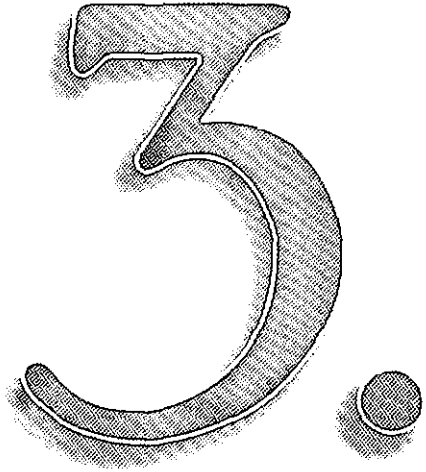


ESTABLECIMIENTO DE PASTOS EN SISTEMAS GANADEROS DE LOS LLANOS COLOMBIANOS



Álvaro Rincón Castillo¹
Samuel Caicedo Guerrero²

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 establecimiento

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

2 I.A. M. Sc. Investigador CORPOICA C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia. 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. pintoí*) 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 Orinoquía 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 Orinoquia 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.

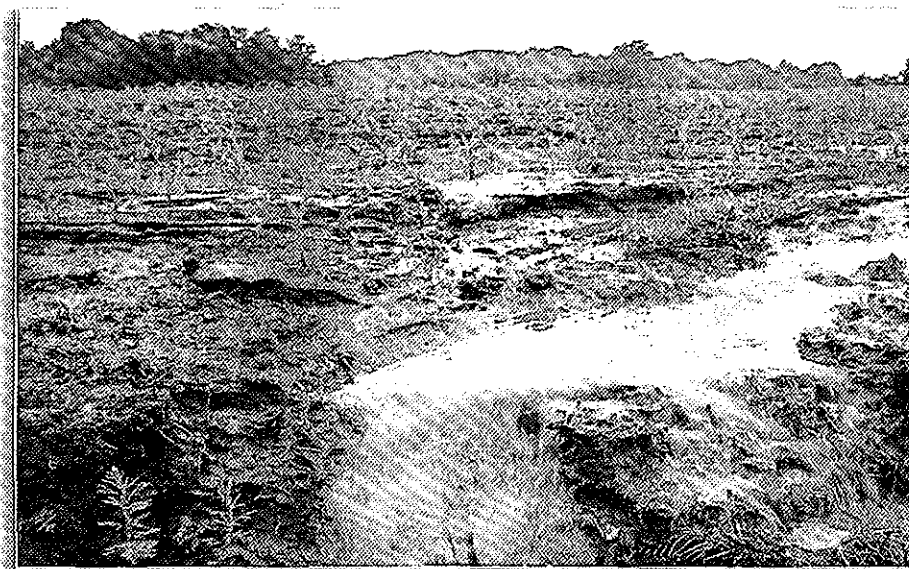


Figura 3.2. Erosión por agua de escorrentía por sobrepreparación de suelos franco arenosos en la altillanura.

- 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 rastrojos, 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 queda 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 *cinceles vibratorios* (Figura 3.4) y las combinaciones de estos con un pase de implemento de disco (Caicedo, 2004).

Los *cinceles 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 *cinceles 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.

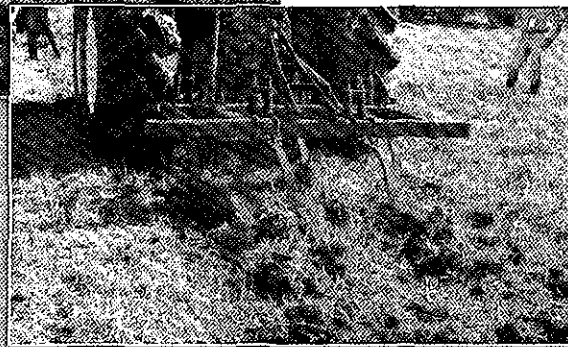


Figura 3.4.
Labranza con arado
de cincel vibratorio.

◆ 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 común 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

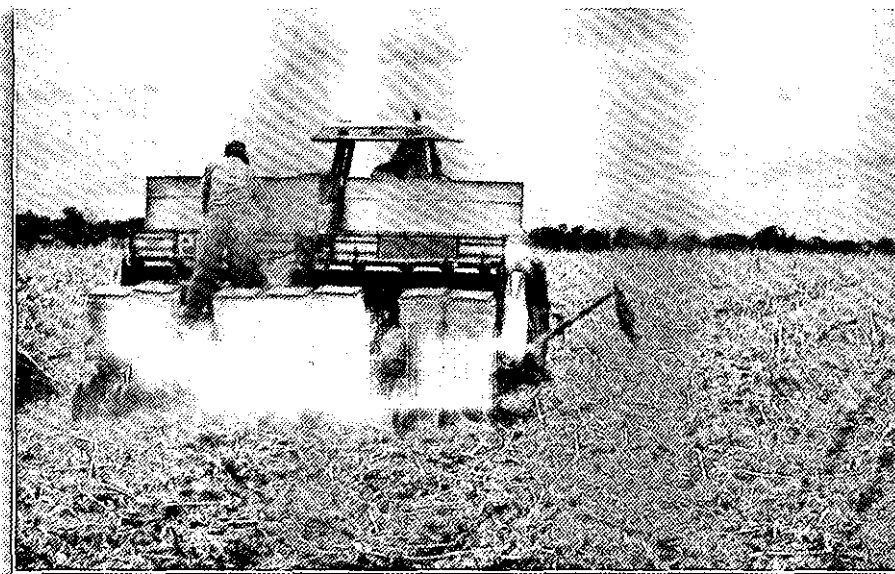


Figura 3.5. Sembradora de siembra directa.

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 prostrado 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 cariópsides 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. dictyonera*), 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 (%)
Gramíneas		
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto Amargo	35
<i>Brachiaria dictyonera</i>	Pasto Llanero	10
<i>Brachiaria humidicola</i>	Pasto Dulce	22
<i>Panicum maximum</i>	Pasto Guinea	10
Leguminosas		
<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
Gramíneas		
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto Amargo	227
<i>Brachiaria humidicola</i>	Pasto Dulce	238
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	Pasto Llanero	183
<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
Leguminosas		
<i>Desmodium ovalifolium</i>	Maquenque	500
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzu	88
<i>Stylosanthes capitata</i>	Capica	435
<i>Arachis pintoi</i>	Maní forrajero	6.0

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 ¹	Población descartada ² (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

¹ Se asume una pérdida de 25% en la siembra.

² 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 Pelafizado	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:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ g} \quad \text{_____} \quad 192 \text{ semillas} \\ 3.000 \text{ g} \quad \text{_____} \quad X \end{array}$$

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

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/m² 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 m², 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 del 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)	0.37 - 0.54	0.40 - 1.54	0.24 - 3.64	0.20 - 0.56
Mg (me/100 g)	0.07 - 0.15	0.10 - 0.83	0.08 - 1.00	0.07 - 0.16
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 - 1.8	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 (%)	69.5 - 81.0	67.3 - 55.6	67.8 - 25.0	80.6 - 76.7

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).

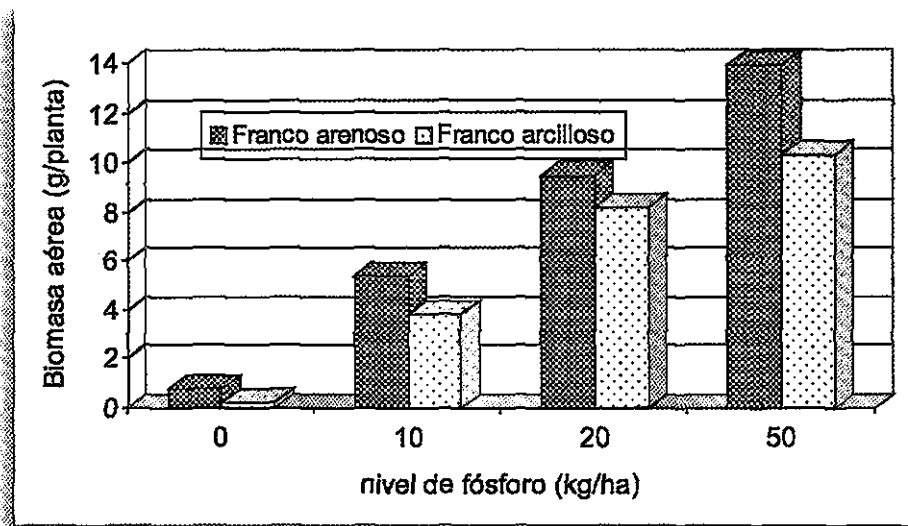


Figura 3.7. Efecto de la aplicación de fósforo (P) sobre biomasa aérea de *B. dictyoneura* en dos suelos ácidos de la altillanura (Rao et al., 1998).

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</i> sp)
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 (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 (ma/100g)	0.06	0.12	47	94	47
Azufre (ppm)	2	20	4	40	36

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	780 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
Escorias Thomas (Abono Paz de Rio)		4		34	1	
Roca fosfórica		8 - 13		20 - 30		
Cloruro de potasio			80			
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		
Kieserita					14.5	20
15-15-15	15	6.6	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			

aluminio, hierro, formando compuestos que no son solubles. Además como este fósforo presente en las rocas fosfóricas es de lenta solubilidad y gran parte es fijado por las arcillas, es decir que no queda disponible para las plantas, entonces se sugiere duplicar esta cantidad, por lo tanto, la cantidad de fosforita a aplicar sería de 400 kg/ha.

Magnesio (Mg):

100 kg de cal dolomítica contienen..... 10 kg de Mg
 x 12 kg de Mg

$$\text{Cal dolomítica} = \frac{12 \times 100}{10} = 120 \text{ kg/ha}$$

Potasio (K):

100 kg de cloruro de potasio contienen.....50 kg de K
 X 47 kg de K

$$\text{Cloruro de potasio} = \frac{47 \times 100}{50} = 94 \text{ kg/ha}$$

Azufre (S):

100 kg de yeso agrícola contienen..... 15 kg de S
 X 36 kg de S

$$\text{Yeso agrícola} = \frac{36 \times 100}{15} = 240 \text{ kg/ha}$$

Calcio aplicado con la roca fosfórica, cal dolomítica y yeso agrícola:

Calcio (Ca) de la fosforita Huila:

$$\frac{400 \text{ kg de F. Huila} \times 30 \text{ kg de Ca}}{100 \text{ kg de F. Huila}} = 120 \text{ kg de Ca/ha}$$

Calcio (Ca) de la cal dolomítica:

$$\frac{120 \text{ kg de cal dolomítica} \times 30 \text{ kg de Ca}}{100 \text{ kg de cal dolomítica}} = 36 \text{ kg de Ca/ha}$$

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).

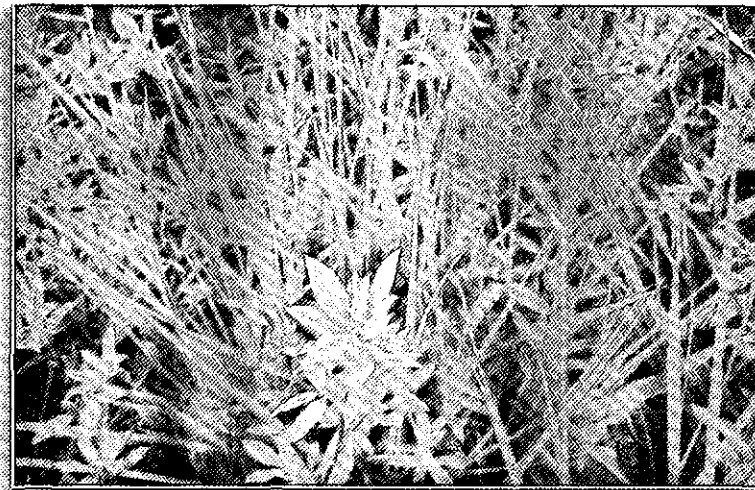


Figura 3.8. Asociación de *B. decumbens* con capica en un suelo franco arenoso de la altillanura.

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

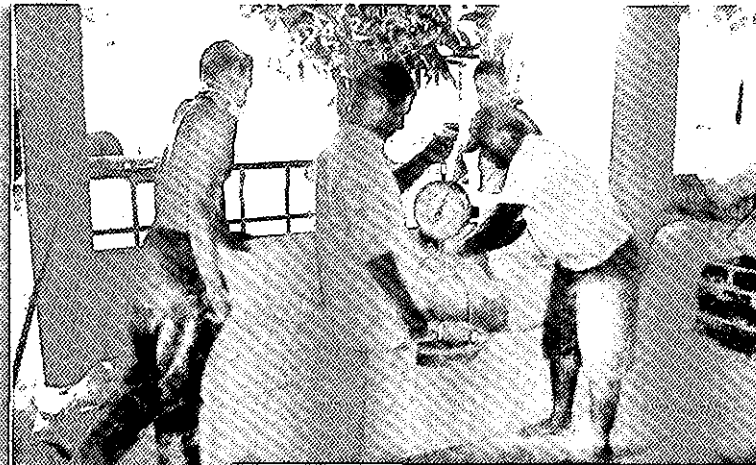


Figura 3.9.
Mezcla de las semillas de los pastos con los fertilizantes para hacer la siembra.

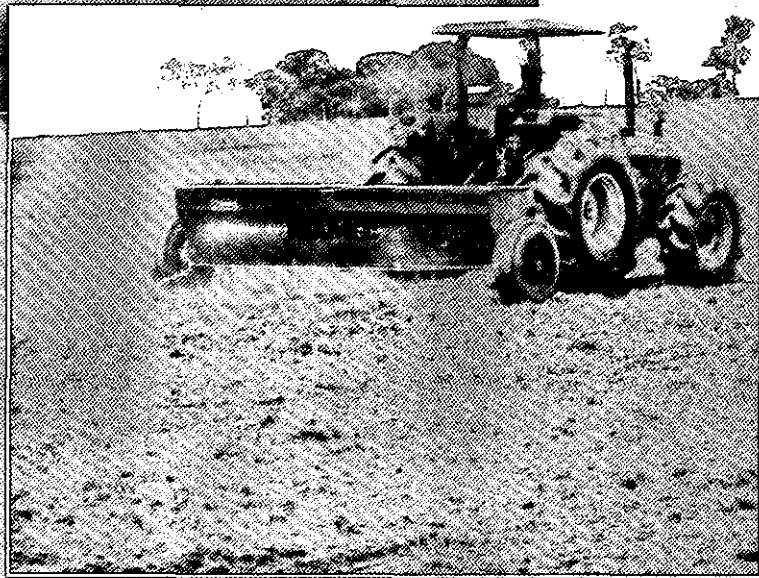


Figura 3.10.
Siembra de especies forrajeras con encaladora.

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.

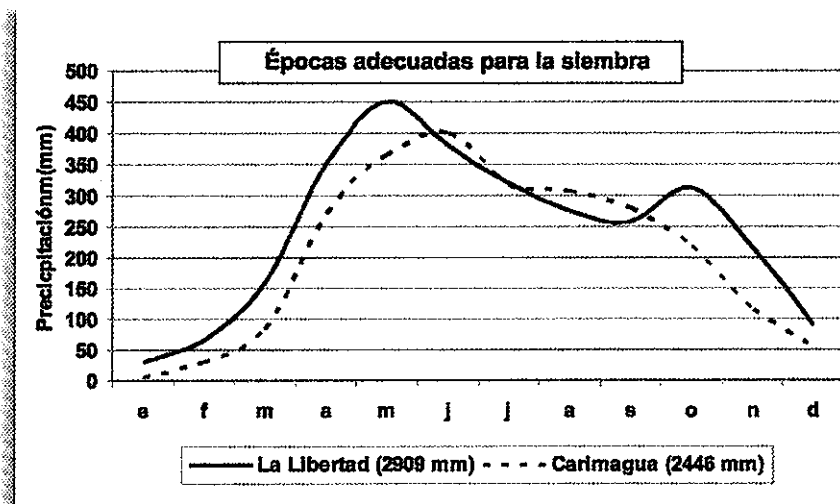


Figura 3.11. Épocas recomendadas para la siembra de pastos en la Orinoquia colombiana



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 ¹		A los 14 días dds		A los 21 días dds	
	Plantas*	%	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	

¹ dds: días después de la siembra

* 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:

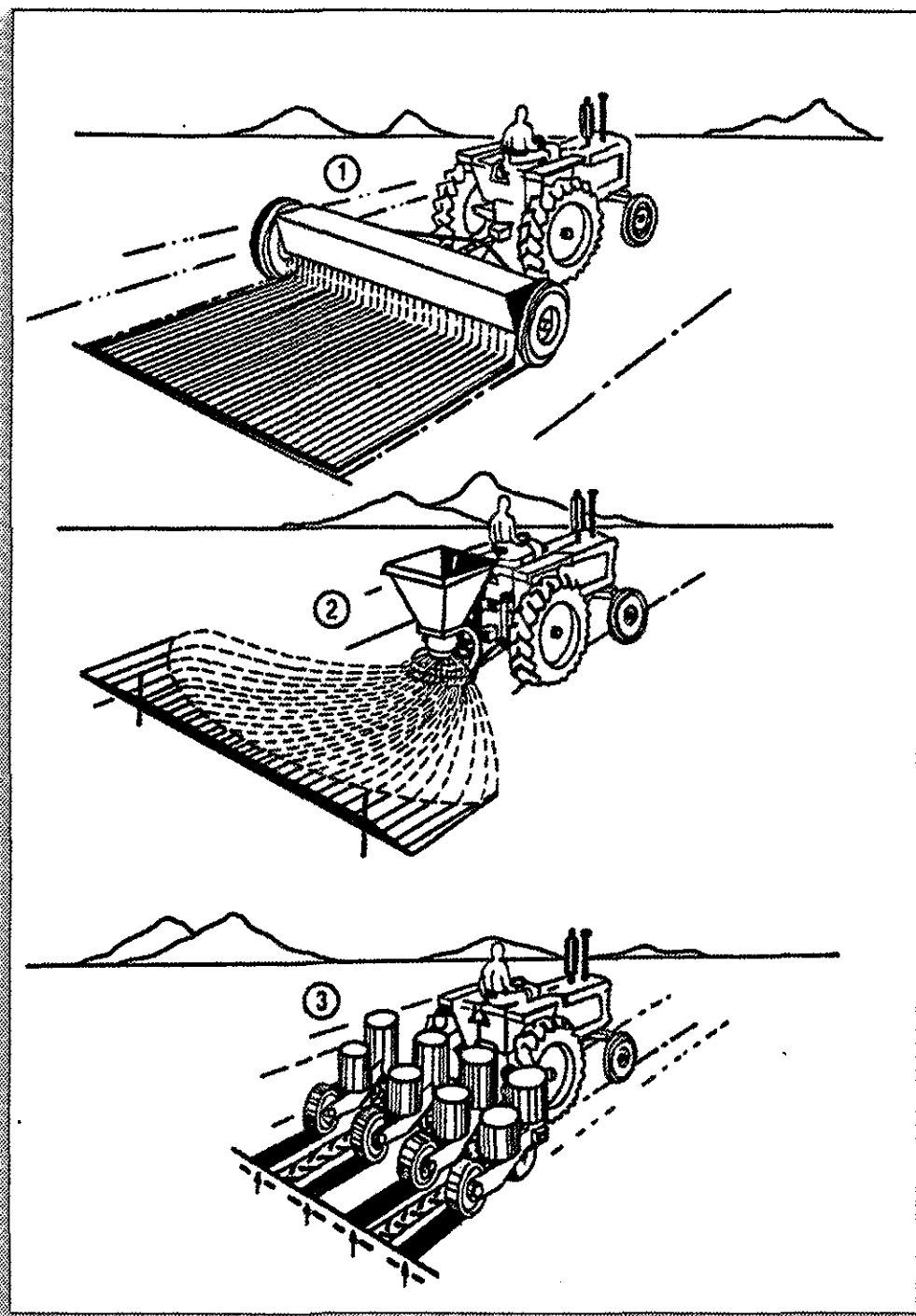


Figura 3.13. Siembra de pastos. 1. con encaladora. 2. con voleadora. 3. con sembradora abonadora en surcos (Acosta et al., 1995).

- 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 x 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 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. pintoi*, 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. pintoi* 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 m² 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 3.15.
Siembra del material
vegetativo de pastos
en forma manual.



Figura 3.16.
Obtención de material
vegetativo de Brachiaria.

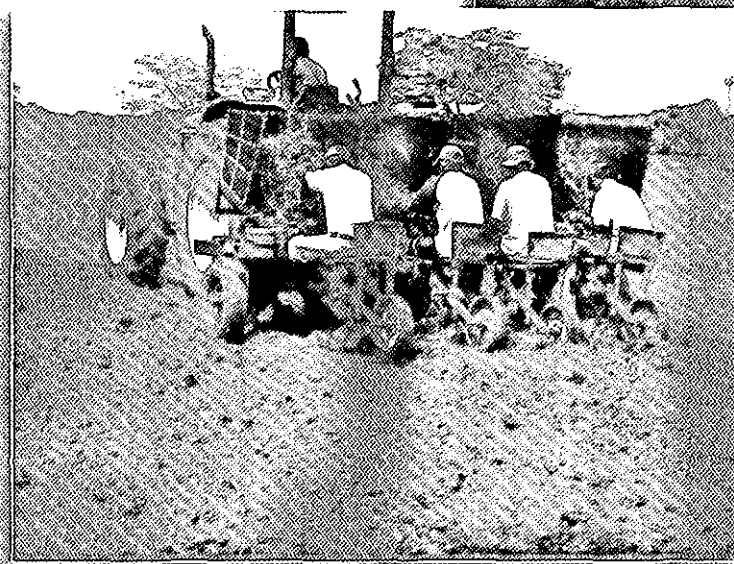


Figura 3.17. Establecimiento
de la asociación gramínea
y leguminosa forrajera,
con la sembradora de
material vegetativo.

- 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
Hoja ancha:	
Escobo	<i>Sida acuta</i>
Chilinchil o bicho	<i>Cassia tora</i>
Verbena	<i>Heliotropium indicum</i>
Dornidera	<i>Mimosa pudica</i>
Venturosa	<i>Lantana camara</i>
Bledo	<i>Amarantus dubius</i>
Uña de gato	<i>Fagara pterota</i>
Hoja angosta:	
Rabo de zorro	<i>Andropogon bicornis</i>
Guadulla o paja comino	<i>Homolepis aturensis</i>
Paja tigre o paja mona	<i>Panicum rugel</i>
Vendeaguja	<i>Imperata cylindrica</i>
Macieja	<i>Paspalum virgatum</i>
Caminadora	<i>Rotboellia 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	Aniklamina, amina 4
2,4-D ester	Esteron 44, anikl 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-

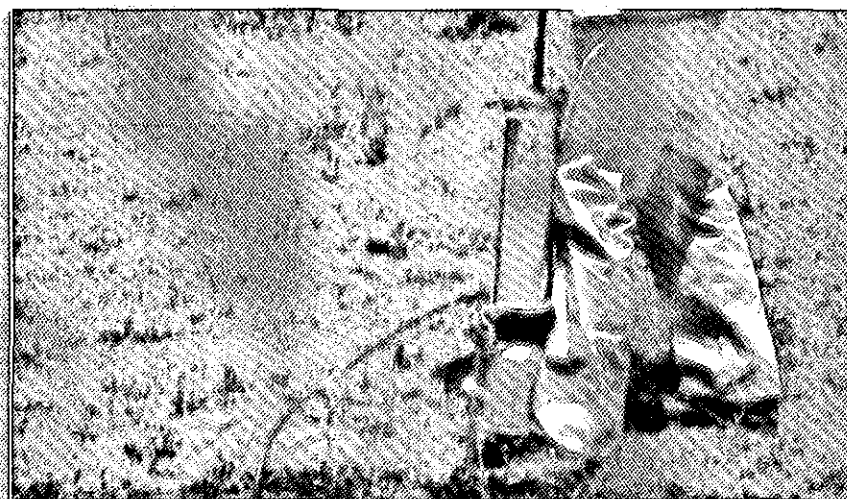


Figura 3.19. Control de hormiga insuflando los hormigueros con un insecticida en polvo.

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 gayanus*. 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, Nestlé, 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, Brasília, Brasil.* 11 p.
- Caicedo G., S.; Bernal R., J.H.; Navas R., G. E.; Salamanca 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 Caquetaño. 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.