcillosos o con mayor cobertura vegetal la intensidad de labranza puede aumentar.



**Figura 5.34.** Pradera renovada con pasto Toledo asociada con kudzú bajo pastoreo con vacas doble propósito en el piedemonte llanero.



**Figura 5.35.** Pradera renovada con pasto Toledo bajo pastoreo con novillos en ceba.

En el ejemplo que se presenta en la Tabla 5.20, se tiene que los mayores costos son los fertilizantes con un valor de \$350.000, siendo 37% de todos los costos, en tanto los costos de semillas y labranza es de \$215.000 y \$250.000, respectivamente. Es importante tener en cuenta que los costos aquí presentados son para la renovación de praderas con especies menos exigentes, como son: el pasto Amargo, Dulce o pasto Llanero, porque para pastos más exigentes en fertilidad como el pasto Mulato II o el pasto Toledo, los costos de los fertilizantes y de la semilla pueden aumentar, porque en el caso de utilizar pasto Mulato II será necesario sembrar 6 kg/ha los cuales tiene un costo de \$300.000

**Tabla 5.20.** Costos en la renovación de praderas (Año 2009).

Insumos	Cantidad	Valor (\$)
<b>Fertilizantes (bt/50kg)</b>		<b>350.000</b>
Cal dolomítica	8	42.000
Roca fosfórica	10	120.000
Yeso agrícola	4	68.000
Cloruro de potasio	1	120.000
<b>Semillas (kg)</b>		<b>215.000</b>
Pasto	4	140.000
Leguminosa	3	75.000
<b>Labranza</b>		<b>250.000</b>
Cinzel	1 pase	100.000
Rastra	1 pase	80.000
Pulidor	1 pase	70.000
Siembra		125.000
Siembra con encaladora	1 pase	50.000
<b>Mano de obra</b>	0,5 jornal	<b>15.000</b>
<b>Herbicida</b>	2 litros	<b>60.000</b>
<b>Costo Total</b>		<b>940.000</b>

El beneficio que se obtiene con el mejoramiento de praderas degradadas se verá reflejado en el producto final de los sistemas ganaderos, como son la leche y la carne.

- En el caso de la producción de leche, en el sistema doble propósito, se ha visto que la carga animal aumenta de una vaca/ha en la pradera degradada a dos vaca/ha en la renovadas o recuperadas y la producción de leche por vaca aumenta de 4 a 5 litros/ha/día.
- Mayor productividad de leche por lactancia la cual se incrementa en las de 1600 litros/ha, permitiendo aumentos de más de 2.5 veces con respecto a la leche obtenida en praderas degradadas, trayendo un beneficio económico al productor porque tendrá un ingreso adicional de \$1.012.000, Tabla 5.21.
- Teniendo en cuenta que los costos en la renovación de praderas es de \$940.000 y los ingresos por venta de leche son superiores a un millón de pesos, en el primer año de pastoreo el productor cubre los costos de inversión realizados para mejorar las praderas.
- En la ceba de novillos, los beneficios que el productor obtiene en las praderas mejoradas, son similares a las obtenidas por los productores de leche, porque la carga animal se duplica al pasar de 1 a 2 an/ha y la ganancia diaria de carne que era de 350 g se mejora a 600 g/an/día, permitiendo obtener una productividad de 438 kg/ha/año frente a 128 kg/ha/año que se obtiene en praderas degradadas, Tabla 5.22. De igual forma, como en el sistema doble propósito, el productor cubre los costos de renovación de praderas con la producción de carne obtenida en el primer año de pastoreo.

**Tabla 5.21.** Producción de leche en vacas doble propósito del piedemonte llanero en praderas antes y después de aplicar los tratamientos de renovación.

Indicador	Antes de renovación	Después de renovación
Vacas por hectárea	1	2
Producción de leche (litro/vaca/día)	4	5
Producción de leche (trófia/día)	4	10
Duración de lactancia (días)	253	270
Producción total (litro.lactancia/ha)	1012	2700
Valor de la producción (\$600/litro)	607.200	1.620.000
Diferencia a favor (\$)		1.012.800

**Tabla 5.22.** Producción de carne en novillos Cebu del piedemonte llanero en praderas antes y después de aplicar los tratamientos de renovación.

Indicador	Antes de renovación	Después de renovación
Novillos por hectárea	1	2
Producción de carne (g animal/día)	350	600
Productividad de carne (kg/ha/año)	128	438
Valor de la producción anual (\$) (\$3.200/kg)	409.600	1.401.600
Diferencia a favor (\$)		992.000

# RENOVACIÓN DE PRADERAS CON CULTIVOS

Las sabanas de América tropical contribuyen en forma creciente a la producción de cultivos anuales y perennes y a la producción ganadera. Los sectores agrícola y ganadero han evolucionado en forma independiente, existiendo muy poca integración espacial o temporal entre ellos, lo cual sugiere una de las hipótesis de trabajo más importantes para el sostenimiento al menos del recurso suelo en las sabanas, como es el desarrollo de sistemas que integren dichos sectores: los sistemas agropastoriles (Vera, 1999).

Para las condiciones limitantes de los suelos de la altillanura colombiana, se han obtenido cultivos adaptados a la alta saturación de aluminio, con un buen desarrollo y producción, bajo las condiciones agroecológicas propias de esta región. La mejor utilización de los diferentes materiales que se obtienen en el proceso de selección, es involucrarlos en un sistema de producción agropastoril, donde el mayor potencial de explotación es la ganadería, con mayor viabilidad económica y ventajas comparativas sobre otras actividades. De los 3.5 millones de hectáreas de la altillanura colombiana, el 94% está dedicado a la explotación pecuaria, sin embargo, el establecimiento de pastos introducidos ha tenido un auge importante en los últimos años.

La alternativa de establecimiento y recuperación de praderas con cultivos, es de gran viabilidad según las experiencias obtenidas en experimentos y en áreas comerciales, en donde el maíz y el arroz secano son las especies que mejor resultado han dado en establecimiento y recuperación de praderas por su rusticidad y buen desarrollo en condiciones de alta saturación de aluminio.

Este sistema trae beneficios al suelo porque se mejora su fertilidad, al pasto porque se obtienen mayores producciones de biomasa de mejor calidad y al productor porque con la cosecha del cultivo cubre en gran medida los costos de la renovación de la pradera y gracias a la disponibilidad de mejores pastos, la productividad animal es mayor en un tiempo más corto

## SISTEMA AGROPASTORIL ARROZ - PASTOS

El sistema arroz-pastos permite recuperar una pradera degradada haciendo siembras simultáneas de arroz con una densidad baja de pasto (ej: 1 kg/ha), para obtener un repoblamiento del pasto principalmente en aquellas áreas descubiertas y que han sido invadidas por las malezas. En este caso, la preparación del suelo se inicia a comienzos de lluvias con uno o dos pases de cincels, luego se encala con 300 kg/ha de cal dolomítica y se incorpora con un pase de rastra. Otra forma de recuperar un área bajo pastoreo, es cambiar el pasto degradado por otro pasto, en siembras simultáneas con arroz. Este caso es similar a un establecimiento del sistema arroz-pastos a partir de sabana (Rincón, 1993).

En el establecimiento del sistema arroz pastos en sabanas de la altillanura, la preparación del suelo se recomienda iniciarla al final de lluvias, con uno o dos pases de cincel; la encalada y su incorporación se hacen a comienzo de lluvias del siguiente año. En recuperación o establecimiento de praderas se aplica la fertilización que consiste en 250 kg/ha de superfosfato triple, 100 kg/ha de cloruro de potasio y 20 kg de sulfato de zinc, en la siembra. A los 30 y 60 días después de la siembra, se aplican 200 kg/ha de urea y 100 kg/ha de cloruro de potasio, repartidos en partes iguales en las dos fertilizaciones.

Para la siembra de las especies involucradas en el sistema, se han desarrollado máquinas que establecen en forma simultánea el cultivo de arroz y las especies forrajeras gramíneas y/o leguminosas. Los surcos del arroz quedan separados a 35 cm y en medio va la especie forrajera, además permite aplicar los fertilizantes localizados en el surco de arroz. Figura 5.36.



Figura 5.36. Renovación de praderas con el cultivo de arroz seco.

Al no disponer de esta máquina, se han evaluado otras alternativas de siembra dependiendo de la maquinaria que disponga el productor. Una de estas alternativas es establecer y fertilizar el arroz con sembradora en surcos y aplicar las especies forrajeras al voleo; y en caso de disponer solamente de voleadora, se mezclan los fertilizantes, las semillas de las especies forrajeras y la semilla de arroz y se aplican con este implemento o en forma manual. Los resultados en producción de arroz, en la evaluación de estos dos sistemas de siembra en la altillanura en áreas comerciales de 4 ha, permitió obtener 2.4 y 1.8 t de arroz paddy por hectárea, respectivamente. Es decir, que aplicando todos los componentes al voleo, se producen 600 kg/ha menos, pero en los dos casos queda una pradera bien establecida (Corpoica, 1995).

Con la fertilización aplicada, se obtiene una buena cosecha de arroz y una pradera en excelentes condiciones a los cuatro meses de establecida la asociación. Lo anterior se puede comprobar con los resultados obtenidos en Carimagua, en donde se recuperó un área degradada de *Andropogon gayanus* cv. Carimagua, utilizando las siembras simultáneas de arroz con *B. decumbens* y con *B. dictyoneura*. En la Tabla 5.23 se presentan las producciones de arroz que superan las 3 t/ha de grano, rendimiento superior a las 2.5 t/ha que se han obtenido en siembras realizadas en sabana.

Tabla 5.23. Producción de grano y biomasa (hoja y tallo) de arroz, gramínea forrajera y maleza, en una pradera recuperada con la asociación de arroz-pastos en la altillanura plana (C.I. Carimagua).

Asociación	Arroz paddy (kg/ha)	Biomasa de arroz (kgMS/ha)	Gramínea forrajera (kgMS/ha)	Maleza (%)
Arroz asociado con <i>B. dictyoneura</i>	3.700	2.352	780	11.8
Arroz asociado con <i>B. decumbens</i>	3.200	1.836	1.630	4.3

El crecimiento más rápido del *B. decumbens* con respecto al *B. dictyoneura*, ejerce alguna competencia sobre el arroz, lo cual es reflejado en el rendimiento superior de 0.5 t/ha más en las siembras con *B. dictyoneura*. Sin embargo, es importante considerar la buena producción de arroz, con los dos pastos, y un establecimiento del *B. decumbens* con amplia ventaja en producción de forraje (1630 kg.MS./ha) con respecto al *B. dictyoneura* (780 kg.MS/ha).

En condiciones del piedemonte, el sistema de arroz-pastos debe ser utilizado más en la recuperación que en el establecimiento de praderas de *B. decumbens*; Para su implementación, es necesario hacer algunos ajustes de tecnología para poder obtener buenos resultados. El desarrollo vigoroso del *B. decumbens* recuperado, gracias a la fertilización aplicada al arroz, puede ejercer alta competencia, principalmente por espacio y luz, en las primeras etapas de crecimiento del cereal, incidiendo en una merma sustancial en la producción del grano. Como alternativa de solución a este problema, se debe reducir las distancias de siembras del arroz a 17 cm entre surcos, en lugar de 35 cm como se ha venido realizando, e incrementar la densidad de siembra a 120 kg/ha de semilla de arroz.

La rentabilidad del sistema arroz-pastos ha sido comprobada en áreas comerciales de *B. dictyoneura*, Tabla 5.24. A los cuatro meses después de su establecimiento en promedio se cosecha 2.5 t/ha de arroz paddy, Figura 5.37. Una vez cosechado el arroz se puede henificar la biomasa que expulsa la combinada, constituida por biomasa de la planta de arroz, gramínea y leguminosa forrajera. Por hectárea se alcanzan a henificar 300 pacas de 10 kg cada una. La pradera puede ser utilizada inmediatamente después de la recolección del heno o un mes después, con ganancias de peso de 450 g/animal/día y una carga de 2 animales/ha, en época seca.

Si la siembra se realiza en agosto, la cosecha del arroz y del heno se realizarían en diciembre y el primer pastoreo sería de enero hasta marzo, para luego iniciar las actividades de producción de semilla de pasto, la cual se cosecha entre los meses de junio y julio con unos rendimientos promedios de 80 kg/ha de semilla escarificada. Luego se continua con el pastoreo con cargas altas (2.5 animales/ha), por la alta disponibilidad de forraje presente después de la cosecha de semilla de pasto con ganancias de 500 g/animal/día, (Rincón, 1993).



Figura 5.37. Asociación de pastos con arroz en el momento de maduración del grano.

**Tabla 5.24.** Productividad de una pradera establecida con la asociación arroz-pastos en un período de 18 meses en la altillanura colombiana.

Producto	Rendimiento (kg/ha)	Costo (\$/ha)	Ingreso bruto (\$/ha)	Ingreso neto (\$/ha)
Arroz (0-4 meses)	2.500	1.800.000	1.400.000	- 400.000
Heno (4 mes)	3.000	200.000	900.000	700.000
Carne primer pastoreo (5-9 meses)	108	60.000	291.600	231.600
Semilla de pasto (9-12 meses)	80	900.000	1.600.000	700.000
Carne segundo pastoreo (12-18 meses)	225	80.000	607.500	527.500
<b>Total</b>		<b>3.040.000</b>	<b>4.799.100</b>	<b>1.759.100</b>

## SISTEMA AGROPASTORIL MAÍZ – PASTOS

La utilización del maíz, para recuperar praderas, tiene grandes posibilidades en el piedemonte llanero dado el gran número de hectáreas (800.000 aproximadamente) en proceso de degradación. En la altillanura plana, la asociación de maíz-pastos es una buena alternativa para el establecimiento de praderas y para mejorar aquellas que ya se establecieron y se encuentran degradadas.

Antes de iniciar la labranza, debe realizarse un pastoreo con alto número de animales con el fin de disminuir la biomasa en el terreno y así facilitar la acción de los implementos. Inicialmente es necesario hacer un pase de rastra para reducir la cobertura del pasto y brindar mejores condiciones para la acción de los cinceles, los cuales deben trabajar a una profundidad mínima de 25 cm. Posteriormente, se deben aplicar las enmiendas (mezcla de cal dolomítica, roca fosfórica y yeso agrícola) las cuales deben ser incorporadas con un pase de rastra. Finalmente, se hace un pase de pulidor para dejar el terreno en condiciones adecuadas para la siembra. El número de pases de cada implemento, puede variar de acuerdo a la cantidad de biomasa presente en el área antes de la labranza y a la textura del suelo. Aquellos con mayor contenido de arcilla generalmente exigen un mayor grado de labranza.

Las enmiendas y fertilizantes a aplicar, se deben calcular de acuerdo a los resultados del análisis químico de los suelos y a las exigencias de estos cultivos en suelos ácidos. La cal dolomítica, la roca fosfórica y el yeso agrícola se usan como enmienda, para reducir la saturación de aluminio y para corregir las deficiencias de calcio, fósforo, magnesio y azufre. Por tratarse de productos naturales de bajos costos y de lenta solubilidad, son recomendados para los pastos, los cuales deben ser considerados como un cultivo perenne.

Estos tres insumos pueden ser mezclados y aplicados 45 días antes de la siembra, tiempo durante el cual se desarrollan los procesos químicos en el suelo que permitirían tener unas mejores condiciones de saturación de bases para el desarrollo del maíz. La aplicación de la roca fosfórica obedece a la alta deficiencia de este elemento en los oxisoles y a la necesidad de tener una reserva en el suelo para ser aprovechada por los pastos, ya que por la lenta solubilidad de la roca fosfórica, el fósforo no estaría disponible para suplir las necesidades del cultivo de maíz, para lo cual se debe aplicar una fuente más soluble como el fosfato diamónico (DAP), fertilizante rápidamente disponible.

Las cantidades a aplicar por hectárea pueden variar, teniendo en cuenta los siguientes rangos:

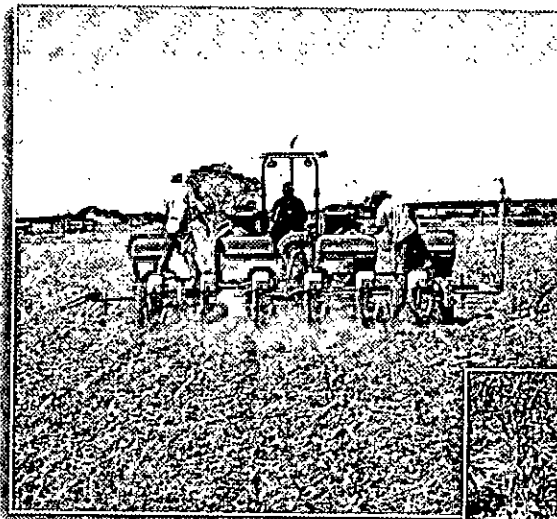
- 1.500 a 2.000 kg de cal dolomítica, 400 a 600 kg de roca fosfórica, 300 a 500 kg de yeso agrícola, 150 a 200 kg de fosfato diamónico, 100 a 150 kg de urea, 100 a 200 kg de cloruro de potasio y 20 kg de boro zinc

- El fosfato diamónico, boro-zinc y mitad del cloruro de potasio se aplica en el momento de la siembra del maíz; posteriormente a los 15 días se fertiliza con el 50% de la urea y el otro 50% del cloruro de potasio; y finalmente, a los 35 días después de la siembra se aplica el 50% de la urea.

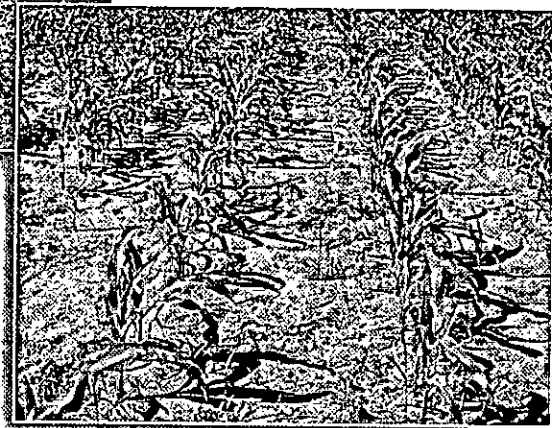
Para el establecimiento de la asociación se pueden utilizar los híbridos de maíz disponibles en el mercado como el CORPOICA H-108, Master, en una densidad de siembra de 25 kg/ha. Las especies forrajeras que se pueden establecer en estos sistemas son: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y cv. Marandú, *B. decumbens* cv. Amargo y *B. distyoneura* cv. Llanero. En suelos de mejor fertilidad se pueden establecer las variedades de *Panicum*, Tanzania y Mombaca. Para mejorar la calidad del forraje se puede sembrar la leguminosa *Pueraria phaseoloides* cv. Kudzú. Las densidades de siembra de las especies forrajeras deben ser de 4 kg/ha de semilla de gramínea y de 3 kg/ha de semilla de Kudzú.

El maíz se siembra en surcos separados a 80 cm, con 5 a 6 plantas por metro lineal, con una maquina sembradora-abonadora, la cual deposita la semilla a una profundidad promedio de 3 cm y el fertilizante de establecimiento (fósforo + potasio + zinc) en el mismo surco del maíz, a una profundidad promedio de 5 cm, Figura 5.38 y 5.39.

La gramínea y la leguminosa forrajera se puede establecer inmediatamente después de realizada la siembra del maíz, con otra sembradora en surcos separados a 50 cm, en sentido perpendicular a la siembra del maíz. La siembra de los forrajes también se puede realizar con voleadora, mezclando previamente las semillas con 100 a 200 kg.ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica para lograr una mejor distribución en el lote.



**Figura 5.38.**  
Siembra de la asociación  
maíz pastos en la  
altillanura colombiana.



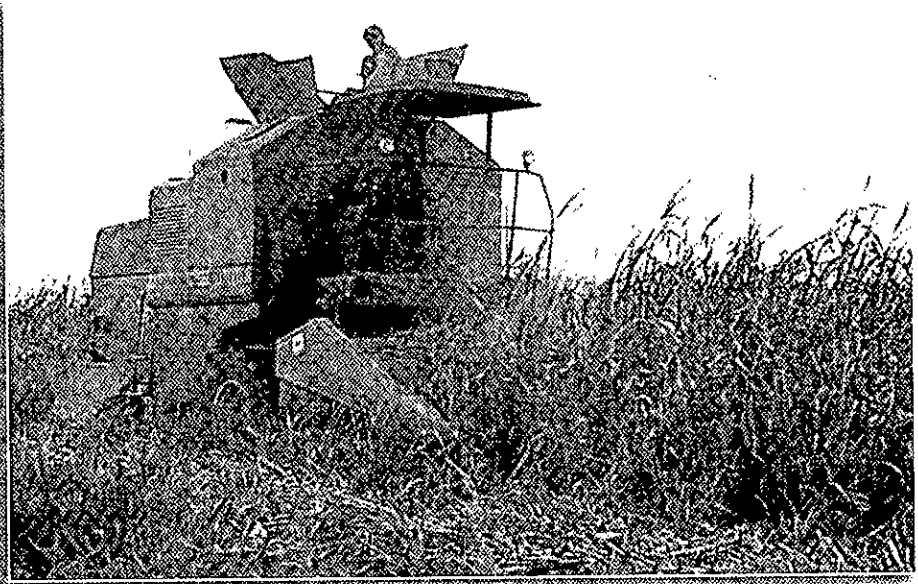
**Figura 5.39.**  
Desarrollo de la  
asociación maíz pastos  
a los 25 días después  
de la siembra.

Las plagas que se presentan en la asociación maíz pastos son las que tradicionalmente atacan al cultivo de maíz. No se ha observado que las plantas de pasto sean afectadas por alguna plaga en el establecimiento en asocio con el cultivo de maíz. Estas plagas se presentan con mayor incidencia durante el segundo semestre, las cuales pueden ser controladas mediante un programa integral y oportuno fundamentado en el control biológico, control químico con inhibidores de quitina y por medio de trampas para atraer adultos.

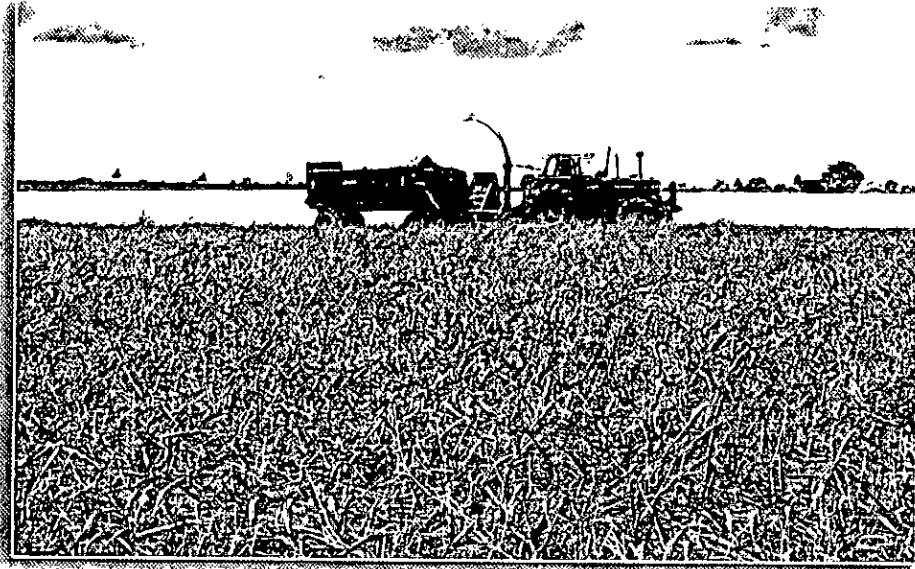
Cuando la asociación ha cumplido una edad de 120 días y el grano tiene un contenido de humedad de 20%, se puede iniciar la cosecha del maíz con combinada en áreas grandes (Figura 5.40) o en forma manual en lotes pequeños. Con una humedad de 20% en el grano de maíz a nivel experimental se ha obtenido entre 5 y 5.5 t/ha de grano, en tanto en áreas comerciales este rendimiento a estado entre 4 y 4.5 t/ha. La disponibilidad de forraje de pasto en el momento de la cosecha del maíz esta relacionada con la especie. En pastos de alto potencial de producción como el Toledo y el Mulato se ha obtenido 4.5 t.MS/ha, mientras que con especies menos exigentes y con menor tasa de crecimiento, se ha obtenido 3.7 t.MS/ha. Por otra parte, en la pradera quedan 5.5 t/ha de residuos de planta de maíz, los cuales formaran parte del reciclaje en el sistema.

La disponibilidad de forraje conformada por una mezcla de pasto y plantas de maíz, que queda después de cosechado el grano, puede ser aprovechada para la alimentación de bovinos de dos formas:

- mediante la cosecha de éste forraje para conservarlo en ensilaje (Figura 5.41) para alimentar los animales en épocas de déficit o exceso de agua que reduce la producción de los pastos. Por ejemplo, la biomasa total obtenida expresada en materia seca es en promedio de 5.7 t/ha (la biomasa total es de 9,5 de las cuales, 4 t/ha son de pasto y 5.5 t/ha son de planta de maíz; por efecto de las ruedas de la combinada sobre el pasto el 40% de esta biomasa no puede ser aprovechada) la cual puede servir para alimentar a 6 novillos de 400 kg durante 3 meses de época seca, suministrando 10 kg/animal/día.



**Figura 5.40.** Cosecha del maíz establecido con pasto Toledo.



**Figura 5.41.** Almacenamiento del forraje de la asociación maíz pastos en silopres, a los 80 días después de la siembra.

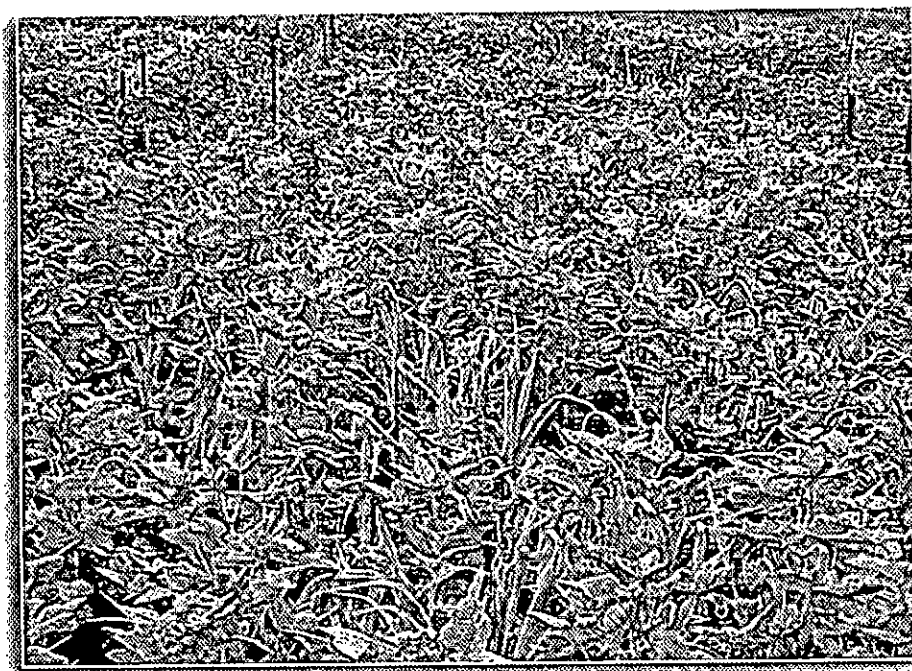
- el forraje disponible puede ser cosechado directamente por el animal, para lo cual se puede utilizar un alto número de animales para controlar en forma rápida el crecimiento del pasto y así evitar su maduración que puede afectar el consumo por pérdida de proteína y aumento de la pared celular. Esta labor también permite tener unas mejores condiciones para construir las cercas divisorias, especialmente cuando se desea hacer varios potreros para hacer un pastoreo rotacional.

Para el pastoreo se utilizan animales para la producción de carne y/o leche con un número que se calcula de acuerdo a la disponibilidad de forraje. La recomendación es, que por cada 100 kg de peso vivo el animal debe disponer de 3.5 kg de forraje seco o aproximadamente 10.5 kg de forraje verde. De acuerdo a esto, un animal de 400 kg de peso, debe disponer de 14 kg diarios de forraje seco (42 kg de forraje verde). Se ha encontrado que estas praderas producen en promedio 1.300 kg de forraje seco en un período de descanso de 30 días. Por consiguiente, con esta disponibilidad de forraje se pueden mantener tres animales por hectárea con un peso de 400 kg/animal (1.200 kg/ha de peso vivo).

En ganado de ceba las ganancias de peso promedio anual, en praderas establecidas con el cultivo de maíz, han estado entre 500 y 600 g/an/día, con una carga de tres animales/ha. La productividad anual ha sido de 550 a 650 kg/ha/año.

## **SISTEMA AGROPASTORIL SOYA - PASTOS**

El establecimiento o recuperación de praderas con el cultivo de la soya cv. CORPOICA Taluma 5, se presenta como una nueva alternativa para obtener praderas bien establecidas con alta producción de forraje en un tiempo de 67 a 72 días y brinda la posibilidad de obtener una alta disponibilidad de biomasa de soya + pasto que puede ser conservada en ensilaje para la alimentación de los bovinos en épocas de baja disponibilidad de forraje de pastoreo por déficit o exceso de agua que afecta el desarrollo de las plantas, Figura 5.42.



**Figura 5.42.** Asociación soya pastos a los 70 días después de la siembra.

Para la generación de recomendaciones apropiadas para un buen establecimiento y desarrollo de la asociación de soya CORPOICA Taluma 5 y los pastos, se han desarrollado trabajos de campo cuyos resultados contribuirán a un buen uso de estos recursos para la producción ganadera de la región.

Para mejorar las praderas, la labranza se realiza previa eliminación de la biomasa vegetal con el fin de facilitar la labor de los implementos. La forma más práctica de controlar la biomasa vegetal es mediante un pastoreo con alto número de animales. La labranza se debe realizar de acuerdo a las exigencias del cultivo de soya, y a la textura del suelo. Generalmente, se inicia con un pase de rastra que facilite posteriormente la labranza vertical mediante el uso de cinceles. Esta actividad debe ser complementada con un pase de rastra para incorporar las enmiendas que son necesarias aplicar en los oxisoles y finalmente brindar las condiciones adecuadas para la siembra mediante un pase de pulidor.

Para aumentar la saturación de bases y mejorar la disponibilidad de los minerales deficientes como el fósforo y azufre, antes de la siembra se deben aplicar las enmiendas utilizando como fuente la cal dolomítica, la roca fosfórica y el yeso agrícola en dosis que deben ir de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. Estos insumos además de brindar las condiciones adecuadas para el cultivo de soya, contribuirán a un mejor desarrollo del pasto por el aumento de calcio, magnesio, fósforo y azufre en el suelo, necesario para el buen desarrollo de los pastos y por el mayor contenido foliar indispensable para la alimentación de los bovinos. Otros fertilizantes aplicados en el momento de la siembra como el superfosfato triple, cloruro de potasio y microelementos, deben formularse de acuerdo a los requerimientos del cultivo de la soya teniendo en cuenta las características químicas de los suelos.

A los 45 días de la incorporación de las enmiendas, se realiza la siembra en una densidad de 100 kg/ha de semilla de soya, y de 4 kg/ha de semilla de pasto. La siembra de la soya debe reali-

zarse en surcos separados a 17 cm. En tanto el pasto puede sembrarse en surcos separados entre 30 a 50 cm o al voleo. Cuando la soya se establece a mayores distancias de siembra o al voleo, se afecta la producción de biomasa de la asociación. La semilla de soya debe ser inoculada con 10 g de la cepa ICA J-01, por cada kilo de semilla.

La cosecha del forraje, compuesto por la mezcla de soya y pasto, se debe realizar a los 70 días después de la siembra, momento en el cual la soya ha finalizado su período vegetativo y ha empezado a producir vainas. El corte del forraje debe hacerse con una cosechadora de cultivos densos y posteriormente picado, se almacena en silos para su conservación y posterior utilización para la alimentación de los bovinos o cerdos. La producción obtenida en promedio ha sido de 20 t/ha de forraje verde, compuesto por la mezcla de leguminosa y gramínea, con alta calidad nutritiva cuyos valores promedios han estado en 14% de proteína cruda, 50% de fibra y 69% de digestibilidad.

## Bibliografía

- Acosta, A. 1992. Evaluación agronómica de métodos de renovación de praderas de *Brachiaria decumbens* en el piedemonte llanero. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Villavieja, Meta (Datos sin publicar).
- Argel, P.J. y Veiga da J.B. 1988. Manejo de la competencia de malezas en el establecimiento y recuperación de praderas. Primera reunión de la RIEP-CAC. Veracruz, México, Noviembre 17 al 19 de 1988. 22p.
- Arruda, N.G.; Cantarutti, R.B. y Moreira, E.M. 1987. Tratamientos físico-mecánicos e fertilización na recuperacao de pastagens de *Brachiaria decumbens* em solos de tabuleiro, Itabuna, Brasil.. Praderas tropicales. Boletín 19(3): 36-39.
- Ayarza, M.A. 1988. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Ed. C.E. Lascao y J. Spain. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Sexta Reunión del Comité Asesor. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Cali, Colombia. pp. 161-186.
- Buelvas, P.M. 1984. Efecto del método de establecimiento del Kudzú en la duración y producción de una mezcla con *Brachiaria decumbens*. PEG. Universidad Nacional - ICA. Bogotá, Colombia. p. 48.
- Brito, S.A. 1982. Determinacao de danos da cigarrinha das pastagens (Deois incompleta) a *Brachiaria humidicola* e *B. decumbens*. Circular Técnica N° 27, Centro de pesquisa do Trópico umido EMBRAPA, Belem, Pará. 19p.
- Calderón, M. y Varela F. 1982. Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños. Guía de estudio serie 04SP-03.01. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 52p.
- Cantarutti, R.B.; Arauda, N.G.; Moreira, E.M. 1985. Eficiencia dos macronutrientes na recuperacao de pastagens de *Brachiaria decumbens* Staff. Informe de Pesquisas de 1983. Ilhéus, Brasil. pp. 282-284.
- Carvalho, S.I.C.; De Vilela, L.; Spain, J.M. y Karia, C.T. 1990. Recuperacao de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* na regio dos Cerrados. Praderas Tropicales, Vol 12 No.2. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. pp. 22-28.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Programa de pastos tropicales, informe anual. Cali, Colombia. 219 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1982. Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Calderón, M. y Varela, F.A. Cali, Colombia. 56p.

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Selección y evaluación de pastos tropicales en condiciones de alta concentración de aluminio y bajo contenido de fósforo disponible. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Salinas J. G. Sanz, J.I. Cali, Colombia. 56p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Informe bianual 1992-1993. Programa de forrajes Tropicales. Documento de trabajo No. 136. Cali, Colombia. 110 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1999. Informe anual 1999. Convenio CIAT – MADR, Colombia. Meta 4, Gramíneas y leguminosas tropicales, Proyectos CIAT: IP5 y PE5. Cali, Colombia. 74 p.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), 1995. Informe de actividades año 1995. CRECED de La Altillanura. Puerto López, Meta. 34p.
- Combs, S.M. 1999. Cuánto nitrógeno queda cuando se incorporan leguminosas al suelo. Hoard's Dairyman. 65 p.
- Cuesta, P.A. 1995. Fundamentos de manejo de praderas tropicales en sistemas de producción bovina. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria, CORPOICA. Santa Fé de Bogotá. 17 p.
- Doll, Y.; Argel, P.J. y Gómez, C. 1989. Principios básicos para el manejo y control de malezas en praderas. Centro Internacional de Agricultura tropical - CIAT. Serie 04SW-03-01. Cali, Colombia. 58p.
- Hammond, L.L.; León, L.A. y Restrepo, L.G. 1982. Efecto residual de las aplicaciones de siete fuentes de fósforo sobre el rendimiento de *B. decumbens* en un oxisol de Carimagua. Suelos Ecuatoriales Volumen XII No. 2. Bogotá, Colombia. pp.196-206.
- Hoyos, P.; García y Torres, M. 1995. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos. Capacitación en tecnología de producción de pastos. Fascículo 4. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 73 p.
- Jiménez, N.; Torregroza, L.; Peck, D.; Negrete, F.; Medina, J.W.; Perez, A.; Reza, S.; Cuadrado, H.; Perez, J.E. y Ochoa, A. 2001. Manejo integrado del mion de los pastos en la Región Caribe Colombiana. Cartilla Ilustrada. CORPOICA, Fedegan. 43 p.
- Landers, J.N. 2007. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture. The Brazilian experience. FAO. Roma. 92 p.
- Lapointe, S.L. y Ferrufino, A.C. 1988. Plagas que atacan los pastos durante su establecimiento. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Ed. C.E. Lascao y J. Spain. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Sexta Reunión del Comité Asesor. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Cali, Colombia. pp. 81-102.
- Martínez, L.J. and Zinck, A.J. 1994. Modelling spatial variations of soil compactation in the Guaviare colonization area, Colombian Amazonia. ITC journal (3): 252-263
- Miles, J.W. y Do Valle, C. 1998. Manipulación de la apomixis en el mejoramiento de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. Ed. J.W. Miles, B.L. Maass y C.B. do Valle. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - EMBRAPA. Cali, Colombia. pp. 181-195.
- Navas, G. 1994. Evaluación de la población de mapuro o chinche hediondo *Scaptocoris Minor* (Hemiptera: cynidae) en cuatro especies de *Brachiaria* en Villanueva (Casanare). Achagua 1:3. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria CORPOICA. Villavicencio, Meta. pp.14-22.
- 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.
- Ospina, J.C. 1997. La compactación de los suelos dedicados a la ganadería. Costa Ganadera, No. 34. pp.24-25.
- Parra, J.L. 2004. Características tecnológicas productivas y aspectos de salud del ternero en el sistema bovino doble propósito, piedemonte llanero. Boletín de investigación N° 5. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, PRONATTA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Villavicencio, Meta. 52 p.
- Paretas, J.J.; García, R. 1988. Factores que originan el deterioro de los pastizales. Compendio de conferencias periódicas, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. pp. 83-89.

- Pereira, J.M. y Lascano C. 1990. Manejo del pastoreo en el período de formación de la pradera. Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT. Cali, Colombia. 12 p.
- Pinzón, A. y Amézquita, E. 1987. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. *Praderas tropicales*, 12(1) . Cali, Colombia. pp.21-26.
- Rao, I.M.; Kerridge, P.C. y Macero, C.M. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. Ed. J.W. Miles, B.L. Maass y C.B. do Valle. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - EMBRAPA. Cali, Colombia. pp: 58-78.
- Robbins, G.B.; Rickert, K.G. y Humphreys, L.R. 1986. Productivity decline in sown tropical grass pastures With age: The problem and possible solutions. *Proceedings of the Australian Society of Animal production* 16:319-322.
- Rincón, A. 1990. Recuperación de *Brachiaria decumbens* y mejoramiento nutritivo de *Brachiaria humidicola* con base en *Arachis pintoi*. *SIALL (Sociedad de Ingenieros Agrónomos del Llano)* Vol. 7 No. 3. pp. 70-74.
- Rincón, A. 1992. Evaluación de cuatro asociaciones del *Brachiaria* sp. con leguminosas bajo pastoreo en la altillanura bien drenada de Colombia. 1ª Reunión de Sabanas RIEP. Documento de Trabajo No. 17 Brasília, Brasil. pp. 565-570.
- Rincón, A. 1993. Establecimiento de praderas por el sistema arroz- pastos. *Carta Ganadera* Vol. XXX N° 2. pp. 12-17.
- Rincón, A. 1999. Validación, ajuste y transferencia de tecnología en la recuperación de praderas degradadas en fincas de productores del piedemonte del Meta y de la altillanura Colombiana. Informe final. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, PRONATTA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Villavicencio, Meta. 37 p.
- Rincón, A. 2006. Factores de degradación y tecnologías de recuperación de praderas en los Llanos Orientales de Colombia. *Boletín Técnico* No. 49. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA y Gobernación del Meta. Villavicencio, Meta. Colombia. 78 p.
- Salinas, J.G. y García, R. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT, Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 83p.
- Salinas, J.G. 1989. Fertilización de pastos en suelos ácidos de los Trópicos. Centro Internacional de Agricultura trópic. CIAT. Cali, Colombia. 215 p.
- Spain, J.M.; Gualdrón, R. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Ed. C.E. Lascao y J. Spain. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Sexta Reunión del Comité Asesor. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Cali, Colombia. pp. 269-284.
- Spain, J.M. y Salinas, J.G. 1985. Reciclaje de Nutrientes en pastos Tropicales CIAT. Cali, Colombia. 47 p.
- Tergas, L.E. 1986. Producción animal y manejo de praderas naturales y cultivadas en los Llanos Orientales de Colombia. Simposio sobre capacidad bioproductiva de Sabanas, Centro Internacional de Ecología Tropical, Instituto venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela. 13 p.
- Torres, J.E. 1984. Plantas tóxicas para el ganado (tercera parte). *Carta ganadera*, vol XXI No. 7. Bogotá, Colombia. pp. 15-27.
- Valeiro, R.J. y Werner, K. W. 1995. Proposicao para o manejo integrado das cigarrinhas das pastagens. primera reimpr. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. Documentos 52. 37p.
- Valeiro, R.J.; Lapointe, S.L.; Kelemu, S.; Fernández, C.D. y Morales, F.J. 1998. Plagas y enfermedades de las especies de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. Ed. J.W. Miles, B.L. Maass y C.B. do Valle. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - EMBRAPA. Cali, Colombia. pp. 96-115.
- Vera, R.R. 1999. Investigación en sistemas agropastoriles: Antecedentes y estrategias. En: *Sistemas agropastoriles en Sabanas tropicales de América Latina*. CIAT-EMBRAPA. Cali, Colombia. pp. 1-8.
- Vilela, L.; Soares, W.V.; Sousa, D.M.G. e Macedo, M.C.M. 1998. Calagem e adubacao para pastagens na regio do cerrado. *Planaltina. Circular Técnica* N°37. 16 p.

# SISTEMAS SILVOPASTORILES. ARREGLOS Y USOS



*Guillermo Alonso Bueno Guzmán<sup>1</sup>*

Los sistemas de producción ganadera tanto de carne como de doble propósito, con base en el ganado bovino, han sido cuestionados desde el punto de vista ambiental, en la medida que se asocian con la degradación del ecosistema causado por la deforestación para establecer pasturas. La explotación indiscriminada de los bosques es también producto del acelerado crecimiento poblacional, del mercadeo de maderas de alto valor comercial, del establecimiento de cultivos limpios y de la necesidad de conseguir leña. En consecuencia, es evidente la necesidad de desarrollar tecnologías ecológicamente sostenibles y económicamente competitivas, para prevenir el acelerado ritmo de la tumba de bosques y buscar disminuir las extensas áreas de pasturas degradadas que se han identificado en la región.

La región de la Orinoquia colombiana se constituye en un excelente medio para la integración del árbol en sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles, donde este componente contribuye con los sistemas de producción pecuaria y agrícola. El uso de árboles multipropósito existentes en cada región, integrados con pasturas y animales en sistemas de producción, busca mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, la utilización racional de los recursos y mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería. Igualmente, permite romper la estacionalidad de la producción en donde la cantidad de biomasa disponible para el consumo es baja. La introducción de árboles para diferentes propósitos, responde en parte a los problemas de la deforestación y degradación del ecosistema y se proyecta como una alternativa válida para intensificar la producción y la sostenibilidad de los sistemas tradicionales.

La presencia de árboles favorece a los sistemas de producción en aspectos tales como ciclaje de los nutrientes, aumento en la diversidad de especies y brinda protección física al suelo de los efectos del sol, vientos y las lluvias intensas. En los animales ofrece sombra, reduciendo el estrés por calor y radiación directa, disponibilidad de forraje en cantidad y calidad. Igualmente, reducen la evapotranspiración, la velocidad del viento y el impacto de las gotas de lluvia. Adicionalmente, la introducción de árboles se puede orientar a una reforestación o arborización de áreas degradadas y for-

---

<sup>1</sup> Z. M.Sc. Investigador Red de pastos. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. [gbueno@corpoica.org.co](mailto:gbueno@corpoica.org.co)

mación de corredores biológicos que a la final se traduce en una menor presión sobre los bosques primarios. De esta manera se reduce la degradación de los recursos suelo, agua y biodiversidad.

## CONCEPTOS GENERALES

Existe en la literatura una serie de definiciones de sistemas agroforestales (agroforestería), las cuales aportan elementos que permiten caracterizar el sistema. Para el tema que nos concierne se referencian algunos de importancia que integran los componentes de un sistema de producción.

La agroforestería es el nombre genérico usado para designar los sistemas de uso de la tierra en los cuales las plantas leñosas perennes (árboles, arbustos y bambúes) crecen en asocio con plantas herbáceas (cultivos y pastos) y/o ganado, en un arreglo espacial, una rotación o ambos y en los cuales se dan interacciones ecológicas y económicas incluyendo los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema (Young, 1989).

El ICRAF (1978), define la agroforestería como un sistema sostenido del manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción (incluyendo cultivos arbóreos), con especies forestales y/o animales en forma simultánea o secuencial sobre la misma superficie de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local.

El CATIE (1998), simplifica la definición como “una forma de uso y manejo de la tierra, en la que se combina el cultivo de árboles y arbustos con cultivos alimenticios o pasto, según las prioridades del agricultor”.

Fassbender (1993), indica que “los sistemas de producción agroforestales se definen como una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en los que se combinan árboles con cultivos agrícolas y/o pastos, en función del tiempo y espacio (arreglo) para incrementar u optimizar la producción en forma sostenida”.

Somarriba (1998), define agroforestería como una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: 1) Existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne (árboles, arbustos y bambúes) y 3) al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo los pastos).

Los componentes de los sistemas agroforestales son:

- a) Especies vegetales leñosas: son aquellas que poseen lignina como elemento de sus tejidos e incluyen; árboles, helechos arborescentes, gramíneas, cactus gigantes y arbusto como café entre otros.
- b) Los no leñosos: poseen tejido vegetal poco o no lignificado, no presenta consistencia rígida, tienen porte bajo y su ciclo de vida es ligeramente inferior a un año. Este componente incluye cultivos transitorios y semipermanentes, hierba y praderas.
- c) El componente pecuario, incluye bovinos, ovinos, equinos, porcinos, insectos como abejas y gusanos como el de seda.

## CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN FUNCIÓN DE LOS CULTIVOS ASOCIADOS

Los sistemas agroforestales (SAF) existentes son complejos, diversos y flexibles. De allí la necesidad de clasificarlos en diferentes categorías, con el fin de evaluarlos adecuadamente y desarrollar algún plan para su mejoramiento.

Según Fassbender (1987,1993) y Young, (1989), los SAF se agrupan siguiendo el criterio de su base estructural, denominando cada sistema por la combinación de los tres componentes básicos que son manejados por el hombre: los leñosos perennes, plantas herbáceas (cultivos y pasturas) y el ganado, de esta manera se tiene un primer nivel de clasificación, resultando tres grupos a diferenciar de acuerdo al siguiente esquema:

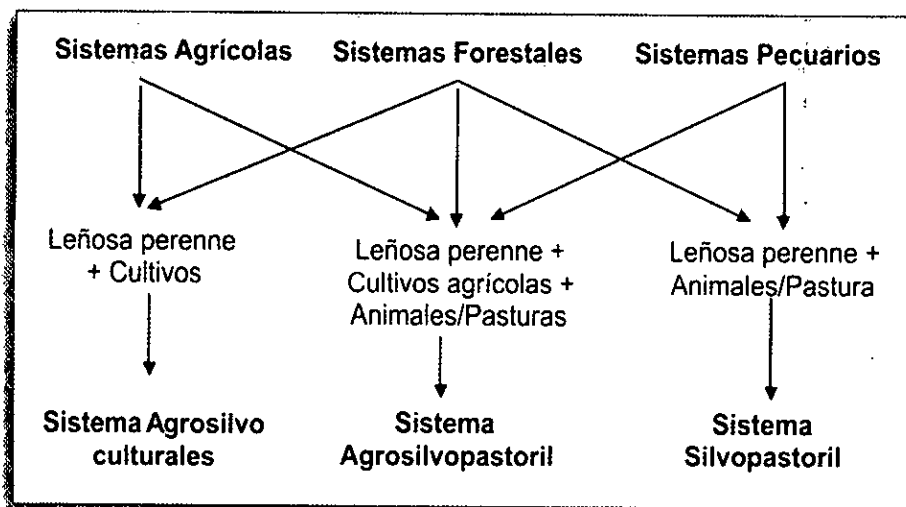


Figura 6. I. Clasificación de los sistemas agroforestales según su estructura

- **Los sistemas agroforestales o agrosilvoculturales.** Son aquellos sistemas en que interactúan: leñosas perennes (árboles, frutales y arbustos) y cultivos agrícolas transitorios y semipermanentes. Corresponde a las actividades agrícolas en combinación con bosques o con árboles plantados, en los que se aprovechan los espacios que quedan entre los árboles con siembra de los cultivos agrícolas.
- **Los sistemas agrosilvopastoriles.** Son aquellos sistemas donde interactúan los componentes: cultivos agrícolas, árboles y ganado, con el fin de producir alimentos, forraje, madera, leña. Se aprovechan los espacios entre los árboles sembrados según arreglo forestal y se siembran los cultivos. Una vez cosechados estos se establecen los pastos para el sistema bovino.
- **Los sistemas silvopastoriles.** Son sistemas que permiten la interacción entre el componente leñosas perennes (árboles y arbustos), no leñosos (forrajes herbáceos) y el componente animal en la misma área bajo un manejo integral. El beneficio para los sistemas tradicionales de monocultivo pastos es que ofrecen una mayor oferta de forraje y sombra para el bienestar de los animales.

Teniendo en cuenta lo anterior, la agroforestería esta basada principalmente en árboles de uso múltiple, los cuales puedes hacer una contribución significativa a las funciones productivas y de servicios de los sistemas de uso de la tierra donde ellos crecen. Las principales características deseables de los árboles de uso múltiple son:

- Existencia de uno o más productos distintos a la madera; como fuentes de forraje, leña, frutos, medicinal, estacas para cercas vivas, madera para construcción, postes, tablones.

- Permitir el crecimiento de plantas bajo el dosel; como cultivos en callejones, sombra para el café, cacao y como soporte de otras plantas.
- Tener efectos favorables sobre la conservación del suelo. Restaura fertilidad y estructura del suelo mediante:
  - Producción de materia orgánica.
  - Descomposición de la hojarasca.
  - Fijación de nitrógeno y fósforo.
  - Amarre del suelo.
- Capacidad de resistir podas repetidas y buena habilidad de rebrotes.
  - Capacidad de retoñar.
  - Capacidad de resistir el ramoneo.
- Aspectos económicos a través de:
  - Venta de productos.
  - Alimentación animal.
  - Flores melíferas.
  - Abrigo para otras especies menores.

Se debe tener en cuenta también los efectos perjudiciales como:

- Efectos tóxicos en los animales.
- Alelopatía.
- Ramas quebradizas.
- Malos olores.

## MODALIDAD DE ARREGLOS AGROFORESTALES

Los sistemas agroforestales dada su variabilidad y flexibilidad pueden aprovecharse a diferentes escalas, según el tamaño de los predios, el nivel socioeconómico y objetivos de sus propietarios.

- Los árboles con cultivos pueden estar en forma dispersa, intercalados, en callejones o en líneas alternas.
- Pueden servir de protección utilizándolos como cercas vivas, cortinas rompe vientos, árboles en contorno y como barreras vivas.
- Otra forma de uso es en rodales compactos, bien sea como un bosque para producción de madera, un bosque energético, banco de forraje o huertos caseros.
- En los potreros pueden estar dispersos, en grupos (bosquetes), en línea o franjas como corredores biológicos.

Los diferentes arreglos espaciales o modalidades en sus diferentes combinaciones dan un uso adecuado de los árboles y un aprovechamiento eficiente de las áreas y del suelo. Entre los arreglos más utilizados e identificados por diferentes estudios están:

- Plantación de árboles, arbustos y cultivos alrededor de la vivienda- huerto casero.
- Plantación de árboles y arbustos combinados con cultivos.

- Plantación de árboles en contorno de la finca
  - Cercas vivas
  - Cortinas rompevientos
- Árboles como sombra de cultivos permanentes
- Cultivos en callejones
- Árboles dispersos en los potreros
- Bosquetes en fincas (potreros).

Los anteriores arreglos espaciales son alternativas viables para las fincas y posiblemente existan otras, lo importante es conocer las características de los árboles que se ajusten a dichos modelos y del objetivo del productor. En la región de la Orinoquia (piedemonte y altillanura), se han realizado estudios a nivel de finca en los que se han identificado sistemas asociados a los cultivos (de plátano, maíz, soya, caupí, yuca y otros como pan coger) y a la producción de carne y leche. Para nuestro fin haremos énfasis en los arreglos propuestos identificados y más utilizados en los sistemas de producción bovina en la región.

Entre los arreglos agrosilvoculturales se tienen:

- **Árboles en cultivos agrícolas.** Arreglo en que el árbol esta distribuido en forma dispersa o sistemática dentro o en los bordes de las parcelas agrícolas, Figura 6.2. Los arreglos más frecuentes son los árboles en linderos, las cercas vivas, la cortina rompevientos y dispersos en la parcela.

García (2006), encontró a nivel de fincas del piedemonte del Casanare el arreglo de árboles dispersos en bosques explotados o de regeneración natural, donde incorporaron el cultivo de plátano que cumple dos funciones: control de la enfermedad sigatoka negra en el cultivo y disminuir costos en insumos. Colateralmente, se logra una mejor productividad del cultivo y la obtención de otros productos como madera, leña, entre otros.

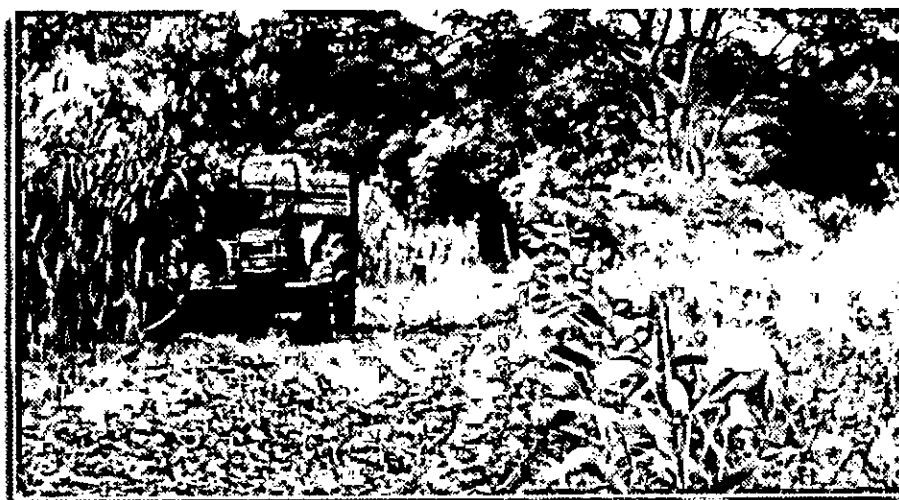


Figura 6.2. Árboles en línea en parcela de maíz.

- **Cultivos agrícolas en callejones.** El arreglo permite sembrar cultivos anuales en los callejones entre hileras de especies leñosas (árboles de rápido crecimiento) en forma paralela. Martínez y García (2003), emplearon como componente leñoso guandul (*Cajanus cajan*), Cajeto (*Trichantera gigantea*), matarraton (*Gliricidia sepium*), yopo (*Piptadenia* sp), *Acacia mangium* y *Erytrina fusca*, el componente agrícola lo conformaron los cultivos de yuca, maíz, caupí, arroz, soya y frijol, materiales para uso en la alimentación humana y animal, como fuentes de proteína y energía (carbohidratos).

El arreglo comprendió la siembra de árboles en surcos dobles a 0.5 x 0.5 m y se dejó 8 m entre ellos donde se sembraron los materiales del componente agrícola. Bueno *et al* (2008), en un bosque donde el componente leñoso fue Melina, sembrados a 5 m x 5m, se intercaló en los callejones yuca, fuente de energía en la alimentación, Figura 6.3.



Figura 6.3. Yopo en asociación con plátano.

Entre los arreglos silvopastoriles se han desarrollado los siguientes:

- **Plantación de árboles en contorno de la finca.** Esta distribución espacial puede perseguir varios objetivos como la protección contra vientos, delimitación de tierras o límites de la propiedad, delimitación de potreros, función productiva (madera, alimento), protectora, confort (sombra) y embellecimiento (paisajístico) En este sistema se pueden combinar especies para producir madera, con especies de rápido crecimiento destinados a la producción de poste, leña, sombra (*Eucalipto* sp, *Acacia mangium*, *Gmelina*, Yopo, Pino caribe, frutales), Figura 6.4

La selección de las especies vegetales dependerá del régimen de lluvias, de las condiciones del suelo y del sitio a proteger. Estas especies deben tener resistencia natural a los vientos y per-

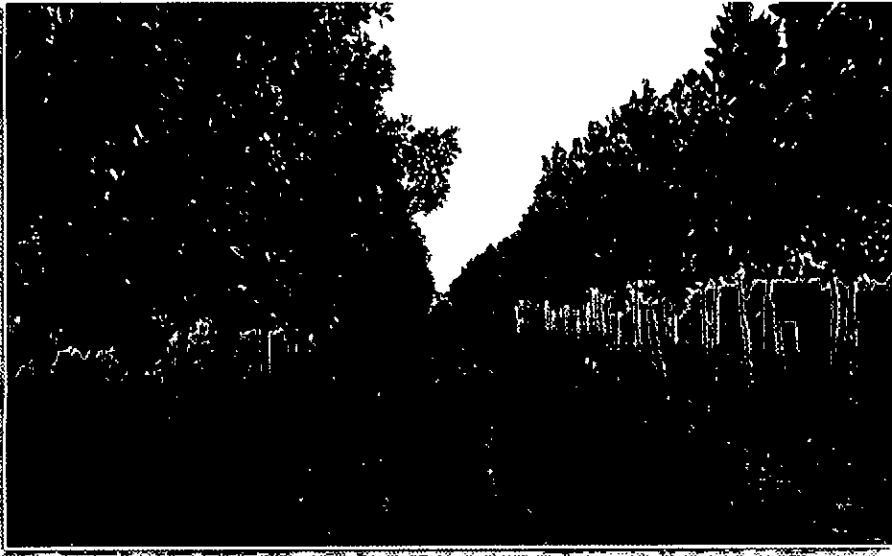


Figura 6.4. Árboles como lindero para delimitación de áreas.

manecer siempre verdes para que actúen eficientemente durante la sequía. De este arreglo se derivan otros como:

- **Cercas vivas.** Son sistemas prácticos de cultivos de árboles, arbustos y/o palmas, que se realizan desde hace cientos de años en la zona andina y a través del tiempo han mostrado sus beneficios no solo como suministro de leña, abono verde, flores comestibles, forraje y madera para tutores de cultivos, sino que reducen considerablemente los costos de construcción y mantenimiento de las cercas divisorias de la finca y potreros (Fonseca, 1999 citados por Navas y Barragán 2002).

Consiste en sembrar árboles o arbustos en línea que sirven de soporte a las cuerdas de alambre de púas o liso para dividir potreros, delimitar la propiedad (linderos) y facilitar el uso del recurso tierra (Budowsky, 1987 citado Villanueva *et al.* 2008). Las cercas vivas pueden ser clasificadas en simples (una o dos especies dominantes) o multiestratos (mas de dos especies leñosas de diferentes alturas), de acuerdo a la especie, estructura, alto y diámetro de copa (Murgueito *et al.* 2003). De acuerdo con las necesidades de protección del sistema, la especie y cantidad de sombra en potreros, la distancia entre plantas dentro del cerco vivo oscila entre 4 a 8 m. Figura 6.5.

Estas plantas deben ser resistentes a los vientos, tolerantes a la sequía, de raíz profunda y pivotante, de rápido crecimiento, tolerante al clavado de grapas para sostener el alambrado y en lo posible que se puedan propagar por material vegetativo como estacas.

- **Franjas en potrero.** La distribución varía de acuerdo a las especies arbóreas y del objetivo del sistema. Para el caso del silvopastoril se trazan franjas o líneas paralelas de 3 a 5 hileras de árboles con fines comerciales (Eucalipto, Acacia, Yopo, Melina) y se dejan los callejones con pastos entre 15 a 20 m para su pastoreo. Para fines ecológicos se crean corredores ambientales con franjas de 2 a 5 hileras de árboles, Figura 6.6.

**Figura 6.5.**  
Cerca viva *Acacia mangium*.



**Figura 6.6.**  
Siembra en franjas de árboles  
de *Acacia mangium*.



**Figura 6.7.** Barreras vivas  
de protección de cultivos.

- **Cortina rompevientos.** El propósito es el control de la velocidad del viento para proteger cultivos, el suelo de la erosión y animales de efectos mecánicos y la desecación que producen los mismos.
- **Bosquete en potrero.** Este arreglo consiste en hacer encierros o establecer los árboles en grupos, en un cuarto a una hectárea (estas medidas dependen del tamaño del predio o potrero que se pretende arborizar), La distancia entre árboles se diseñan de acuerdo a la especie, puede variar entre 4 a 10 m en cuadro o tres bolillos, creando un área de fácil acceso para que los animales encuentren sombra, refugio y comodidad, Figura 6.8. Los árboles a utilizar deben permitir el paso de la luz, de rápido crecimiento, de gran tamaño y copa amplia, que no defolien en la época de verano, resistentes al ramoneo y que no sean tóxicos para el animal, los que pueden ser fuente de alimentación o de leña.



**Figura 6.8.** Bosquete en potrero de *Gmelina arborea*.

**Árboles dispersos en los potreros.** Corresponde a un arreglo donde los árboles son sembrados a diferente distancia que pueden variar de 4 a 10 m o más entre árboles, en forma desuniforme o pueden guardar estas mismas distancias en una distribución más uniforme dejando callejones donde pueden pastar los animales, Figura 6.9. Además, del principal beneficio de proveer sombra y ser fuente de proteína en épocas críticas (Melina, Acacia). A la vez los árboles pueden ser fuente de madera, follaje, leña, fijadores de nitrógeno atmosférico y refugio para la fauna.



**Figura 6.9.** Árboles dispersos en el potrero.

- **Arreglo bajo plantaciones forestales.** El arreglo permite utilizar las plantaciones forestales para el pastoreo de los animales, una vez se tenga la altura y buena formación o grosor del tronco para que el animal no lo dañe, Figura 6.10.



**Figura 6.10.** Plantación de *Acacia mangium*.

## ESPECIES ARBÓREAS INTEGRADAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, en esta última década ha venido ejecutando proyectos de investigación y transferencia de tecnología en agroforestería para la región de la Orinoquia (altillanura y piedemonte), con el fin de integrar los subsectores pecuario, agrícola y forestal como una alternativa de uso del suelo en forma sostenible y sustentable en el tiempo. El enfoque de integrar el árbol es intensificar la producción de los sistemas pecuario y agrícola tradicionales y a la vez diversificar plantas y animales.

En este orden, la generación de forraje y comodidad para el ganado sumado a la producción de madera y alimentos, incrementa la productividad de los sistemas de producción bovina. De otro lado, la integración de los componentes árbol-cultivos- pasto-animal, reporta beneficios en la conservación del suelo, las praderas; a nivel animal el efecto sombra reduce el estrés calórico, evitando pérdida de energía en su termorregulación y por ende en el consumo de alimentos. Comparado con el monocultivo pastos, se presenta una mayor disponibilidad de alimentos en la época seca de buena calidad por sus contenidos de proteína y otros nutrientes que favorecen la fermentación ruminal y el consumo de forrajes. La estrategia busca reducir la presión sobre los bosques primarios y de galería evitando los actuales problemas de degradación de los recursos suelo, agua y biodiversidad que son atribuidos a la expansión de la frontera ganadera y agrícola.

En los centros de investigación, estaciones experimentales y en fincas se han establecido plantaciones y arreglos forestales usando los mismos principios de la agricultura tradicional: preparación del suelo, fertilización, siembra del arbolito, labores de mantenimiento y después de varios años (de acuerdo con la especie), cosecha de los mismos. En el proceso de investigación y validación que viene desarrollando CORPOICA en árboles y arbustos, han evaluado diversas especies en cada una de las etapas de desarrollo, desde el vivero hasta la cosecha, con el propósito de buscar alternativas tecnológicas con germoplasma seleccionado por su buen desarrollo, producción, uso, fertilización adecuada, alto grado de adaptación (plagas y enfermedades), calidad y compatibilidad con los demás componentes del sistema de producción.

## EUCALIPTO

**Nombre científico:** *Eucalipto pellita* (F. Muell)  
**Familia:** Myrtaceae  
**Ciclo vegetativo:** Perenne  
**Origen:** Australia, Papúa y Nueva Guinea

### Descripción

Especie siempre verde, de porte variable, de hasta 50 m de altura. Fuste de forma aceptable. Corteza escabrosa o áspera y persistente hasta en las ramas pequeñas de color marrón a grisácea o marrón-rojiza. Hojas pecioladas alternas. Inflorescencias axilares y simples, con 7 flores. Altura: alcanza unos 40 m. Diámetro de tallo (DAP): 1.0 m. No reporta problemas de plagas y enfermedades. Figura 6.11.



Figura 6.11. *Eucalipto pellita*

### Adaptación

**Suelos:** De baja fertilidad, ácidos y bien drenados  
Textura liviana a media.  
**Clima:** Precipitación promedio anual: 900 a 2.400 mm/año.  
Temperatura media anual: 18 a 26° C

### Usos

Madera de aserrió, durmientes, pisos, construcción pesada, madera estructural, construcción liviana, construcción naval, construcción de botes, muebles, postes para cercas, pilotes para puentes y leña. Otros productos no maderables: la corteza contiene 1% de taninos, las hojas contienen aceite<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: Álvarez y García (2007)

## ACACIA

**Nombre científico:** *Acacia mangium* (Wild)  
**Familia:** Mimosaceae  
**Ciclo vegetativo:** Perenne  
**Origen:** Australia, Indonesia, Papúa y Nueva Guinea.

### Descripción

Especie siempre verde, de porte variable, de hasta 30 m de altura y en sitios desfavorables de 10 m o menos. Fuste usualmente recto y limpio de hasta 90 cm de diámetro. Hojas de 25 cm de largo y 5-10 cm de ancho, simples, color verde oscuro, copa abierta, globular, columnar en plantación, Figura 6.12.

La inflorescencia es una espiga poco densa de hasta 10 cm de largo, flores blancas o cremas. El fruto es una legumbre, inicialmente recta de 3-5 mm de ancho y 7.5 cm de largo, glabra, al madurar se enrolla y entrelaza formando racimos irregulares en forma de espiral, dehiscente por una sutura marginal. Semillas en arreglo longitudinal dentro de la legumbre, de 3-5 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, negras, lustrosas, elipsoides, testa dura; funículo anaranjado formando un arilo carnoso en el extremo de la semilla.

La *Acacia mangium* florece y fructifica copiosamente durante casi todo el año. En Sabana la especie florece precozmente, y se puede cosechar semilla viable en plantaciones con 24 meses de edad; en árboles de 14 años de edad se han registrado producciones de hasta 1 kg de semilla por año, y promedios de 0.4 kg.

La *A. mangium* es afectada por algunas plagas y enfermedades, pero los problemas que usualmente causan no se consideran aun de importancia económica. Se reporta susceptible al ataque de varios insectos desfoliadores, susceptible al ataque de hormigas cortadoras de hojas y se reporta que las termitas subterráneas también lo afectan.

En algunas plantaciones y arreglos en la región se ha presentado un secamiento y defoliación que inicia con un amarillamiento progresivo de las hojas en la parte alta de la copa hacia la parte inferior, se atribuye el daño a varios factores aun no determinados como: deficiencias de calcio en el suelo, daño en raíces por comején y hormigas o la enfermedad reportada en otros países como muerte descendente.

En Sabah, Malasia, también se ha reportado la enfermedad rosada, causada por *Corticium salmonicolor*, que ataca el tronco de los árboles y produce la muerte de las copas. Sin embargo, esta enfermedad parece ser de pocas consecuencias ya que son pocos los árboles afectados.

De otro lado, en el establecimiento de los arreglos o plantaciones las plantas jóvenes son propensas al daño por ramoneo causado por el ganado, especialmente durante las primeras fases de desarrollo el primer año.

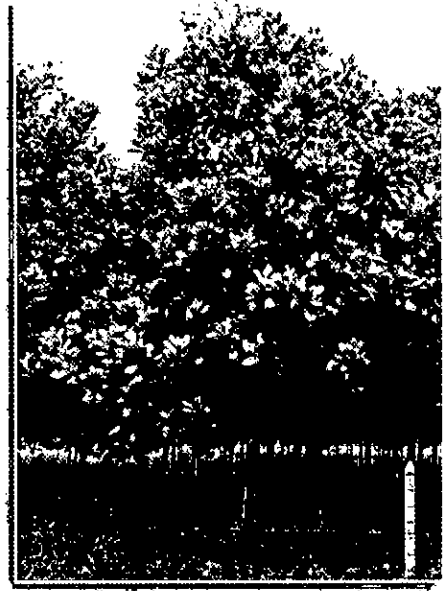


Figura 6.12. *Acacia mangium*.

## Adaptación

**Clima:** Precipitación promedio anual: 1.000 – 4.500 mm/año

Rango altitudinal: 0 a 1.000 msnm.

Estación seca: 2 a 4 meses.

Temperatura media anual: 22 a 29°C.

**Suelos:** Textura: Liviana/media/pesada.

Reacción: Neutra/ácida. Prospera bien en suelos desde fuertemente ácidos, con pH tan bajo como 4.2, y con altos contenidos de aluminio, hasta en suelos de reacción neutra, con pH 7.5, y ligeramente salinos.

Ácidos y bien drenados

Crece bien en suelos arenosos o francos de origen aluvial, en suelos minerales, y en forma satisfactoria en suelos pobres erodados.

Tolera suelos muy pobres, arcillosos, lateríticos, compactados, rocosos, erodados, y en zonas de pendiente

## Usos

Especie de uso múltiple que presenta alto potencial agroforestal, puede emplearse como cerca viva, sombra, cortina rompevientos, linderos maderables, forraje y leña. Madera liviana para postes, guacales y reporta aplicaciones en ebanistería para puertas, ventanas entre otros usos<sup>3</sup>.

## MELINA

**Nombre científico:** *Gmelina arborea* (Roxb.):

**Familia:** Verbenaceae

**Ciclo vegetativo:** Perenne

**Origen:** India, Tailandia, sur de China, Laos, Camboya, Sumatra en Indonesia.

## Descripción

Especie de rápido crecimiento, de porte variable de hasta 30 m de altura. Fuste limpio de 6 a 9 m. color marrón pálida a grisácea, diámetro más de 80 cm. Copa cónica amplia en sitios abiertos, hojas grandes, simples, enteras, dentadas más o menos acorazonadas, flores numerosas amarillo naranjadas en racimos, fruto carnoso de forma ovoide con 1 a 4 semillas. No reporta problemas de plagas y enfermedades, Figura 6.13.



Figura 6.13. *Gmelina arborea*.

3 Fuente: Álvarez y García, (2007=).

## Adaptación

**Clima:** Distribución altitudinal: 0 – 900 msnm  
Precipitación promedio anual: 1.000 a 4.000 mm/año.  
Temperatura media anual: 18 a 24° C.  
Temperatura media máxima: 24 a 29° C.

**Suelos:** Textura: franca a franco-arcillosa.  
Reacción: neutra/ácida.  
Drenaje: bueno. No soporta humedad

## Usos

Especie de uso múltiple que presenta alto potencial agroforestal, puede emplearse como cerca viva, cortina rompevientos, linderos maderables, forraje y leña<sup>4</sup>.

## YOPO

**Nombre científico:** *Anadenanthera peregrina*  
**Familia:** Mimosaceae.  
**Ciclo vegetativo:** Perenne  
**Origen:** Antillas y Andes del sur (Argentina, Bolivia, sudeste de Brasil, Paraguay, Perú)

## Descripción

Árbol con crecimiento de 8 a 10 m de altura. Corteza exterior de color gris o castaño oscuro a café, con líneas de crecimiento. Las hojas recompuestas alternas. Glabras, paripinnadas, pubescentes, de 15 – 22 cm de largo, con folíolos diminutos, angostos, con caquis de color castaño claro, inflorescencia en espigas, flor de color blanco (Torres *et al*, 2002), Figura 6.14.



Figura 6.14. Árbol de Yopo (*Anadenanthera peregrina*).

## Adaptación

**Suelos:** Ácidos, mediana fertilidad, tolera humedad  
Crece bien desde los 0 – 1.000 msnm  
**Altura de la planta:** hasta 8 m  
**Diámetro de tallo (DAP):** 10 a 12 cm

## Usos

Leña, sombra, de las semillas se extrae una sustancia alucinógena utilizada por los shamanes.

<sup>4</sup> Fuente: Rodríguez (2004)

## MANEJO DEL VIVERO

Consideraciones técnicas a tener en cuenta para desarrollar un vivero.

El número de árboles a multiplicar tiene que ver con:

- El objetivo del productor
- Sistema de producción pecuario
- Especie de árbol a introducir
- Disponibilidad y semilla de buena calidad
- Tipo de arreglo o distribución espacial
- Cantidad de sombra por potrero y animal

Lo anterior define que infraestructura y área de vivero se requiere de acuerdo al plan que debe considerar época de verano e invierno en la región, que determina la época de siembra, período vegetativo de la especie, cantidad de árboles a producir, método de propagación seleccionado, tipo de sustrato y envase (bolsas plásticas, tubotes o bandejas), Figura 6.15.

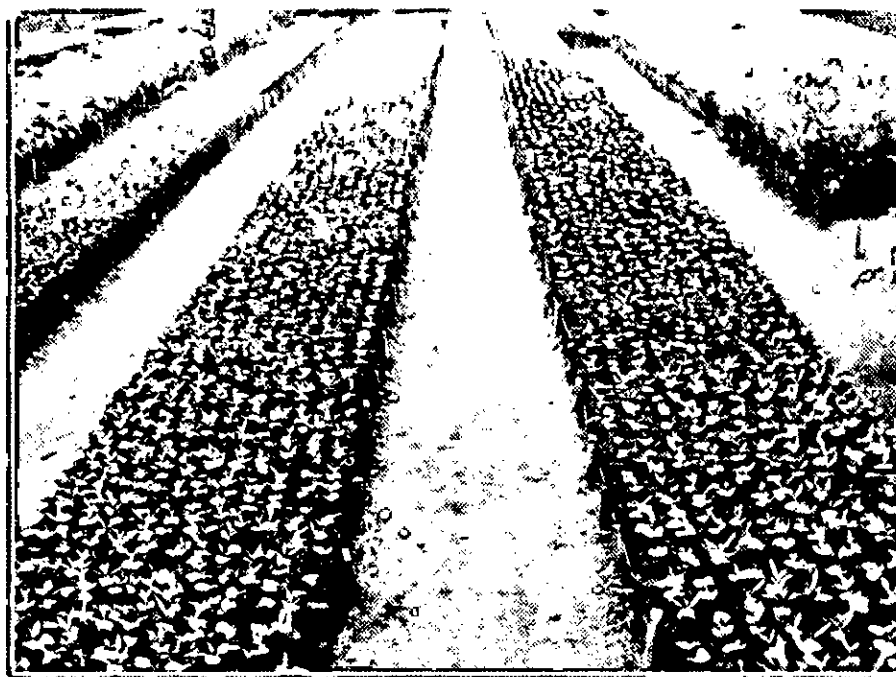


Figura 6.15. Plántulas de árboles en vivero.

Para esta fase existen dos alternativas para la obtención del material arbóreo:

- Adquirirlo en un vivero reconocido que garantice la calidad del material
- Producirlo en un vivero temporal localizado en la finca.

Para el segundo caso se debe planificar el manejo del vivero y para esto existe un protocolo (Fonseca y García, 2007):

- a. Lo más cerca posible al sitio definitivo de siembra
  - b. Junto a vías de fácil acceso en vehículo
  - c. Disponibilidad de agua durante todo el año
  - d. Contar con protección perimetral contra el ingreso de animales que puedan dañar los arbolitos
  - e. Pendiente del terreno adecuada que facilite el drenaje natural de todo el vivero
  - f. Adecuada circulación de aire y orientación de eras de crecimiento en dirección este – oeste, para mejor luminosidad y aprovechamiento de las horas de sol.
  - g. Disponibilidad de área para posible ampliación de la producción en el vivero
- **Tamaño de la construcción:** El tamaño, localización y distribución de la infraestructura básica del vivero depende de:
    - a. Sistema de propagación seleccionado
    - b. Duración de los ciclos de producción de cada especie
    - c. Plan de siembras proyectado

Existen varios sistemas de producción según el sustrato utilizado:

- a. Bolsas plásticas
  - b. Pellets
  - c. Bandejas
  - d. Conos plásticos
- **Sustrato o medio para la siembra de semillas arbóreas:** Para este fin se recomienda la mezcla de tierra negra con arena de río o cascarilla de arroz. Estos materiales deben ser mezclados y desinfectados para el llenado de las bolsas, bandejas o conos. En este sentido se debe mezclar dos partes de tierra por una de arena, la desinfección se puede realizar mediante aplicación de agua hervida o con formol.  
Algunas semillas requieren de una cama o germinador con los mismos materiales que para el embolsado. Cuando las plántulas están de 5 cm, se transplantan a las bolsas plásticas que se colocan en el vivero y se cuidan hasta llevarlas a campo. El transplante o siembra en sitio definitivo en el campo se realiza cuando los plantines tienen una altura entre 20 a 30 cm.

## ESTABLECIMIENTO DEL ÁRBOL EN SITIO DEFINITIVO

Inicialmente se debe seleccionar y definir la especie a integrar en el sistema productivo de acuerdo a su producto (madera, postes, leña, forraje) o servicio; para limitar áreas o linderos, sombra, cercas vivas, protección contra el viento, fines ecológicos o embellecimiento paisajístico. De otro lado, se debe considerar las experiencias que hay en la región, como de la disponibilidad de semilla certificada y de buena calidad, así como de tecnología para los materiales seleccionados.

El establecimiento se deberá realizar a inicio del período de lluvias. En la región de los Llanos es en el mes de abril y se puede sembrar hasta el mes de septiembre. Se realizará de acuerdo al arreglo espacial teniendo en cuenta un orden específico de ubicación de las especies dentro del área o lote a reforestar, se debe considerar la siembra de los árboles maderables en los sectores más retirados de los cuerpos de agua, evitando encharcamiento sobre todo para especie susceptibles a la humedad. Se recomienda que los no maderables se ubiquen en las cercanías de dichos cursos hídricos o ronda de nacimientos.

Se deben cumplir los siguientes aspectos dentro del establecimiento:

### *Protección perimetral*

Tiene que ver con dos problemas comunes en la región de un lado las quemas y de otro el daño causado por animales como; el consumo de hojas y plántulas en su fase inicial de crecimiento y daño mecánico, Figura 6.16.

### *Limpieza*

Se debe realizar la eliminación de la vegetación herbácea (gramíneas) para evitar competencia a las plántulas por luz y nutrientes, mediante un platio de 1 metro de radio, con azadón, machete o manualmente.

- Para el caso de cercas vivas de gran longitud, se recomienda hacer dos pases de rastra del ancho de trabajo del implemento; para longitudes corta o pequeñas áreas, se debe platar y remover el suelo (romper capas compactas), en un círculo con diámetro de 1 metro.
- Para el caso de los bosquetes se debe controlar la vegetación mecánicamente con guadaña o rastra. Igualmente, se debe platar el sitio donde se plantará el árbol. En lotes con alta incidencia de malezas es aconsejable controlar su rebrote con herbicida, Figura 6.17.

**Figura 6.16.**  
Cercas de protección  
a la línea de árboles.



**Figura 6.17.**  
Platio para siembra de árboles.

## Trazo

Los sistemas de siembra más utilizados son en línea, en cuadro, en rectángulo y en triángulo o tres bolillos. Figura 6.18.

- El establecimiento para cercas vivas se realiza utilizando el sistema de siembra en línea a una distancia que puede variar entre 4 a 6 m, según la especie y la finalidad.
- Para el caso de franjas que pueden variar de 2 o más hileras de árboles en el que funciona bien la siembra en tresbolillos o en triángulo.
- En los bosquetes se pueden aplicar los tres últimos sistemas de siembra y para bosque dispersos en potrero en cuadro o en rectángulo son mejores. La siembra en tresbolillos permite una mayor densidad de árboles por unidad de área que se ajusta a la distribución espacial en franjas en potrero, que consiste en sembrar 3 o más hileras y dejar callejones de 15 a 20 metros entre las franjas, que corresponde a las áreas de pastoreo mientras los árboles se desarrollan.

Las distancias de siembra varían de acuerdo a la especie, tipo de producto o función que define el productor de acuerdo a su sistema de producción.

Cálculo del número de árboles de acuerdo al sistema de siembra:

- a. Plantación en rectángulo se aplica la siguiente razón:

$$N = 10.000/D \times d$$

Donde:

N = Número de árboles a sembrar por hectárea

D = Distancia entre filas (metro lineal)

d = Distancia entre árboles de una misma fila (metro lineal)

- b. Plantación en rectángulo:

$$N = 10.000/D^2$$

Donde:

N = Número de árboles a sembrar por hectárea

D = Distancia entre filas y entre surcos (metro lineal)

- c. Plantación en tresbolillo:

$$N = (10.000 \text{ m}^2/D^2) \times 1,1547$$

Donde:

N = Número de árboles a sembrar por hectárea

D = Distancia entre árboles contiguos (metro lineal)

1,1547 = Valor constante



Figura 6.18. Trazado para siembra de árboles.

Tabla 6.1. Distancias y densidades de siembra de árboles por hectárea, en sistemas de siembra al tresbolillo, cuadrado y rectángulo.

Distancias empleadas según el uso de las plantaciones	Tresbolillo	En cuadro y en rectángulo
1 x 1	11.547	10.000
2 x 2	2.887	2.500
2 x 3	1.924	1.666
2.5 x 3	1.540	1.333
3 x 3	1.283	1.111
3 x 4	962	833
4 x 4	722	625
5 x 5	462	400

Fuente: Fonseca y García (2007).

### Ahoyado

Esta actividad depende del tipo de empaque en que se transporta la plántula. Para bolsas plásticas se deben cavar hoyos de 20 cm x 20 cm, con 15 a 20 cm de profundidad. Para el caso de los tubetes y bandejas plásticas este hoyo es de menor tamaño que para bolsas. En ambos casos, deberá hacerse un repique con barra, para romper los horizontes compactados.

### *Aplicación de correctivos y primera fertilización*

La actividad debe basarse en los resultados del análisis de suelo y los requerimientos nutricionales de la especie a ser plantada. Teniendo en cuenta que la característica principal de los suelos ácidos es la alta toxicidad de aluminio y deficiencia de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, como nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, potasio y azufre. La aplicación de fertilizantes debe cubrir y corregir estas deficiencias para lo cual se han realizado las siguientes aplicaciones con buenos resultados hasta el momento.

A la siembra:	Cal dolomítica	150 g/planta
	Roca fosfórica	150 g/planta
	Yeso agrícola	100 g/planta

Estos insumos se mezclan con la tierra que es sacada del hueco donde se plantará el árbol y luego se deposita en el sitio de siembra, Figura 6.19. Complementariamente, a los 15 días después de la siembra, se aplica una mezcla compuesta por:

Fosfato diamónico (DAP)	75 g/planta
Sulfomag	75 g/planta
Borozinco (elementos menores)	5 g/planta

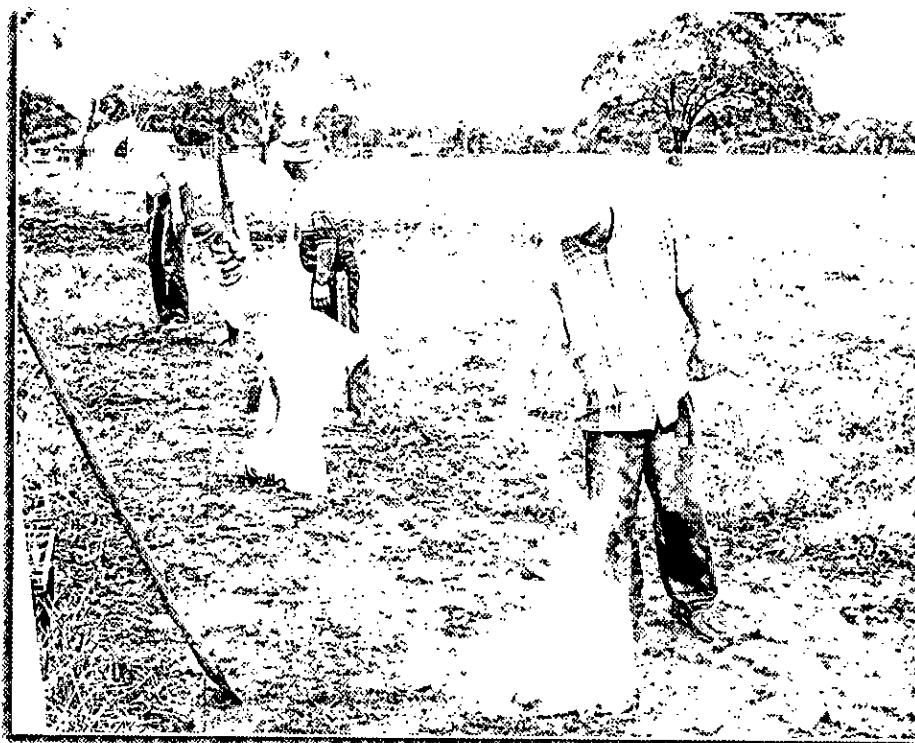


Figura 6.19. Fertilización para la siembra de árboles.

## *Establecimiento*

Una vez preparado el terreno se realizará el establecimiento o plantación de los árboles, teniendo en cuenta:

- El material en bolsa debe ser embebido de agua en el momento de la siembra; se debe compactar antes de retirar la bolsa, para evitar el desmoronamiento del sustrato.
- La bolsa plástica se quita haciendo dos cortes longitudinales a la misma y se guarda para ser contada al final del trabajo y desechada en forma que no contamine las áreas sembradas y aledañas.
- Las plántulas se colocan verticalmente quedando el cuello a ras del suelo, evitando la formación de depresiones que puedan afectarla por la acumulación de aguas lluvias en los mismos.
- Las raíces no deben quedar dobladas ni trenzadas, el tallo debe quedar vertical y la tierra se compacta con el pie, de tal forma, que la plántula quede anclada y evitar así la formación de bolsas de aire, Figura 6.20.

Todos los desechos como bolsas plásticas, estopas, costales y demás desperdicios deben ser recogidos y retirados de la zona. Se debe realizar la resiembra de todo el material que se haya perdido por diferentes causas. La mortalidad en ningún caso debe ser superior al 10%.

## *Mantenimiento y fertilización*

De acuerdo a la incidencia de plantas invasoras, se debe volver a rectificar el plato de 1 metro de diámetro como mínimo, eliminando toda la vegetación existente dentro del plato al segundo mes



**Figura 6.20.** Siembra de plántulas de Acacia.

de la siembra, con el objeto de eliminar competencia y preparar el terreno para la segunda aplicación de fertilizante compuesto u orgánico prehúmico o humus. El material que sea “eliminado” se puede colocar sobre el plato limpio como un mecanismo de control de malezas; seguidamente se realiza la fertilización incorporando al suelo el fertilizante en una cantidad de:

Fosfato diamónico (DAP)	150 g/planta
Sulfomag	150 g/planta
Boro cinco	10 g/planta
En caso de fertilizante orgánico aplicar	500 g/planta de humus.

La aplicación se realiza en forma de corona a 20 cm de cada plántula, y se cubre ligeramente con el sustrato existente en el predio.

Considerando que se debe asegurar el desarrollo adecuado de las plantas, al tercer año se realizan labores de mantenimiento consistente en plateo de 1.50 m de radio, fertilización con la dosis anterior o 500 gramos de abono prehúmico, a cada individuo.

### *Control fitosanitario y de malezas*

El control fitosanitario y de malezas deberá ser una actividad constante para evitar pérdidas del material vegetal establecido por causas de plagas y enfermedades. Para ello deben realizarse monitoreos y control como; ubicación y eliminación de hormigueros, utilización de cebos tóxicos (aserrín, melaza y un insecticida), aplicación de purines, alelopatía, control biológico y en caso extremo control químico (fungicidas e insecticidas sistémicos).

Se debe mantener un control de las malezas que puedan competir por nutrientes y luz con la plantación, por ello se debe realizar el control de las mismas de forma manual, mecánico o químico con pantalla.

### *Resiembra*

Una vez realizado el establecimiento del arreglo escogido, se procederá a evaluar la mortalidad, que en ningún caso debe ser superior al 10% del material establecido. Verificado el cultivo deberá realizar dicha resiembra, efectuando los mismos procedimientos empleados durante el establecimiento (ahoyado, encalado, plantación y fertilización)

## **COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES EN ARREGLOS COMO CERCA VIVA Y BOSQUETE EN POTRERO**

Con el fin de documentar los costos en la implementación de dos arreglos silvopastoriles (bosquete en potrero y cercas vivas) en las Tablas 6.2 y 6.3 se presentan los valores para cada actividad con base en las experiencias realizadas en fincas. Para el establecimiento de especies como *Acacia mangium*, Yopo, Eucalipto, Melina, se recomienda la siembra de plantas provenientes de viveros comerciales. Se puede establecer un vivero en la finca, el manejo requerido para la producción de plántulas se describió anteriormente.

**Tabla 6.2.** Costos de producción para un bosque de un cuarto de hectárea  
distancia de siembra 5 x 5 m.

ITEM	ACTIVIDADES	UNID	CANT	V. UNIT	V. TOTAL
	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
1	Rastra	pase	2	60000	120.000
2	Cinzel				0
3	Encaladora				0
	<b>Subtotal</b>				<b>120.000</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>			\$	
1	Alistamiento terreno	Jor	1	35.000	35.000
2	Trazado	Und	100	50	5.000
3	Plateo	Und	100	300	30.000
4	Ahoyado	Und	100	300	30.000
5	Abonado	Und	100	200	20.000
6	Siembra	Und	100	300	30.000
7	Resiembra	Und	20	300	6.000
8	Cercado	M	200	800	160.000
	<b>Subtotal</b>				<b>316.000</b>
	<b>INSUMOS</b>		0		
1	Plantas de 30 -35 cm de alto	Und	120	700	84.000
2	Calfos bulto x 50 Kg.	Bto	1	15.000	15.000
3	Yeso agrícola x 50 kg	Bto	0,5	18.000	9.000
4	Cal dolomítica x 50 kg	Bto	1	8.000	8.000
5	DAP Fosfato diamónico x 50 kg	Bto	1	115.000	115.000
6	Sulfomag x 50 kg	Bto	0,75	25.000	18.750
7	Borozinco x 20 kg	Bto	0,125	71.000	8.875
8	Alambre de púa Calibre # 12.5 Tigre X 300 m	Buto	2	180.000	360.000
9	Postes de madera inmunizados. (Templado)	Und	8	15.000	120.000
10	Postes de cemento. Longitud no menor a 2.10 m	Und	32	13.500	432.000
11	Grapa Tigre	Kg	0,2	4.500	900
12	Alambre de amarre	Kg	0,5	2.800	1.400
13	Round up	L	2	20.500	41.000
14	Blitz	Kg	8	10.000	80.000
	<b>Subtotal</b>				<b>1.293.925</b>
1	Muestra de suelo	Und	1	75.000	75.000
2	Ingeniero Forestal	Global	0,25	550.000	137.500
3	Transporte de plántulas	Und	120	100	12.000
4	Transporte- insumos y materiales	Global	1	150.000	150.000
	<b>Subtotal</b>				<b>374.500</b>
	<b>TOTAL POR BOSQUETE</b>				<b>2.104.425</b>

Los costos del montaje de un km de la cerca para la protección de las plántulas se resume en la Tabla 6.3, la infraestructura corresponde a la instalación de cerca eléctrica, que consta de dos cuerdas en alambre liso acerado calibre 12, postes separados cada 20 m, tensores, aisladores y varas para mantener la distancia de las cuerdas de alambre y un corredor de 5 m de ancho.

**Tabla 6.3.** Costo de 1 km de cerca viva.

Actividad	Valor	%
Maquinaria y equipo	60.000	3
Mano obra	317.000	17
Insumos	286.800	15
Cerca eléctrica	830.000	45
Otros	350.000	20
<b>TOTAL</b>	<b>1.843.800</b>	<b>100.0</b>

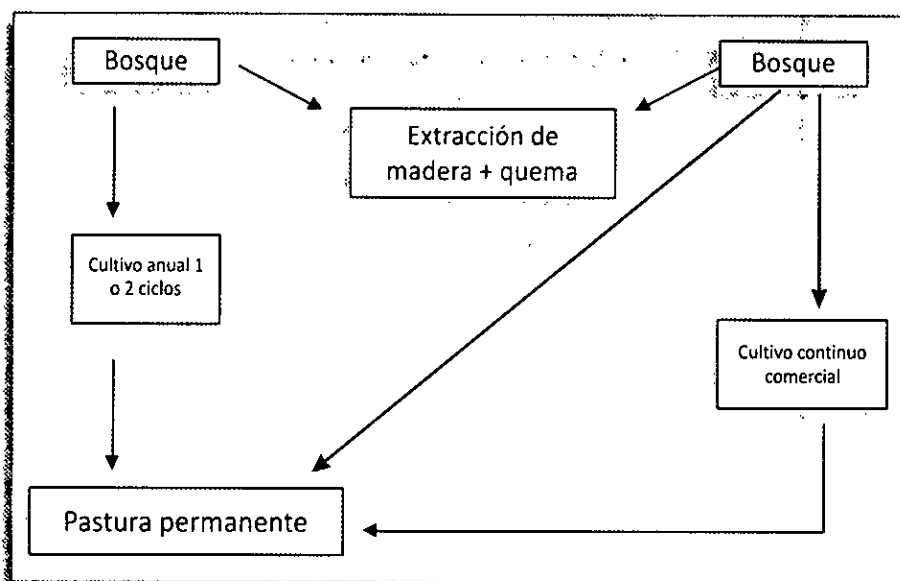
Se debe resaltar que si se cuenta con energía eléctrica en las fincas, la cerca eléctrica puede reducir los costos en más del 20% con respecto a la cerca convencional.

## LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA ACTIVIDAD GANADERA

La creciente expansión de la actividad ganadera tiene su explicación en gran medida por que los suelos de los llanos, pobres e infértiles, han sido percibidos como recursos relativamente abundantes y que es un sector de la producción que adquiere cada vez mayor importancia en la economía de la región, donde se dedica un alto porcentaje de la superficie a este sistema de producción. Recientemente, en la región se vienen desarrollando actividades agrícolas con germoplasma más adaptado a las condiciones edafo-climáticas, bióticas y de manejo de los sistemas de producción como maíz, soya, sorgo y caña, para mejorar productividad y paralelamente tratar de conservar y mejorar el suelo en lo que se ha denominado su "capa arable". Es un componente más que juega papel importante al integrarse a los actuales sistemas agroforestales que se están implementando en la región de la Orinoquia colombiana.

La Figura 6.21, muestra la dinámica en el uso de las áreas de bosque en el trópico, propuesto por Giraldo (1996). Las maderas se extraen como cultivo comercial o continuo; con los cultivos anuales se obtienen dos o tres cosechas (arroz, yuca, maíz), pero con el tiempo ambos sistemas terminan en una pastura permanente. Se debe tener presente que la ganadería bajo esta dinámica, es un punto culminante de un proceso de varios años, que se inicia con el interés comercial de explotar las maderas por su alto costo, luego vienen dos o tres años de cultivo limpio y sólo después que la productividad de los suelos ha disminuido, se establecen pasturas permanentes.

Se ha postulado que los sistemas silvopastoriles (SSP), en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería. Los árboles fijadores de nitrógeno aparecen como particularmente prometedores para reducir el proceso de degradación e intensificar en forma sostenible la producción de proteína de origen animal (Borel, 1987).



**Figura 6.21.** Esquema simplificado de los procesos dinámicos de la tala y quema de Bosques tropicales para terminar en pasturas.

De otro lado, CORPOICA ha evaluado cuatro materiales arbóreos que han mostrado buen comportamiento como son: *Gmelina*, *Acacia mangium*, *Eucalipto pellita* y Yopo, entre otros y para arbustivas se ha seleccionado *Cratylia argentea*, los cuales en la región del piedemonte han reportado buen comportamiento y desarrollo rápido como se resume en la Tabla 6.4.

**Tabla 6.4.** Altura y diámetro basal de árboles con 16 a 20 meses de sembrados en franjas, cercas vivas y bosquetes en potreros. Piedemonte llanero.

Árbol	Número de fincas*	Promedio altura (m)	Rango de Altura (m)	DAP (cm) Promedio
<i>Acacia mangium</i>	31	2.85	2.1 a 4.0	2.4
<i>Gmelina arborea</i>	12	2.76	1.6 a 3.7	1.9
<i>Eucalipto pellita</i>	5	2.80	1.9 a 3.7	0.8
Yopo	13	2.10	2.0 a 2.8	1.3

\* 10 árboles muestreados por finca. DAP: Diámetro a la altura del pecho

Fuente: G. Bueno *et al.*, (2009) (Datos sin publicar Convenio CORPOICA - ECOPETROL).

En evaluación realizada en CORPOICA C.I. La Libertad, se encontró similar tendencia en el crecimiento de los árboles como se resume en la Tabla 6.5.

De igual forma, tanto para la altillanura plana bien drenada como para la serranía, la *Acacia mangium* es la especie más difundida y establecida en diferentes arreglos, seguida de *Eucalipto pellita*. Dentro de estos arreglos se encuentran plantaciones con fines comerciales, cercas vivas, franjas y bosquetes en potrero.

**Tabla 6.5.** Altura y diámetro basal de árboles después de un año de sembrados en franjas en potreros. CORPOICA C.I. La Libertad. Piedemonte llanero.

Árbol	Altura (m)	Diámetro basal (cm)
<i>Acacia mangium</i>	3.3	7.5
<i>Gimelina arborea</i>	3.3	9.5

Estos materiales y sus resultados parciales indican que probablemente sea el manejo silvo-pastoril la combinación con más posibilidades de ser desarrollada: por tradición productora, futuro de la actividad en regiones marginales (especialmente con bovinos) y por la necesidad de reducir costos de recuperación y mantenimiento de la producción ganadera.

La estructura arbórea puede ejercer su acción en diversas formas:

- directa sobre el animal: como forrajera y como modificadora del microclima.
- indirecta: sobre el forraje herbáceo y arbustivo.
- de apoyo a la infraestructura (postes, madera, leña, etc.)

Una de las interacciones de los árboles, tiene que ver con la descomposición del material arbóreo que se deposita como *detritus* en el suelo, estos residuos se incorporan en la fracción orgánica del suelo y en el tiempo son absorbidos directamente por las gramíneas forrajeras. La sombra de los árboles, al atenuar la intensidad de luz y la temperatura foliar de las plantas, modifica también el contenido de proteínas crudas de los pastos tropicales.

De otro lado, numerosos trabajos en diferentes zonas agroecológicas del país han reportado una gran diversidad de especies con alto potencial para la alimentación animal en sistemas silvo-pastoriles (SSP). Simón, (1966) y Roncallo *et al* (1996), plantean, en forma general, que el follaje y los frutos de las plantas nativas consumidas por los rumiantes, presentan una serie de características favorables como fuentes de alimento y permite inferir que son fuentes importantes de proteína, carbohidratos solubles, vitamina A y minerales. Sin olvidar que los principales aspectos que influyen en el contenido de nutrientes son entre otros: la especie de la planta, la fase vegetativa, parte de la planta (hojas, tallos, frutos), edad de la planta y las condiciones de su entorno (suelo, clima, etc.).

En general, el mayor potencial se encuentra en las especies leguminosas, Sin embargo, casi cualquier especie de árbol es potencialmente apta, dependiendo de las condiciones medio ambientales y socioeconómicas locales, así como de las especies a asociar, del arreglo de los componentes y de la función para la cual se incluye.

El valor nutritivo de los árboles varía en los diferentes componentes de la biomasa arbórea: las hojas presentan mayores concentraciones que las ramas y los tallos. La variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol: las hojas jóvenes son más ricas que las viejas y éstas además presentan porcentajes de digestibilidad bajos, debido a las concentraciones mayores de lignina y posiblemente de taninos. La Tabla 6.6, resume alguno de los materiales con potencial para los sistemas silvo-pastoriles.

El efecto de la sombra de los árboles en los SSP, también se relaciona con el balance térmico del animal. Cuando la temperatura ambiental es inferior a la del cuerpo, el forraje consumido es metabólicamente transformado en biomasa animal, al tiempo que se genera la energía necesaria para compensar las pérdidas de calor del cuerpo. Pero cuando la temperatura del ambiente se aproxima o supera la corporal, el calor metabólico generado debe eliminarse y representa un

**Tabla 6.6.** Análisis nutricional de especies arbóreas.

Nombre común	Nombre científico	P.C.* (%)	F.D.N.** (%)	Degrada- bilidad (%)
Cratylia	<i>Cratylia argentea</i>	18.8	59.8	46.1
Cedro Rosado	<i>Cedrela angustifolia</i>	14.4	55.8	43.4
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	9.4	50.2	37.4
Ocobo	<i>Tabebuia rosear</i>	14.4	48.6	57.9
Cedro Amargo	<i>Cedrola mexicana</i>	17.7	54.8	31.8
Caño Fistol	<i>Cassia grandis</i>	13.1	38.2	61.8
Acacia Roja	<i>Acacia decurrens</i>	16.6	30.4	54.9
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	17.7	40.8	50.2
Payande	<i>Phithecellobium dulce</i>	18.5	48.4	59.0
Bucaro-Cachimbo	<i>Erythrina glauca</i>	17.7	58.8	40.6
Cámbulo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	18.5	53.8	53.5
Lluvia de Oro	<i>Cassia fistula</i>	18.1	52.4	61.5
Guacimo comercial	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10.7	39.8	69.2
Cedro Macho	<i>Bombacopsis guinata</i>	11.3	50.4	45.2
Saman	<i>Samanea saman</i>	25.1	35.2	76.0
Acacia	<i>Acacia mangium</i>	17.0	34.7	49.9

\*PC: Proteína Cruda. \*\* FDN: Fibra en detergente neutro.

Fuente: Bueno, (1998).



**Figura 6.22.** Árboles para la sombra de los animales.

costo para el animal; la ingesta en este caso aumenta el desequilibrio térmico hasta inhibir el consumo del forraje, que conduce a la pérdida de peso corporal.

En los sistemas silvopastoriles, se pueden dar otras **interacciones benéficas**, como:

- La presencia de los árboles proporciona sombra y atenúa el efecto de las temperaturas altas, que como ya se mencionó origina un ambiente más favorable para la producción y reproducción de bovinos.
- El contenido de materia orgánica y de nutrientes se incrementa en el sistema, al retornar al suelo los diferentes tipos de hojas, frutos, ramas, heces y orina. En el caso de árboles y arbustos leguminosos, habrá una contribución de nitrógeno al suelo, tanto en el fijado como en el reciclado, proveniente de las hojas de los árboles. Prácticas de manejo sobre la vegetación arbórea como las podas y raleos tiene efecto sobre la calidad y cantidad de los productos arbóreos (frutos, leña y madera) y el de todas las plantas del sistema.
- En árboles frutales y palmas, la limpia que hace el ganado facilita la cosecha y posterior aprovechamiento de los productos del sistema en cultivos ya establecidos.
- El pastoreo de la vegetación herbácea reduce el riesgo de incendio, especialmente en ecosistemas ubicados en zonas con época seca definida.

Pero, también se pueden dar **interacciones negativas** entre los componentes del sistema, tales como:

- La competencia por luz, debida a la sombra que los árboles ejercen sobre los estratos inferiores, afectan los rendimientos de forraje en la asociación.
- En el caso de ecosistemas establecidos en áreas de suministros críticos de agua, la competencia por agua y nutrientes puede ser perjudicial a las herbáceas.
- El descanso y sombreado de los animales bajo los árboles, produce disminución de la cobertura herbácea y causa compactación del suelo en estos lugares.

Los actuales trabajos que integran el árbol a los sistemas de producción bovino en la región apuntan a dar confort o sombra a los animales, conservar los bosques naturales y mantener la fauna y flora. En este sentido, para estructurar la sombra se debe tener en cuenta algunas recomendaciones como:

- **Orientación:** se debe considerar el movimiento del sol y el ángulo de incidencia de sus rayos, tanto en verano como en invierno. Este aspecto tiene mayor importancia en explotaciones intensivas con pequeños potreros.
- **Superficie:** se debe disponer entre 6 y 10 m<sup>2</sup> de sombra por animal, teniendo en cuenta la carga instantánea. Una alta concentración de animales bajo la sombra dificulta la disipación del calor corporal, destruye la pastura bajo el árbol y perjudica al propio árbol por compactación del suelo y exceso de deyecciones.
- **Suelo:** se deben colocar los árboles en zonas altas y/o arenosas, para evitar el encharcamiento que perjudica al animal y al árbol. En zonas de corrales se recomienda ubicar los árboles detrás de los alambrados.
- **Altura:** cuánto más alta es la copa, hay menor movimiento de aire y es más efectiva la neutralización de la radiación solar.
- **Ventilación:** no es ideal una masa arbórea continua, sino más bien pequeños grupos de árboles o individuos aislados a fin de lograr una buena circulación de aire. Este efecto es más importante en regiones con altas temperaturas y humedad.

- **Distribución:** una buena ubicación de los árboles en los potreros, constituye una de las más eficaces herramientas para mejorar la distribución del pastoreo y con ello la eficiencia de la cosecha.

## Glosario

**Ápice.** Punto más externo o distal de la planta con respecto a la base.

**Axila.** Angulo superior formado por un apéndice y el tallo en el cual crece; fondo del ángulo que toma el pecíolo de la hoja cuando esta unida a la rama.

**Bosque.** El bosque es una comunidad de especies vegetales arbóreas y arbustivas que se desarrollan en forma compleja en cuanto a número y composición florística, en donde el clima es uno de los factores que determina el máximo desarrollo y exuberancia de la vegetación. Cumple un papel importante en la conservación del medio ambiente, en la regulación de las cuencas hidrográficas, en la protección de la fauna silvestre y en la conservación y protección del suelo.

**Coriáceo.** De consistencia dura.

**Deforestación.** La conversión de los bosques a otro tipo de uso de la tierra o la reducción de la cubierta de copa, a menos del límite de diez por ciento (<10%).

**Dehiscente.** Que se abre espontáneamente; se aplica a cualquier órgano, anteras o frutos principalmente.

**Diámetro a la altura del pecho (DAP).** Es el diámetro del fuste o tronco de un árbol medido a una altura de un metro con treinta centímetros (1.30 m), a partir del suelo.

**Escabroso.** De apariencia áspera

**Especie introducida.** Una especie introducida que crece fuera de su zona normal (hábitat) de distribución, tanto anterior como actual.

**Espiga.** Inflorescencia a manera de racimo pero con flores más o menos sésiles

**Forestación.** Establecimiento de bosques en tierras que, hasta ese momento, no eran clasificadas como bosques. Implica la transformación de no bosque a bosque.

**Germoplasma.** Plantas destinadas para uso en programas de mejoramiento o conservación.

**Glabro.** Desprovisto de cualquier tipo de pelos

**Legumbre.** Fruto monocarpelar, seco y dehiscente que se abre por la sutura central

**Ovoide.** De forma de huevo, aovada

**Perenne.** Que no se acaba, vivaz y permanente

**Persistente.** Que se mantiene en su inserción por un período de tiempo más largo que lo normal

**Pilosa.** Cubierta de pelos finos

**Plantines.** Material vegetal producido en condiciones especiales en vivero y cuyo transporte a viveros temporales se realiza a raíz desnuda.

**Pubescente.** Con pelos

**Raquis.** Eje principal de la inflorescencia compuesta

**Reforestación.** Establecimiento de plantaciones forestales en tierras temporaneamente arboladas, que son consideradas como bosques.

**Tala.** Es el apeo o el acto de cortar árboles.

**Sesil.** Desprovisto de cualquier sustentáculo (pecíolos, pedúnculos, etc)

**Trifoliada.** Forma de tres hojas

**Turno.** Es el ciclo productivo de una plantación que se inicia con las actividades de forestación y/o reforestación por cualquier sistema silvicultural y termina con su aprovechamiento final.

**Vivero.** Sitio donde se produce y maneja en su primera etapa los árboles.

## Bibliografía

- Álvarez, M. y García, F. 2007. Eucalipto. *Eucalipto pellita* (F Muell). Plegable divulgativo N° 54. CORPOICA – CIAT. Villavicencio. Meta. 2 p.
- Álvarez, M. y García, F. 2007. Acacia. *Acacia mangium* (Wild). Plegable divulgativo N° 54. CORPOICA – CIAT. Villavicencio. Meta. 2 p.
- Borel, R. 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el tropico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali. 24p
- Bueno, G. A. 1997. Estrategias para la implementación de modelos silvopastoriles en la Altillanura Colombiana. CORPOICA – PRONATTA. Boletín Técnico N° 08. Cod. 02.02.08.08.33.97. Villavicencio. Meta, Colombia. 29 p.
- Bueno, G.A. 1998. Evaluación de especies arbóreas y alternativas forrajeras para la Altillanura Colombiana. CORPOICA – PRONATTA. Informe Técnico N° 10. Villavicencio. Meta. Colombia. 63 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. 1998. Sistemas Agroforestales. Ed: Jimenez, Vargas, A. Serie Técnica. Manual Técnico N° 32. Turrialba. Costa Rica.
- Fassbender, H. W. 1987. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica. Serie de materiales de enseñanza N° 29. 475 p.
- Fassbender, H. W. 1993. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.
- Fonseca, I. y García, F. 2007. ABeCè Forestal Herramienta para tomar decisiones. Manual Técnico No. 11. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "CORPOICA" – Gobernación del Meta. Villavicencio, Meta. Colombia. 114 p.
- García, R. F. 2006. Sistemas agroforestales de Yopal: Diagnóstico y diseño. CORPOICA – MADR. Yopal. Casanare. 28 p.
- Giraldo, L.A. 1996. El potencial de los sistemas Silvopastoriles para la ganadería Sostenible. En: Memorias del Curso Pasturas Tropicales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Medellín. Colombia. Pp: 141-172.
- Martínez, A y García R. F. 2003. Desarrollo de Sistemas Agroforestales para la Orinoquia Colombiana. Boletín Divulgativo N° 12. CORPOICA – MADR. Villavicencio. Meta. 28 p.
- Murgueito, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas. Ed. I. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia. 97 p.
- Navas, G y Barragán, C. 2002. Caracterización y usos potenciales de especies vegetales de un bosque de galería secundario. Boletín Técnico N° 28. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "CORPOICA" y Programa Nacional de Transferencia de Tecnología "PRONATTA". Villavicencio, Meta. Colombia. 36 p.
- Roncallo, B.; Navas, A. y Garibello, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: Memorias del II Seminario Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles; Alternativa en la ganadería. Valledupar, Neiva, Villavicencio: MADR. Diciembre de 1996. 15 p.
- Rodríguez, R; Arias, D; Moya, R; Meza, A; Murillo, O; Arguedas, M. 2004. Manual para productores de Melina *Gmelina arborea*. Cartago, Costa Rica. 156 p.
- Simón, L. 1996. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y pastoreo En: Memorias del II Seminario Internacional, sistemas silvopastoriles; Alternativa en la ganadería. Villavicencio. 12 p.
- Somarriba, E. 1998. Diagnóstico y Diseño Agroforestal. Agroforestería de las Americas. Vol. 5. pp: 17-18.
- Torres, M; Otálvaro, N; Álvarez, W; Marín, J. 2002. Identificación botánica y caracterización bromatológica de las especies arbóreas y arbustivas locales reportadas como forrajeras por productores de los municipios de Mesetas, Vista hermosa, Lejanías y Puerto rico (Meta). CORMACARENA. Villavicencio. Meta. 150 p
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F. 2008. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. Informe técnico N° 372. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 36p.
- Young, A. 1989. Agroforestry for soli conservation. CAB – International ICRAF. Science and Practice of Agroforestry. N° 4. 276 p.

# CULTIVOS FORRAJEROS PARA LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS



Otoniel Pérez López<sup>1</sup>  
Guillermo Alonso Bueno Guzmán<sup>2</sup>

En los Llanos orientales de Colombia, la principal actividad agropecuaria es la ganadería, con mayor desarrollo de la ceba en el piedemonte y la cría en la altillanura bien drenada y la llanura inundable. La fuente básica de alimentación de los bovinos es el pastoreo de gramíneas nativas e introducidas de baja a moderada calidad nutritiva, las cuales no aportan los nutrientes suficientes que deben recibir los bovinos en pastoreo, resultando en mortalidad de terneros, secaderas, baja natalidad, intervalo entre partos demasiados amplio, aborto e infertilidad.

De otro lado, las lluvias en esta región determinan la estacionalidad en la producción, con problemas de baja disponibilidad y calidad de forraje en la época seca que va desde diciembre hasta marzo. Durante estos meses secos, en el piedemonte hay una precipitación promedio de 243 mm de los 2800 mm que caen durante todo el año; mientras que en la altillanura solo caen 174 mm del total anual que es de 2400 mm. Esto hace que la productividad ganadera se vea afectada por mermas en las ganancias o pérdidas de peso y efecto negativo sobre otros parámetros productivos y reproductivos del ganado. En condiciones normales, los novillos de ceba tienen una ganancia de peso entre 400 y 500 g/animal/día, pero en la época seca estas ganancias se pueden reducir en más de un 50% afectando la rentabilidad de la actividad ganadera, especialmente por el mayor tiempo utilizado en la ceba.

El uso de suplementos que suministren proteína y aún energía a nivel post-ruminal, tiene excelentes resultados al aumentar la producción animal. Las leguminosas forrajeras arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, particularmente en zonas subhúmedas (4 a 6 meses de sequía) del trópico. La utilización de cultivos forrajeros de alto rendimiento, ricos en energía y/o proteína constituyen una alternativa de alimentación animal

1 I.A. Candidato a M.Sc. Investigador red de pastos CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. operez@corpoica.org.co

2 Z. M.Sc. Investigador red de pastos CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. gbueno@corpoica.org.co

durante la época seca, que complementan al forraje suministrado por las praderas; dentro de los que se destacan y reportan grandes posibilidades son: cratylia, soya, maíz y la caña de azúcar.

La introducción en la finca de cultivos forrajeros de alto rendimiento, intensifica la producción de forraje por unidad de área, reduce la utilización de nuevas áreas (bosques o sabanas) y mejora el rendimiento de las praderas existentes. Contribuyendo de esta manera al incremento y a la productividad de la población bovina por hectárea y coadyuvando en la preservación y buen uso de los recursos naturales, como lo señala el plan estratégico de la ganadería Colombiana 2004-2019 (Fedegan.FNG, 2006).

En el presente capítulo se hace una descripción y usos de los cultivos forrajeros de mejor adaptación y con mayor potencial para la producción de biomasa en la Orinoquia colombiana. Se ofrecen a los productores dos alternativas de utilización en mezclas de gramínea y leguminosa. La caña de azúcar y la *Cratylia argentea* son una gramínea y una leguminosa perennes, que responden bien al corte y se pueden suministrar a los animales en fresco o ensilados. En tanto, el maíz y la soya son cultivos semestrales (gramíneas y leguminosa) los cuales se establecen con el fin primordial de cortarlos y almacenarlos en silos, para posteriormente utilizarlo como alimento para los bovinos, especialmente en épocas críticas cuando el forraje de pastoreo escasea.

## CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)

### Descripción

La Caña es una planta gramínea del género *Saccharum*. Las variedades cultivadas son híbridos de la especie *officinarum* y otras afines (*spontaneum*). Tiene tallo macizo de 2 a 5 metros de altura con 5 ó 6 cm de diámetro. El sistema radical lo compone un robusto rizoma subterráneo.

La Caña de azúcar es una planta perenne muy eficiente en el proceso de fotosíntesis y formación de materia seca a partir de la energía lumínica que al llegar a su madurez, cerca de la mitad de su biomasa está en forma de azúcares. Debido a su amplia distribución en el trópico, alta productividad, resistencia a la sequía y a las plagas, tiene gran potencial para la alimentación de monogástricos y rumiantes, Figura 7.1.

### Materiales

En la región de la Orinoquia se ha evaluado un rango relativamente amplio de variedades de caña de azúcar para la



Figura 7.1. Cultivo de caña variedad Cenicaña 8475.

producción de miel, panela o forraje, destacándose las variedades Cenicaña 8475, Janoru 6419 y República Dominicana como promisorias para su utilización en la alimentación de los bovinos, por su adaptación, alta producción de biomasa (tallos y hojas), blandura, concentración de azúcares, tolerancia a plagas, enfermedades y mínima velloosidad (Pérez *et al.*, 2003).

## USOS

Se utiliza la planta entera de la caña de azúcar como corte, acarreo y picado para suministro en fresco a los animales. También se puede utilizar como ensilaje para lo cual se recomienda hacer mezclas con la leguminosa *Cratylia argentea*.

## ESTABLECIMIENTO

Para la siembra se recomienda realizar la labranza de acuerdo con las características físicas de los suelos. En suelos franco arcillosos se recomiendan uno o dos pases de cincel y uno o dos pases de rastra; en suelos francoarenosos, por su mayor fragilidad se disminuye la intensidad de la labranza. En pequeñas áreas o en sitios donde no es posible la utilización de maquinaria, primero se elimina la maleza con un herbicida sistémico y luego se hace el surcado en forma manual.

La siembra se hace al chorrillo continuo, en surcos separados a 1,20 m. El material semilla esta conformado por trozos de caña con tres yemas, al cual debe realizarse un tratamiento de desinfección con la mezcla de 50 g de Dithane y 50 cc de Furadán 50, por cada 20 litros de agua. Es recomendable hacer la aplicación de un herbicida preemergente, inmediatamente después de realizada la siembra, para evitar problemas con malezas durante el establecimiento del cultivo (primeros tres meses).

La fertilización se debe realizar de acuerdo con el análisis de suelos. Sin embargo, con base en estudios realizados por CORPOICA cuando el suelo es muy ácido y con altos contenidos de aluminio, como los de la terraza alta en el piedemonte o en la altillanura, se debe incorporar 500 a 1000 kg/ha de cal dolomítica y 250 a 500 kg/ha de roca fosfórica.

Al mes de realizada la siembra se mezcla y aplica por hectárea 100 kg de DAP, 100 kg de cloruro de potasio y 100 kg de urea, Figura 7.2. Posteriormente cuando el cultivo tiene cuatro meses de edad, se hace otra aplicación con las mismas cantidades de urea y cloruro de potasio que se emplearon en la primera fertilización. Después de cada cosecha se aplican 100 kg de cada uno de superfosfato triple o DAP, cloruro de potasio y urea.



Figura 7.2. Mezcla de correctivos y fertilizantes.

## PLAGAS Y ENFERMEDADES

La plaga de mayor importancia económica es el gusano barrenador de los tallos (*Diatraea saccharalis*), especialmente si se presentan períodos secos, comunes durante el segundo semestre. Los daños se pueden prevenir mediante la liberación semanal de 50 pulgadas/ha de *Trichogramma sp.* cuando el cultivo tiene entre 30 y 90 días de edad.

## PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE

En condiciones de la Orinoquia la producción anual de forraje de la variedad Cenicaña 8475 puede variar entre 44.32 y 87 t/ha, dependiendo de la fertilidad de los suelos. Tabla 7.1. Según Rincón (2005) el corte puede realizarse entre el séptimo y el décimo mes, período en el cual hay una mejor distribución de azúcares, posteriormente comienza la inversión de la sacarosa, transformándose en levulosa y dextrosa (azúcares reductores) bajando la calidad de los jugos.

La Caña es una fuente especialmente rica en energía con 40% de azúcares totales, tiene entre 6.0–7.6% de proteína cruda en el follaje y en la planta entera 3.0–4.0%, celulosa 20%, hemicelulosa 27%, lignina 7% y cenizas 5%. No contiene lípidos y su aporte de proteína es bajo, por lo tanto se debe suministrar mezclada con urea hasta un 5% en base seca, o leguminosas como Caupí, Cratylia, Kudzú, Matarraón o follaje de Yuca equivalente a un 30% de la cantidad ofrecida (Pérez *et al.*, 2002)

La calidad nutritiva de las hojas se caracteriza por un regular contenido de proteína cruda (6 a 8%) siendo menor en los tallos (3 a 4%), lo cual justifica la mezcla con una leguminosa. Los contenidos de minerales como el fósforo, magnesio y azufre se encuentran en los límites inferiores de los requerimientos de bovinos de ceba; sin embargo, el calcio esta en proporciones adecuadas. La concentración de azúcares aumenta con la edad de la planta. A los nueve meses del cultivo se aproximan a 20 y 18 grados brix en la base y ápice del tallo, respectivamente (Pérez *et al.*, 2003).

## PRODUCCIÓN ANIMAL

El consumo de Caña integral, en términos de materia seca, varía entre 1.5 y 1.9% del peso vivo y para forraje verde entre 6.0 y 9.0%. En el piedemonte, con la producción de forraje

**Tabla 7.1.** Parámetros de desarrollo agronómico, producción y calidad de la caña forrajera Cenicaña 8475 a los siete meses después del corte.

Parámetro	Valor
Altura (m)	3.60
Tallos (No./5m lineales)	68
Nudos (No./tallo)	13.5
Longitud de entrenudo (cm)	21.0
Longitud del tallo (cm)	256
Diámetro del tallo (mm)	30.2
Peso verde tallos (t/ha)	64.0
Peso verde hojas (t/ha)	23.0
Peso verde total (t/ha)	87.0
Grados brix en la base del tallo	22.3
Grados brix en parte apical del tallo	16.4
Índice de madurez	0.73
Calidad de las hojas (%):	
Proteína cruda	6.6
Fibra en detergente neutro	77.8
Degradabilidad a las 48 horas	48.5
Fósforo	0.19
Potasio	0.85
Calcio	0.55
Magnesio	0.10
Azufre	0.11
Calidad del tallo (%):	
Proteína cruda	3.2
Fibra en detergente neutro	63.4
Fibra en detergente ácido	39.0
Degradabilidad a las 48 horas	60.0

Fuente: Rincón *et al.*, (2000).

de las variedades de Caña seleccionadas que varía entre 72 y 87 t/ha/año, se puede aumentar la carga animal de 2.0 a 5.0 animales/ha (Rincón, 2005).

Con el suministro diario de 5 kg/animal de la Caña forrajera y 3 kg/animal de la leguminosa forrajera *Cratylia argentea*, picados y mezclados con 70 g/animal de sal mineralizada, como suplemento a bovinos machos de ceba bajo pastoreo en praderas de *B. decumbens* manejadas con pastoreo rotacional y fertilización, se han obtenido ganancias de peso diarias por animal de 650 g/an/día, con una carga de 5 animales/ha. De esta forma la productividad anual se aumentó a 1.200 kg/ha. Estos resultados demuestran el beneficio de esta tecnología porque la productividad animal se esta aumentando en una tonelada de carne anual por hectárea, si se tiene en cuenta que la productividad promedia de la región está en 200 kg/ha año (Rincón, 2005). Durante la época seca (cuatro meses), animales en pastoreo suplementados con 8 kg/animal de caña con *Cratylia argentea* pueden producir 300 kg/ha.

Aunque la Caña no pierde su contenido de azúcares con la madurez del cultivo, porque se almacenan en la planta sin degradarse, esta se puede cortar y picar finamente y almacenar en silos junto con *Cratylia* picada. Se han evaluado diferentes proporciones, presentándose buenos resultados con un 50% de caña y un 50% de *Cratylia*, Figura 7.3.

En trabajos realizados por Bueno *et al.*, (2003) en fincas del piedemonte llanero, durante un periodo de evaluación de 228 días (121 verano, 107 invierno), en vacas doble propósito suplementadas con *Cratylia* 30% - Caña 70% (mezclado y picado en fresco), obtuvo una producción promedio de leche de 6.3 l/vaca/día para la época seca, y de 5.2 l/vaca/día para la época de lluvias. La cantidad de ensilaje consumido estuvo alrededor de 8 y 4 kg de FV/100 kg de peso vivo, equivalentes a 30 y 15 kg de ensilaje por animal de 400 kg de peso para la época de verano e invierno, respectivamente.



**Figura 7.3.** Conservación de forraje de Caña – *Cratylia* en silos de montón.

Según Parra *et al.*, (2000) la producción promedio de leche diaria en el piedemonte del Meta es de 4.1 l/vaca/día con lactancias promedio de 253 días para animales en pastoreo de *B. decumbens* y con manejo tradicional del sistema doble propósito. El uso de cultivos forrajeros como Caña y *Cratylia* y la aplicación de las recomendaciones puede incrementar la producción de leche diaria en 56.0% en la época de verano y 27.0% en la época de invierno.

## CRATYLIA O VERANERA (*Cratylia argentea*)

### DESCRIPCIÓN

Esta leguminosa es originaria de la parte central del Brasil, áreas del Perú, Bolivia y noreste de Argentina (Lascano *et al.*, 2002; Argel *et al.*, 2001). Esta leguminosa es un arbusto perenne que alcanza entre 1.5 y 3.0 m de altura profusamente ramificadas desde la base, con elevada resistencia y retención de hojas en el verano, Figura 7.4), por el buen desarrollo de raíces con alta capacidad de llegar a capas profundas del suelo.

Las hojas son trifoliadas y tiene consistencia papirácea con abundante pubescencia en el envés, flores color lila, la inflorescencia es un seudorracimo noduloso; el fruto es una legumbre dehiscente que contiene entre 4 y 8 semillas de forma circular (Queiróz y Coradín, 1995, citados por Lascano *et al.*, 2002). Florece y produce semilla de buena calidad y de poca latencia.



Figura 7.4. Cultivo de *Cratylia argentea* a los dos meses después del corte.

## USOS

Corte y acarreo de la planta entera o picada para suministro en fresco. También se puede utilizar en ensilaje, para lo cual se recomienda mezclarla con caña de azúcar o cualquier pasto de corte. Otra alternativa es cortarla y secar las hojas, para luego molerla y tener harina de esta leguminosa como fuente de proteína en la elaboración de algunos suplementos alimenticios para el ganado. Bajo cualquier sistema de uso, esta planta sirve para la alimentación de bovinos, caprinos y porcinos.

## ADAPTACIÓN

Se caracteriza por su buena adaptación a suelos deficientes en nutrientes, como la mayoría de los Llanos Orientales; además produce forraje bajo condiciones de sequía gracias al buen desarrollo de sus raíces, que alcanzan hasta dos metros de longitud. No obstante, el mayor vigor de crecimiento de las plantas se ha observado en condiciones de trópico húmedo con suelos de fertilidad media a alta. Se adapta bien a un amplio rango de sitios entre 0 y 900 msnm y precipitación de 1.000 a 4.000 mm. Crece bien en suelos bien drenados pH de 3.8 a 6.0. No crece bien en suelos pesados con tendencia a saturarse de humedad.

La principal característica de *Cratylia argentea* es su capacidad para tolerar sequías prolongadas, sin defoliación o pérdida de hojas y su capacidad de rebrote en época seca (Rincón *et al.*, 2007), Figura 7.5.

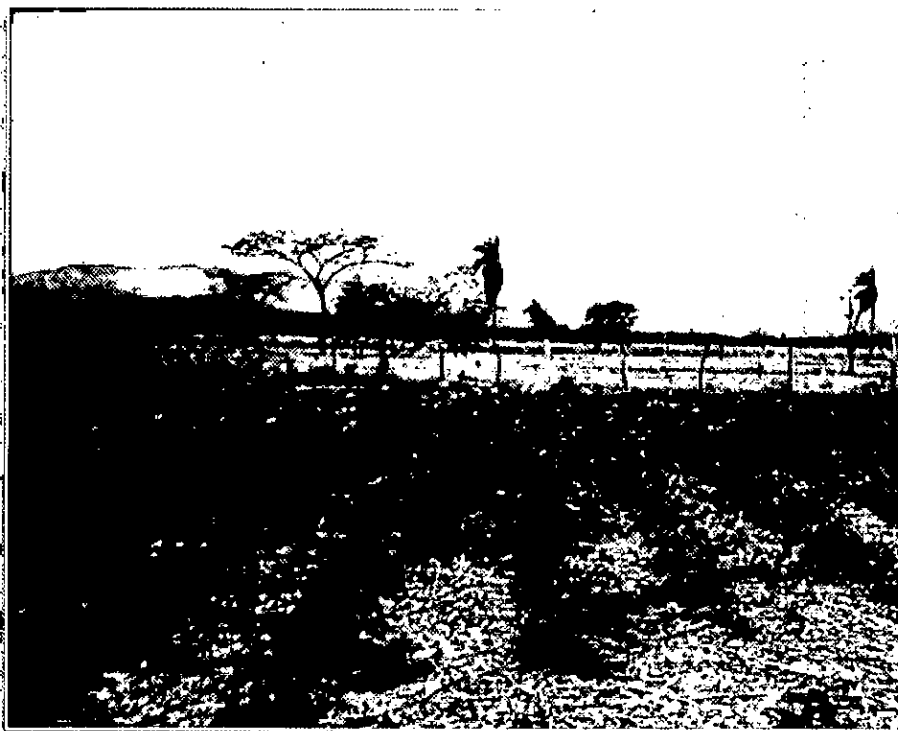


Figura 7.5. Rebrote de *Cratylia argentea* en época seca en el piedemonte del Casanare.

## ESTABLECIMIENTO

Se puede hacer en forma directa con semilla, en suelo preparado convencionalmente y debe ser colocada de manera superficial (menos de 2 cm de profundidad en el suelo). A mayor profundidad la emergencia es muy baja (la semilla se pudre por ataque de patógenos) y el desarrollo de la planta es muy lento. La distancia entre surcos puede variar entre 1 a 2m y entre plantas a 1 m. Para la producción de semilla se pueden hacer siembras a 3 x 3 m para facilitar la cosecha. Se recomienda sembrar en bolsas plásticas en vivero para resiembras.

La fertilización para el establecimiento de *Cratylia argentea* en suelos ácidos, como son los de los Llanos Orientales de Colombia, se hace con base en cal dolomítica, roca fosfórica y yeso agrícola, con el fin de disminuir la toxicidad de aluminio y mejorar los contenidos de calcio, fósforo, magnesio y azufre. Las cantidades a aplicar deben ser calculadas de acuerdo al análisis químico del suelo, Tabla 7.2. Cada finca es un caso particular y las recomendaciones de fertilización son específicas (Rincón *et al.*, 2007)

La cal dolomítica, la roca fosfórica y el yeso agrícola se deben mezclar y luego se distribuyen en todo el lote, preferiblemente con encladora, voleadora o al voleo a mano. Estos insumos deben ser incorporados con el último pase de pulidor o de rastra. Inmediatamente puede realizarse la siembra. Cuando la labranza es manual, los insumos previamente mezclados, se depositan en cada sitio de siembra (ahoyado) mezclándolos con la tierra que previamente ha sido picada.

Cuando las plantas tengan una altura aproximada de 20 cm, es necesario aplicar una fertilización con productos de alta solubilidad, cuyas cantidades deben ser calculadas de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. El objetivo de esta fertilización es lograr un establecimiento más rápido del cultivo y mayor desarrollo de raíces. Los abonos se mezclan y se aplican en banda o en corona a una distancia del tallo de 15 cm, aproximadamente (Rincón *et al.* 2007).

**Tabla 7.2.** Contenidos de algunos minerales, de acuerdo al análisis de suelos, de una finca en el piedemonte llanero y otra en la altillanura plana.

Elemento	Piedemonte		Altillanura		Contenidos adecuados para desarrollo del cultivo Kg/ha
	Valor Análisis	Contenido en suelo (kg/ha)	Valor Análisis	Contenido en suelo (kg/ha)	
Fósforo (ppm*)	2.0	4	1.0	2	30
Calcio (meq/100g)	0.76	304	0.31	124	400
Magnesio (meq/100g)	0.32	77	0.08	19	48
Potasio (meq/100g)	0.19	148	0.09	70	117
Azufre (ppm)	4.0	8	1.0	20	40
Sat. de Aluminio (%)	57		82		60

\*ppm: partes por millón; meq: miliequivalentes.

Fuente: Rincón *et al.*, (2007).

## MANEJO

El primer corte se da entre 4 y 6 meses después de la siembra y soporta cortes con intervalos de 50 a 90 días, incluso en la época seca. Los rendimientos de forraje dependen de la edad del rebrote, la altura del corte y la distancia de siembra. Es una planta perenne, a la cual se le pueden hacer

cortes a una altura de 40 a 50 cm, obteniéndose una producción promedio de 20 t/ha de forraje verde por corte. Además de la buena producción de forraje, esta leguminosa tiene alto contenido de proteína (15 a 18%) y el consumo por el ganado es excelente. No reporta ataques de plagas e insectos que comprometan la producción de forraje (Rincón *et al.*, 2007).

Es importante tener en cuenta que la *Cratylia* es un cultivo para corte y acarreo, donde la producción de forraje se extrae del área, sin que se de un reciclaje de nutrientes, lo que hace necesario hacer fertilizaciones de mantenimiento para restituir los nutrientes que se han extraído con el forraje cosechado.

## PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y VALOR NUTRITIVO

La producción de forraje verde esta directamente relacionada con la fertilidad natural de los suelos donde se siembra. La producción de biomasa es afectada por el contenido de nutrientes del suelo, por el sistema de siembra y la edad del cultivo. Trabajos desarrollados por CORPOICA indican que con un sistema de siembra con máquina (60 cm entre plantas y 80 cm entre surcos) en donde se obtuvo por unidad de área 20.750 plantas/ha, la producción de forraje superó ampliamente a las sembradas en forma manual (60 x 120 cm) con 10.000 plantas/ha. En corte realizado a los 3 meses a una altura de 50 cm, la producción en la población más densa superó en cerca de 10 t/ha con respecto a la menos densa, en el suelo más fértil (Rincón, 2005), Tabla 7.3.

**Tabla 7.3.** Producción de forraje verde de *Cratylia argentea* en dos sistemas de siembra, a los tres meses después del corte. CORPOICA C.I. La Libertad.

Gradiente de fertilidad del lote	Producción de forraje verde (kg/ha)	
	Siembra manual	Siembra con máquina
1	22.600	32.500
2	12.800	16.600
3	10.200	13.330

Gradiente de fertilidad del suelo: 1= más fértil, 2= intermedio, 3= menos fértil.

Fuente: Rincón, 2005

Luego del primer corte o cosecha de forraje se induce abundante formación de tallos y la arquitectura de la planta se transforma en un arbusto pequeño con considerable cantidad de tallos secundarios y de hojas. En el primer corte se puede obtener una producción promedio de 2000 kg de forraje verde por hectárea, la cual se incrementa en los años posteriores, Tabla 7.4. Los cortes posteriores se pueden hacer cada dos meses, con machete, haciendo corte en sesgo a 40 - 50 cm de altura (se puede tomar como referencia la altura a la rodilla), (Rincón *et al.*, 2007).

**Tabla 7.4.** Producción estimada de forraje verde (kg/ha) de *Cratylia argentea* en condiciones del piedemonte llanero.

Año	Forraje verde (kg/ha/año)
1	10.000 a 15.000
2	60.000 a 90.000
3	120.000 a 150.000

Fuente: Rincón *et al.*, (2007).

La *Cratylia* se caracteriza por presentar altos contenidos de proteína cruda (PC), bajo porcentaje de fibra en detergente neutro (FDN) y degradabilidad ruminal aceptable. En trabajos de CORPOICA, se encontró que a medida que la edad aumenta, disminuye el contenido de proteína, al pasar de 16.6% en el segundo mes a 12.2% en el cuarto mes. Estos valores en PC son menores a los reportados por Lascano (1995), que encontró en hojas liofilizadas de rebrote de tres meses en Carimagua, donde la PC fue de 18.6%. Similar comportamiento se obtuvo en la fibra en detergente neutro en este trabajo, que aumentó con la madurez pasando de 64.6 a 66.2%.

El mayor efecto de la madurez se observa sobre la degradabilidad de la materia seca que fue 40.4% en hojas y 42.1% en tallos, lo cual está asociado con incrementos en el contenido de pared celular (FDN y FDA), Tabla 7.5. La degradabilidad de esta leguminosa es regular en las tres edades evaluadas. Valores que concuerdan con lo encontrado por Lascano (1995), lo que confirma que *Cratylia argentea* es una leguminosa con altos niveles de PC fácilmente degradable en el rumen y con una digestibilidad *in vitro* media.

**Tabla 7.5.** Calidad nutritiva (%) de *Cratylia argentea* a los 2, 3 y 4 meses de edad, C.I. La Libertad.

Edad (meses)	Proteína Cruda	FDN	FDA	Degra- dabilidad
2	16.6	64.6	48.8	42.1
3	13.8	65.0	45.0	44.4
4	12.2	66.2	-	40.4

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal CORPOICA La Libertad

Trabajos desarrollados en fincas del sistema doble propósito del piedemonte del Meta muestran que *C. argentea* es una leguminosa que aporta niveles altos de PC (22%), moderados contenidos de FDA (34.1%) y FDN (54.2%). La concentración de minerales es considerada como buena y de micronutrientes como Cu, Zn y B con 5, 23 y 9 ppm, respectivamente (CORPOICA, 2007), Tabla 7.6.

**Tabla 7.6.** Composición química y mineral de la materia seca de *Cratylia argentea* a los 2, 3 y 4 meses de edad, C.I. La Libertad

Parámetro	Unidad	Valor
Materia seca	%	31.6
Proteína cruda	%	21.9
Fibra en Detergente Acido	% de MS	34.1
Fibra en Detergente Neutro	% de MS	54.2
Degradabilidad ruminal	MS a 48 h	53.5
Fósforo	% de MS	0.29
Potasio	% de MS	1.89
Calcio	% de MS	0.58
Magnesio	% de MS	0.25
Azufre	% de MS	0.24
Manganeso	% de MS	240.1
Zinc	ppm en MS	38.4
Cobre	ppm en MS	10.4
Hierro	ppm en MS	103.8

Fuente: CORPOICA, 2007.

## PRODUCCIÓN ANIMAL

*Cratylia argentea* es una leguminosa que es bien consumida por los bovinos tanto en estado fresco como conservada en ensilaje; bien sea recién cortada o puede dejarse secar unas horas, antes de ser ofrecida a los animales. Puede suministrarse sola o asociada con maíz, caña y pastos de corte. Por su alto contenido de proteína es ideal para mezclar con forrajes ricos en azúcares como la caña de azúcar.

Una forma de aumentar el número de animales por área y mejorar la producción de leche y carne en la finca, es mediante la suplementación a animales en pastoreo que puede ser con una mezcla de *Cratylia* y pasto de corte o caña de azúcar, Figura 7.6. Este suplemento se puede dar directamente a los animales en el potrero, en comederos protegidos de la lluvia. Un sistema práctico es cortar la leguminosa y entregarla directamente a los animales en la rama, sin necesidad de pasarla por la picapasto.



Figura 7.6. Cultivos de Caña forrajera y *Cratylia* para alimentación animal en el piedemonte del Meta.

## MAÍZ (*Zea mays*)

### DESCRIPCIÓN

Planta monoica con inflorescencias masculinas y femeninas en la misma planta. Su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2,5 m de altura, con un tallo erguido, rígido y sólido, compuesto a su vez por tres capas: una **epidermis** exterior, impermeable y transparente; una **pared** por donde circulan las sustancias alimenticias; y una **médula** de tejido esponjoso y blanco donde

almacena reservas alimenticias, en especial azúcares. Las hojas toman una forma alargada íntimamente enrollada al tallo, del cual nacen las espigas o *mazorcas*. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, que es la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta.

## MATERIALES

Cualquier variedad o híbrido de Maíz puede ser utilizada para la producción de forraje. Sin embargo, las variedades de porte alto, con gran número de hojas, tallos gruesos y vigorosos, con más de una mazorca por planta, son las mejores para este fin.

## USOS

El Maíz puede utilizarse en consumo humano y alimentación animal; especialmente el grano que se incorpora en el balanceo de dietas para monogástricos y rumiantes. Es un cultivo ideal para ensilar y proveer alimentos para los bovinos en las épocas del año en que hay baja oferta de forraje en las praderas o cuando se desea aprovechar más eficientemente la tierra, intensificando el sistema.

## ESTABLECIMIENTO

En suelos con limitaciones físicas se recomienda realizar la preparación del terreno con cincel y uno o dos pases de rastra, cuando no presenta esta problemática se puede hacer siembra directa. La cal dolomítica se aplica y se incorpora con un pase de rastra. La siembra en áreas grandes se realiza con sembradora en surcos distanciados a 80 cm, Figura 7.7; en áreas pequeñas se puede hacer en forma tradicional a "chuzo" colocando dos granos por sitio de siembra.

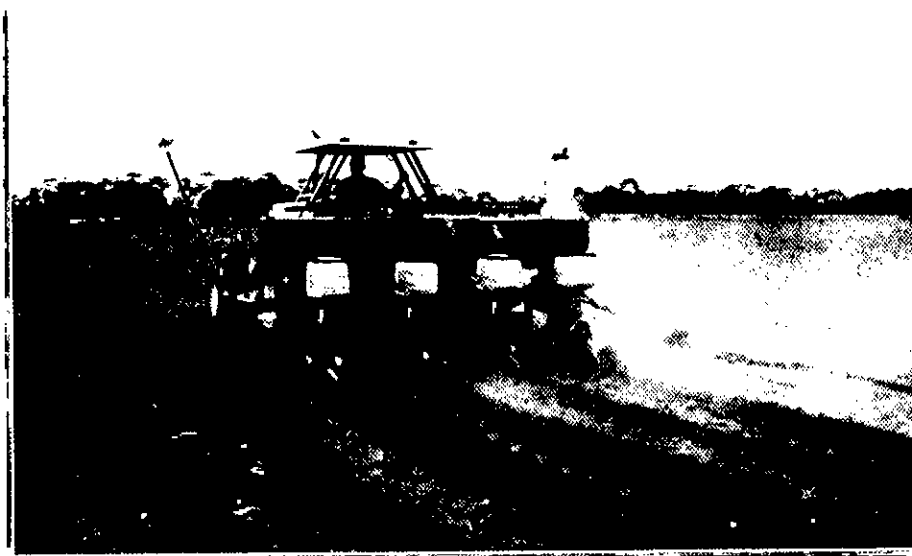


Figura 7.7. Siembra en surcos del cultivo de maíz.

La cantidad de semilla por hectárea depende de la variedad. Para el Maíz Guacavia que presenta grano grande (2.500 semillas/kg) se requieren 30 – 35 kg/ha, mientras que para híbridos comerciales como AGRI 344 o SOMA que son de grano pequeño (3.750 semillas/kg), se utilizan 20 – 25 kg/ha.

Estas cantidades de semilla permiten obtener poblaciones aproximadas a las 80.000 plantas por hectárea, con las cuales se logran los mayores rendimientos de forraje.

En suelos ácidos de la Orinoquia, con alta saturación de aluminio y bajos contenidos de nutrientes, se recomienda aplicar e incorporar 60 días antes de la siembra, entre una y dos toneladas por hectárea de cal dolomítica en el primer año y en los años posteriores 500 kg/ha.

Al momento de la siembra se aplica DAP, cloruro de potasio y sulfato de zinc. La urea se fracciona en dos aplicaciones así: 50% a los 15 días de la siembra y 50% a los 35 días, en tanto el KCl 75% en la siembra y 25% a los 15 dds. En suelos con mejores características químicas y sin problemas de aluminio, no se requiere encalar y se aplican niveles más bajos de fertilizantes.

## PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS

Para prevenir problemas con malezas, los mejores resultados se han obtenido con la aplicación de un herbicida preemergente como la Atrazina en dosis de 2 a 3 litros/ha. Las malezas pueden afectar el normal desarrollo del cultivo durante las primeras tres a cinco semanas.

Las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de Maíz para forraje, son el gusano cogollero y diatraea, especialmente si la siembra se hace en el segundo semestre del año. Una forma de prevenir estos ataques, es mediante el control biológico que se hace con la liberación semanal de 12 masas de *Telenomus sp.* desde antes de la siembra del cultivo y hasta los 35 días después de la emergencia y 50 pulgadas/ha de *Trichograma sp.* cuando el cultivo tiene entre 20 y 60 días de edad (Pérez *et al.*, 2003).



Figura 7.8. Desarrollo del Maíz a los 15 días después de la siembra.

Cuando el daño por el gusano cogollero es mayor del 30% y la presencia de estados iniciales de la plaga es abundante, el control se hace preferiblemente con insecticidas biológicos (inhibidores de síntesis de quitina y simuladores de ecdisona) en forma localizada o fumigando con insecticidas líquidos.

Otra plaga que se puede presentar en la fase de establecimiento del cultivo, es la hormiga arriera (*Atta sp.*) la cual debe ser controlada insuflando los hormigueros con un insecticida en polvo como Lorsban.

## PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE

La cosecha del Maíz para forraje se realiza entre los 75 y 85 días de edad del cultivo, cuando el grano se encuentra en estado lechoso-pastoso o "choclo", Figura 7.9. En variedades regionales de Maíz (Guacavía, Puyita y Clavito) el forraje está compuesto por 56-63% de tallos, 15-20% de hojas y 21-25% de mazorcas.

Entre los factores que determinan el rendimiento de forraje del maíz se encuentran las características físicas y químicas del suelo, la variedad y las prácticas de manejo agronómico del cultivo.

La variedad Guacavía produce entre 30 y 40 t/ha de forraje en el primer semestre. En el piedemonte del Meta y Casanare y en la altillanura, con dos cosechas por año se pueden esperar entre 60 y 80 t/ha de forraje verde, Tabla 7.7. La producción promedio de las variedades Puyita y Clavito fue de 25 y 26 t/ha, respectivamente, (CORPOICA, 2001).

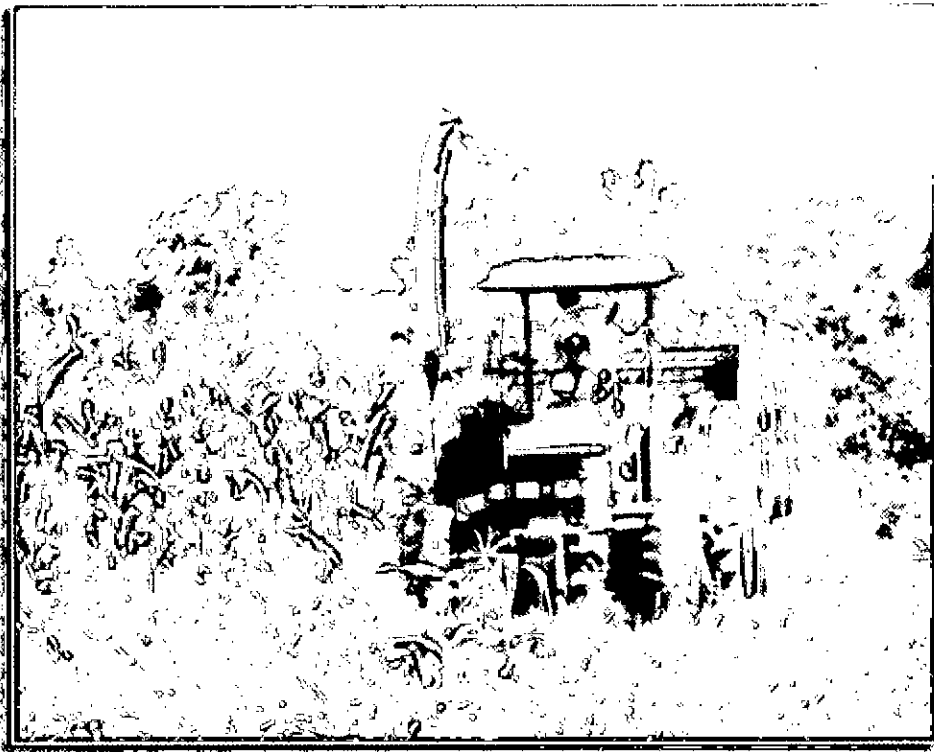


Figura 7.9. Cosecha del forraje de Maíz a los 80 días después de la siembra.

**Tabla 7.7.** Producción de forraje verde de variedades de Maíz en diferentes localidades de la Orinoquia colombiana

Localidad	Producción de biomasa (kg/ha)			
	Guacavia	Puyita	Clavito	AGRI 344
C. La Libertad	37.0	30.0	30.0	-
C. Carnagua *	31.6 - 40.0	24.3	25.3	-
Cubarraí	-	-	-	35.5 - 60.0
Acacias (Meta)	30.0	16.2	18.5	-
Castilla	16.8 - 26.0	-	-	38.5 - 57.0
Cumaraí (Meta)	36.0	-	-	-
Maní (Casanare)	40.0	24.4	30.0	-
Paz de Arporo (Casanare)	30.0	-	-	-
Hato Corozal (Casanare)	17.3	-	-	-
Fortul (Arauca)	40.9(A)-85.5(B)	29.7	-	-

Fuente: Programa Pecuario CORPOICA C. La Libertad 2002-2003-2009

(A) semestre A (B) semestre B

En trabajos desarrollados por CORPOICA en fincas de productores en el piedemonte llanero los rendimientos de forraje con la variedad Guacavia oscilaron entre 22 y 35 t/ha y con el híbrido AGRI 344 entre 35,5 y 60 t/ha (CORPOICA, 2009, datos sin publicar).

En general, la calidad nutritiva del forraje es similar en las diferentes variedades e híbridos. Al momento de la cosecha (75 a 85 días) en condiciones del piedemonte, el contenido de proteína (7 a 9%) es ligeramente superior al encontrado en la altillanura (6 a 7%), la degradabilidad es buena (superior a 65%) en las dos localidades y la fibra en detergente neutro es superior en el piedemonte, principalmente para el Maíz Guacavia con un valor de 62.3% (CORPOICA, 2000), Tabla 7.8.

**Tabla 7.8.** Calidad nutritiva de variedades regionales de maíz para forraje a los 80 días, en el piedemonte del Meta y la altillanura colombiana.

Parámetro (%)	Guacavia		Puyita		Clavito	
	Piedemonte	Altillanura	Piedemonte	Altillanura	Piedemonte	Altillanura
PC	10.2	6.1	10.9	6.5	8.9	6.1
D:VMS	67.0	66.1	68.5	65.5	67.2	67.5
FDN	70.0	54.3	65.8	54.9	66.8	56.5

PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; D:VMS: Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca

Fuente: Informe anual 2000 Programa de Investigación Pecuario CORPOICA C. La Libertad

Bueno *et al.*, (2003), en fincas del piedemonte del Meta, encontraron que los contenidos de proteína cruda, pared celular (FDN), materia seca y digestibilidad del forraje están influenciados por la edad de la planta, Tabla 7.9. A mayor edad de cosecha del forraje, se incrementan los contenidos de materia seca, pared celular y forraje verde y decrecen los contenidos de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca.

La calidad del ensilaje de Maíz se puede mejorar con la adición de urea y melaza al 5%, o de una leguminosa como Caupi, Cratylia o Matarratón, en proporciones entre el 15 y 30% más un 5% de melaza. De esta forma los contenidos de proteína cruda pasan de 7.4% a un rango entre 10.5 y 17.0%.

**Tabla 7.9.** Composición nutricional y producción de forraje verde de Maíz (t/ha), a diferentes días de edad del cultivo, en el piedemonte llanero (2002-2003)

Edad de corte (días)	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	DIVMS (%)	F V (t/ha)
30	12 - 14	15 - 18	50 - 64	80 - 81	5 - 7
45	13 - 15	10 - 16	53 - 56	68 - 71	16 - 29
60	27 - 31	7 - 8	50 - 55	70 - 77	18 - 37
75	23 - 36	6 - 10	57 - 72	52 - 62	28 - 39

MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; DIVMS: Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca; FV: Forraje Verde; FS: forraje seco.

Fuente: Bueno, 2003

Bueno *et al.*, (2003) reportan que la mezcla de leguminosas con gramíneas en el ensilaje, mejora ostensiblemente la calidad nutricional del forraje, al modificar la oferta de proteína de 8.3% (Maíz) a 11.1 - 12.0% (Maíz-Soya), Tabla 7.10.

**Tabla 7.10.** Contenido nutricional del forraje ensilado con diferentes niveles de inclusión de cultivos en el piedemonte llanero.

Asociación	Materia seca (%)	PC (%)	FDN (%)	DIVMS (%)
Ensilaje maíz	29.7	8.3	59.8	64.8
Ensilaje maíz 65%+ soya 35%	29.2	12.0	59.8	60.0
Ensilaje millo 75%+ caupí 25%	29.5	11.1	57.4	59.9
Ensilaje millo 70%+ soya 30%	32.3	11.8	54.8	65.6

PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; DIVMS: Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca; FV: Forraje Verde.

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal - Bueno, 2003.

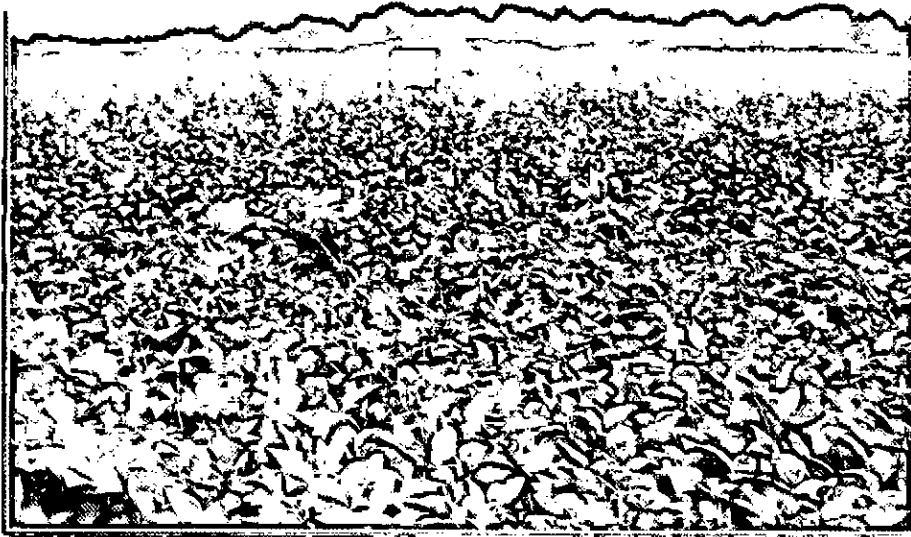
## PRODUCCIÓN ANIMAL

En Cubarral (Meta) vacas doble propósito en pastoreo de *B. decumbens* suplementadas con silo de Maíz 65%-Soya 35% y Millo 75%-Caupí 25%, durante 121 días en verano mantuvieron una producción promedio de leche de 6.4 l/vaca/día; mientras que durante la época de lluvias (107 días) rindieron en promedio 5.0 l/vaca/día, lo que representa un incremento del 56,1% y 21,9%, respectivamente en relación con la producción promedio regional, (Bueno *et al.*, 2003).

## SOYA (*Glycine max*)

### Descripción

La soya es una leguminosa perenne de clima tropical, importante como fuente primaria de aceite y proteína para concentrados en alimentación animal. Posee tallos finos, largos y erectos. Las hojas tienen el aspecto típico de las leguminosas (Figura 7.10); la inflorescencia consiste en



**Figura 7.10.** Cultivo de la soya CORPOICA Taluma 5 en el piedemonte llanero.

un racimo axilar que produce legumbres cortas y peludas, su sistema radicular es profundo. Es una especie que produce grano con alto contenido de aceite (20-22%) y de proteína (30-46%), además del forraje que contiene entre 20 - 24% de proteína, con una demanda creciente como materia prima fundamental en la producción de alimentos concentrados y aditivo en la conservación de forrajes.

## **MATERIALES: CORPOICA Taluma-5**

### **Adaptación**

El fríjol soya es un cultivo de zona templada, con buena adaptación y productividad en la zona tropical. Se desarrolla en pisos térmicos desde 0 a 2000 msnm, en suelos de topografía plana, bien drenados, con precipitaciones de 800 a 1800 mm/año, aunque soporta períodos cortos de sequía. En los Llanos Orientales, los suelos de vega y vegones presentan condiciones favorables, como: buena profundidad, fertilidad media a alta, textura franco a franco arcillo-arenosa y saturación de aluminio menor a 20%, para el desarrollo del cultivo. Es más exigente en fósforo y potasio que otras leguminosas, (Caicedo y Valencia, 1994).

### **Usos**

Ensilaje. El forraje de soya se puede utilizar en forma integral en asociación con gramíneas (millo, caña y maíz), para balancear dietas y mejorar la calidad del forraje suministrado en la alimentación de bovinos en los sistemas de producción de la Orinoquia.

### **Establecimiento**

En general se recomienda para la preparación del terreno y de acuerdo con las características físicas del suelo, un pase de cincel, uno o dos de rastra y uno de pulidor (Pérez *et al.*, 2003). La siem-

bra de soya para producción de forraje depende del tipo de maquina a utilizar para la cosecha, puede realizarse al chorrillo en surcos distanciados desde 17 cm (cosechadora de alta densidad) hasta 40 cm (cosechadora de surcos), utilizando por hectárea 40 – 80 kg de semilla previamente inoculada con la cepa de *Bradyrhizobium japonicum* (ICA J-01) en dosis de 5g/kg de semilla. Es conveniente aplicar fungicida (Vitavax 1g/kg de semilla) para evitar problemas con hongos. La profundidad máxima de siembra en la mayoría de suelos es de 4 a 5 cm (Carmen, 1989).

Para fertilización del cultivo es necesario apoyarse en el análisis físico químico de suelos. En suelos ácidos característicos de la Orinoquia, se recomienda aplicar e incorporar 20 a 30 días antes de la siembra 500 – 1000 kg/ha de cal dolomítica. Al momento de la siembra aplicar superfosfato triple o DAP (100 a 150 kg/ha), cloruro de potasio (100 - 150 kg/ha), sulfato de zinc (15 - 20 kg/ha) o borocinco (10 – 15 kg/ha)

### Plagas, enfermedades y malezas

Las practicas agronómicas para el cultivo, como: buena y adecuada preparación del lote, densidades de siembra recomendadas, semillas libres de malezas, siembra en surcos e inoculación eficiente entre otras, ayudan a soportar e incluso controlar las malezas. La integración de estrategias de manejo mecánico, manuales y químicos permite obtener los mejores resultados, (Caicedo y Valencia, 1994).

En el piedemonte llanero y la Orinoquia bien drenada, varias especies de insectos dañinos se encuentran asociados con el cultivo de soya. Debido al buen control natural existente, en su mayoría son plagas secundarias y solo algunas como *Maruca testulalis*, *Anticarsia gemmatalis* (Figura 7.11) y el complejo de crisomélidos se pueden considerar ocasionalmente de importancia económica para el cultivo (León, 1994). En el caso de la producción de forraje de soya los crisomélidos se constituyen en la principal limitante.



Figura 7.11. Daño ocasionado por la larva de *Anticarsia gemmatalis* sobre el follaje de soya.

El Manejo Integrado de Plagas (M.I.P) aprovecha al máximo los diferentes métodos, con base en la correcta estimación de las poblaciones, para mantener los insectos dañinos en niveles que no ocasionen pérdidas económicas. Los principales métodos utilizados en el MIP, incluyen el control biológico (*Trichogramma sp*, *Polistes sp*), microbiológico (*Bacillus sp*, *Beauveria sp*, *Metarrhizium sp*), mecánico, cultural (preparación del suelo, control de malezas), la resistencia de plantas y el control químico (inhibidores de síntesis de quitina) (Pérez *et al.*, 2003)

En la altillanura se presenta alta incidencia de hormigas arrieras (*Acromirmex sp* y *Atta sp*) que pueden ocasionar daño, especialmente durante el establecimiento del cultivo. Para su control se puede insuflar un insecticida en polvo como el Lorsban.

### Producción y calidad nutricional del forraje

En los Llanos orientales la cosecha se debe realizar a los 65 días de edad, cuando la relación entre cantidad de forraje y contenido nutricional es alta. En evaluaciones desarrolladas en el piedemonte del Meta, Bueno *et al.*, (2003) encontraron que los rendimientos de forraje verde oscilan entre 17 y 20 t/ha. Igual comportamiento reporta Pardo *et al.*, (2004) con la asociación de Millo – Soya en diferentes proporciones, donde las producciones de forraje fresco alcanzaron 14.8 a 24.4 t/ha.

Tanto el grano como el forraje de Soya, son fuentes con alto valor nutricional por el contenido de proteína. La concentración de proteína (37-38%) y de energía (3.4 – 4.2 Kcal. de energía metabolizable) en el grano, lo hace un componente de gran importancia en las raciones para la alimentación animal (Pardo *et al.*, 2004).

Buitrago (1992), reporta que aunque la torta de Soya tiene mayor contenido de proteína (45 – 46%), el aceite (18 – 20 %) en el grano de Soya presenta niveles superiores de energía en relación con los observados en la torta de Soya (2.3 – 3.2 Mcal de energía metabolizable).

En el piedemonte llanero el forraje de soya presenta contenidos de PC de 14 a 24%, FDN de 37 a 48% y alta digestibilidad de la materia seca con valores entre 71 y 77%, Tabla 7.11.

### Producción animal

En CORPOICA C.I. La Libertad, en un experimento con novillos en pastoreo rotacional de *B. decumbens* suplementados a diario con silo de maíz 50% + soya 50% (10 kg/animal) y un kg/animal de la mezcla harina de arroz 50% + torta de soya 50%, durante la fase final de la época seca (67 días), se obtuvieron ganancias de peso promedio de 602 g/an/día y rendimientos de 406 kg/ha; permitiendo mantener cargas altas de 7.7 animales/ha (Medina *et al.*, 2003)

En Guamal (Meta) la respuesta productiva a la suplementación con ensilaje de millo 70% - soya 30% en vacas doble propósito en el primer tercio de lactancia durante la época seca y lluviosa, permitió mantener la producción diaria de leche promedio en 7.7 l/vaca/día (Bueno *et al.*, 2003).

**Tabla 7.11.** Composición nutricional del forraje verde de Soya en fincas del piedemonte Llanero (2002-2003).

Parámetro	Valor
Materia seca (%)	22 – 36
Proteína Cruda (%)	14 – 24
FDN (%)	37– 48
DIVMS (%)	71 – 77

FDN: Fibra Detergente Neutra; DIVMS: Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca.

Fuente: CORPOICA-PRONATTA 2003.

# Bibliografía

- Argel, P. J.; Hidalgo, C.; González, J.; Lobo, M.; Acuña, V. y Jiménez, C. 2001. Cultivar Veranera (*Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze). Una leguminosa arbustiva para la ganadería de América Latina tropical. Consorcio tropileche (CATIE, CIAT, ECAG, MAG, UCR). Boletín técnico. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. (MAG). 26 p
- Botero, R. 1993. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenible. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Cali - Colombia. 21 p.
- Botero, R., Preston, T. 1989. El uso de la caña de azúcar para el engorde intensivo del ganado. Carta Ganadera. 26(6):44-48.
- Bueno G.; Mojica, J. E y Pardo B., O. 2003. Alimentación bovina con base en cultivos forrajeros en fincas de pequeños productores del piedemonte del Meta. Boletín de Investigación No 3. CORPOICA. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Buitrago, J. 1992. Soya Integral en la Alimentación Animal. Asociación Americana de Soya. Santa fe de Bogota DC. Colombia.
- Caicedo, S. y Valencia, R. 1994. Producción de soya en suelos de vega de los Llanos Orientales. En Corpoica – SEAGRO. Memorias: curso de manejo agronómico de cultivos anuales. Tame (Arauca). pp. 23 –33.
- Carmen, H. 1989. Establecimiento del cultivo de soya (*Glycine max* (L) Merrill) en suelos de vega del piedemonte del Meta. En: Aspectos del cultivo de soya en los Llanos Orientales. ICA. Villavicencio. pp. 1 – 16.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 1999. Informe anual de actividades programa regional de investigación pecuaria. Corpoica, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2000. Informe anual del proyecto de forrajes. Programa Regional Pecuaria. Corpoica, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2001. Informe anual del proyecto de forrajes. Programa Regional Pecuaria. Corpoica, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia. Corpoica, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2002. Informe Anual de Actividades Programa Regional de Investigación Pecuaria. Corpoica, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2003. Informe Anual de Actividades Programa Regional de Investigación Pecuaria Corpoica, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia..
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) 2006. Laboratorio de Nutrición Animal. Informe anual Programa Pecuaria. Corpoica, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2007. Informe final proyecto “Modelo de aplicación participativa de tecnología pecuaria en tres núcleos del sistema bovino doble propósito del Departamento del Meta. CORPOICA-Gobernación del Meta. C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- FEDEGAN – FNG. 2006. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019. Primera edición. Bogotá DC. Noviembre de 2006. 294 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. 1987. La planta de maíz para ensilaje. Segunda edición. 69 p.
- Lascano, C. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Potencial del genero *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*. Brasilia D.F. Brasil. pp. 83 - 97.
- Lascano, C.; Rincón, A.; Plazas, C.; Ávila, P.; Bueno G.; Argel, P. J. 2002. Veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze): leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados se sequía en Colombia. CORPOICA. CIAT. 28 p.
- León, G.A. 1994. Manejo integrado de plagas para los Llanos Orientales. En: Memorias curso de manejo agronómico de cultivos anuales. CORPOICA. SEAGRO. Tame (Arauca).

- Medrano, J.; Bueno, G.; Pardo, O.; Mojica, E. 2003. Informe Final Proyecto "Generación de sistemas de alimentación con base en cultivos para intensificar los sistemas doble propósito y ceba de pequeños productores del piedemonte del Meta". CORPOICA-PRONATTA. Villavicencio, Meta. Colombia
- Pardo, O.; Pérez, R.; Bueno, G.; Medrano, J. 2000. Sistemas de conservación de forrajes; información técnica CORPOICA Reginal 8; año 4 número 31; Villavicencio, Meta, Colombia.
- Parra A., J. L.; Barajas, D. P.; Velásquez, J. H.; Onofre, H. G.; Durán, P. R.; Colmenares, O. y González, J. E. 2000. Características tecnológicas del sistema de producción bovino doble propósito en el piedemonte llanero. CORPOICA-PRONATTA. Villavicencio, Meta. Colombia. 26 p.
- Parra, J. L.; Onofre, G.; Velásquez, H. 2000. Modelo de Asistencia Técnica e Integral Pecuaria para pequeños y medianos productores del sistema doble propósito del piedemonte llanero. CORPOICA PRONATTA. Villavicencio, Meta. Colombia. 228 p.
- Pérez B, R.; Rincón, A. y Cuesta, P. 2002. Cultivos forrajeros como estrategia para intensificar la producción animal en el piedemonte llanero de Colombia. En: Manual técnico "Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la Orinoquia y el piedemonte Caquetense". CORPOICA. pp. 57 – 63
- Pérez L. O.; Pérez B., R. A.; Bueno G., G. A.; Mojica R., E. 2003. Cultivos para alimentación animal en sistemas de producción bovina de la Orinoquia colombiana. Boletín técnico No. 44. CORPOICA – MADR. Villavicencio, Meta, Colombia. 48p.
- Queiroz, L. P. de y Coradín, L. 1995. Biogeografía de *Cratylia* e áreas prioritarias para colecta. En: Pizarro, E.A y Coradín, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. EMBRAPA, Cenargen, CPAC y CIAT. Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 de Junio de 1995. Brasilia. Brasil. 128 p
- Rendón, W. de J. 1999. Producción eficiente del cultivo de caña y obtención de productos en el Departamento de Arauca. Boletín técnico No. 17 CORPOICA-PRONATTA. Villavicencio, Meta. Colombia. 34 p.
- Rincón, A.; Pérez, R.; Pérez, O.; Vargas, O. 2000. Cultivos promisorios para la alimentación animal en sistemas de producción bovina en la Orinoquia colombiana. Información técnica CORPOICA Reg. 8; año 4 número 28; Villavicencio, Meta, Colombia. 8 p.
- Rincón, A.; Pérez, R.; Pérez, O.; Vargas, O. 2005. Evaluación agronómica de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el piedemonte llanero. *Corpoica* (6)2: 60-68
- Rincón, A.; Pérez, R.; Pérez, O.; Vargas, O. 2005. Ceba de bovinos en pasturas de *Brachiaria decumbens* suplementados con caña de azúcar y *Cratylia argentea*. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 27(1):2-12
- Rincón, A.; Pérez, R.; Pérez, O.; Vargas, O. 2006. Informe anual Programa Pecuario. CORPOICA, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia
- Rincón, A.; Pérez, R.; Pérez, O.; Vargas, O.; Pardo O.; Parra, J. L.; Cerinza O.; Pinzón S.; Correal W. y Rojas A. 2007. Establecimiento, manejo y uso de la leguminosa arbustiva forrajera *Cratylia argentea* cv. Veranera en el piedemonte llanero. Manual técnico No. 13. CORPOICA, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. 24 p.
- Torres, L. G. 1994. El cultivo del Maíz. Boletín técnico. ICA-CORPOICA, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. 11 p.

Biblioteca Agropecuaria  
de Colombia - BAC



010100028040



Libertad y Orden

Ministerio de Agricultura y  
Desarrollo Rural



FEDEGAN  
FONDO NACIONAL DEL GANADERO FNG

Colombia,  
mi país  
patria amada,  
por ti todo

ISBN: 978-958-740-0



SEMILLAS  
CORPOICA



SEMILLAS  
VEGETARIAS  
DE ALTA CALIDAD  
CORPOICA



INSUMOS  
AGRICOLAS  
ORGANICOS  
CORPOICA



BIOFABRICAS  
CORPOICA



SERVICIOS  
TECNOLOGICOS  
CORPOICA



SOLUCIONES  
TECNOLOGICAS  
PARA LA GANADERIA  
CORPOICA



SISTEMAS  
EXPERTOS  
CORPOICA



PRODUCTOS  
AGROPECUARIOS  
CORPOICA



MARINARIA  
CORPOICA

9 789587 14003