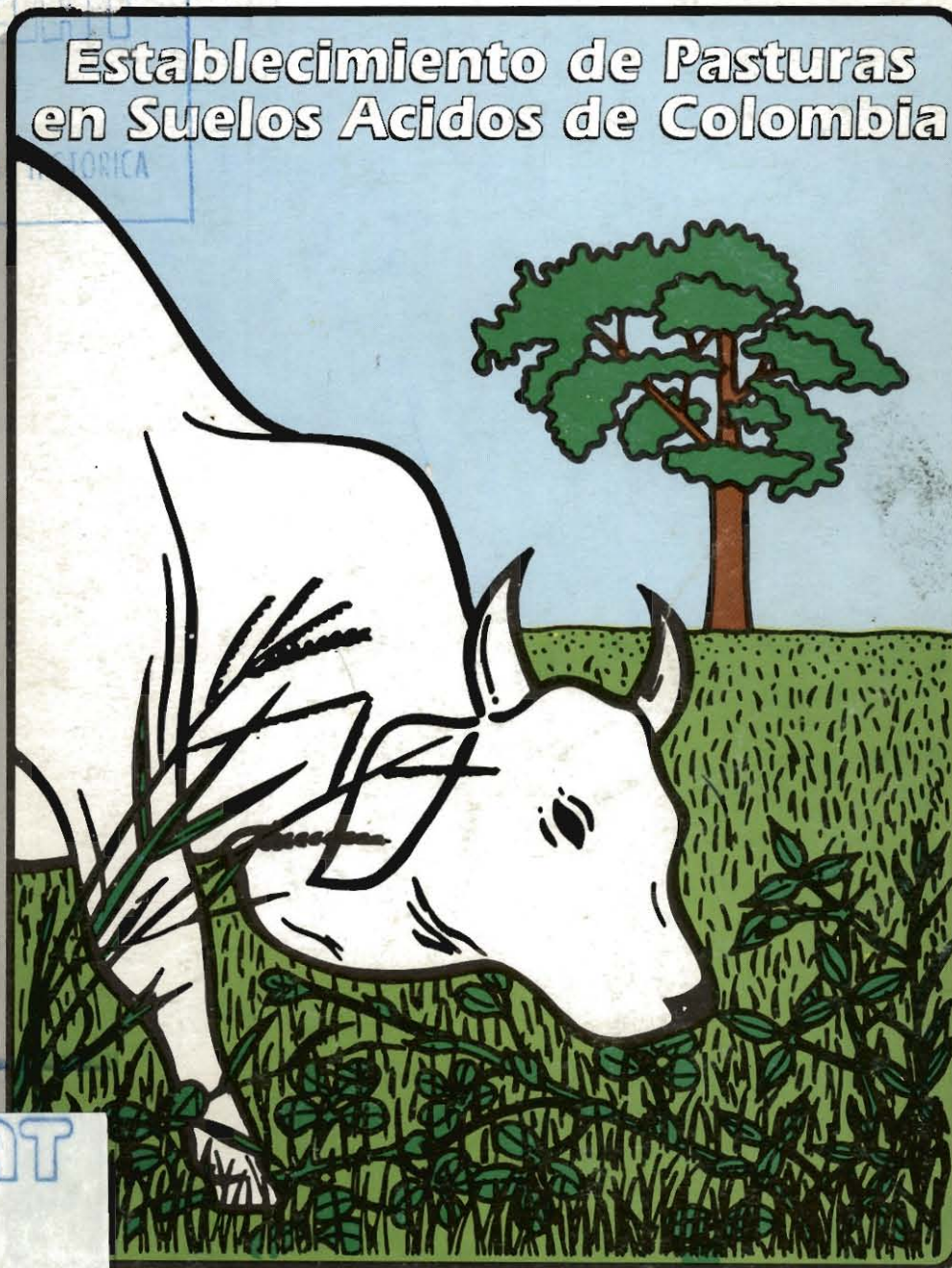


Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos

Establecimiento de Pasturas en Suelos Acidos de Colombia

3



 CIAT

COLECCION HISTORICA

SB
197
.E8
v.3

 **CIAT**
Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture

Alfonso E. Acosta
Oscar Pardo
Carlos Vicente Durán
Ramón Gualdrón
Gustavo Soto

SB
197
.EB
v3

Fascículo 3

Establecimiento de Pasturas en Suelos Acidos de Colombia



Autores:

Alfonso E. Acosta A., M. Sc.
Oscar Pardo B., Zoot.
Carlos Vicente Durán C., M. Sc.
Ramón Gualdrón A., M. Sc.
Gustavo Soto G., MVZ.

Asesoría científica:

Miguel Ayarza, Ph.D
Luis H. Franco Q., Ing. Agr.

Coordinación general:

Vicente Zapata S., Ed.D.
Carlos Vicente Durán C., M. Sc.

Producción:

Florencia Satizabal P., Ing. Agr.

Diagramación:

Florencia Satizabal P., Ing. Agr.

028790

12 MAR 1997

Contenido

	Página
Presentación del Fascículo	2
Agradecimientos	2
Flujograma para el Estudio de este Fascículo	3
Introducción al Fascículo	4
Secuencia 1. Adecuación del Terreno	5 ✓
Información	6
Reconocimiento del área	6
Control de vegetación	7
Resumen de la Secuencia	9
Secuencia 2. Preparación del Suelo	11 ✓
Información	12
Factores a considerar	12
Labores de preparación	15
Implementos usados para la preparación del suelo	17
Opciones de labranza	22
Resumen de la Secuencia	24
Secuencia 3. Siembra de Especies Forrajeras	25 ✓
Información	27
Especies y variedades a establecer	27
Material de siembra	28
Acondicionamiento de semillas	35
Siembra	37
Resumen de la Secuencia	60
Secuencia 4. Manejo del Establecimiento	63 ✓
Información	64
Control de plagas	64
Resiembra	66
Pastoreo estratégico	67
Control de malezas	68
Resumen de la Secuencia	78
Secuencia 5. Planeamiento de Actividades en el Establecimiento de una Pastura	79 ✓
Información	80
Planeación	82
Resumen de la Secuencia	91
Anexo 1. Formato 1. Visita Previa: Identificación y Antecedentes	93
Anexo 2. Formato 2. Registro de Actividades: Plan de Establecimiento de Pasturas	96
Anexo 3. Formato 3. Evaluación del Establecimiento y Desarrollo de una Pastura	99
Anexo 4. Lista de Precios de los Principales Insumos a Nivel Regional	102
Anexo 5. Diagrama de Textura del Suelo	103
Anexo 6. Inoculación con Rizobios de Leguminosas Forrajeras Tropicales	104
Anexo 7. Bibliografía	111
Anexo 8. Copia de las Transparencias del Instructor	122

Presentación de los Fascículos

La serie de cuatro Fascículos para la Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos, es parte del conjunto de materiales publicados por el CIAT.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, en colaboración con los programas nacionales de investigación agrícola, ha venido desarrollando tecnologías sobre producción de pasturas tropicales. Al mismo tiempo, el CIAT ha contribuido al fortalecimiento de la investigación en los programas nacionales mediante la capacitación de sus investigadores. Como resultado, existe en América tropical un acervo de tecnologías disponibles para ganaderos y profesionales expertos en pasturas tropicales.

Los Fascículos han sido diseñados con dos propósitos: (a) servir de apoyo al aprendizaje de todos aquellos que acudan a cursos, talleres y seminarios sobre tecnologías de producción de pastos, y (b) constituirse en material de difusión de conceptos y métodos para ser aplicados por aquellos que laboren en transferencia de tecnología agropecuaria.

Los Fascículos son para los participantes en la capacitación lo que las Unidades de Aprendizaje son para los instructores. Esto quiere decir que las dos publicaciones se complementan, cada una cumpliendo las funciones para las cuales fue diseñada: las unidades con todo el material de apoyo - ejercicios, transparencias y anexos- para facilitar la labor del instructor; los Fascículos, más breves, con el compendio del material de lectura que requiere el participante para apropiarse del contenido de tecnología de producción de pastos.

Estos Fascículos deberán estar disponibles para ser distribuidos entre los participantes en los eventos de capacitación de manera que puedan seguir a los instructores en sus presentaciones, y estudiar los conceptos y procedimientos presentados durante la capacitación.

Agradecimientos

Los autores de este material agradecen al personal científico del CIAT y a la Sección de Materiales de Capacitación por el apoyo técnico que les brindó durante todas las etapas de su formación como capacitadores y en la elaboración de las Unidades de Aprendizaje y de los Fascículos, así como las múltiples contribuciones que ellos hicieron para garantizar la producción de esta serie de materiales dignos de reconocimiento de todos aquellos que se benefician de la capacitación que se imparte mediante el empleo de estos materiales.

En el desarrollo metodológico de las Unidades y en su producción colaboraron muchas personas e instituciones. A todas ellas nuestro reconocimiento y, especialmente a los nuevos capacitadores.

Nuestro agradecimiento especial a la señora Flora Stella C. de Lozada quien nos ayudó en las transcripciones del material.

Finalmente, nuestro agradecimiento a la Nestlé de Colombia y al Banco Ganadero - División de Fomento, entidades que colaboraron en la etapa inicial del Proyecto de Formación de Capacitadores.

Los Autores

Flujograma para el Estudio de este Fascículo

Objetivo terminal

Planear y ejecutar todas las actividades inherentes al establecimiento de una pastura en los agroecosistemas de Altillanura plana colombiana, Piedemonte llanero y Piedemonte amazónico del Caquetá.

Secuencia 1

Adecuación del terreno

Objetivos

- ✓ Identificar las prácticas de adecuación del terreno
- ✓ Determinar las prácticas más apropiadas de adecuación del terreno
- ✓ Calificar en el campo la eficiencia de diferentes métodos de control de la vegetación

Secuencia 2

Preparación del suelo

Objetivos

- ✓ Seleccionar los implementos que se requieren para la preparación del suelo
- ✓ Identificar los implementos de labranza y su efecto en el suelo
- ✓ Planear labores de preparación del suelo que conlleven a un control eficiente de malezas e insectos plaga

Secuencia 3

Siembra de especies forrajeras

Objetivos

- ✓ Identificar los patrones de siembra, sus ventajas y limitaciones y las condiciones adecuadas para su aplicación
- ✓ Seleccionar el material, método y época de siembra más apropiado para establecer una pastura mejorada, según la disponibilidad de recursos en cada uno de los agroecosistemas
- ✓ Recomendar fertilización en un caso dado, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de las especies forrajeras, fuentes y forma de aplicación del fertilizante

Secuencia 4

Manejo del establecimiento

Objetivos

- ✓ Identificar los daños y la presencia de insectos y vertebrados plaga de mayor importancia económica para recomendar su manejo y control
- ✓ Recomendar acciones de resiembra teniendo en cuenta altura, cobertura y balance de la pastura
- ✓ Recomendar el momento y el tipo de pastoreo de acuerdo con los criterios de cobertura, altura y balance de especies en la pastura
- ✓ Identificar el tipo de malezas, su manejo y control, teniendo en cuenta el grado de invasión y desarrollo

Secuencia 5

Planeamiento de actividades en el establecimiento de una pastura

Objetivos

- ✓ Describir las cuatro etapas y fases esenciales a considerar en la planeación del establecimiento de una pastura
- ✓ Elaborar el esquema de una propuesta de establecimiento de una pastura a nivel de finca
- ✓ Elaborar la propuesta de establecimiento de una pastura a nivel de finca para una condición dada

Introducción al Fascículo

El obstáculo principal en los sistemas de producción de carne y leche en el trópico húmedo es la baja disponibilidad y calidad de forraje durante todo el año, especialmente en la época de sequía. Esto se podría solucionar, en parte, mejorando el manejo de las sabanas nativas de la Altillanura plana y de las pasturas de gramíneas sembradas o naturalizadas, en los Piedemonte llanero y amazónico, mediante el establecimiento de leguminosas asociadas con gramíneas nativas o introducidas; asegurando así un forraje de mejor calidad.

Sin embargo, el establecimiento de sistemas de producción económicamente viables y sostenibles, requiere políticas favorables y el uso eficiente de los recursos. Se sabe que la Altillanura plana y los Piedemonte llanero y amazónico son muy frágiles, por lo que los productores están enfrentando problemas serios de degradación de los recursos naturales y de viabilidad económica de los sistemas. Para contrarrestar estos problemas se requieren nuevas estrategias que incluyen germoplasma adaptado a los requerimientos ambientales del ecosistema y de nuevas tecnologías.

Los principales obstáculos para el establecimiento de poblaciones adecuadas de forrajeras en las sabanas y en el bosque tropical son:

- La acidez y baja fertilidad de los suelos.
- El alto costo y escasez de recursos e insumos.
- Problemas de erosión durante el período inicial de establecimiento.
- El daño por hormigas y otras plagas que destruyen la semilla o las plántulas.
- El cubrimiento excesivo de la semilla por efecto de la lluvia.
- Un ambiente inhóspito para la plántula recién emergida.

Una vez establecida la pastura los problemas que más limitan la productividad y persistencia de éstas, son los siguientes:

- Enfermedades y plagas.
- Deficiencias de nutrimentos.
- Invasión de malezas.
- Falta de balance estable entre la gramínea y la leguminosa, debido a la pérdida de población de un componente.

El desafío es encontrar soluciones viables para los problemas señalados, teniendo en cuenta las limitaciones socioeconómicas comunes en las sabanas y los ecosistemas de bosque tropical.

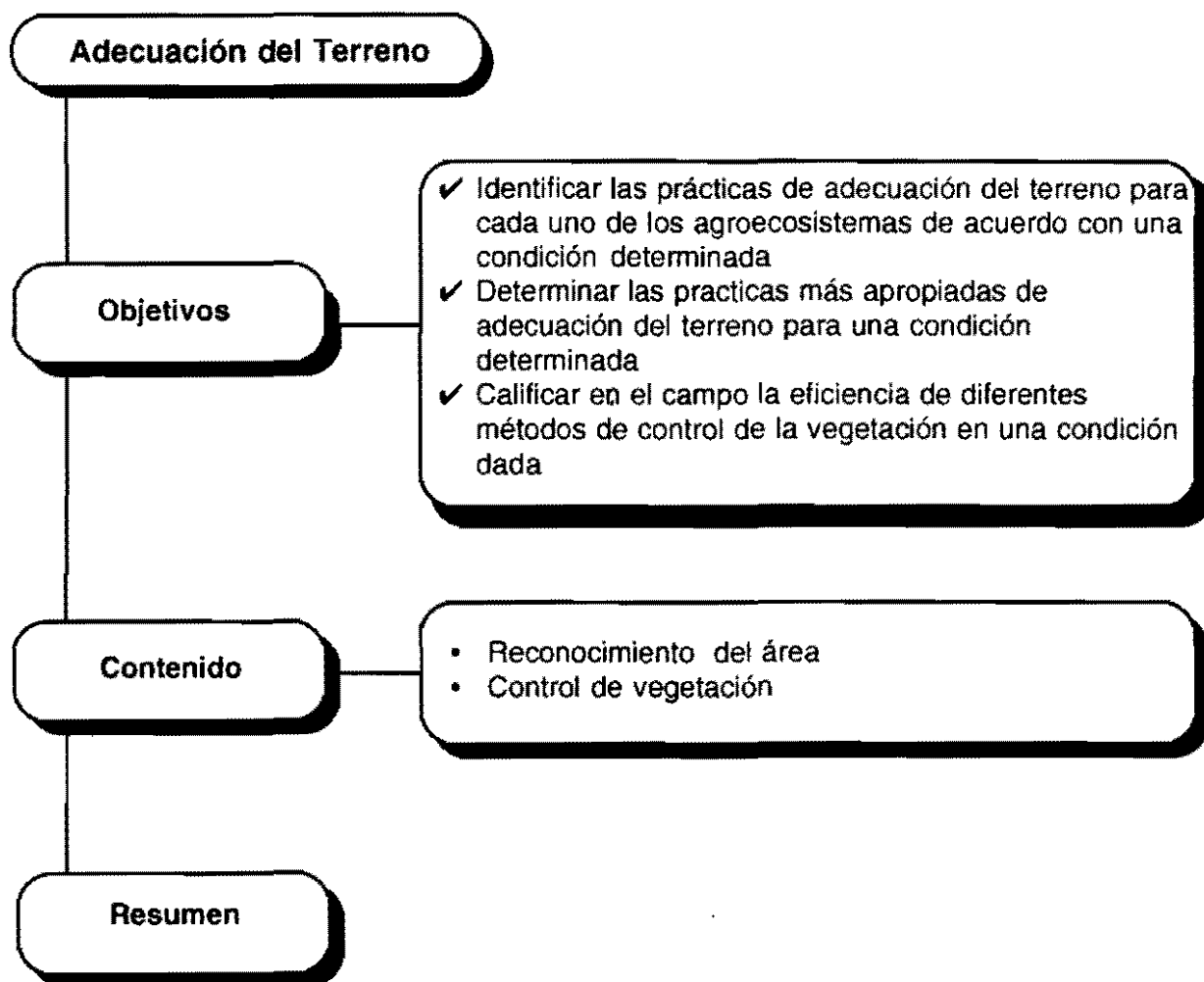
Secuencia 1. Adecuación del Terreno

	Página
Flujograma para la Secuencia 1	6
Información	6
Reconocimiento del Area	6
• Relieve	7
• La vegetación existente	7
• Obstáculos presentes en el área	7
• Agua disponible	7
Control de Vegetación	7
• Prácticas de control	7
• Socola	7
• Tala	8
• Rocería	8
• Ronda	8
• Quema	8
• Tumba mecanizada	8
• Defoliación	8
• Métodos de control de la vegetación	8
• Rastrojo maduro	8
• Rastrojo joven	8
• Pastura degradada	9
• Sabanas nativas	9
Resumen de la Secuencia	9

028798

12 MAR 1987

Flujograma para la Secuencia 1



Información

La adecuación del terreno es la primera actividad que se realiza en el proceso de establecimiento de pasturas. Consta de una serie de prácticas como, control de la vegetación no deseada; eliminación de obstáculos que ocupan espacios productivos; drenaje de áreas anegadas y nivelación de zonas onduladas, que permitirán el adecuado establecimiento de pasturas cultivadas.

Reconocimiento del Area

Establecer y mantener productivas pasturas mejoradas en la sabanas de la Altillanura plana colombiana o en los ecosistemas de bosque húmedo tropical del Piedemonte llanero y Piedemonte del Caquetá, con suelos ácidos y de baja fertilidad, es un reto grande. Este proceso de comprende una serie de operaciones costosas y complejas en donde al final se debe lograr éxito.

Por lo anterior, se debe tener en cuenta que antes de proceder a la adecuación del terreno, es conveniente realizar el reconocimiento del área para identificar las limitaciones en cuanto a la pendiente, presencia de malezas que competirán con la pastura, obstáculos que disminuirán el área productiva y zonas bajas mal drenadas o inundables en ciertas épocas del año.

En resumen, en estas actividades de reconocimiento del área en el campo se tendrán en cuenta los aspectos siguientes: relieve, la vegetación existente; obstáculos presentes en el área, y fuentes de agua disponibles.

Relieve

La pendiente del terreno, está ligada al reciclado de nutrimentos en el suelo. Se sabe que las condiciones de humedad, temperatura, aireación, y concentración de nutrimentos son más favorables en superficies planas con buen drenaje; además, según el nivel de la pendiente, la intensidad de la precipitación puede ocasionar pérdidas por lavado de las semillas y erosión del suelo, especialmente en los ecosistemas del Piedemonte llanero y del Caquetá.

En estos ecosistemas, las zonas con pendientes mayores de 20% se deben proteger mediante la reforestación y el uso racional a través de sistemas silvopastoriles con el establecimiento de gramíneas y leguminosas asociadas. En la Unidad de Aprendizaje No. 2 "Especies Forrajeras Tropicales de Interés en suelos Ácidos de Colombia", se describen los atributos de una serie de gramíneas y leguminosas forrajeras comerciales y promisorias que están disponibles, tanto para el ecosistema de sabana como para bosque húmedo tropical. La pendiente también determina la posibilidad de mecanización e indica la dirección de las labores a realizar.

La vegetación existente

El reconocimiento de la vegetación tiene como

objetivo identificar las gramíneas nativas y malezas que competirán con la pastura. Este reconocimiento es la base para diseñar las prácticas de manejo apropiadas de las especies forrajeras adaptadas al ecosistema.

Obstáculos presentes en el área

En este caso se reconoce el área para identificar y señalar los obstáculos presentes en el terreno como, troncos, piedras o rocas, cercas viejas y escombros, que afectan el área productiva. Se deben tomar decisiones sobre la remoción o eliminación de estos obstáculos, mediante la quema o la aplicación de herbicidas.

Agua disponible

En esta actividad se recorre el área para identificar las zonas bajas inundables o pantanos que deben drenarse para facilitar el control de la vegetación y posterior preparación del suelo. También es importante identificar nacimientos o fuentes de agua con el fin de aprovecharlos para irrigación o para abrevadero de los animales. Además, es importante identificar las vegas inundables en el ecosistema de trópico húmedo, las que se pueden utilizar como áreas para el cultivo de forrajeras adaptadas que se utilizan durante la época de sequía.

Control de Vegetación

Es la eliminación de la vegetación original para facilitar el establecimiento de nuevas pasturas. Este control puede realizarse mediante el empleo de herramientas manuales (machete), maquinaria, herbicidas, y a veces con fuego.

Prácticas de control

Socola

Generalmente es la primera actividad que se realiza en los Piedemontes llanero y amazónico para la formación de pasturas de segundo ciclo a partir de rastrojos. Consiste en el corte manual de los tallos de plantas herbáceas y arbustivas maduras.

Tala

Consiste en cortar la vegetación arbórea de un rastrojo maduro mediante el empleo de hacha o motosierra.

Rocería

Es el corte de la vegetación herbácea y arbustiva de un rastrojo joven o de un potrero enmalezado. La rocería se puede hacer con machete o guadaña.

Ronda

Antes de la práctica de la quema se realiza una "ronda" alrededor del lote a quemar con el propósito de aislar el fuego de las áreas próximas. La ronda es un espacio que se limpia, generalmente con el paso de una rastra, dejándolo sin residuos de hojas, ramas o pedazos de tallos. La biomasa seca se deja en el campo entre 15 y 30 días antes de la quema.

Quema

Esta práctica consiste en suprimir la vegetación empleando el fuego para eliminar la biomasa después de la tala del rastrojo o la vegetación nativa de sabana.

Tumba mecanizada

Es la destrucción mecánica de la maleza de bajo a moderado volumen de biomasa. Se utiliza un "rolo" que se acopla a un tractor y tiene como objetivo incorporar al suelo la mayor cantidad posible de material vegetal.

Defoliación

Práctica de control de la vegetación que se puede realizar mediante uno o varios de los métodos siguientes:

- **Mecánicos:** consiste en el corte de la vegetación herbácea o arbustiva. Este corte se puede hacer con machete, guadaña manual o mecánica acoplada a un tractor.
- **Biológicos:** es el corte de las gramíneas utilizando el ganado (sobrepastoreo).
- **Químicos:** Es la eliminación de la vegetación herbácea (gramíneas indeseables) mediante el empleo de herbicidas.

Métodos de control de la vegetación

Rastrojo maduro

Es la vegetación que aparece posterior al bosque talado, está compuesto por tres estratos vegetales: herbácea, arbustivo y arbóreo. Se encuentra en los Piedemontes amazónico y llanero. Las opciones para su control son:

- **Socola, tala, y quema:** Estas labores se deben realizar al final de la época de lluvias. Es necesario quemar la biomasa seca después de la tala. Estas prácticas tienen la desventaja que sólo se pueden realizar una vez cada año; lo que limita su utilización. Como ventaja está su bajo costo y el control total de la vegetación.
- **Socola, siembra, tala, sin quema.** En el trópico húmedo, donde la época de lluvias es mayor a 9 meses, es la única labor posible de realizar. Esta práctica se puede efectuar durante todo el año, lo cual es una ventaja. Como desventaja, se puede anotar que el control de la vegetación no es completo.

Rastrojo joven

Es la vegetación herbácea y arbustiva que resulta después que el bosque o rastrojo maduro se han talado. También, se puede incluir dentro de esta denominación a las sabanas nativas enmalezadas con especies arbustivas y herbáceas de hoja ancha. Las opciones para su adecuación incluyen:

- **Roza y quema,** se realiza cuando la vegetación arbustiva es muy densa; se debe efectuar al final de la época de lluvias. Como desventaja se anota que sólo se puede efectuar una vez al año en los Piedemontes llanero y del Caquetá; pero en las sabanas de la Altillanura plana se puede realizar con éxito en varias épocas del año. Como ventaja está el buen control de la vegetación.
- **La rocería en el trópico húmedo se hace mediante el corte de la vegetación arbustiva.** La siembra la pastura se hace sobre los residuos de la vegetación. Esta práctica tiene la ventaja de permitir la siembra durante 9 meses del año en el

Piedemonte del Caquetá. Como desventaja está la que no elimina en forma total la vegetación y deja residuos vegetales que dificultan la siembra.

- La quema se hace con éxito en las sabanas y en algunas localidades del Piedemonte llanero; sin embargo sólo se puede realizar al finalizar la época seca en el Piedemonte amazónico. Tiene como ventaja la eliminación total de la vegetación que facilita las demás labores del establecimiento. Es el sistema de control de vegetación más económico.

Pastura degradada

La degradación de pasturas es común en las explotaciones pecuarias en zonas que fueron originalmente bosques tropicales húmedos. Esta degradación es frecuente en pasturas de *Axonopus scoparius*, *Digitaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa* y *Panicum maximum* debido a la baja fertilidad del suelo y a deficiencias de fósforo, que son responsables de la pérdida de productividad de las pasturas.

En los últimos años, *Brachiaria decumbens* ha sido introducida en zonas con suelos de baja fertilidad para reemplazar las gramíneas antes mencionadas. Sin embargo, debido a la alta susceptibilidad de *Brachiaria* al "mión de los pastos" (*Aneolamia* spp., *Zulia* spp.) la estabilidad de estas pasturas se ve afectada y fácilmente cae en un proceso de degradación. *Brachiaria humidicola*, material aún más tolerante a condiciones de baja fertilidad, se ha adaptado en las sabanas de la Altillanura plana colombiana, Piedemonte llanero y piedemonte del Caquetá, aparente mayor tolerancia aparente al problema del «mión»; sin embargo, a nivel de finca no sólo ha mostrado susceptibilidad al insecto, sino problemas de baja productividad debido a su menor calidad nutritiva.

Además de la falta de adaptación al suelo y susceptibilidad a plagas y enfermedades de las gramíneas, existe el grave problema de invasión de malezas, considerado como el resultado principal de la degradación por la

pérdida de productividad y capacidad competitiva de las especies forrajeras introducidas.

También se pueden considerar como pasturas degradadas, aquéllas naturalizadas del Piedemonte llanero y del Caquetá compuestas principalmente por *Homolepis aturensis*, *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, *Tripsacum laxum*.

Para rehabilitar las pasturas degradadas, mediante la creación de un sistema estable de producción, se recomienda la introducción de especies mejoradas de gramíneas y leguminosas adaptadas, utilizando algunas de las prácticas de rehabilitación antes mencionadas: rocería, quema, tala, y quema.

Sabanas nativas

El paisaje de la Altillanura plana colombiana está conformado por extensas áreas altas y planas, que alternan con bajos estrechos y prolongados, que constituyen los drenajes. La vegetación es de sabana, con pocos árboles y arbustos, y pasturas nativas.

En la región, la quema es práctica de control de la vegetación más utilizada. Esta es eficiente si la biomasa es uniforme y abundante; además, es la opción más económica.

Como labores complementarias para la adecuación de los suelos en la región se encuentran: (1) La eliminación de obstáculos como cercas viejas, árboles, rocas y escombros. (2) El control de aguas superficiales mediante la construcción de canales que permiten la evacuación de aguas superficiales. Los drenajes se pueden construir antes o después de la preparación del suelo. (3) La nivelación del suelo.

Resumen de la Secuencia

La adecuación del suelo para el establecimiento de pasturas tropicales, incluye el reconocimiento del área, el control de la

vegetación original, y aplicación de labores complementarias como la eliminación de obstáculos, control de aguas superficiales y nivelación. Para el control de la vegetación inicial se cuenta con recursos y herramientas: mano de obra (machete, azadón), maquinaria (motosierras, tractores, etc.), herbicidas (preemergentes y posmergentes) y fuego. El uso de los recursos no solamente está determinado por su efectividad y costo. En los ecosistemas estudiados es frecuente el empleo de métodos de establecimiento poco efectivos, debido a limitaciones físicas o económicas. Este es el caso de siembras manuales vegetativas en áreas con alta pendiente en "criaderos" (*Homolepis aturensis*)

del piedemonte del Caquetá, donde se usa mano de obra para el "plateado" y siembra vegetativa de *Brachiaria decumbens*. Es también el caso, de uso de mano de obra para la tumba y quema de bosques secundarios para la siembra de *B. decumbens* y Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) con cultivos, principalmente maíz, en sitios del Piedemonte Llanero y más generalizado en el Piedemonte amazónico del Caquetá. En contraste, en los Llanos de Colombia (Altillanura plana y Piedemonte llanero), el control de la vegetación se hace en forma mecanizada, debido a la mayor extensión de las áreas de siembra, a la poca disponibilidad de mano de obra y a un acceso limitado a maquinaria.

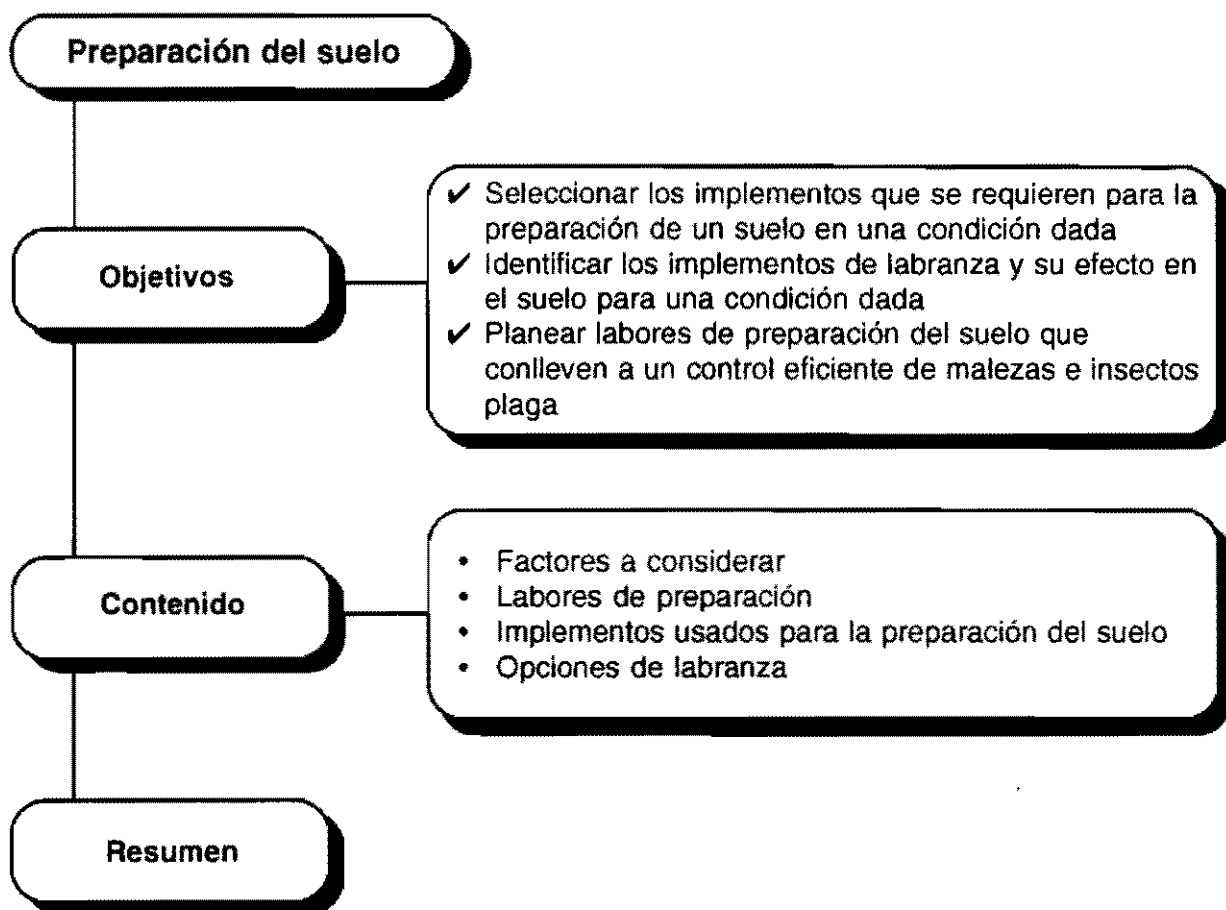
Secuencia 2. Preparación del Suelo

	Página
Flujograma para la Secuencia 2.....	12
Información	12
Factores a Considerar	12
• Factores físicos	12
• Profundidad efectiva.....	12
• Estructura del suelo.....	13
• Textura.....	13
• Pendiente del terreno.....	13
• Antecedentes del terreno y del suelo	14
• Régimen de lluvias	15
Labores de Preparación	15
• Labranza primaria	15
• Subsolada.....	15
• Cincelada.....	15
• Arado	15
• Labores de labranza secundaria	16
• Rastrillada	16
• Ahoyado	16
• Surcado	16
Implementos Usados para la Preparación del Suelo.....	17
• Implementos de tracción mecánica	17
• Arado de cincel.....	17
• Arado de disco	18
• Rastras	19
• Rastrillo de discos	19
• Escardillos y palas	20
• El palo o tronco de árboles	21
• Otros tipos de implementos utilizados en el establecimiento de pasturas.....	22
• Implementos de tracción animal	22
• Implementos manuales para el establecimiento de pasturas.....	22
Opciones de Labranza	22
Resumen de la Secuencia	24

028799

12 MAR 1987

Flujograma para la Secuencia 2



Información

El suelo se prepara para adecuar sus condiciones físicas para el establecimiento de cultivos. Con esta práctica, se reduce, total o parcialmente, la competencia entre las especies forrajeras y la vegetación presente.

La intensidad óptima de labranza depende de las características de las especies forrajeras, de la textura y el grado de pendiente del suelo, y de la intensidad de las lluvias. En general, cuanto más agresiva sea la especie que se sembrará, menos intensa deberá ser la preparación del suelo y el control de la competencia.

Factores a Considerar

Existe una serie de factores que son determinantes de la intensidad de labranza, de la época de realización, de la clase de maquinaria, y de implementos que interactúan y afectan en diferente grado la preparación del terreno.

Factores físicos

Profundidad efectiva

Indica el área o zona hasta donde pueden penetrar las raíces sin que se presenten impedimentos de tipo físico (ej.: rocas, capas de suelo compactadas). Un reconocimiento

inicial del suelo permite conocer las posibilidades que tienen las raíces de las plantas para desarrollarse dentro de los horizontes del suelo en busca de nutrimentos.

La preparación del suelo debe eliminar las capas duras superficiales presentes y evitar su formación, además debe inducir a un mejor intercambio de gases entre la superficie y el interior suelo, y a un aumento en la capacidad de retener humedad, estimulando, de paso, la actividad bacterial.

Las superficiales compactadas no permiten el desarrollo radicular, disminuyen el área de exploración para la absorción de nutrimentos, reducen la capacidad de utilización y almacenamiento de agua. Además, por su perfil efectivo reducido, la saturación del suelo por aguas lluvias es rápida, lo que conlleva a un desplazamiento del aire, causando anoxia a nivel radical. Para resolver esta condición, normalmente, se realiza una subsolada profunda con arado de cincel.

En Oxisoles y Ultisoles generalmente no se presentan impedimentos físicos para el desarrollo radicular, ya que tienen un perfil profundo con una transición difusa entre horizontes.

Estructura del suelo

Las formas como están agrupadas las partículas: arena, limo y arcilla en conjuntos estables o agregados se llama estructura del suelo. Los agregados son unidades secundarias o gránulos formados por muchas partículas de suelo enlazados o cementadas por varias sustancias, los agregados naturales se denominan granos. La palabra terrón se usa para denominar masas coherentes de suelo con forma variable, que se han perturbado por algún medio artificial como la labranza.

La intensidad de la labranza depende, en gran parte, de la estabilidad estructural del suelo. Las propiedades estructurales del suelo como son su densidad aparente, espacio poroso y

espacio poroso aéreo, son 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 y una aireación y movimiento de agua deficientes; por lo tanto, las labores de preparación deben conducir a la recuperación de estas propiedades.

La Figura 1 muestra como la velocidad de infiltración del agua en el suelo esta determinada por la estructura; así, estructuras masivas y laminares son poco permeables, mientras que las estructuras granulares y de grano suelto no ofrece interferencia al movimiento del agua.

Textura

Es determinada por la proporción de las partículas que forman el suelo: (1) arena entre 2 y 0.05 mm, (2) limo entre 0.05 y 0.002 mm, y (3) arcilla con un tamaño inferior a 0.002 mm.

La textura del suelo determina, en muchas ocasiones, la intensidad de labranza; así, en suelos arenosos la preparación necesaria para establecer pasturas es reducida y muchas veces es suficiente el paso superficial de un implemento (cincel o rastrillo); mientras que en suelos pesados o con altos contenidos de arcilla, es necesario una mayor intensidad de labranza.

Lo suelos de textura arcillosa, principalmente aquéllos con arcillas tipo 1:1 (no expandible), son susceptibles a la compactación por efecto de una intensa y frecuente preparación, o por fuerzas externas como el paso de vehículos o animales.

Pendiente del terreno

El grado de la pendiente de un suelo determina la intensidad, forma y dirección del laboreo. La intensidad de preparación del

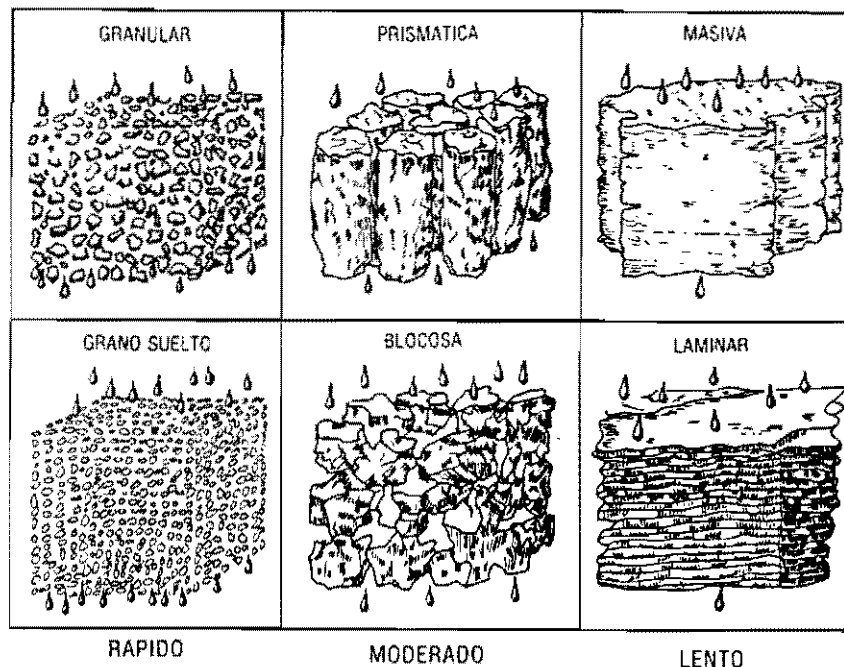


Figura 1. Influencia de la estructura del suelo en la velocidad de infiltración del agua. Fuente: Donahue R. et al., 1981.

suelo en sitios con algún grado de inclinación, debe ser mínima y en franjas de contorno. La distancia entre éstas dependen del grado de la pendiente y del potencial de erosión del suelo. Así, cuanto más frágil sea el suelo mayor deben ser las distancias entre las franjas.

En los sitios pendientes que no permiten el uso de maquinaria convencional (tractores), como ocurre en Piedemonte amazónico del Caquetá, se pueden emplear implementos de tracción animal, pequeñas cultivadoras mecánicas, o labranza mínima mediante la aplicación de herbicidas. En este tipo de terreno se recomienda establecer especies estoloníferas como *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. dictyoneura* y leguminosas como *D. ovalifolium*, *C. pubescens*.

Antecedentes del terreno y del suelo

El conocimiento previo del manejo del lote, seleccionado para establecer la pastura, es importante por las razones siguientes:

- Ayuda a detectar problemas de compactación. Suelos que han sido muy transitados, poseen alto grado de compactación. En estas condiciones el uso del arado de cincel es adecuado porque, además de profundizar a más de 20 cm, deja el suelo perturbado con terrones y grietas que facilitan el movimiento del agua y del aire, recuperando así, en gran parte, la porosidad del suelo.
- Permite conocer la agresividad de las especies existentes. En condiciones naturales, los suelos ácidos e infértiles del trópico no permiten una producción abundante de malezas. Las gramíneas nativas comunes en el ecosistema de sabana —*Andropogon bicornis*, *A. selloanus*, *Trachypogon vestitus*, *T. mortuifari*, *T. plumosus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Aristida* sp.— tienen mayor capacidad de invasión y más agresividad en suelos ácidos infértiles que no han sido perturbados. Cuando se alteran las condiciones del suelo, con la preparación y

la aplicación de enmiendas o fertilizantes, estas gramíneas pierden su agresividad y son reemplazadas por malezas más agresivas como *Rynchelitrium repens*, *Panicum redgeii*, y *Axonopus* spp., o por plantas anuales de hoja ancha como *Hyptis suaveolens*.

En consecuencia, los problemas más serios causados por malezas en el establecimiento de pasturas se encuentran en sitios con larga tradición de cultivos, especialmente donde se han efectuado prácticas deficientes de control de malezas. En general, áreas vírgenes tienen menos problemas de malezas que aquéllas cultivadas con relativa frecuencia y que poseen bancos de semillas o reservas de éstas en el suelo.

Régimen de lluvias

El régimen de lluvias es el factor climático de mayor efecto directo en la preparación del suelo, éste influye principalmente en la intensidad de laboreo. Las labores de preparación en la Altillanura plana, el Piedemonte llanero y el Piedemonte del Caquetá son más difíciles en épocas de alta precipitación (entre junio y agosto). En las áreas conocidas como "bajos", es imposible la preparación del suelo en esta época, por tanto, esta labor está restringida a la época de mínima precipitación. Sin embargo para la preparación del suelo es necesario que éste presente cierto grado de humedad, tal como ocurre en la Altillanura plana hacia el final o el comienzo de la época de lluvias. Para realizar la preparación del suelo en la época de sequía es necesario que el suelo haya sido roturado o perturbado con anterioridad.

Las labores estratégicamente planeadas, como la **labranza o preparación temprana**, que se ajustan al régimen de lluvias, permiten obtener, entre otras, las ventajas siguientes:

- Mejor control de la competencia de las especies vegetales presentes en el área.
- Disminución de la población de hormigas arrieras.
- Disminución del número de pases

necesarios para obtener "la cama ideal" para la siembra.

- Incremento en la cantidad de nutrimentos por efecto de una mayor mineralización.
- Permite la siembra temprana que aprovecha las precipitaciones moderadas y constantes, ideales para un rápido establecimiento.

En la Altillanura, como práctica general, dichas labores se deben iniciar al final del período de lluvias, entre noviembre y diciembre, para continuarla a comienzos del nuevo período de lluvias (marzo-abril).

Labores de Preparación

Labranza primaria

Subsolada

Consiste básicamente en roturar el suelo sin invertir los horizontes del mismo. Por la forma del implemento se produce un desgarrar en el fondo del suelo, creando canales subterráneos. El subsolador es indicado para drenar terrenos con problemas de movimiento de agua, ya sea por una disminución del diámetro de los macroporos por compactación o por la formación de capas duras superficiales.

Cincelada

Consiste en una labranza profunda con el propósito de romper las capas compactas del suelo, favoreciendo la aireación, la penetración de raíces y mejorando el movimiento del agua; con esta labor no se mezcla ni se voltean los horizontes del suelo. En suelos húmedos de texturas finas el cincel no produce desmoronamiento de los agregados, por el contrario, la "puntera" tiende a sellar las paredes de los canales construidos por ellos, lo que causa una mala aireación y condiciones de mal drenaje en forma localizada, cuando se aplica riego o cuando llueve.

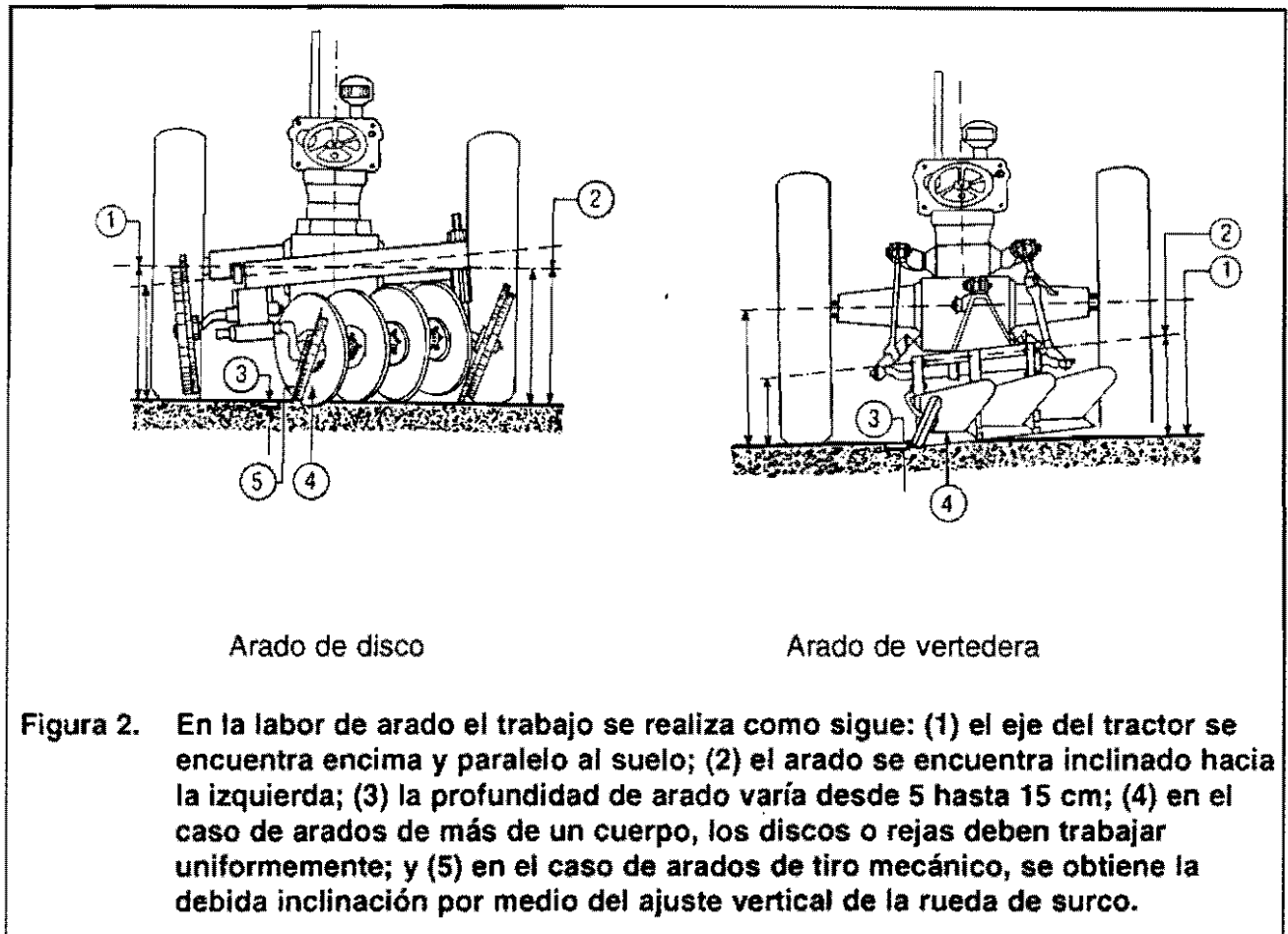
Arado

Es el efecto mecánico del pase de un arado de discos es el volteo de las capas superiores

del suelo. La intensidad o grado de dicho volteo depende del tipo de arado. Los arados de vertedera producen un mayor volteo del cespedón que el arado de discos (Figura 2).

Además, la posición del disco con respecto a la línea de trabajo (ángulo de traba) y la

concauidad del disco, afectan el grado de volteo del cespedón y el área o profundidad de corte. Esta labor produce el enterramiento de la capa orgánica estimulando una rápida descomposición y mineralización de la MO y de los nutrimentos.



Labores de labranza secundaria

Rastrillada

Se denomina rastrillada al efecto que producen las rastras de disco, las cuales realizan una mezcla uniforme de los componentes superiores del suelo. Esta labor se realiza entre 5 y 8 cm y deja el suelo mullido o con terrones pequeños, listo para la siembra.

Ahoyado

Es una labor de preparación del suelo en la

cual se utilizan implementos de impacto como azadón, barras o palas, generalmente a poca profundidad. Este método se utiliza para el establecimiento de pasturas con material vegetativo. El objetivo principal es la remoción del suelo en el sitio donde se localiza el material de siembra.

Surcado

Es una labor de labranza secundaria y su objeto es acondicionar el suelo para la siembra en zonas con cierto grado de

inclinación, de tal forma que la dirección del surco quede a través de la pendiente. Es utilizada en la Altillanura plana para el establecimiento de pasturas por material vegetativo.

Implementos Usados para la Preparación del Suelo

A continuación se hace una breve descripción de los implementos más utilizados en la preparación de suelos para el establecimiento de pasturas, además, se presentan algunas ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Esto le permite al participante adquirir más elementos de juicio que le permitan tomar

decisiones con respecto a la preparación del suelo.

Implementos de tracción mecánica

Arado de cincel

El arado de cincel consta de una barra portaherramientas que puede ser en forma de "V", o de barras paralelas; los brazos pueden tener forma elíptica o ser rectos y son, generalmente, rígidos; siempre se usa un número impar (3, 5, 7, 9) de brazos, según la potencia del tractor y las condiciones del terreno. Los brazos se disponen en forma de flecha y la separación entre ellos depende de las condiciones del terreno, pero generalmente es de 50 cm. (Figura 3).

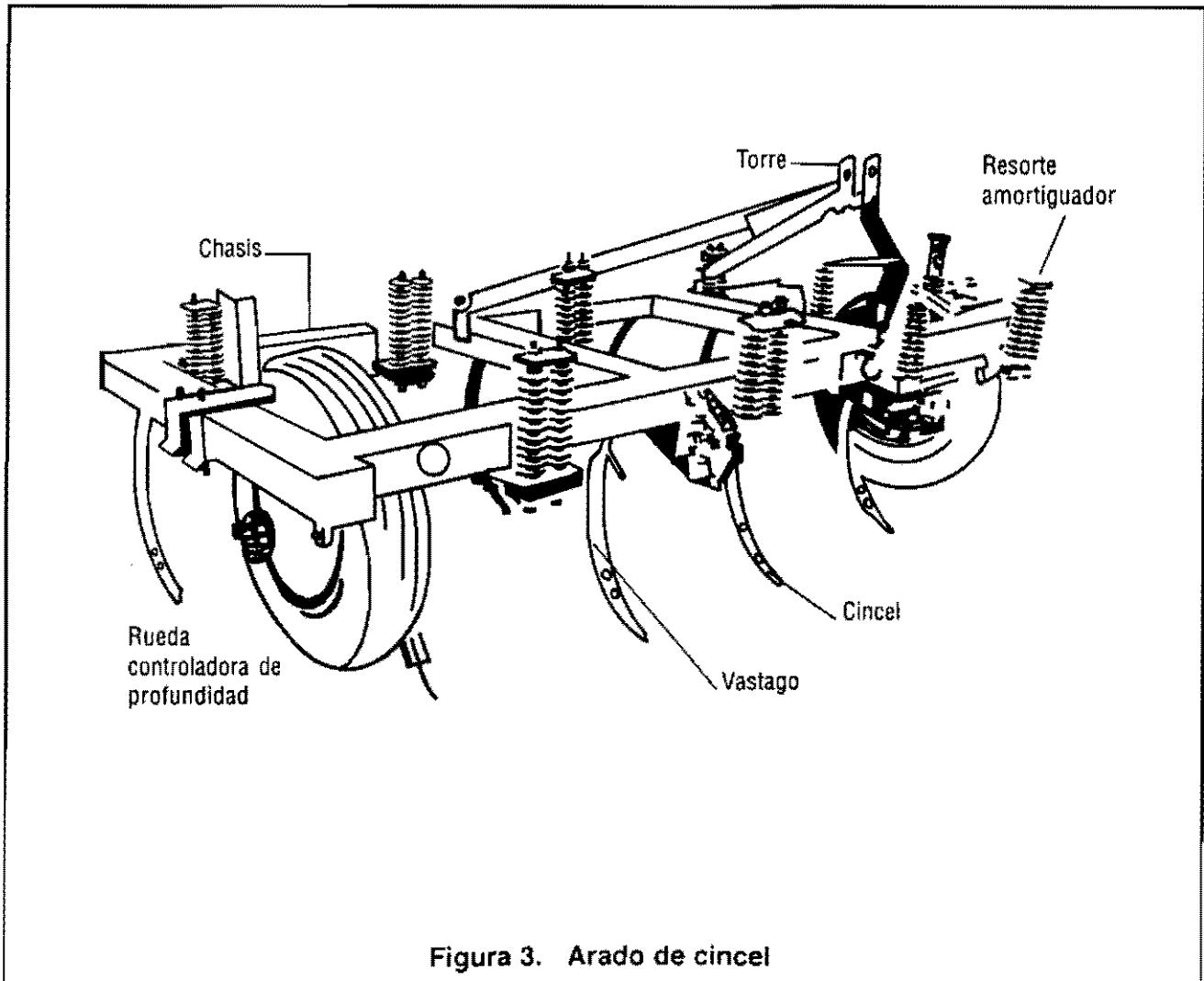


Figura 3. Arado de cincel

Existe otro tipo de cincel que tiene brazos flexibles. Su construcción consiste en 2, 3, o 4 barras porta-herramientas paralelas, donde se colocan brazos tipo resorte con una punta reemplazable. Existen varios tipos de puntas de acuerdo con el suelo a preparar. Este elemento es exigente en la velocidad de trabajo, aproximadamente de 7 a 11 km/h, ya que a velocidades inferiores la preparación es deficiente. Para condiciones normales se puede estimar la potencia requerida del tractor así: para cincel de 3 brazos 70-80 HP, para cincel de 5 brazos 90-110 HP, y para de 7 brazos 120 HP o más. Para tractores de menos de 70 HP se pueden utilizar cinceles más pequeños.

Ventajas:

- Rompe las capas duras superficiales.
- No produce volteo, por lo tanto, no hay mezcla de horizontes.
- No produce compactación o "pie de arado".
- Mejora las condiciones de aireación y movimiento de agua en el perfil del suelo.
- Crea condiciones favorables para el aumento de la profundidad radicular.
- No descubre totalmente el suelo, evitando problemas de erosión hídrico o eólica.
- No produce desniveles en el suelo.

Desventajas:

- Exige demasiada potencia en la maquinaria. Requiere más o menos 25 caballos de fuerza/brazo.
- En suelos arcillosos y húmedos puede producir al paso del brazo un sellamiento de las paredes del canal de corte, no permitiendo una buena aireación y causando fallas en el movimiento del agua.

Arado de discos

Es el implemento más común para la preparación de suelos. Consiste en un acople de tres puntos, una barra porta-herramientas donde van colocados generalmente tres discos y una rueda guía (Figura 4). Por el diseño mismo del arado, este invierte horizontes y expone partes húmedas del suelo, ayudando a la pérdida de la humedad. Daña la estructura del suelo y lo más grave forma "pie de arado", la capa superficial endurecida, que no permite la conservación ni el movimiento de la humedad, además estimula la erosión por dejar el suelo completamente desnudo. El grado de volteo del suelo depende de la velocidad de trabajo del implemento, de la concavidad de los discos y del ángulo de corte del disco con respecto a la línea de trabajo.

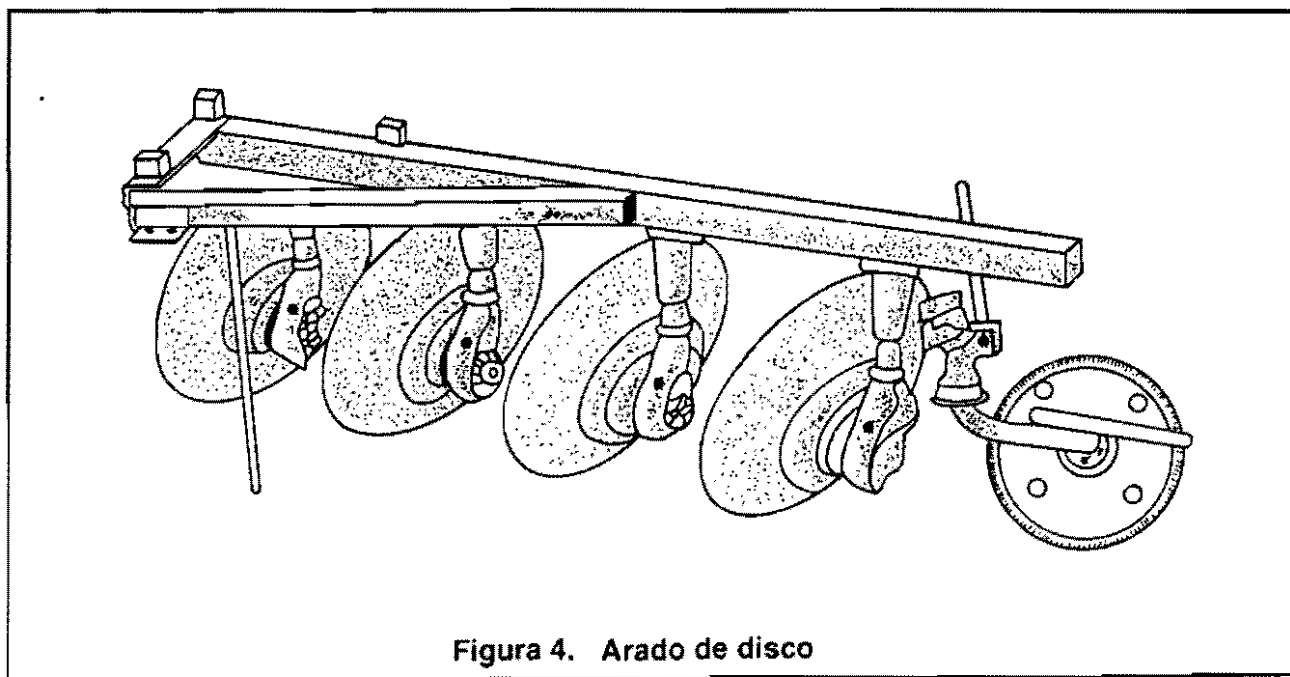


Figura 4. Arado de disco

Ventajas:

- En ciertas condiciones sirve para incorporar cantidades altas de materia verde y estimular de esta forma la formación de materia orgánica.
- En áreas infectadas con hongos patógenos, contribuye a destruir los propágulos del hongo, reduciendo los problemas de contaminación.
- Trabaja bien bajo condiciones adversas, como suelos mojados, pegajosos y difíciles de despejar como lodos o turbas.

Desventajas:

- Produce compactación en los suelos, especialmente cuando su uso es frecuente.
- Deteriora la estructura del suelo, principalmente la porosidad interrumpiendo el intercambio gaseoso y el movimiento de agua en el suelo.
- Invierte horizontes, enterrando la capa de material orgánico y exponiendo una mayor concentración de aluminio en la superficie.
- Desnuda el suelo exponiéndolo a procesos de erosión.

Rastras

Están construidas por varias secciones de discos, colocadas en tándem (una sección detrás de otra), su función principal es romper y mezclar los agregados del suelo. Las rastras terminan por agravar el problema de "pie de arado", debido a que el agricultor se acostumbró a preparar el suelo solamente con este implemento; en el mejor de los casos se preparan 8 cm de capa la arable, aprovechables para las raíces de la pastura.

En la Altillanura colombiana las rastras se usan, a menudo, como único implemento para la preparación del suelo y, según el caso, se realizan hasta ocho pases del implemento.

Ventajas:

- Por su peso poseen un grado mayor de penetración que los rastrillos.
- Desmenuzan la vegetación.

- Incorpora gran parte de la vegetación nativa dejando el suelo rugoso con bastantes terrones pequeños y medianos que impiden el sellamiento de la superficie.
- Muy usados para siembras con material vegetativo.
- Útiles para rehabilitar pasturas.

Desventajas:

- Aunque no profundizan demasiado, rompen en menor grado la estructura del suelo.
- Producen el efecto de compactación o "pie de arado".

Rastrillo de discos

Este implemento, al igual que el arado de discos, es muy utilizado en las áreas agrícolas de Colombia y por su uso indiscriminado y excesivo son también responsables del grado de degradación en que se encuentra algunos suelos del área agrícola. El rastrillo de discos ayuda a la preparación del suelo, pero su uso se debe limitar a 1 ó 2 pases. No se debe usar como único implemento para la preparación del suelo.

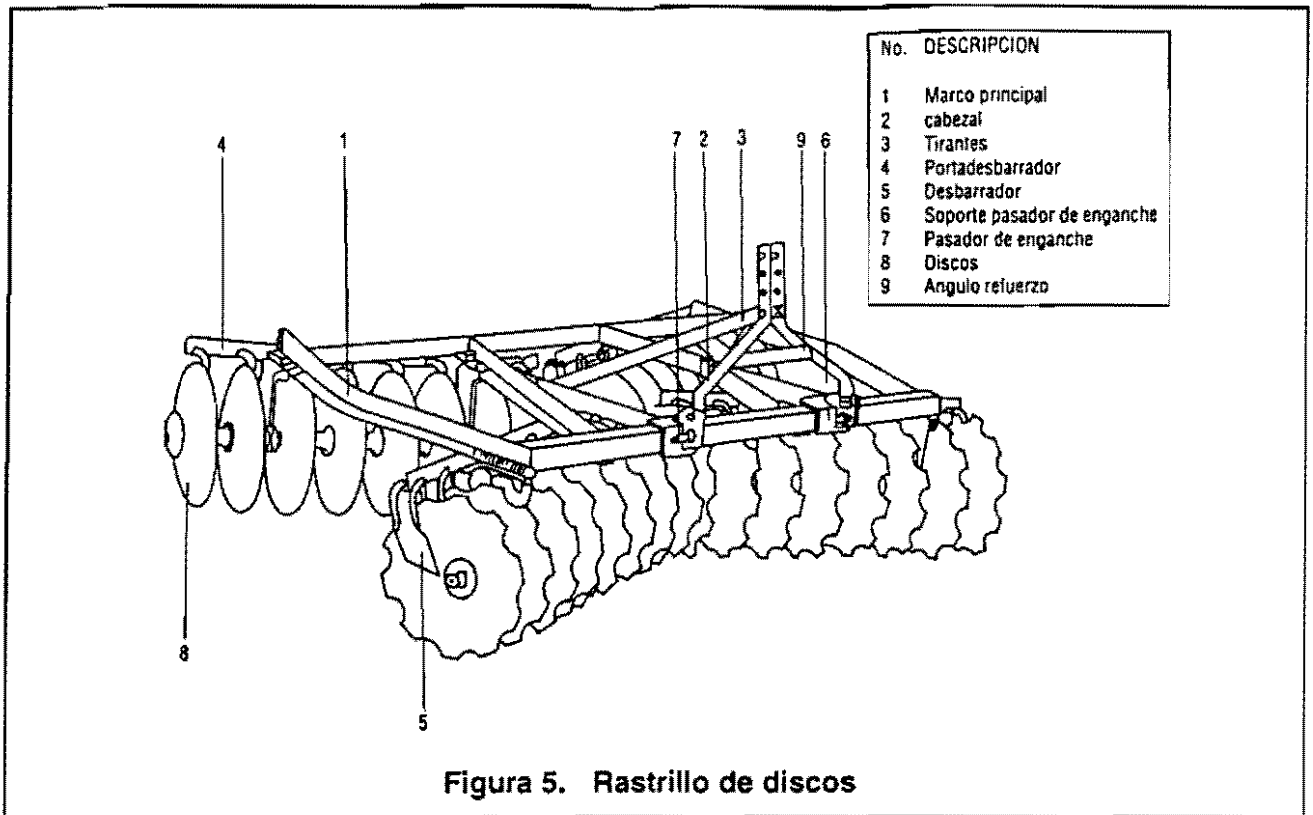
El rastrillo es un implemento de tiro de dos cuerpos escualizables, cada uno con 8 ó 10 discos, generalmente transportado sobre ruedas. El corte de los discos delanteros es en sentido contrario al de los discos traseros (Figura 5).

Ventajas:

- Su efecto es más superficial.
- Incorpora parcialmente la vegetación.
- Perturba el suelo y deja terrones pequeños.
- Requiere menos potencia de tracción que el arado de discos.

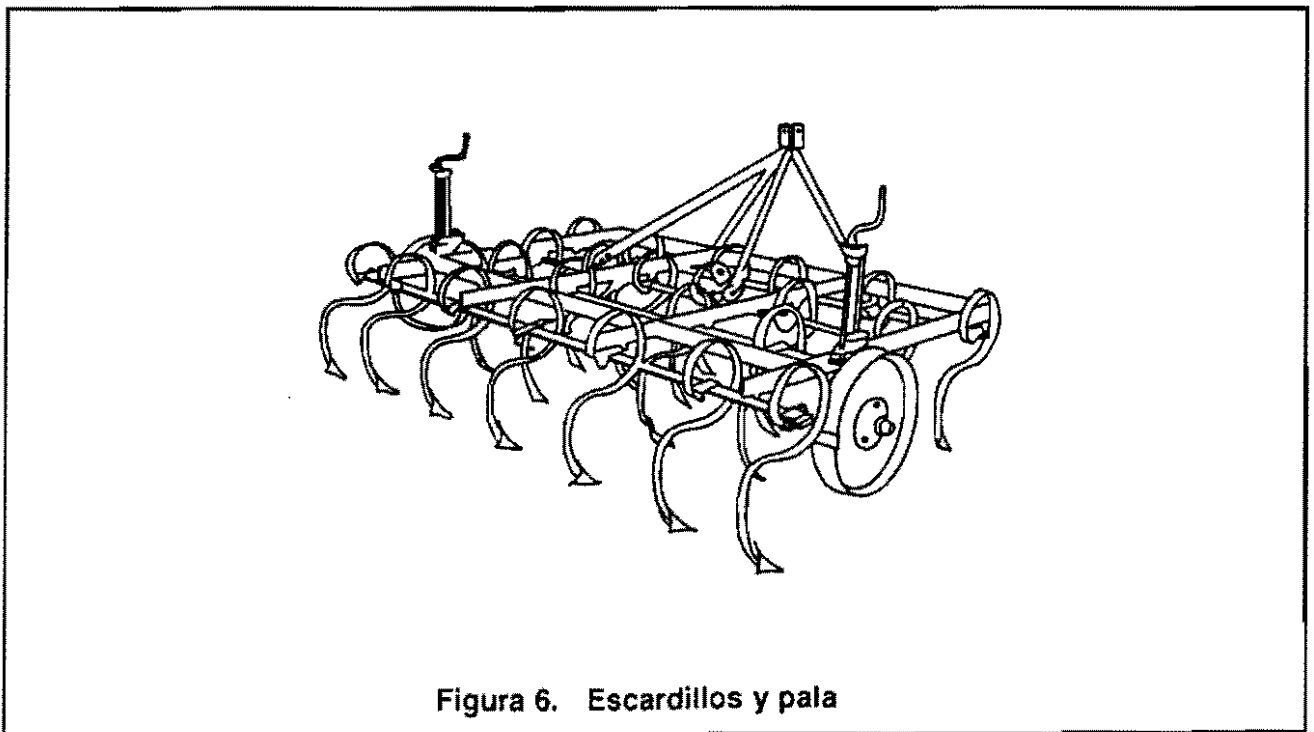
Desventajas:

- Al pulverizar el suelo existe el peligro de las erosiones hídrica y eólica.
- No controla totalmente la vegetación.
- Al pulverizar el suelo, crea condiciones para el sellamiento o formación de capa superficial y dificulta la emergencia de las plántulas.



Escardillos y palas
 Son implementos que han resultado de la

modificación de parte de los accesorios de corte del cincel de brazos flexibles (Figura 6).



Ventajas de los escardillos:

- Son de cincel liviano, capaces de penetrar en el suelo hasta 20 cm.
- Producen un efecto de desmembramiento, dejando el suelo con gran cantidad de terrones.
- Son útiles cuando se trata de suplementar la sabana nativa.
- Son un complemento de los rastrillos para el control de la vegetación nativa.

Desventajas de los escardillos:

- No penetran ni rompen las capas duras superficiales.
- Por su poco control de la vegetación nativa, sólo se deben usar para especies bien adaptadas y de buena agresividad.

Ventajas de las palas:

- Son menos costosas.
- Son básicamente una cultivadora de campo.
- Requieren menos fuerza motriz.
- Se pueden tirar con tractor o con animales.

- Cortan la zona radicular y dejan el rastrojo que cubre la superficie, el cual protege el suelo y evita la erosión.

Desventajas de las palas:

- Requieren humedad en el suelo, pero para controlar la vegetación se requiere de días secos después de la labranza.
- La época para su utilización está limitada al momento en el cual finaliza y empieza la temporada de lluvias, ya que las precipitaciones son menos frecuentes.

El palo o tronco de árboles

No es propiamente un implemento de labranza, pero su uso se ha generalizado en la Altillanura plana colombiana y su función es, principalmente, dar acabado a la preparación del suelo. Consiste en un tronco de árbol con una longitud aproximada de 5 m y un diámetro de 30 cm, al cual se le añade en cada extremo un cable que sirve para sujetarlo al tiro del tractor (Figura 7).

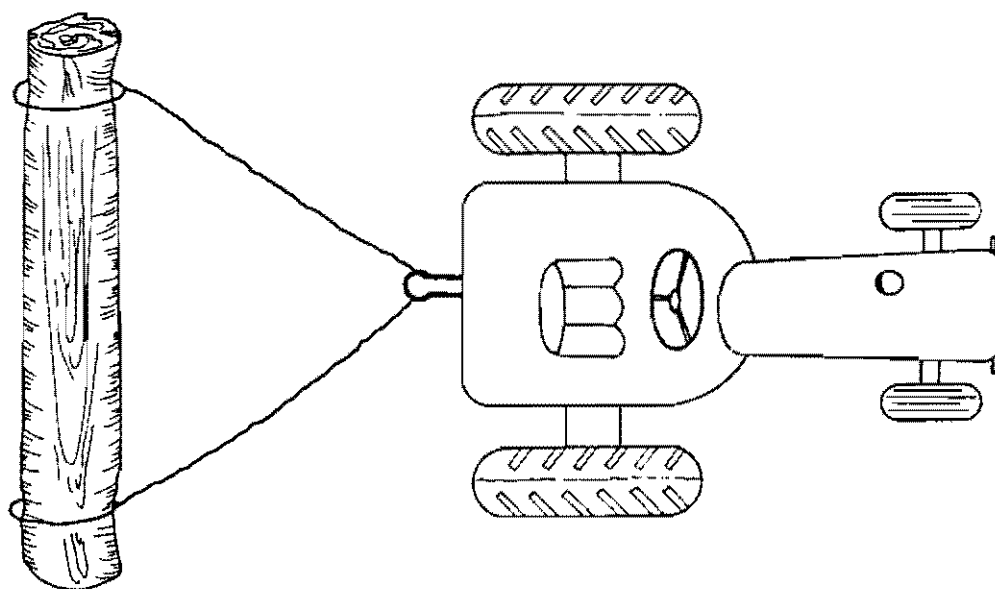


Figura 7. El palo, implemento de madera generalizado en la Altillanura plana colombiana como complemento a la labor del rastrillo californiano. También se puede colocar en la parte posterior del rastrillo para ejecutar esta labor complementaria en un solo pase.

Cuando se posee un tractor con una potencia suficiente, se pueden realizar las labores de rastrillada y nivelación con palo en un mismo pase, amarrando este último a la parte posterior de la rastra.

Ventajas del uso del palo o tronco de árbol:

- Mejora el nivel del terreno.
- Deja solamente terrones de tamaño pequeños.
- Debido a su peso compacta ligeramente el suelo, evitando el enterramiento de la semilla.
- Disminuye el número de pases de los implementos.

Otros tipos de implementos utilizados en el establecimiento de pasturas

Implementos de tracción animal

La tracción animal se presenta como alternativa de bajo costo y con características conservacionistas del ecosistema. En el Piedemonte amazónico del Caquetá es importante el uso de estos implementos, principalmente por la fragilidad de los suelos y la inclinación o pendiente del terreno.

En general estos implementos cumplen las mismas funciones que los de tracción mecánica y los más utilizados son:

- Arado de vertedera reversible de 1 ó de 2 manceras
- Arado de cincel
- Rastrillos de púas
- Rastrillos de discos
- Cultivadora de dientes

Ventajas de los implementos de tracción animal:

- Son ideales para labores en terrenos con pendientes moderadas.
- Evitan la erosión cuando la labranza se hace en curvas de nivel.
- Por su poco peso no producen compactación del suelo.
- Son de fácil manejo y de bajo costo.

Implementos manuales para el establecimiento de pasturas

En las zonas de minifundio y con pendiente moderada es común el uso de implementos manuales como el azadón y el chuzo para la siembra de pasturas.

Las áreas que se preparan con estos instrumentos son relativamente pequeñas y exigen un gran esfuerzo físico, el uso de semillas es más común cuando se utiliza el chuzo como medio para perturbar el suelo.

Opciones de Labranza

En general, las opciones de labranza del suelo varían desde los métodos convencionales hasta los de cero labranza. En el método convencional se deja la superficie relativamente nivelada y libre de terrones y residuos de plantas haciendo una arada seguida de varios pases del rastrillo de discos. El objetivo de este método es eliminar totalmente la vegetación existente. Sin embargo, esta opción de labranza en áreas de alta precipitación no es adecuada para sembrar pastos, ya que pueden ocurrir pérdidas de semillas por arrastre y «tapado» (semilla cubierta por suelo en exceso). Además, estos suelos quedan expuestos al sellamiento de la superficie por el impacto de la lluvia, lo que dificultaría la emergencia de las plántulas. Este efecto es particularmente crítico en el establecimiento de especies de semilla pequeña como *A. gayanus*, *H. rufa*, *P. maximum*, *D. ovalifolium* y *Stylosanthes* spp. Por esta razón, se deben emplear opciones de labranza que perturben menos el suelo.

En áreas de sabana, donde la vegetación predominante es de gramíneas de sistema radicular superficial, el arado de cinceles ha reemplazado con éxito al arado de discos. Este implemento rompe el césped y remueve los primeros 10 a 15 cm de suelo sin voltearlo demasiado. La labor se complementa con un pase de rastrillo, el cual incorpora los residuos

de las plantas y deja la superficie del suelo relativamente estable y permeable.

En suelos francos de buena estructura, la preparación se puede hacer utilizando solamente el rastrillo. El suelo preparado de este modo deja una superficie rugosa con gran número de terrones pequeños y medianos; éstos impiden el sellamiento del suelo y el arrastre de la semilla. En suelos arenosos, la preparación se reducirá a un solo pase del arado de cinceles o del rastrillo.

La profundidad de labranza depende de la estabilidad estructural del suelo. En suelos arenosos, la preparación debe ser superficial mientras que en suelos más pesados, es necesaria mayor intensidad de laboreo. Donde no hay maquinaria disponible o cuando los riesgos de erosión son muy altos, es recomendable evitar la labranza; se recomienda entonces controlar la competencia de la vegetación indeseada con fuego, con herbicidas o permitiendo el sobrepastoreo. Especies como *A. gayanus*, *D. ovalifolium* y *S. guianensis* se han establecido con éxito mediante estos sistemas en los Oxisoles arenosos de Carimagua, Colombia y en Ultisoles del trópico húmedo.

En zonas pendientes y donde no es posible usar la maquinaria, la preparación del suelo se puede hacer en franjas empleando tracción animal, pequeños cultivadoras mecánicas, o aplicando herbicidas. Este tipo de preparación es adecuado para establecer especies estoloníferas como *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura*, y leguminosas como *D. ovalifolium* y *C. pubescens*. El ancho de las franjas y la distancia entre ellas debe ajustarse al grado de pendiente y al potencial de erosión del suelo: cuanto más frágil sea el suelo, mayor debe ser la distancia de las franjas de preparación.

Las opciones de labranza deben salir de un ejercicio de planificación serio 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.

En la actualidad, se hace referencia a la opción de **no labranza** que significa una perturbación mínima, necesaria y suficiente para plantar la semilla, lo que favorece la permanencia de las especies vegetales presentes, esta opción de **no labranza**, presenta las ventajas y desventajas siguientes:

Ventajas:

- Mejora las propiedades físicas del suelo.
- Disminuye el riesgo de erosión.
- Produce menor compactación.
- Es mas económica, en cuanto al número de labores de preparación.
- Demanda menos tiempo entre la labranza y la siembra.

Desventajas:

- Se deben usar especies bien adaptadas y agresivas.
- Presenta un control muy limitado de las especies nativas.
- En áreas de Piedemonte amazónico y llanero el establecimiento estaría seriamente afectado por la agresividad de las especies ya presentes (malezas potenciales).

Resumen de la Secuencia

Las operaciones de **preparación del suelo** se considera como la segunda en importancia después de la siembra. En esta Unidad se hace énfasis en los conocimientos básicos que son necesarios para una adecuada preparación del suelo.

En la Secuencia 2, se destaca la importancia de los factores físicos y las labores necesarias que mejoraran su condición, y se explican las propiedades físicas del suelo como la estructura y la textura, dos conceptos muy

ligados e importantes cuando se trata de la preparación del suelo. Además, se analizan otras características del suelo como la pendiente y su manejo anterior, los cuales influyen en los métodos, la forma de labranza e implementos a utilizar.

Se describen los implementos de tracción mecánica como los arados de discos y de cincel, y el rastrillo. De la misma manera, se describen algunos implementos de tracción animal y se hace una breve reseña de su efecto en el suelo, además de sus ventajas y desventajas.

Secuencia 3. Siembra de Especies Forrajeras

028800

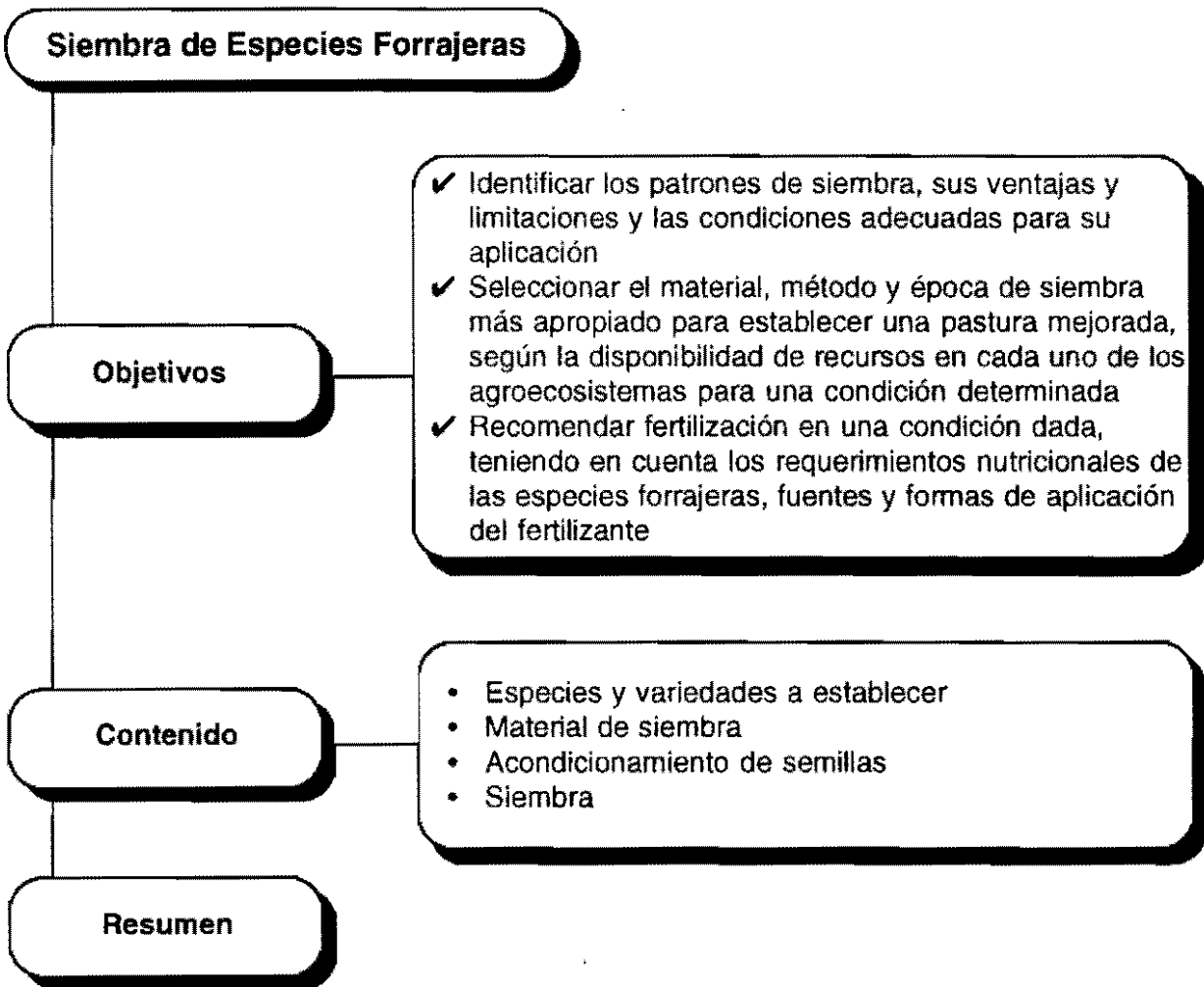
Página

12 MAR 1997

Flujograma para la Secuencia 3	27
Información	27
Especies y Variedades a Establecer.....	27
Material de Siembra.....	28
• Semilla	28
• Calidad	28
• Tamaño	28
• Tasa de siembra.....	28
• Material vegetativo	28
• Calidad	35
• Clase de material	35
• Tasas de siembra	35
Acondicionamiento de Semillas.....	35
• Sin acondicionamiento	35
• Semilla desaristada.....	35
• Semilla clasificada	35
• Semilla escarificada	35
• Escarificación física	35
• Escarificación química	36
• Mezcla	37
• Peletización	37
• Inoculación	37
Siembra	37
• Epocas de siembra	37
• Siembra en la época seca	38
• Siembra temprana	38
• Siembra tardía	38
• Densidad de siembra	38
• Siembra densa	38
• Siembra rala	38
• Patrón de siembra.....	38
• Voleo	38
• Focal o puntual.....	38
• En líneas o hileras	38
• Bandas o franjas	38
• Profundidad de siembra	38
• Superficial.....	38
• Subsuperficial	38
• Tapado o cubrimiento ligero	39

	Página
▪ Enterramiento	39
• Fertilizantes	39
• Requerimientos nutricionales externos	39
• Fuentes de fertilizantes	42
• Propiedades químicas y físicas de los fertilizantes	42
• Disponibilidad	45
• Acondicionamiento	45
• Análisis de suelos	45
• Cálculo de fertilizantes	46
• Implementos de siembra y fertilización	48
• Funciones	48
• Tipos de implementos	49
• Selección y calibración de implementos	55
• Especie acompañante	56
• Monocultivo	56
• Mezclas de gramíneas y leguminosas	56
• En asociación con cultivos	57
• Integración cultivos-pastos en la altillanura colombiana	57
Resumen de la Secuencia	60

Flujograma para la Secuencia 3



Información

Esta secuencia comprende las labores relacionadas con la selección del material de propagación de la especie o variedad a establecer, su colocación en el medio de crecimiento, y el vigor inicial de las plantas. En esta fase del establecimiento todas las acciones están dirigidas a la obtención de una población aceptable de plántulas mediante el uso de los recursos disponibles acorde con las condiciones físicas y económicas en los ecosistemas prevalentes.

Especies y Variedades a Establecer

La selección de la especie o variedad es una decisión vital en el proceso de establecimiento. Se ha comprobado que las variedades no adaptadas a un medio nunca llegan a ser un componente importante dentro de una pastura.

Durante los últimos años, los programas nacionales de investigación dentro de la RIEPT, han identificado, seleccionado y desarrollado un número importante de

gramíneas y leguminosas forrajeras para los agroecosistemas de Sabanas bien drenadas y Piedemontes llanero y caqueteño. En el Cuadro 1 se presenta un listado actualizado de los materiales más promisorios y su rango de adaptación.

Material de Siembra

Semilla

Este material se refiere a aquéllos cuerpos que forman parte del fruto, originados por las modificaciones que experimentan los óvulos al ser fecundados. Sin embargo, para fines prácticos se incluyen también las espiguetas de las gramíneas de reproducción apomíptica.

Calidad

Es un término compuesto que integra atributos físicos, fisiológicos y sanitarios de un lote de semillas. Antes de la siembra es indispensable conocer la calidad de la semilla. Esta labor permite ajustar las tasas de siembra, predecir las poblaciones de plántulas y reducir las pérdidas durante la fase posterior a la siembra.

Procedencia. Es un aspecto relacionado, en parte, con la calidad. En Colombia se tienen tres clases de procedencia:

- Semilla comercial seleccionada: ofrecida por empresas de semillas que cumplen las normas del ICA.
- Semilla comercial informal: se ofrece sin el cumplimiento de las normas legales.
- Semilla de autoconsumo: producida por los ganaderos para establecer sus pasturas.

Pureza. Se define como el porcentaje, en peso, de semillas dentro de un lote, el cual además contiene elementos extraños como agua (humedad), material inerte y otras semillas. Esta prueba se puede hacer en laboratorio o en el campo.

Germinación. Es una prueba de laboratorio que se realiza en condiciones óptimas de temperatura, luz y humedad.

Semilla pura germinada. Es un índice compuesto, que integra un factor físico (% de semilla pura) y un factor fisiológico (germinación). En Colombia la semilla seleccionada de especies forrajeras, ofrecida por las empresas de semillas, debe cumplir con los valores mínimos exigidos por el ICA tal como se muestra en el Cuadro 2.

Emergencia. Es una prueba de campo con humedad controlada, que simula una siembra directa en el campo; en ella el porcentaje indica la proporción de semillas que han producido plántulas normales dentro de un tiempo determinado.

Tamaño

Es un factor que incide, en parte, en las tasas y métodos de siembra. Es frecuente que a mayor tamaño de la semilla, mayor es el vigor y la sobrevivencia de plántulas en el campo; por lo tanto, se requiere un número menor de semillas por unidad de área de sembrar. En el Cuadro 3 se presentan datos específicos del contenido de semillas por unidad de peso de algunas especies.

Tasa de siembra

En el Cuadro 4 se presentan algunos rangos de la tasa de siembra para gramíneas y leguminosas. Con base en estos rangos y la interpretación de los resultados de la prueba de germinación, se puede calcular una tasa de siembra aceptable para un determinado material.

Material vegetativo

Es una opción utilizada para el establecimiento de pasturas en el trópico. Comprende las estructuras de propagación diferentes a la semilla. Aunque su uso es más común en la siembra de gramíneas postradas, también es apropiado para la siembra de algunas leguminosas, especialmente cuando no hay disponibilidad de semilla.

Cuadro 1. Principales características agronómicas de las especies forrajeras comerciales

Especie Nombre común y/o cultivar	Rango altura sobre el nivel del mar (msnm)	Rango precipitación mm	Velocidad de cobertura	Crecimiento	Adaptación al ecosistema		
					Altillanura Plana	Piedemonte llanero	Piedemonte del Caquetá
Gramíneas							
Brachiaria decumbens Braquiaria común	400-1800	1000-3500	Rápida	Semierecto postrado, estolonífero y rizomatoso	+	+	+
Brachiaria dictyoneura Llanero	0-1800	1500-3500	Lenta	Semierecto postrado, estolonífero y rizomatoso	+	+	+
Brachiaria humidicola Humidícola	0-1800	1500-4000	Intermedia	Semierecto postrado y estolonífero	+	+	+
Brachiaria brizantha La Libertad	0-1800	1000-3500	Intermedia	Semierecto y macollador		+	+
Panicum maximum Guinea	0-1700	750-1500	Rápida	Erecto y macollador		+	
Andropogon gayanus Carimagua	0-1000	500-3500	Lenta	Erecto y macollador	+	+	+
Brachiaria arrecta Tanner	0-2000	1000-4000	Intermedia	Semierecto postrado y rizomatoso		+	+
Brachiaria mutica Pará	0-1500	1500-4000	Rápida	Semierecto postrado y estolonífero		+	+
Echinochloa polystachya Alemán	0-1200	2100-4000	Rápida	Semierecto y tallos rizomatosos		+	+

Especie Nombre común y/o cultivar	Requerimientos del suelo					Susceptibilidad a:		Tolerancia a sombrío	
	Fertilidad	Clase textural			Drenaje		Plagas		Enfermedades
		A.	Fr.	Ar.	Buena	Mala			
Gramíneas									
Brachiaria decumbens Braquiaria común	Baja	+	+	+	+		Mión <i>Rhizoctonia solani</i> ^{B'}	Media	
Brachiaria dictyoneura Llanero	Baja	+	+		+		Hormigas —	Baja	
Brachiaria humidicola Humidicola	Baja	+	+	T	+		— Roya ^{B'}	Baja	
Brachiaria brizantha La Libertad	Media	+	+	+	+		Mión (medianamente resistente) Rhizoctonia	Alta	
Panicum maximum Guinea	Alta	T	+	+	+		Hormigas Mión Carbón ^{B'} Mancha foliar ^{B'}	Alta	
Andropogon gayanus Carimagua	Baja	+	+	T	+		Hormiga cortadora Mocis —	Media	
Brachiaria arrecta Tanner	Media	+	+		+	+	Mión (medianamente resistente) Blissus —	Media	
Brachiaria mutica Pará	Alta	+	+		+	+	— —	Media	
Echinochloa polystachya Aleman	Alta	+	+		+	+	Barrenador del tallo —	Media	

Especie Nombre común y/o cultivar	Rango altura sobre el nivel del mar (msnm)	Rango precipitación mm	Velocidad de cobertura	Crecimiento	Adaptación al ecosistema		
					Altillanura Plana	Piedemonte llanero	Piedemonte del Caquetá
Leguminosas							
<i>Arachis pintoi</i> Maní forrajero perenne	0-1800	1500-3500	Rápida	Postrado y estolonífero	+	+	+
<i>Centrosema acutifolium</i> Centrosema Vichada	0-1600	900-3000	Intermedia	Voluble rastrero enredadero	+	+	+
<i>Pueraria phaseoloides</i> Kudzú común	0-800	1500-3500	Lenta	Voluble y trepador		+	+
<i>Stylosanthes capitata</i> Capica	0-1400	1500-2500	Intermedia	Erecto	+		

Especie Nombre común y/o cultivar	Fertilidad	Requerimientos del suelo					Susceptibilidad a: Plagas	Tolerancia Enfermedades a sombriob*
		Clase textural			Drenaje			
		A.	Fr.	Ar.	Bueno	Malo		
Leguminosas								
<i>Arachis pintoi</i> Maní forrajero perenne	Media	+	+	+	+	Comedores de hoja ^{b/} (Crisomelidos), hormigas ^{b/} larvas de lepidopteras ^{b/}	Costra ^{b/} Mancha por cuña ^{b/} Antracnosis ^{b/} Mosaico por potivirus ^{b/}	Alta
<i>Centrosema acutifolium</i> Centrosema Vichada	Baja	+	+		+	Comedores de hoja ^{b/} Afidos ^{b/}	Rhizoctonia spp ^{b/} Cercospora ^{b/} spp Cylindrocladium spp ^{b/}	Media
<i>Pueraria phaseoloides</i> Kudzú común	Media a Baja	+	+	+	+	—	—	Alta
<i>Stylosanthes capitata</i> Capica	Baja		+	+	+	Barrenador del tallo Perforador de botones florales	Antracnosis	Baja

* Hasta el 50% de intercepción de la luz solar

^{b/} No ha sido limitante de producción

+ Adaptado

T Tolerante

A Arcilloso

Fr Franco

Ar Arenoso

Fuente: Belalcazar, et al., 1994

Cuadro 2. Resumen de las normas mínimas para la producción de semillas de algunas especies forrajeras tropicales en Colombia

Materia Nombre científico	Colombia ¹
	Semillas pura germinable (% , min)
Gramíneas	
<i>Andropogon gayanus</i>	8
<i>Brachiaria brizantha</i>	10
<i>Brachiaria decumbens</i>	35
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	10
<i>Brachiaria humidicola</i>	22
<i>Cenchrus ciliare</i>	10
<i>Hyparrhenia rufa</i>	5
<i>Melinis minutiflora</i>	5
<i>Panicum maximum</i>	10
Leguminosas	
<i>Centrosema pubescens</i>	45
<i>Centrosema acutifolium</i>	45
<i>Stylosanthes capitata</i>	24
<i>Pueraria phaseoloides</i>	40

¹ Resolución ICA no. 2402, del 11 de julio, 1989, modificación a la resolución 2604 del 15 de noviembre de 1984.
Fuente: De Andrade y Ferguson, 1991.

Cuadro 3. Peso de 100 semillas de especies forrajeras comerciales y promisorias

Especie	Cultivar y/o Nombre común	No. CIAT	Peso en gr de 100 semillas
<i>Andropogon gayanus</i>	cv. Carimagua 1	1621	0.42
<i>Arachis pintoii</i>	cv. Maní forrajero	17434	15.20
<i>Brachiaria¹ decumbens</i>	cv. pasto amargo	606	0.44
<i>Brachiaria humidicola</i>	cv. pasto humidicola	6369	0.42
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	cv. Llanero	6133	0.52
<i>Brachiaria brizantha</i>	cv. La Libertad	26646	0.64
<i>Brachiaria brizantha</i>	cv. Marandú	6294	0.44
<i>Centrosema acutifolium</i>	cv. Vichada	5277	3.95
<i>Centrosema macrocarpum</i>		5713	5.49
<i>Centrosema brasilianum</i>		5234	1.93
<i>Centrosema pubescens</i>		438	3.05
<i>Calopogonium mucunoides</i>		709	1.46
<i>Desmodium heterocarpon</i> ssp. <i>avalifolium</i>		350	0.20
<i>Pueraria phaseoloides</i>	cv. Kudzú	9900	1.14
<i>Stylosanthes capitata</i>	cv. Capica	10280	0.23
<i>Stylosanthes guianensis</i>		184	0.23

^{1/} En gramíneas se utilizó semilla clasificada (espiguillas), en leguminosas se utilizó semilla desvainada a excepción de *Arachis pintoii*.

Adaptado de: Belalcázar, et al., 1994.

Cuadro 4. Rangos normales de tasas de siembra para algunas gramíneas y leguminosas, según la clase de semilla

Materia		Clase		
Especie	Cultivar o accesión	Escarificada (kg/ha) SPV*	Clasificada (kg/ha) SPV*	Comerciales (kg/ha)
Gramíneas				
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto amargo	1.5-2.0	---	8-12
<i>B. dictyoneura</i>	Llanero	2.0-3.0	---	8-12
<i>B. humidicola</i>	Pasto humidicola	2.0-3.0	---	---
<i>B. brizantha</i>	Marandú	2.0-3.0	---	10-12
<i>B. brizantha</i>	La Libertad	---	4-6	---
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	---	10-12	20-25
<i>Andropogon gayanus</i>	Carimagua	---	4-5	10-15
Leguminosas				
<i>Arachis pintoi</i>	Maní forrajero perenne	---	7-8**	---
<i>Centrosema acutifolium</i>	Centrosema Vichada	---	4-6**	---
<i>Centrosema macrocarpum</i>	CIAT 5713	---	6-8**	---
<i>Centrosema brasilianum</i>	CIAT 5234	4-5**	---	---
<i>Desmodium heterocarpum</i> spp. <i>ovalifolium</i>	CIAT 350	2-3**	---	---
<i>Stylosanthes capitata</i>	Capica	2-3**	---	---
<i>Stylosanthes guianensis</i>	CIAT 184	2-3**	---	---
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú	10-12**	---	---

*SPV= Semilla pura viable. Para convertir a semilla comercial (SC) se usa la siguiente fórmula:

$$\text{kg SC} = \text{kg SPV} \times 100\% \text{ germ. SC}$$

**25 a 30% de los g por clase en asociación

Adaptado de: Belalcázar *et al.*, 1994.

Calidad

Este parámetro está determinado por los atributos sanitarios y fisiológicos del material de propagación. En este caso especial la determinación de la calidad del material se hace mediante un diagnóstico de campo por parte del usuario, teniendo como base los estados sanitario y fisiológico.

- Estado sanitario: el material de siembra debe estar libre de daños causados por patógenos o plagas.
- Estado fisiológico: el material debe provenir de plantas vigorosas en crecimiento activo, con puntos de crecimiento, nudos o yemas viables, sin pudrición o deshidratación manifiesta.

Clase de material

El material vegetativo para siembra puede ser de varias clases. Dentro de los más comunes se encuentran:

- Estacas: Porciones de tallos o de ramas, separados de la planta madre, con o sin enraizamiento previo.
- Estolones: Tallos de gramíneas postrados, con puntos de crecimiento viables.
- Macollas: Conjunto de tallos unidos por el pie o base.
- Cepas: Plantas enteras con un reducido número de tallos, hojas y sin suelo.
- Cespedones: Consiste en un número grande de plantas en crecimiento activo con una porción de suelo superficial adherido.

Tasas de siembra

Este término sólo se aplica cuando se utilizan tallos o estolones. En los otros métodos de siembra se trata de un trasplante, donde el número de estructuras de propagación coincide con la población requerida de las mismas para asegurar el establecimiento.

Acondicionamiento de Semillas

Las semillas se pueden manipular de distintas formas, según el manejo previo que hayan recibido y el que se les proporcione hasta el momento de la siembra. El acondicionamiento puede ser sobre las características fisiológicas

de la semilla, o mediante el enriquecimiento de la misma por adhesión de fertilizantes y bacterias fijadoras de nitrógeno (peletización).

Sin acondicionamiento

Equivale a la utilización de semilla cruda, tal como ha sido recolectada, sin ningún tipo de beneficio.

Semilla desaristada

La desaristada se hace con el objeto de facilitar la descarga de materiales livianos que tienen apéndices o aristas, como es el caso de la semilla de *Andropogon gayanus*. Esta práctica consiste en remover esos componentes mediante la utilización de martillos rotatorios, que giran dentro de un compartimiento cerrado.

Semilla clasificada

Son semillas que se han sometido a un proceso de limpieza o eliminación de impurezas y, en algunos casos, también de semillas defectuosas.

Semilla escarificada

Es toda semilla clasificada que ha recibido un tratamiento físico o químico con el objeto de romper, adelgazar o ablandar la testa para facilitar la penetración de agua y acelerar la germinación.

Escarificación física

Tiene como objeto el adelgazamiento de la testa. Existen varias formas de hacerlo y dentro de las más sencillas y prácticas se tienen:

- Con papel de lija: útil para la escarificación de lotes pequeños de semilla. Para semillas muy pequeñas se utiliza papel de lija número 100 o mayor. Para semillas de tamaño grande como *Centrosema* sp. se utiliza un papel de lija número 50.
- Remojo en agua: Permite modificar algunas cubiertas duras y remover sustancias inhibitorias de la germinación. La temperatura del agua y el tiempo de remojo varían con la especie.

Escarificación química

La forma más usual es hacerla con ácido sulfúrico. Es una práctica eficiente para escarificación de leguminosas y gramíneas tipo *Brachiaria* sp. Sin embargo, por el alto riesgo que implica la aplicación de esta técnica se recomienda hacerla sólo a nivel de productores de semilla.

En el Cuadro 5 se presenta un resumen sobre las prácticas más usuales para la escarificación de semillas y el aceleramiento de la germinación en algunas gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas a suelos ácidos.

Cuadro 5. Prácticas recomendadas para la escarificación de semillas en especies forrajeras adaptadas a suelos ácidos en Colombia

Especie	Práctica de escarificación	
	Recomendada	Opcional
<i>Brachiaria humidicola</i>	15 min. en ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	--
<i>Brachiaria dyctioneura</i>	25 min. en ácido sulfúrico	--
<i>Brachiaria decumbens</i>	12 min. en ácido sulfúrico	--
<i>Arachis pintoi</i>	Secar a 40°C hasta 14 días	--
Centrosemas	12 min. en ácido sulfúrico	Escarificación mecánica
<i>Calopogonium mucunides</i>	10 min. en ácido sulfúrico	Escarificación mecánica
<i>Desmodium heterocarpon</i> ssp. <i>ovalifolium</i>	8 min. en ácido sulfúrico	Escarificación mecánica (lija)
<i>Pueraria</i> sp.	De 10 a 15 min. en ácido sulfúrico	Escarificación mecánica
<i>Stylosanthes capitata</i>	De 8 a 10 min. en ácido sulfúrico	Escarificación mecánica

Fuente: Ramírez C. et al., 1988.

Mezcla

Para facilitar la labor de siembra, en algunos casos, es conveniente mezclar la semilla con material inerte o fertilizantes de baja solubilidad como el calfos o roca fosfórica. Esta práctica es eficiente cuando no se dispone de implementos de siembra de descarga uniforme, con semillas livianas o cuando se utilizan tasas de siembra muy bajas.

Peletización

Consiste en recubrir la semilla con una capa fina de material sólido como suelo, ceniza, yeso, cal o fertilizantes de baja solubilidad, utilizando como adherente goma o alguna

sustancia viscosa. Este tipo de acondicionamiento aumenta el volumen del material de siembra, facilita la labor e incrementa la eficiencia de utilización de algunos fertilizantes.

Inoculación

Tiene como objetivo enriquecer la parte externa de las semillas de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium* (rizobios), que al emerger las plántulas infectan las raíces y establecen una simbiosis efectiva. En el Cuadro 6 se presenta una lista de cepas de rizobios seleccionados para la inoculación de leguminosas forrajeras.

Cuadro 6. Combinaciones de leguminosa-rizobio seleccionadas para la inoculación de semillas de especies forrajeras

Leguminosa	Cepa de rizobio(Código CIAT)
<i>Arachis pintoi</i>	3101
<i>Centrosema acutifolium</i>	3101
<i>Centrosema brasilianum</i>	3101
<i>Centrosema macrocarpum</i>	3101
<i>Desmodium heterocarpon</i> spp. <i>ovalifolium</i>	4099
<i>Pueraria phaseoloides</i>	3918
<i>Stylosanthes capitata</i>	995
<i>Stylosanthes guianensis</i>	4969

Fuente: Sylvester-Bradley y Váldez (1991).

Para hacer la inoculación, se deposita la semilla en un recipiente limpio y se le agrega una solución adherente (30 ml de goma arábica al 40% o azúcar al 25% por kg de semilla), se mezcla bien y se le agrega el inoculante (50 g/kg de semilla), se sigue mezclando hasta que se distribuya homogéneamente. Finalmente, se agrega roca fosfórica o yeso en polvo, hasta formar pelets individuales que se extienden sobre un piso limpio y se dejan secar hasta que endurezcan.

Cuando la propagación de la leguminosa se hace con material vegetativo se puede

inocular este material antes de la siembra mediante la aspersion de una solución de agua, melaza e inoculante.

Siembra

Consiste en la descarga o colocación del material de propagación en el suelo que es el medio de soporte y crecimiento.

Epocas de siembra

Se relacionan más con la distribución de la precipitación que con el año calendario.

Siembra en la época seca

Se efectúa al final de la época seca. Tiene bastante relación con los mecanismos de dispersión y autopropagación de las especies de floración y fructificación tardía.

Siembra temprana

Es la que se realiza al comienzo de la época lluviosa, cuando aún no son muy frecuentes e intensos los eventos lluviosos.

Siembra tardía

Corresponde a la siembra que se efectúa durante los períodos de mayor precipitación y posteriores a ésta.

Densidad de siembra

Se refiere a la población de plantas/ha inicialmente calculada para alcanzar en un tiempo determinado una cobertura deseada.

Siembra densa

Tiene como objeto lograr el establecimiento de la pastura con la primera generación de plántulas o rebrotes. Corresponde en la práctica a las densidades de siembra recomendadas para la mayoría de las especies, utilizando prácticas y elementos de conocimiento general

Siembra rara

Es una estrategia de establecimiento de pasturas, consistente en obtener inicialmente una baja población de plantas «madres», que se desarrollan a una distancia mayor que la normal, con el objeto de que se autopropaguen y cubran las áreas intermedias (entre las plantas originales) en un tiempo razonable.

Patrón de siembra

Se refiere a la distribución del material de propagación sobre el campo o área de siembra.

Voleo

Es una práctica de siembra muy común. Su popularidad se debe a que puede hacerse con relativa facilidad y sin mayores necesidades

de mecanización. En este caso, la distribución final de las plántulas en el campo obedece más factores relacionados con el implemento o medio de dispersión, que a los factores ambientales que posteriormente puedan afectar el desplazamiento y soporte de las semillas sobre la superficie del terreno.

Focal o puntual

Consiste en colocar el material de siembra en sitios específicos, que ocupan un área mínima dentro del área de siembra.

En líneas o hileras

Consiste en descargar la semilla o colocar el material de propagación en líneas con una trayectoria definida. Permite diferentes combinaciones, según la necesidad de aislar o concentrar los componentes en una pastura asociada.

Bandas o franjas

Son porciones de terreno de forma rectangular y alargada, sembradas siguiendo un patrón de descarga continuo (hileras) o intermitente (a voleo).

Profundidad de siembra

Esta determinada por el tamaño, vigor y estado del material de propagación, y por la facilidades que el suelo y la superficie a sembrar proporcionen para el desarrollo radicular, para la absorción de nutrimentos y para la emergencia de las plántulas.

Superficial

Es una práctica apropiada para semilla de tamaño pequeño como *S. capitata*, *D. ovalifolium* y *A. gayanus*.

En este caso las semillas se esparcen sobre el suelo y éstas, por su reducido tamaño, logran acomodarse entre los terrones pequeños encontrando así ambientes óptimos para su germinación y emergencia.

Subsuperficial

Consiste en sembrar la semilla o colocar cerca de la superficie del suelo los puntos de

crecimiento del material vegetativo, con el objeto de reducir las pérdidas ocasionadas por la deshidratación de las raíces jóvenes y de las yemas.

Tapado o cubrimiento ligero

Es una modificación de la siembra superficial, consiste en cubrir las semillas ya dispuestas en el terreno mediante terrones o residuos de vegetación, con el objeto de controlar riesgos por la presencia de insectos (hormigas) o vertebrados (aves).

Enterramiento

Es una práctica apropiada para semillas de tamaño grande como algunas leguminosas, que tienen mayores reservas para emerger que la mayoría de las gramíneas forrajeras con semillas de tamaño pequeño.

En este caso las semillas quedan cubiertas por el suelo a una profundidad de 2 a 3 veces su diámetro. Debe existir buen contacto entre el suelo y la semilla para asegurar un nivel constante de humedad y un medio favorable para la emergencia de la plántula. Se ha observado que cuando este tipo de semilla no se tapa, su germinación es afectada por el sol o por falta de soporte.

Fertilizantes

Fertilizante es todo material, orgánico o inorgánico, natural o sintético, que es capaz de suministrar uno o más elementos químicos necesarios para el normal crecimiento de las plantas.

Los fertilizantes inorgánicos pueden ser simples o primarios y compuestos o complejos. Los fertilizantes simples contienen sólo uno de los elementos mayores. Los fertilizantes compuestos contienen dos o más elementos mayores.

Requerimientos nutricionales externos

Los principales elementos que limitan el establecimiento y mantenimiento de especies forrajeras en Oxisoles y Ultisoles de la Orinoquía y Amazonía colombiana son: N, P,

K (macroelementos), Ca, Mg, y S (nutrimentos secundarios) y para algunas leguminosas forrajeras tropicales B, Zn, y Mo (micronutrimentos).

Se han encontrado diferencias entre especies en cuanto a requerimientos de P, K, Mg, y S. Por otro lado, en algunas forrajeras tropicales no se ha observado una respuesta clara a la aplicación de micronutrimentos. Sin embargo, dependiendo de la leguminosa, el primer microelemento en presentar deficiencias es el B seguido por Zn y Mo.

A continuación, se explica la importancia de los elementos más limitantes para la producción de las forrajeras tropicales, especialmente para el establecimiento de pasturas en suelos ácidos de la Orinoquía y Amazonía colombiana.

Fósforo. La deficiencia de fósforo (P) es general en los suelos ácidos de la Altillanura plana colombiana, el Piedemonte llanero y el Piedemonte del Caquetá, no sólo por su bajo contenido sino por su capacidad para fijar e inmovilizar este elemento, especialmente en suelos donde predominan la caolinita y la haloisita tubular, y abundan los óxidos de hierro. Sin embargo, la mayoría de las especies comerciales y promisorias para la Orinoquía y Amazonía Colombiana, seleccionadas por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT y las instituciones nacionales, requieren entre 10 y 20 kg de P para lograr el 80% de su máxima producción al establecimiento. La eficiencia del P es mayor en suelos inundados porque con la reducción química se incrementa su solubilidad y disminuye la fijación por hierro y aluminio.

A pesar de la tolerancia de las especies forrajeras seleccionadas a bajos niveles de P disponible en el suelo, es necesario aplicar este nutrimento a la siembra. Esto se debe a que durante las fases iniciales de desarrollo las plántulas requieren fósforo fácilmente asimilable, que les permita iniciar sus procesos

energéticos de fotosíntesis y absorción de otros nutrientes.

Potasio. El potasio (K) se pierde por lixiviación, fijación y adsorción por las arcillas del suelo. Los requerimientos internos de K en gramíneas y leguminosas son variables de acuerdo con la especie, siendo mayores para las leguminosas. Los niveles de fertilización potásica para el establecimiento de forrajeras adaptadas a Oxisoles y Ultisoles con niveles bajos de K disponibles en el suelo (< 0.1 meq/100 g suelo) están entre 10 y 20 kg/ha. En suelos con mayores contenidos de K intercambiable (> 0.15 meq/100 g) posiblemente no es necesaria la fertilización potásica al establecimiento.

Nitrógeno. Todas las gramíneas adaptadas a las condiciones de Altillanura plana, Piedemonte llanero y Piedemonte del Caquetá, presentan requerimientos internos de nitrógeno (N) similares. Sin embargo, los requerimientos externos de fertilización pueden variar entre ellas, como es el caso de *B. decumbens* y *P. maximum* que en Santander de Quilichao (Cauca) respondieron a aplicaciones de 200 kg/ha de N; en contraste, *A. gayanus* conservó altos niveles de producción sin la aplicación de nitrógeno. Esto se asoció con su mayor habilidad de utilizar el N nativo del suelo debido a su profuso sistema radicular. En otras gramíneas esta situación se puede deber a la efectiva asociación con microorganismos fijadores de N. En las leguminosas se espera que la demanda de N sea satisfecha a través de una eficiente fijación de N atmosférico.

Magnesio. Se ha determinado que las concentraciones críticas internas de magnesio (Mg) en gramíneas están alrededor de 0.2% y para leguminosas en 0.3%, lo que es equivalente a una aplicación de 10 kg/ha de Mg. Algunas leguminosas como *P. phaseoloides* y *A. pintoi*, presentan requerimientos de Mg más altos. El Mg es constituyente esencial de la molécula de clorofila y consecuentemente la clorosis foliar,

que se manifiesta cuando hay deficiencia de este elemento se debe a una disminución de la síntesis de clorofila.

Azufre. El azufre (S) es otro de los nutrientes que limitan el uso de los suelos ácidos. A pesar de su baja disponibilidad, raras veces se ha informado de deficiencia de S en las especies forrajeras tropicales. Esto se debe a que este nutriente se mueve a partir del subsuelo donde es retenido el S lixiviado de la capa arable. La fertilización con S se hace más importante en suelos arenosos cuyo contenido de materia orgánica es bajo. En estos casos es necesario aplicar S.

Calcio. Las experiencias del programa de Forrajes Tropicales del CIAT, indican que la respuesta de las gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas a los Oxisoles y Ultisoles de la Orinoquía y Amazonia colombiana (tolerantes a Al), esta más relacionada con su requerimiento de Ca que con el encalamiento.

En el Cuadro 7 se presentan los requerimientos de Ca de varias gramíneas y leguminosas establecidas en un Oxisol de la Altillanura plana; hay gramíneas como *B. humidicola* y *A. gayanus* que ese requieren menos Ca que las especies tradicionales como *Panicum maximum* o *Digitaria decumbens*; y hay leguminosas cuyo requerimiento interno de Ca es mayor que el de las gramíneas. Sin embargo, los requerimientos de fertilización son similares para gramíneas y leguminosas, y oscilan entre 100 y 200 kg/ha de Ca.

Micronutrientos. Los requerimientos externos de micronutrientos en la mayoría de las especies forrajeras comerciales y promisorias son bajos. En el Cuadro 8 se presenta una guía de las concentraciones de estos nutrientes en el tejido y en el suelo, asociadas con los síntomas de deficiencia y su toxicidad en gramíneas tropicales; aparecen, además, los niveles de aplicación recomendados. Para las leguminosas se podrían tomar valores similares a éstos.

Cuadro 7. Nivel crítico externo (NCE) y nivel crítico interno (NCI) de calcio en diversos ecotipos de gramíneas y leguminosas forrajeras sembradas en un Oxisol de Carimagua, en la época lluviosa de los Llanos orientales de Colombia*

Especie	Ecotipo	NCE de Ca (kg/ha)	NCI de Ca (%)
Gramíneas			
<i>Brachiaria humidicola</i>	CIAT 679	50	0.22
<i>Andropogon gayanus</i>	CIAT 621	100	0.23
<i>Brachiaria decumbens</i>	CIAT 606	100	0.37
<i>Brachiaria brizantha</i>	CIAT 665	100	0.37
<i>Panicum maximum</i>	CIAT 604	600	0.60
<i>Digitaria decumbens</i>	CIAT 659	560	0.42
Leguminosas			
<i>Stylosanthes capitata</i>	CIAT 1019	100	0.93
<i>Stylosanthes capitata</i>	CIAT 1405	200	0.96
<i>Desmodium ovalifolium</i>	CIAT 350	100	0.74
<i>Pueraria phaseoloides</i>	CIAT 9900	100	1.04
<i>Centrosema macrocarpum</i>	CIAT 5065	100	0.72
<i>Arachis pintoi</i>	CIAT 17434	100	1.77

* Requerimientos críticos asociados con 80% de la producción máxima de materia seca.
Fuente: CIAT (1981a).

Cuadro 8. Rangos de concentración de micronutrientos en los cuales éstos causan deficiencia o toxicidad en especies forrajeras tropicales sembradas en varios tipos de suelo

Micronutriente	Deficiencia en		Toxicidad en		Recomendaciones kg/ha
	Tejido (ppm)	Suelo (ppm)	Tejido (ppm)	Suelo (ppm)	
Zn	15-20	0.5-1.0	60-80	20-30	3.0
Cu	2-4	0.1-0.4	10	15-25	2.0
B	2-4	0.3-0.5	12	3-5	1.0
Mn	10-20	1.0-5.0	500	100-200	—

Fuente: Salinas y Saif (1989).

En el Cuadro 9 se presenta un resumen de la fertilización de establecimiento de las especies forrajeras comerciales comunes en la Orinoquia y Amazonia colombiana. Se sugiere realizar análisis de suelos en cada finca.

Fuentes de fertilizantes

En el Cuadro 10 aparece una lista de los fertilizantes más comunes en el país.

Propiedades químicas y físicas de los fertilizantes

Entre las características físicas y químicas más importantes de los fertilizantes, que se deben tener en cuenta para evitar trastornos y perjuicios al suelo y a los cultivos están su efecto residual, el índice de salinidad, la higroscopicidad, la compactabilidad con otros fertilizantes y la concentración de nutrimentos. De estas características el efecto residual es, quizás, la que tiene mayor importancia en la fertilización de pasturas.

Efecto residual. Esta condición de los fertilizantes está relacionada con la solubilidad de los mismos y es determinante para su eficiencia o cantidad del elemento que es recuperado por la planta. Del nitrógeno que se aplica al suelo como fertilizante, sólo del 40 al 70% se recupera por las plantas. En suelos arenosos (porosos) y regiones muy lluviosas, la recuperación puede ser aún menor por el lavado que ocurre en estas condiciones. Un fertilizante menos soluble, o de lenta liberación, puede reducir las pérdidas debidas a la baja recuperación de N. Una solución satisfactoria a este problema es la producción en el mercado de fertilizantes de liberación controlada a través de un recubrimiento. La urea recubierta con azufre es uno de los fertilizantes nitrogenados de liberación controlada más prósperos. La urea granulada es bañada con azufre derretido, luego se le cubre con cera y más tarde se aplica una delgada película de arcilla a fin de aumentar las características de manejo. La solubilidad en agua de urea no tratada es del 100% en pocos minutos; en comparación, la urea

recubierta con azufre, sólo el 1% se disuelve cada 5 días.

Movilidad de los nutrimentos en la planta.

La movilidad y redistribución de los nutrimentos en la planta hacen que los síntomas de deficiencia de cada elemento se presenten en sitios específicos; por tanto, el síntoma y su localización son la base para el diagnóstico visual de las deficiencias y toxicidades minerales en las plantas.

Los tres macronutrimentos (nitrógeno, fósforo y potasio) y el magnesio tienen alta movilidad. Debido a esto, cuando el suministro de alguno de ellos es deficiente, se moviliza desde las hojas viejas, donde inicialmente se acumula en mayor cantidad, y se redistribuye entre las partes jóvenes de la planta. Por esta razón, los síntomas de deficiencia de estos elementos de alta movilidad aparecen inicialmente y en forma más acentuada en las hojas viejas.

El calcio, por el contrario, es un nutrimento de muy baja movilidad en la planta. Cuando la planta está en condiciones de deficiencia de calcio éste se acumula principalmente en las hojas más viejas. Las hojas jóvenes, por el contrario, reciben menor cantidad de este elemento y presentan los síntomas iniciales de deficiencia.

El azufre tiene un grado intermedio de movilidad en la planta. Por ello los síntomas de su deficiencia se manifiestan con más frecuencia inicialmente en las hojas intermedias y jóvenes, generalmente sin que se afecten las hojas viejas.

El molibdeno tiene alta movilidad en la planta; los síntomas de deficiencia de este elemento aparecen inicialmente y en forma más acentuada en las hojas viejas. El cobre, el zinc y el hierro tienen un grado de movilidad entre media y baja dentro de la planta. La deficiencia de estos elementos se presentan principalmente en las hojas jóvenes y en menor grado en hojas intermedias.

Cuadro 9. Fertilización de establecimiento de las especies forrajeras comerciales

Especie	Nombre común y/o cultivar	Fertilización de establecimiento (kg/ha)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cal agrícola	S
Gramíneas						
<i>Brachiaria decumbens</i>	Brachiaria común	25 ^a	30-45	20-30	300-500	
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	Llanero	25 ^a	30-45	30-50	200-300	
<i>Brachiaria humidicola</i>	Pasto humidicola	25 ^a	30-45	30-50	200-300	
<i>Brachiaria brizantha</i>	La libertad	25 ^a	30-45	20-30	300-500	
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	50 ^b	20-30	20-30	500	
<i>Andropogon gayanus</i>	Carimagua		20-30	20-30	200-300	
<i>Brachiaria arrecta</i>	Tanner	50	50-60	30-50	300-500	
<i>Brachiaria mutica</i>	Pará	50	100	50	300-500	
<i>Echinochloa polystachia</i>	Alemán	50	50	30-50	300-500	
Leguminosas						
<i>Arachis pintoi</i>	Mani forrajero perenne	30-50	30-50	300-500	15-20	10-15
<i>Centrosema acutifolium</i>	Centrosema Vichada	50	20-30	300-500	10	10
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú común	50-80	50	500	20	20
<i>Stylosanthes capitata</i>	Capica	50	50	300	10-15	10

a = 30-40 días después de la siembra aplicada a voleo como urea.

b = Responde a la fertilización con N y P desde el momento del establecimiento.

Adaptado de: Belalcázar et al., (1994).

Cuadro 10. Fórmula y composición química de fertilizantes comerciales en Colombia

Producto	Fórmula	Contenido %					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Fertilizantes nitrogenados							
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46					
Nitrato de amonio	NH_4NO_3^*	33-34.5					
Fosfato de amonio (MAP)		12	22				
Fosfato diamónico (DAP)		18	20				
Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21					24
Fertilizantes fosfatados							
Superfosfato triple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$		20		14		
Superfosfato simple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)+\text{CaSO}_4$		7		20		12
Calfos (abono fosfórico)			4		37	1	
Roca fosfórica Huila- (fosforita)			8		30		
Roca fosfórica pesca			8		20		
Fosfato de magnesio- fundido			15			8	
Fertilizantes potásicos							
Cloruro de potasio	KCl			50			
Sulfato de potasio	K_2SO_4			42			18
Sulpomag (KMAG)				18		11	22
Fertilizantes de nutrimentos secundarios							
Sulcamag					18	9.6	9.0
Sulfato de magnesio						10	13
Oxido de magnesio						32	
Yeso comercial	CaSO_4				14-17		10-13
Cal dolomítica	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$				25-30	7-12	
Cal dolomita						9.5	
Cal agrícola	CaCO_3				30		
Flor de azufre							85
Fertilizantes compuestos							
15-15-15		15	6.5	12.5			
14-14-14		14	6.1	11.7			
12-20-20		10	8.7	16.7			
10-30-10		10	13.1	8.3			

* El nitrón 26 es un nitrato de amonio que contiene 26% de N.
Adaptado de: Marín, 1982; ICA, s.f.

Fitotoxicidad. En suelos fuertemente ácidos (pH < 5.0) las especies forrajeras no adaptadas y la mayoría de los cultivos tienen una producción menor a su potencial por una o varias de las razones siguientes:

- Toxicidad de aluminio
- Toxicidad de manganeso
- Toxicidad de hierro
- Deficiencia de calcio
- Deficiencia de magnesio
- Deficiencia de molibdeno
- Descomposición muy lenta de materia orgánica.

La adición de cal aumenta el pH del suelo, por tanto, elimina la mayoría de los problemas de suelos ácidos, incluyendo el exceso (tóxico) de Al soluble y la descomposición lenta de la materia orgánica.

Toxicidad de Manganeso. Los niveles tóxicos de manganeso (Mn) generalmente se presentan en suelos ácidos, con un pH inferior a 5.5. Sin embargo, en suelos con pH más alto pero de pobre aireación, principalmente en los ecosistemas de bosque húmedo tropical, se presentan problemas de toxicidad de Mn.

Los efectos tóxicos del Mn afectan principalmente la parte aérea y en menor grado el sistema radical de la planta.

Toxicidad de aluminio (Al). El exceso de aluminio tiene un efecto tóxico en el sistema radical de la planta, a diferencia del Mn que afecta la parte aérea. En los suelos con alto contenido de aluminio las raíces se desarrollan superficialmente, sin profundizar en el subsuelo, lo que trae como consecuencia un mal anclaje de las plantas y una disminución de su capacidad para tomar agua y nutrientes del subsuelo. Además, el aluminio bloquea la absorción y traslocación de elementos minerales como P, Ca, Mg y algunos micronutrientes.

La toxicidad de Al es uno de los principales factores que restringen el crecimiento de las plantas en los Oxisoles y Ultisoles de la Orinoquía y Amazonía colombiana.

Disponibilidad

La selección de las fuentes de fertilizantes depende en gran medida de la disponibilidad y el precio del nutriente requerido en mayor cantidad existentes en el mercado local o regional, su cantidad a aplicar está relacionada con el grado de fertilizantes. En muchas regiones marginales de Colombia hay limitaciones para el uso del producto fertilizante más apropiado y se cuenta con una gran cantidad de fertilizantes compuestos que son muy utilizados en cultivos como café, caña panelera y otros.

Acondicionamiento

Factores decisivos en el acondicionamiento y mezclas son la compatibilidad y solubilidad de los productos fertilizantes simples para poder aplicarse en forma eficiente y activa. También debe tenerse en cuenta su colocación con respecto a la semilla de la especie forrajera para evitar daños en la semilla o en la plántula que va a germinar.

Esta labor de acondicionamiento y mezcla debe hacerse antes de la siembra, teniendo en cuenta el efecto activo, no utilizando productos fertilizantes viejos o almacenados.

Análisis de suelos

El análisis de suelos es el estudio de una muestra representativa de un suelo dado, que permite conocer la capacidad de suministro de los diferentes nutrientes que contiene y la probabilidad de respuesta de las especies forrajeras tropicales a la fertilización con ellos.

Propósito y utilidad. El propósito de un análisis de suelos es conocer el elemento o elementos limitantes para el establecimiento y producción de una pastura y determinar la fertilización que corrige esa deficiencia.

Para que un análisis de suelos tenga significado, los valores determinados en el laboratorio deben correlacionarse con la respuesta a la fertilización de las especies forrajeras tropicales adaptadas (a la acidez del suelo) mediante el uso del nivel óptimo interno en el tejido (%), el nivel crítico externo y los estudios sobre dosis óptimas (Cuadro 11).

Además servir como guía para la formulación y correcta clasificación de los fertilizantes, el análisis de suelos sirve para caracterizar los suelos en niveles altos, medios o bajos, en cada uno de los elementos esenciales para la nutrición de las plantas y para diagnosticar la presencia de elementos nocivos.

Cuando el contenido es bajo, la probabilidad de respuesta a la fertilización es alta (más de 80%); cuando es alto, la probabilidad es baja (menos del 20%) y cuando el contenido es medio, la probabilidad es media (40 a 60%). En el Cuadro 12 se presenta una clasificación tentativa de la fertilidad del suelo, que serviría como guía para identificar la limitación específica de algún nutrimento; señalaría también la necesidad de corregir la deficiencia de éste al momento de establecer gramíneas y leguminosas adaptadas a la acidez del suelo.

Cálculo de fertilizantes

Para los efectos de cálculo, es necesario tener en cuenta las especies forrajeras a sembrar, sus requerimientos nutricionales principalmente en términos de P, K, Mg y S y las fuentes que ofrecen más de un nutrimento. Generalmente la cantidad a utilizar de productos de fertilizantes está determinada por el elemento de mayor demanda.

Con el propósito de ilustrar el procedimiento para el cálculo de fertilizante se desarrolla el siguiente ejercicio considerando una situación hipotética:

Ejemplo:

En una finca del Piedemonte llanero se van a establecer 20 ha de *B. dictyoneura* asociada

con *A. pintoí* y se le sugiere al productor hacer una fertilización de establecimiento así:

Elemento	Cantidad (kg/ha)
P	22
K	27
Mg	18
S	12

Fuente de fertilizantes: Fosforita Huila y Sulpomag

Recomendaciones: se recomienda aplicar el P antes de la siembra, incorporándolo con el último pase de rastrillo y los demás elementos se aplicarán 30 y 50 días después de la siembra (repartidos en partes iguales).

Cálculos:

Fósforo (P): (Cuadro 3.10).

si 100kg de fosforita Huila contienen 8kg de P

$$X \qquad \qquad \qquad 22\text{kg de P}$$

$$\text{Fosforita Huila} = \frac{22 \times 100}{8} = 275\text{Kg/ha}$$

Potasio (K): primera aplicación (la mitad de lo requerido), (Cuadro 3.10).

si 100kg de sulpomag contienen 18kg de K

$$X \qquad \qquad \qquad 13.5\text{kg de K}$$

$$\text{sulpomag} = \frac{13.5 \times 100}{18} = 75\text{Kg/ha (1/2)}$$

$$2 \times 75 = 150\text{kg/ha (Aplicación total)}$$

Con fines didácticos se calcula el aporte de Ca a través de la Fosforita Huila y de Mg y S con el sulpomag

Calcio (Ca):

$$\frac{275\text{kg de F.Huila} \times 30 \text{ kg de Ca}}{100 \text{ kg de F.Huila}} = 82.5\text{Kg de Ca/ha}$$

Magnesio (Mg):

$$\frac{150\text{kg de Sulpomag} \times 11\text{kg de Mg}}{100\text{kg de sulpomag}} = 16.5\text{kg de Mgha}$$

Azufre (S):

$$\frac{150\text{kg de sulpomag} \times 22\text{kg de S}}{100\text{kg de sulpomag}} = 33\text{kg de S/ha}$$

No obstante, si al determinar las cantidades de elementos requeridos éstos resultan

Cuadro 11. Requerimientos de P, Ca, y Mg en gramíneas y leguminosas tropicales, durante la fase de establecimiento en Carimagua (Altillanura plana colombiana)

Especie	Accesión CIAT No	P ¹		Ca ²		K ³	
		Fertilización (kg/ha)	NCI ⁴ (%)	NCE ⁵ (kg/ha)	NCI ⁴ (%)	NCE ⁵ (kg/ha)	NCI ⁴ (%)
Gramíneas							
<i>Andropogon gayanus</i>	621	20	0.10	100	0.23	20	0.95
<i>Brachiaria decumbens</i>	606	20	0.08	100	0.37	20	0.83
<i>B. dictyoneura</i>		20	0.09	---	---	---	---
<i>B. humidicola</i>	679	10	0.08	50	0.22	10	0.74
<i>B. brizantha</i>	665	20	0.09	100	0.37	20	0.82
<i>Panicum maximum</i>	604	20	0.09	600	0.60	---	---
Leguminosas							
<i>Centrosema macrocarpum</i>	5065	10	0.16	100	0.72	10	1.24
<i>Desmodium heterocarpum</i> - <i>spp ovalifolium</i>	350	20	0.10	100	0.74	20	1.03
<i>Pueraria phaseoloides</i>	9900	20	0.22	100	1.04	20	1.22
<i>Stylosanthes capitata</i>	1019	20	0.11	100	0.93	20	1.15
<i>Arachis pintoi</i>	17434	20	0.18	100	1.77	20	1.30

¹= en un Oxisol de Carimagua

²= en la época lluviosa en un Oxisol de Carimagua

³= a 8 semanas de crecimiento en un Oxisol de Carimagua

⁴= Nivel crítico interno (NCI) asociado con un 80% de la producción máxima de materia seca

⁵= Nivel crítico externo (NCE) en kg/ha

Adaptado de: Ayarza (1991).

Cuadro 12. Clasificación de la fertilidad natural del suelo para el establecimiento de pasturas tropicales

Parámetro del suelo	Nivel de fertilidad			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
pH	< 4.5	4.5 - 5.5	5.5 - 6.5	> 6.5
P (ppm) ^a	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
K (meq/100 g) ^a	< 0.05	0.05 - 0.10	0.10 - 0.15	> 0.15
Mg (meq/100 g) ^b	< 0.08	0.08 - 0.12	0.12 - 0.20	> 0.20
Saturación Al (%) ^b	> 80	60 - 80	20 - 60	< 20
Saturación Ca (%) ^b	< 20	20 - 40	40 - 60	> 60
Saturación Mg (%) ^b	< 5	5 - 15	15 - 30	> 30
S (ppm)	< 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Zn (ppm) ^c	< 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	> 1.5
Cu (ppm) ^c	< 0.5	0.5 - 1.0	1 - 3	> 3
B (ppm) ^c	< 0.3	0.3 - 0.5	0.5 - 1.0	> 1
Mn (ppm) ^c	< 1	1 - 5	5 - 10	> 10
Mn (ppm) ^d	> 80	50 - 80	20 - 50	< 20

^a = Extractor: solución Bray-II

^b = Extractor: con KC1 1N. Calculados individualmente en base porcentual con los tres elementos

^c = Extractor: ácido doble 1:4

^d = Extractor: KC1 1N. Los contenidos de Mn se refieren al grado de toxicidad del elemento y no al requerimiento nutricional

Fuente: Salinas y García, 1985.

inferiores, como el caso de Mg (18 vs. 16.5) o superiores como en el S (12 vs. 30), no debe ser motivo de preocupación ya que son cantidades aproximadas. De otro lado, los volúmenes de fertilizantes calculados son tan pequeños que se sugiere utilizar dosis mayores para facilitar la calibración de la voleadora y una distribución más homogénea del fertilizante.

Implementos de siembra y fertilización

Funciones

En el momento de la finalización de la preparación del suelo o inmediatamente después de ello, el productor inicia la incorporación del fertilizante en sus lotes para la siembra de las especies forrajeras seleccionadas. La operación de fertilización y

de siembra puede realizarse simultáneamente para disminuir costos de establecimiento de la pastura. También se pueden presentar casos en los cuales se siembra la asociación de gramínea y leguminosa y se fertiliza en forma simultánea. Por lo anterior, la selección de los implementos de siembra y fertilización es muy relevante para lograr eficiencia y efectividad en el establecimiento de la pastura.

En resumen estas actividades incluyen:

- Distribución del fertilizante y de la semilla
- Siembra de semillas o de partes vegetativas de la especie forrajera

La selección adecuada de los implementos de siembra y fertilización tiene en cuenta el tipo de material (semilla o vegetativo, tamaño de la semilla, distribución (a voleo, en bandas, en

hileras), profundidad de siembra, humedad del terreno, recursos disponibles de maquinaria y mano de obra en la región, y el método de siembra que se adapte a esas condiciones.

Tipos de implementos

La distribución de la semilla y del fertilizante de las especies forrajeras tropicales se puede efectuar manualmente o con implementos distribuidores e incorporadores. Existen diversos implementos de siembra y fertilización que permiten sembrar, mezclar semillas de diferentes tamaños (gramínea y leguminosa) o con algún material inerte o con un fertilizante como roca fosfórica; pero no debe mezclarse con abono que contenga nitrógeno o potasio, y aún fósforo cuando es en forma de superfosfato. En la región existen implementos para la siembra a voleo, llamadas comúnmente "voleadoras", o para la siembra en hileras, desde las manuales, como

la sembradora "Planet-junior", hasta sembradoras de precisión.

A continuación se describen los tipos de implementos de siembra y fertilización más comunes en la región de la Orinoquía y Amazonia colombiana.

- Sembradoras polifuncionales
- Sembradoras de precisión
- Sembradoras de material vegetativo
- Sembradoras manuales
- Accesorios complementarios

Sembradoras polifuncionales. En el mercado regional existen varios tipos de sembradoras polifuncionales que realizan las operaciones de la siembra de semilla sexual y la fertilización simultáneamente.

Distribución de semilla y fertilizantes tipo estándar (Figura 8):

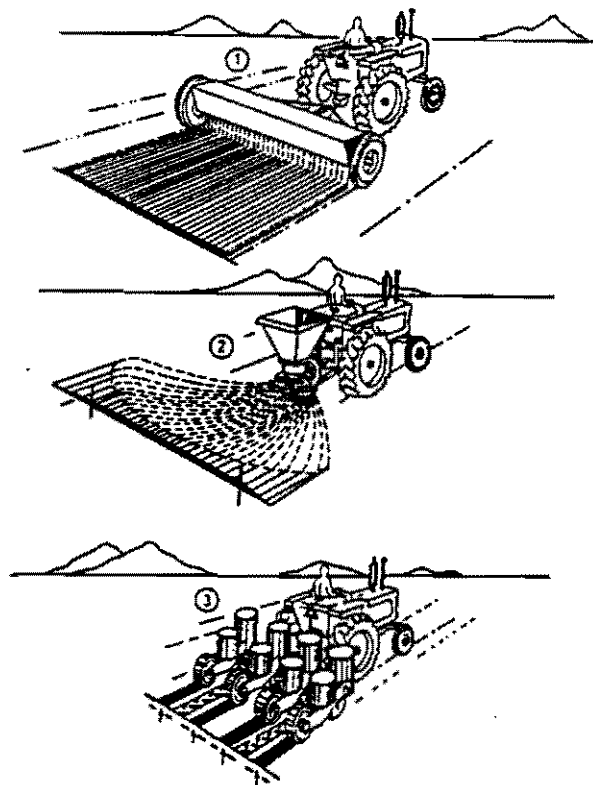


Figura 8. Sembradoras polifuncionales. Distribuidoras de semillas y fertilizantes: (1) tipo estándar, (2) tipo centrífuga, "voleadora", y (3) tipo hileras.

Estas máquinas constan de una tolva sobre dos ruedas. En el fondo de la tolva se encuentra un mecanismo de descarga con un sistema de ajuste a la dosificación y abresurcos que pueden ser cerrados cada 20 cm de distancia. Además pueden tener tapadoras de semillas tipo cadena.

Como ventajas de este tipo de implemento se enumeran las siguientes:

- Se puede disminuir la tasa de siembra, como producto de una eficiente colocación de la semilla en el suelo.
- Alta eficiencia del fertilizante.
- Disminuye la competencia inicial con la maleza, debido a la localización del fertilizante cerca a las semillas, dándole un mayor vigor para competir.

Desventajas:

- Son implementos costosos.
- Se requieren condiciones especiales de preparación del suelo el cual debe estar libre de grandes terrenos ya que dificultan la labor.
- Requiere que el terreno sea uniforme en su relieve para que la profundidad de siembra sea constante y la operación no se dificulte. Este tipo de implemento aplica mejor en relieves de la altillanura plana colombiana.
- El tiempo de operación para siembra es mayor con respecto a las voleadoras de acople mecánico es similar.

Distribuidoras de semilla y fertilizantes tipo centrífuga "voleadora" (Figura 8):

Estas máquinas constan de una tabla de forma cónica, con un mecanismo de alimentación y un mecanismo de distribución. El mecanismo de distribución consta de un disco con costillas o paletas. La distribución se efectúa por la fuerza centrífuga del disco rotativo. La mayoría de estas máquinas van montadas al tractor mediante el sistema de enganche en tres puntos.

Ventajas:

- Son de bajo costo
- Fácil de transportar
- Eficiencia en tiempo para siembra

- Se puede realizar dos labores con un solo pase (fertilización y siembra)
- Permite la siembra de terrenos con poca labranza
- Permite las siembras en terreno con relieves no muy uniformes
- No le afecta las condiciones de humedad en el suelo en el momento de siembra.

Desventajas:

- La fertilización se hace de forma indiscriminada, la eficiencia es baja, la cual es aprovechada de igual forma por la pastura cultivada y las malezas creando condiciones iguales para la competencia.
- Como no poseen dispositivos para tapar la semilla, ésta queda en la superficie del suelo y es necesario realizar un pase con tractor y un implemento (rastrillo liviano o ramas sujetas al enganche) que realice este tapado.
- Se requiere mayor cantidad de semilla.
- La eficiencia de la fertilización es baja.

Distribuidoras de semillas y fertilizantes tipo hileras (Figura 8):

Estos implementos llevan una tolva adicional para el fertilizante detrás de la tolva de semillas. Discos con estrellas en el fondo de la tolva que ayudan a conducir el fertilizante hacia un tubo por debajo de una compuerta y colocado a un lado del conductor de la semilla. Compuertas ajustables; una sirve para regular la dosificación del fertilizante y la otra para regular la tasa de siembra. Tapadoras de semilla tipo de cadena.

Como ventajas de este implemento se tienen las siguientes:

- El fertilizante no favorece la proliferación de malezas entre las hileras de la pastura cultivada.
- Permite la absorción rápida de los nutrientes por parte de las raíces y reduce el contacto del fertilizante con el suelo.
- Como hay menos contacto con el suelo, se reducen las pérdidas del fertilizante por lixiviación y fijación.

Desventajas:

- Se requiere tiempo adicional para cargar la tolva de fertilizantes.
- Son implementos costosos.
- Se requiere condiciones especiales de preparación del suelo el cual debe estar libre de grandes terrones ya que dificultan la labor.

Sembradora de precisión. Ciertos cultivos como maíz, frijol y algunas leguminosas forrajeras requieren una distancia uniforme no sólo entre hileras sino también entre las semillas de la hilera, para lograr rendimientos o coberturas satisfactorias. Además, requieren un espacio más amplio entre las hileras.

Los implementos de siembra y fertilización que colocan las semillas a distancias uniformes en la hilera se llaman sembradoras de precisión.

Estas son máquinas que consisten en cierto número de unidades individuales, montadas sobre una barra portaherramientas. Esta barra con las unidades va conectada al tractor mediante el sistema de enganche en tres puntos (Figura 9).

A menudo, las unidades de la sembradora de precisión van combinadas con unidades de distribución de fertilizantes. Estas unidades combinadas consisten en las siguientes partes (Figura 9):

1. Barra portaherramientas.
2. Conexión de la unidad combinada a la barra portaherramientas. Permite el ajuste de la distancia entre hileras.
3. Ajuste de la precisión sobre la unidad.
4. Tolva de la unidad de distribución de fertilizante.
5. Mecanismos de alimentación y dosificación de fertilizante. Consiste en un gusano. En el fondo de la tolva, por debajo del gusano, se encuentra una compuerta ajustable para la dosificación del fertilizante.
6. Sistema de mando del mecanismo de alimentación y dosificación de fertilizantes. Las ruedas de mando son intercambiables para seleccionar la dosificación deseada.
7. Ajuste de la presión del resorte sobre el abresurco para controlar la profundidad de siembra del fertilizante.
8. Abresurco de doble disco que abre un pequeño surco al lado de la hilera de semillas para depositar fertilizantes.

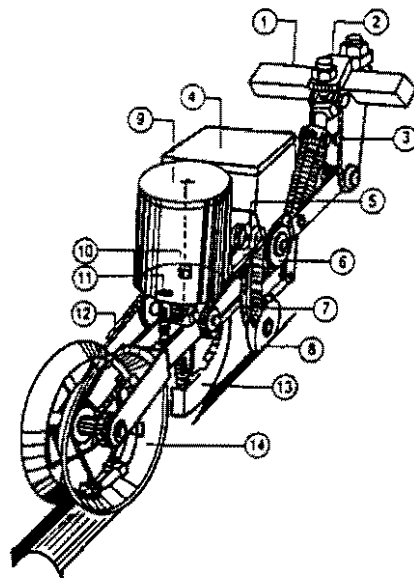


Figura 9. Unidad de la sembradora de precisión con distribución de fertilizantes

9. Tolva de la unidad sembradora de precisión.
10. Eje del disco alimentador. El disco mismo no se muestra.
11. Turbo de descarga de semillas hacia el abresurco.
12. Mando de la sembradora de precisión con ruedas intercambiables. Al cambiar el mando de la unidad de distribución de fertilizantes.
13. Abresurco de la unidad sembradora de precisión. Es ajustable verticalmente para obtener la profundidad de siembra deseada. El abridor cierra a la vez el surco de fertilizante.
14. Rueda prensadora de mando.

Como ventajas de estas máquinas se enumeran las siguientes:

- La densidad de siembra se puede disminuir, ya que no da lugar a pérdida de semilla, además de crear una condición favorable para la germinación.
- Se puede graduar la distancia entre surcos.
- Permite la mezcla de la semilla y el fertilizante fosforado (escorias Thomas y/o roca fosfórica).
- Disminuye la competencia de malezas.

Desventajas:

- Implementos costosos.
- La eficiencia en la labor de siembra representada en tiempo es mayor que las voleadoras.
- Son poco conocidas en la región de la Altillanura plana, Piedemonte llanero y Piedemonte del Caquetá y los costos de reparación y mantenimiento son altos.

Sembradora de material vegetativo. La siembra de partes vegetativas de gramíneas forrajeras exige métodos e implementos especiales para tener éxito en el establecimiento. Se puede realizar en forma semimecanizada, usando escardillos de cultivadoras. Luego, manualmente se coloca el material vegetativo en el surco, el cual se tapa mediante el uso de un rastrillo.

Las máquinas sembradoras de material vegetativo 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 el compactamiento del material con el suelo.

Sembradoras manuales. La distribución de la semilla sexual y el fertilizante se puede efectuar con implementos de uso manual, cuando las extensiones a sembrar no son muy extensas.

En la distribución manual de la semilla y el fertilizante al voleo el operador lleva el producto en una tolva, y lo distribuye con la mano derecha a una misma distancia, mientras que anda tan uniformemente como le es posible. Existe una modificación en el mercado regional, denominada «mochila», que consiste en una tolva con un distribuidor con movimiento rotatorio que es accionada por una manivela o manubrio, logrando una distribución y distancia uniforme.

También la siembra en **hileras** se puede realizar con equipos manuales, sencillos en su construcción y de fácil manejo como la sembradora "Planet-junior" (Figura 10); se utiliza para la siembra de pequeñas áreas.

Siembra de semillas a chuzo. El implemento tradicional consiste en una vara de madera firme de 1.20 a 1.50 m de longitud y hasta 2.5 cm de diámetro, a la cual se le quita la corteza en toda su extensión y se le saca punta roma en uno de sus extremos.

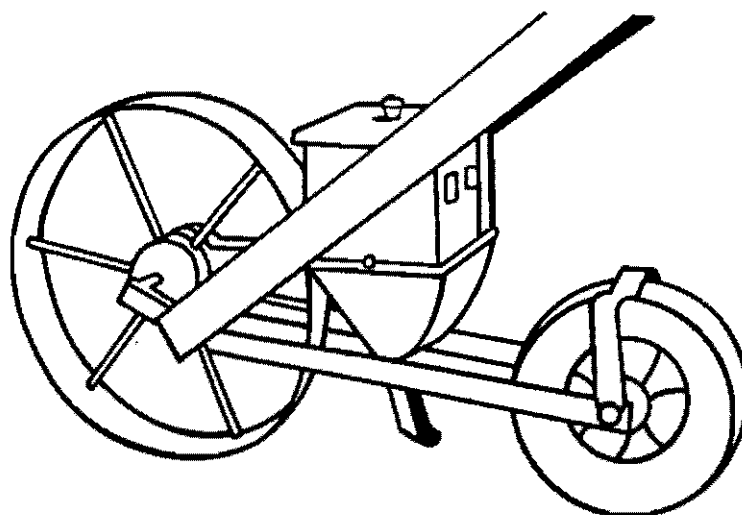


Figura 10. Sembradora manual "Planet-junior"

El chuzo, sostenido con la mano derecha, es clavado por la punta sobre el suelo abriendo un pequeño hueco en el que se introducen dos a tres granos de semilla, que son tirados desde la mano izquierda, después de haberlos sacado de una "totuma" o vasija amarrada alrededor de la cintura. Para esta operación se requiere de una mínima flexión de la espalda y con gran precisión, lo cual es posible con granos grandes como maíz, frijol, etc.

Seguidamente se pisa suavemente el hueco para tapar ligeramente la semilla, se da un paso corto o largo dependiendo del tipo de cultivo y de la densidad a la que se desea sembrar y se abre un nuevo hueco, continuando en surcos en esta forma, hasta cubrir totalmente el área a sembrar.

Implemento modificado para la siembra a chuzo. Este implemento se ha utilizado con éxito para el establecimiento de pasturas solas o asociadas y cultivos en diferentes áreas del país. Consta de un tubo liviano de 3/4 a 1/2 pulgada de diámetro y de una longitud de 85 a 100 cm; en un embudo plástico, el cual se introduce

a presión en uno de los extremos del tubo y de una platina metálica angular de 1/8 x 1.5 pulgadas y 25 cm de longitud (Figura 11).

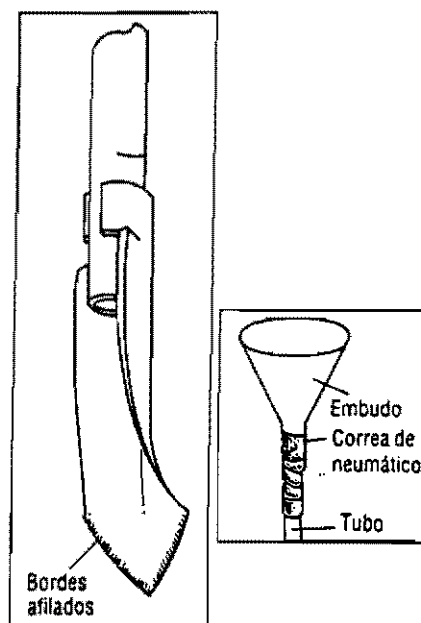


Figura 11. Detalles de los extremos del implemento modificado para la siembra a chuzo.

Fuente: Botero y García, 1989

Durante la siembra el operario introduce la platina en el suelo a una profundidad variable de acuerdo con el tamaño de las semillas, manteniendo la arista hacia adelante y el tubo inclinado hacia el cuerpo (Figura 12).

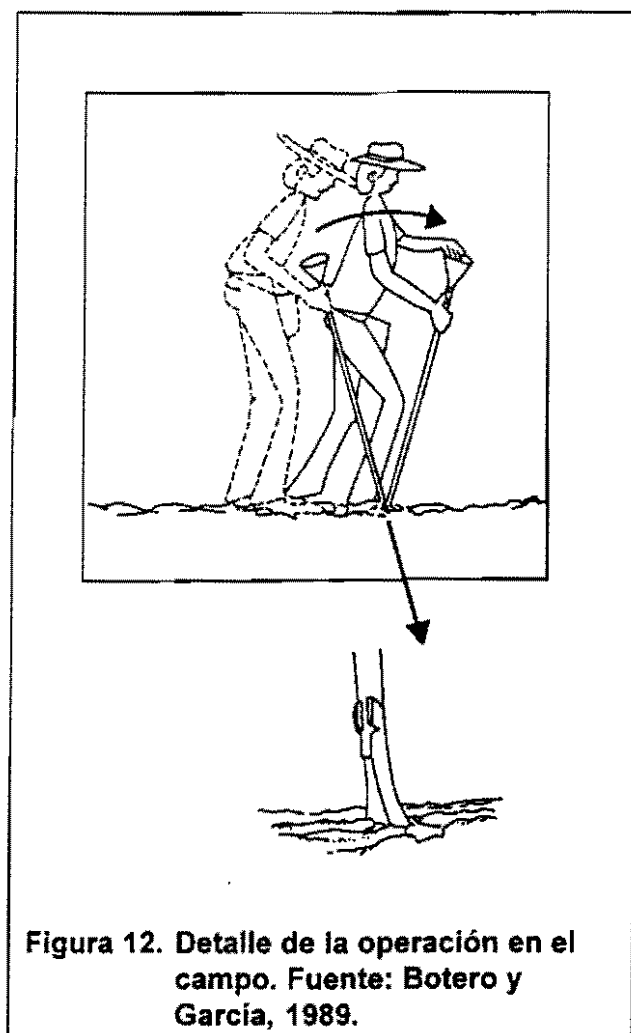


Figura 12. Detalle de la operación en el campo. Fuente: Botero y García, 1989.

Posteriormente, el tubo se endereza hasta quedar paralelo al cuerpo, quedando así listo el orificio para depositar las semillas y el fertilizante, lo cual se hace por el embudo sin necesidad de inclinarse.

Antes de continuar con el sitio siguiente de siembra, las semillas y el fertilizante del sitio se compactan ligeramente con el pie para facilitar su germinación.

Este implemento tiene, entre otros, las siguientes ventajas:

- Es económico, liviano y fácil de construir.
- Permite la siembra simultánea de semillas de gramíneas y leguminosas, y de semillas mezcladas con fertilizantes como roca fosfórica, y
- Facilita el trabajo de los operarios y reduce los costos de siembra.

Accesorios complementarios. Muchos de los implementos de siembra y fertilización considerados anteriormente requieren de accesorios complementarios para mejorar la operación de siembra. Estas máquinas en la mayoría de las veces en la región de la Orinoquía y Amazonía colombiana son simplemente distribuidoras de semilla que con accesorios complementarios permite la siembra simultánea de gramíneas y leguminosas y de semillas mezcladas con fertilizantes como roca fosfórica.

Las sembradoras de semillas de grano tipo estándar, tipo hileras y de precisión poseen varias clases de accesorios complementarios que mejoran la operación de siembra en casos específicos o que pueden conseguirse en el mercado local.

Trazado de surcos. Existen varios tipos de "abresurcos" que se usan de acuerdo con el tipo de suelo y otras condiciones de trabajo:

- Abresurco de disco simple. Este tipo se usa en suelos franco-arcillosos. Estos abresurcos son también adecuados para hacer surcos en tierras con rastrojo.
- Brazo de resorte para controlar la profundidad de siembra.
- Abresurco de disco doble. Son adecuados para sembrar a mediana profundidad y para hacer surcos en tierras con rastrojo.
- Abresurco de reja. Este tipo se usa principalmente en suelos pesados. No es adecuado para trabajar en tierras con mucho rastrojo.

- Ajuste de la inclinación del abresurco. Sirve para aumentar o disminuir la penetración y por consiguiente, la profundidad de siembra.
- Dispositivo de seguridad. Este consiste en un resorte que permite el movimiento del abridor sin peligro de que se rompa. En caso que se encuentre con un obstáculo, el abridor vuelve a su posición original por la presión de este mismo dispositivo de seguridad.
- Abresurco tipo azadón. Sirve para efectuar trabajos en terrenos pedregosos, con muchas raíces o terrones.
- Pesos para aumentar la profundidad de siembra.

Accesorios para tapar. Estos accesorios complementarios deben poner la tierra en contacto con las semillas, llenar el surco, tapar las semillas y presionar la tierra alrededor de ellas. Diferentes tipos de tapadores son los siguientes:

- Cadena de arrastre.
- Ruedas prensadoras. Estas ruedas sirven también para mantener una profundidad uniforme de siembra.
- Horquillas.
- También se le puede adaptar ramas para lograr una ligera tapada de las semillas especialmente cuando son gramíneas.
- Los surcos también se pueden tapar mediante una rastra ligera con poca traba para no profundizar o tapar demasiado las semillas.

Selección y calibración de implementos

Antes de acometer la fertilización de establecimiento y la siembra de las especies forrajeras, es necesario determinar los factores de siembra de: densidad, disponibilidad de implementos y mano de obra, patrón de siembra, profundidad y grado de compactación para seleccionar el implemento de siembra y fertilización más apropiado para un caso específico. Cuando se utiliza semilla se debe efectuar una prueba de emergencia

con el fin de ajustar las tasas de siembra. Cuando se utiliza material vegetativo se debe seleccionar material fresco, proveniente de plantas vigorosas y en crecimiento activo. La selección de la máquina varía de acuerdo con la naturaleza del factor en consideración.

Una vez seleccionado los implementos de siembra y fertilización apropiados, se realiza la calibración de la máquina para verificar la cantidad de semilla y de fertilizantes que se van a distribuir por hectárea.

Calibración de distribuidoras de semillas de precisión. 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:

- 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 revolución de su 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 revolución 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 revoluciones. 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 es la tasa de siembra apropiada.

Para una mejor comprensión de esta calibración, se analiza el siguiente ejemplo de una 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 revoluciones, y la cantidad de semillas recogida en la canaleta es de 0.54 kg. Con 30 revoluciones 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.

Especie acompañante

La siembra de pasturas mejoradas resulta más económica si se asocia con un cultivo anual. En la práctica, las especies forrajeras se siembran simultáneamente con un cultivo anual seleccionado que tradicionalmente ha sido maíz. También, de acuerdo al uso final de la pastura, se pueden establecer gramíneas en monocultivo o asociadas con leguminosas para usarlas con animales de mayores requerimientos nutricionales (vacas lecheras o animales en ceba). Debido a las numerosas opciones de gramíneas y leguminosas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la Altillanura plana colombiana, del Piedemonte Llanero y del piedemonte del Caquetá, es factible seleccionar especies forrajeras para establecimiento ya sea en monocultivo, en mezclas o en asociación con cultivos.

Monocultivo

El establecimiento de gramíneas como monocultivo ha sido una práctica muy generalizada en la Orinoquia y Amazonia colombiana. En estas zonas con suelos de baja fertilidad, la producción de pasturas ha mejorado significativamente con la introducción de *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *B. dictyoneura* y *B. brizantha*. Sin

embargo, si se quiere mejorar la estabilidad y sostenibilidad de la pastura hay alternativas de mezclas de gramíneas y leguminosas adaptadas a esos ecosistemas. Algunas gramíneas adaptadas y que se pueden recomendar al productor se describieron en el Cuadro 1 al principio de esta Secuencia.

Mezclas de gramíneas y leguminosas

Las tecnologías de gramíneas y leguminosas asociadas también están disponibles para la Altillanura plana colombiana, el Piedemonte llanero y piedemonte del Caquetá.

En estos ecosistemas con suelos de baja fertilidad, la introducción de gramíneas mejoradas solas ha contribuido a aumentar en forma significativa la producción animal; con la introducción de leguminosas en estas pasturas se han logrado incrementos adicionales a nivel de finca entre 50% y 80%. Igualmente, en la Altillanura se han encontrado aumentos significativos en la tasa de reproducción animal, en comparación con la sabana nativa.

La selección de las especies a establecer depende de las condiciones de la finca. En regiones donde la invasión de malezas es alta, como en el trópico húmedo, se necesitarán especies de gran vigor de establecimiento, muy agresivas y compatibles. Si no se cuenta con las especies apropiadas para estas condiciones, se podrían considerar mezclas de varias gramíneas y leguminosas; pero siempre con un alto vigor de establecimiento, como *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *A. pintoii*, *S. guianensis* o *C. macrocarpum*, las cuales son dominantes y permiten que especies de menor vigor inicial, pero de alta competitividad posterior, como *B. dictyoneura* y *D. ovalifolium*, se establezcan y dominen la pastura con el tiempo. En contraste, en las regiones consideradas de menor potencial de malezas, como la Altillanura plana colombiana, las especies menos vigorosas en el establecimiento y menos agresivas, como *A. gayanus* y *S. capitata*, se establecen exitosamente.

En asociación con cultivos

Una alternativa para hacer más económica la siembra de pastos mejorados es la de utilizar cultivos anuales en forma asociada con la pastura. Con esta práctica, las especies forrajeras se pueden sembrar en forma simultánea con los cultivos o después de la cosecha de éstos. La fertilización debe ser manejada de tal modo que se ajusten los requerimientos del cultivo y los pastos aprovechen el efecto residual del fertilizante. Esto se puede lograr utilizando métodos y épocas de siembra que interfieran al mínimo con el desarrollo del cultivo.

En varios tipos de suelos y en ecosistemas diferentes, se ha observado que las leguminosas afectan menos el rendimiento de los cultivos que las gramíneas. Los resultados de un trabajo realizado en un Ultisol de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia, mostraron que cuando *Stylosanthes guianensis* se sembró en forma simultánea e intercalada con yuca (*Manihot esculenta*) los rendimientos del cultivo se redujeron en 20% en comparación con controles del cultivo solo. Sin embargo, cuando se sembraron *B. decumbens* y *Panicum maximum* en mezcla con *S. guianensis* los rendimientos se redujeron en 83%. En otros estudios se encontró que la siembra de gramíneas con arroz de secano redujo la cosecha del grano. Sin embargo, en ese estudio se observó un efecto positivo del *S. guianensis* sobre el arroz, el cual aumentó en un 20% el rendimiento del grano.

Una de las ventajas de la siembra simultánea de pastos y cultivos es que el crecimiento rápido del cultivo protege el suelo contra la erosión en las fases tempranas del establecimiento de los pastos, y reduce las labores de control de malezas. Al mismo tiempo, aumenta la eficiencia de uso del área mientras la pastura se establece.

Una alternativa a la siembra intercalada de cultivos y pastos es la siembra en franjas. En Yurimaguas, Perú, se sembró arroz de secano

en franjas y en forma simultánea se estableció con material vegetativo *B. humidicola*. Después de la cosecha de arroz, el área se sembró con caupí intercalado con el pasto. Al momento de la cosecha del caupí, la gramínea estaba establecida en toda el área. La evaluación económica de los resultados indicó que los cultivos pagaron el establecimiento del pasto y dejaron un pequeño margen de utilidad. La siembra de gramíneas y leguminosas después de los cultivos es una práctica corriente en el Cerrado brasileño, especialmente después de la siembra de arroz o soya. Sin embargo, es necesario hacer un control de malezas antes de la siembra de los pastos, ya que su agresividad es mayor por el efecto residual de la fertilización de los cultivos.

En las sabanas de la Altillanura colombiana se siembra arroz asociado con pastos. En este caso se usan líneas de arroz de secano tolerantes a niveles altos de saturación de aluminio, hasta el momento los resultados han sido satisfactorios para el productor, ya que con la producción de arroz, en el peor de los casos, se cubren los costos generados por este sistema, quedando así la pastura establecida sin costo.

Integración cultivos-pastos en la altillanura colombiana

Historia. A partir de 1970, los Programas de Pastos del ICA y del CIAT iniciaron investigaciones en el Centro Experimental de Carimagua buscando alternativas para la alimentación de rumiantes en los Llanos Orientales de Colombia. Fruto del esfuerzo conjunto de las instituciones se han liberado los siguientes materiales comerciales: *Brachiaria* común (1978), Pasto Carimagua (1981), Kudzú (1982), Capica (1983), Centrosema Vichada (1987), Pasto Llanero (1987), Pasto Humidicola (1992), Maní Forrajero (1992).

En el año de 1983, el Programa de Arroz del CIAT inició trabajos de cruzamiento buscando materiales adaptados a suelos ácidos,

partiendo de padres africanos, asiáticos y brasileros. En 1986 se realizan las primeras siembras para evaluaciones agronómicas.

En 1989 se realizan las primeras siembras de arroz-pastos en la Hacienda Matazul y en Carimagua para determinar la factibilidad del sistema en términos de rentabilidad y sostenibilidad. A partir de este año se llevan a cabo diferentes ensayos agronómicos: épocas de preparación del suelo, intensidad de labranza y profundidad de preparación del suelo, épocas de siembra, densidad y distancias de siembra, producción de semilla, efecto en la física y química del suelo. En 1991 en colaboración con el ICA y FEDEARROZ se libera el primer material de

arroz para suelos ácidos "Oryzica Sabana 6" para sistemas integrados con pasturas, con ciclo de 105 días y producción promedia de 3.5 t/ha.

Establecimiento de praderas con arroz.

Preparación del suelo:

Preparación temprana: a finales de invierno (Cuadro 13).

- Quema de la sabana
 - Pase de implemento agrícola, para incorporar. No pulverizar el suelo.
- Preparación tardía: inicio de la próxima estación lluviosa.
- Pase cruzado de arado de cincel
 - Pase de rastra
 - Pase de pulidor con riel antes de la siembra

Cuadro 13. Efecto del uso de diferentes implementos en la preparación temprana en la producción del *Oryzica sabana 6* asociado a pastos

Tratamiento	En 1990		En 1991	
	Arroz	Malezas	Arroz	Malezas
	kg/ha			
Testigo*	2228	124	3448	240
Cincel vibratorio	3436	35	3980	281
Rastra	3536	59	4031	323
Cincel rígido	3727	87	4289	435

* Preparación tardía:

Epoca de siembra:

- Del arroz: Al iniciar las lluvias: (mediados de abril y comienzos de mayo para escapar al veranillo de agosto)
- De los pastos: Preferiblemente al mismo tiempo del arroz sin mezclar la semilla. Si no fuera posible, se puede hasta los 8 - 10 días después de la siembra del arroz.

Cantidad de semilla:

- Arroz: 80 kg/ha a 34 cm de distancia entre surcos
- Pastos: Llanero (*B. dictyoneura*) = 2.5 kg/ha
Carimagua (*A. gayanus*) = 10 kg/ha
Amargo (*B. decumbens*) = 2 kg/ha

Dulcer (*B. humidicola*) = 2 kg/ha
Capica (*S. capitata*) = 2 kg/ha
Vichada forrajero (*A. pintoii*) = 6 - 8 kgha

Fertilización:

- Cal dolomítica: 300 kg/ha 20 días antes de la siembra.
- Fósforo: 115 kg/ha de P₂O₅ en forma soluble al momento de la siembra
- Zinc: 5 kg/ha al momento de la siembra
- Potasio: 120 kg/ha de K₂O aplicando una parte a la siembra y el resto durante el cultivo.
- Nitrógeno: 80 kg/ha aplicados durante el cultivo en forma simultánea con el potasio.

Los fertilizantes que se aplican al momento de la siembra van localizados al fondo del surco del arroz (Cuadro 14).

Recuperación de praderas degradadas a través de cultivos. La degradación de praderas constituye uno de los factores más

limitantes del desarrollo ganadero en la región. Las causas de la degradación están asociadas con diferentes procesos: inadecuada selección de los materiales de siembra, problemas relacionados con el establecimiento y fallas en el manejo de la pradera.

Cuadro 14. Efecto residual de nutrientes en el suelo en pasturas establecidas con arroz (Hda. Matazul. Pto. López, Meta)

Variable	Sabana virgen	Post-siembra de arroz	
		8 meses	44 meses
M.O. (%)	4.8	—	5.3
P (ppm)	2.5	9.9	10.3
Al (meq/100 g suelo)	3.8	2.7	2.2
Ca (meq/100 g suelo)	0.25	0.57	0.6
Mg (meq/100 g suelo)	0.09	0.16	0.16
K (meq/100 g suelo)	0.09	0.16	0.12
Saturación Al (%)	89.9	75.2	71.4

* Muestreos realizados a 5 cm de profundidad.

** El arroz se fertilizó con 80 kg de N, 50 kg de P, 100 kg de K, 75 kg de Ca y 30 kg de Mg por hectárea.

La degradación de una pradera ocurre cuando se presenta:

- Baja población y/o cobertura de las especies sembradas.
- Alta población de especies invasoras.
- Pérdida de productividad.

La recuperación de praderas a través de arroz representa otra alternativa viable y económica para los ganaderos. La preparación y siembra del arroz es igual a la utilizada cuando se parte de sabana. Entre las ventajas de la renovación de praderas con arroz se destacan las siguientes:

- Mayor producción de arroz comparado con el establecimiento a partir de sabana.
- Ahorro de semilla de gramínea.
- Permite sustituir la gramínea por otra e introducción de leguminosas.
- Mejoramiento de las condiciones físicas y químicas del suelo.

Otros cultivos. Con la liberación de nuevos materiales se amplían las alternativas de integración cultivos-pastos, rotación de cultivos y recuperación de praderas. Entre los nuevos materiales se encuentran:

- Sorgo: el ICA liberó dos materiales para la zona: Real 40 y Real 60.
- Soya: investigaciones realizadas por el ICA en altillanura permitieron en 1994 el lanzamiento comercial de la variedad "Soyica altillanura 2".
- Maíz: investigaciones del CIMMYT-ICA en altillanura y Carimagua condujeron en 1994 al lanzamiento comercial de la variedad "Sikuani v110".

Resumen de las ganancias del sistema arroz-pastos.

- Arroz: ganancia neta de 0.6 t/ha
 - Los costos de producción se cubren con 2.4 t/ha

- La producción promedio es de 3 t/ha
- Una pradera excelente.
- Ganancia animal adicional en kg (Cuadro 15).
 - Por animal/año: primer año = 28
segundo año = 20
 - Por ha/año: primer año = 116 segundo año = 85
- Otras ganancias
 - Inicio de pastoreo más rápido (a los 4 meses).
 - Mejoramiento de las características físicas a través de una labranza más profunda.
 - Mayor ingreso y reciclaje de nutrientes mejoran las características químicas del suelo.

Cuadro 15. Ganancias de peso en praderas establecidas con arroz vs. praderas establecidas en forma tradicional

Sistema	Días de pastoreo	Carga animal	Ganancia de peso	
		U.A./ha*	G/A/D	kg/ha/año
Tradicional				
<i>B. humidicola</i>	483	1.66	212	128
<i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i>	483	2.16	321	253
<i>B. dictyoneura</i>	1064	1.30	493	233
Con arroz				
<i>B. dictyoneura</i>	412	1.66	449	272
<i>B. dictyoneura</i> + <i>C. acutifolium</i>	775	1.58	552	318
<i>A. gayanus</i> + <i>S. capitata</i>	841	1.68	576	353

* U.A./ha = Unidad animal equivalente a 300 kg de peso vivo.

Resumen de la Secuencia

Cuando se establecen gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas a los ecosistemas de la Orinoquía y Amazonia colombiana, la siembra de las especies y su fertilización adecuada son de importancia básica para garantizar la buena productividad de la pastura. Gran parte del éxito de la siembra depende de: (1) la selección correcta de las especies y variedades; (2) de la calidad del material de siembra (semilla o vegetativa) y de la tasa de siembra; y (3) el acondicionamiento de la semilla, incluyendo la inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno.

Las investigaciones consultadas en esta secuencia, indican la importancia de la selección de la época de siembra, densidad de siembra, patrón de siembra, profundidad de siembra y fertilizantes para lograr un establecimiento de la pastura estable y sostenible a través del tiempo.

Se puede lograr un ahorro considerable de semilla y de fertilizante mediante los patrones de siembra en sitio (focal o puntual) y en líneas o hileras y de fertilización localizada con fuentes solubles; en cambio, no ocurre lo mismo con la siembra a voleo. De modo similar, el tapado de la semilla y la compactación del suelo después de la

siembra, tienen efectos positivos en el establecimiento de algunas especies forrajeras. Sin embargo, las decisiones administrativas sobre la maquinaria apropiada para la siembra, depende de la disponibilidad de la misma en la finca o en la región.

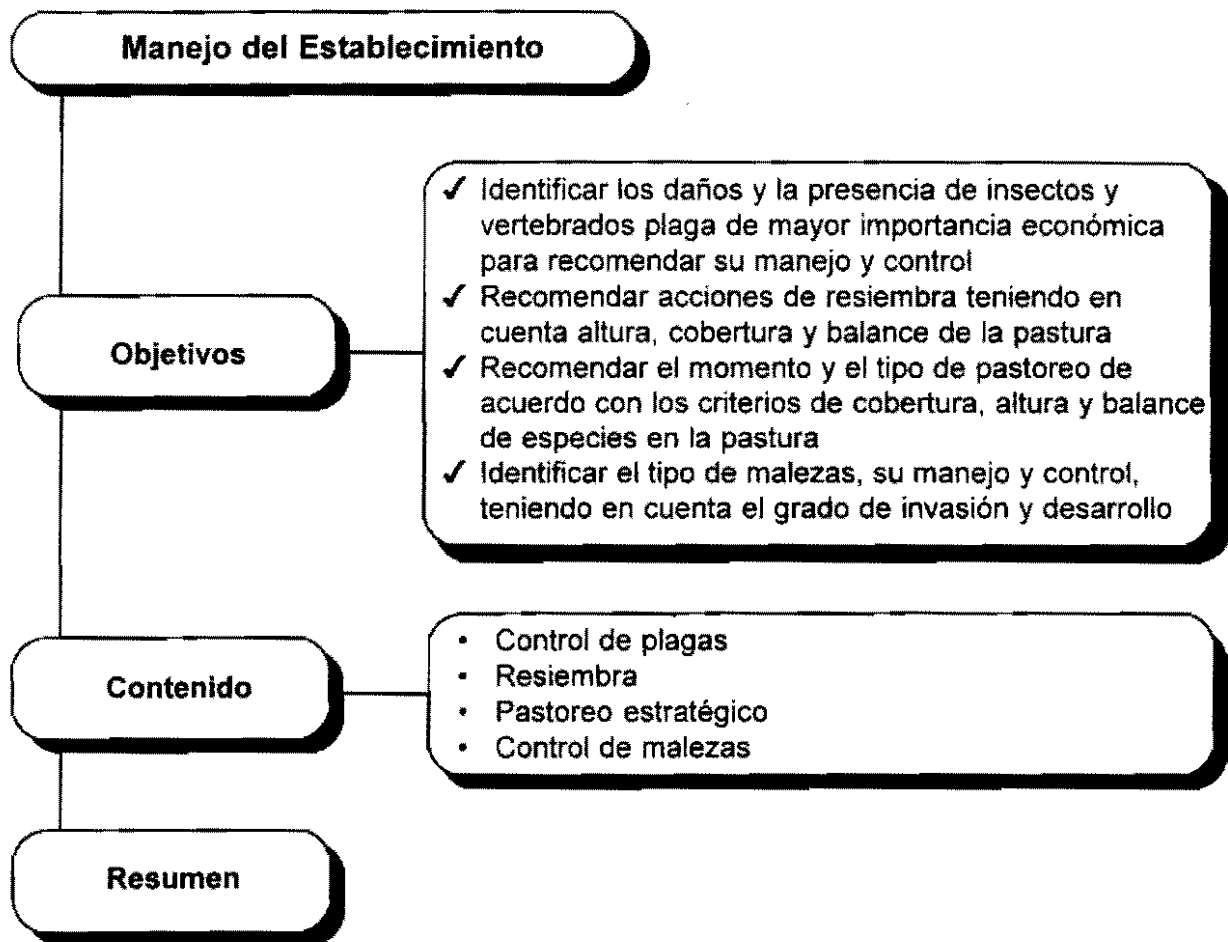
Se describen los implementos de siembra y fertilización de acuerdo a sus ventajas y desventajas que ofrecen para que la selección se ajuste a las condiciones de cada productor.

Finalmente, se describen estrategias de siembra sobre especie acompañante, monocultivo, mezclas y en asociación con cultivos para establecer una pastura, adaptada a los ecosistemas de Altillanura plana colombiana y a los Piedemontes de la Orinoquía y Amazonía colombiana, teniendo en cuenta los aspectos socioeconómicos, estabilidad y sostenibilidad de la pastura y productividad para mejorar las condiciones forrajeras de la explotación ganadera.

Secuencia 4. Manejo del Establecimiento
--

	Página
Flujograma para la Secuencia 4	64
Información	64
Control de Plagas	64
• Hormigas cortadoras	64
• Daños	65
• Control químico	65
• Resistencia varietal	65
• Control cultural	66
• Grillos	66
• Vertebrados plaga	66
• Roedores	66
• Aves	66
Resiembra	66
• Resiembra parcial	66
• Resiembra total	67
Pastoreo Estratégico	67
• Primer pastoreo	67
Control de Malezas	68
• Principales malezas presentes en el establecimiento de una pastura	69
• Factores que favorecen la presencia de malezas en el establecimiento de pasturas	69
• Inadecuada preparación del suelo	69
• Material de siembra	69
• Maquinaria	69
• Siembra de especies no adaptadas	70
• Medios o rellenos en la semilla	70
• Movimiento de animales	70
• Manejo y control de malezas en el establecimiento	70
• Prácticas culturales	70
• Mecánico y manual	71
• Químico	72
• Manejo integrado de malezas	72
Resumen de la Secuencia	78

Flujograma para la Secuencia 4



Información

Con la siembra de la semilla no termina el proceso de establecimiento de una pastura. La fase siguiente a ésta es también importante para asegurar el éxito del establecimiento y de la pastura en el futuro.

Las prácticas siguientes a la siembra incluyen, entre otras, la deshierba oportuna, el control de insectos y el uso estratégico de cortes o pastoreos de diferente intensidad y duración; con estas prácticas se persigue mantener un buen equilibrio entre las especies sembradas y reducir la población de las especies indeseadas.

Control de Plagas

Existe una gran diversidad de insectos en los sistemas de pasturas neotropicales. Entre ellas, las hormigas arrieras, cortadoras de hojas, y los grillos están distribuidos ampliamente; abundan y son consistentemente plagas en las pasturas.

Hormigas cortadoras

Las hormigas cultivadoras de hongos (Hymenóptera: Formicidae, tribu Attini) incluyen dos géneros de cortadoras de hojas, *Atta* y *Acromyrmex*, conocidas como "hormigas arrieras" en Colombia. La amplitud de hospederos de las hormigas cortadoras

varía según la especie. Las especies *Atta* cosechan hojas de mono y dicotiledóneas. *Atta sexdens rubropilosa* prefiere las dicotiledóneas, mientras que, las especies de *Acromyrmex* muestran una marcada preferencia por *Andropogon gayanus* en los ecosistemas de Sabanas y por *Panicum maximum* en los trópicos húmedos.

Daños

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. El daño a las plántulas es especialmente severo después del corte. Se han registrado numerosos casos de pérdidas en el establecimiento de leguminosas forrajeras debido a la depredación de las hormigas, especialmente en *Pueraria phaseoloides*, *Desmodium* spp., *Stylosanthes* spp., *Centrosema* spp., y *Leucaena* spp. Las hormigas de la tribu Attini son más activas durante la noche y a menudo no se les asocia con el daño que se observa en las plantas.

Control químico

En sistemas de pasturas donde se realiza control químico, se utilizan cebos tóxicos o aplicaciones directas a los hormigueros de insecticidas como Aldrin y Mirex. El control químico no es aplicable a las pasturas en sistemas extensivos y de baja rentabilidad, como puede serlo en otros cultivos.

Los nidos pueden ser envenenados directamente usando una formulación en polvo de un insecticida de alta residualidad como el clorpirifos (un organofosforado con efectividad en el suelo de algunas semanas). En Colombia, se ha utilizado clorpirifos en nidos de *Atta* con excelentes resultados. Sin embargo, el control directo de *Acromyrmex* es virtualmente imposible debido al pequeño tamaño de los hormigueros y a su densidad, que puede exceder los 5000 nidos por hectárea.

Los cebos envenenados tienen ventajas tales como: (1) no requieren aplicación mecanizada o pericia del aplicador; (2) se usan cantidades más pequeñas de insecticida por nido que con otros métodos; y (3) constituyen un método factible para el control de especies de *Acromyrmex*. Hasta el momento se han formulado pocos cebos para el control de *Acromyrmex*, sin embargo, los cebos comerciales actualmente prometen ser más efectivos para el control de *Atta* que para *Acromyrmex*.

Resistencia varietal

En condiciones de campo y de laboratorio, *Panicum maximum* es más susceptible que *Brachiaria decumbens*. Las propiedades físicas de las plantas, como la dureza de los tejidos, han demostrado tener efecto sobre la selección que hacen las hormigas cortadoras. *Acromyrmex landolti fracticornis* prefiere las láminas foliares tiernas, sin previo daño de otros invertebrados. En pasturas de *A. gayanus* donde la densidad de nidos es alta y el pastoreo intenso, la continua depredación de las hormigas cortadoras, puede disminuir severamente la capacidad de recuperación de la pastura. Observaciones con *A. landolti* en los Llanos Orientales de Colombia muestran densidades de nidos más altas en *A. gayanus* (erecto) comparadas con pasturas adyacentes de *B. humidicola* (postrado). Los factores que determinan los hábitos y la colonización están poco entendidos, sin embargo, la resistencia de *B. humidicola* en particular y la no-preferencia (antixenosis) de *Brachiaria* en general, si se comparan con *A. gayanus*, sugieren la estrategia de utilizar diferente germoplasma de gramíneas dependiendo de la densidad de nidos de hormigas. *B. humidicola* parece tener efectos represivos en las poblaciones de hormigas. Como alternativa para el control químico, puede ser factible sembrar *B. humidicola* en áreas fuertemente infestadas con hormigas. En áreas donde predomina *Atta* spp., puede ser aconsejable retrasar el establecimiento de leguminosas hasta que las poblaciones de hormigas hayan declinado. Existe la necesidad de definir

umbrales económicos como herramientas para los ganaderos.

Control cultural

Preparación temprana. Una práctica para controlar las poblaciones de hormigas cortadoras en la región de la Altillanura es la utilización de la llamada "preparación temprana", que 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 ambiente 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.

Grillos

Los grillos (*Orthoptera: Grillidae*) son insectos de hábito nocturno. Los grillos viven en madrigueras donde permanecen durante el día. De noche trozan las plántulas de leguminosa por encima del nivel del suelo, o a la altura de las hojas cotiledonales; también trozan las hojas por el pecíolo.

Las especies más susceptibles al ataque de estas plagas son las de los géneros *Desmodium*, *Centrosema* y *Stylosanthes*. Se ha observado a nivel de campo que no es una plaga limitante para el establecimiento de pasturas.

Vertebrados plaga

Roedores

Ratón de pastos (*Sigmodon alstoni*) es un ratón pequeño con cola desnuda y más corta que la longitud del cuerpo, el pelo de color negro brillante con canocidades grisáceas o blancas. La región ventral desde la garganta

hasta el comienzo de la cola es blanca o grisácea. Su longitud oscila entre 20 y 24 cm, poseen un halo blanco alrededor del ojo.

Daños y control de roedores. El reconocimiento de la actividad de los roedores en el campo se hace a través de la huellas y heces, producto de su actividad.

Métodos de control.

- Biológico-químico, físico, cultural e integrado.
- Biológico: inducción de enfermedades causadas por bacterias y virus y cacería con perros entrenados.
- Químico: cebos tóxicos.
- Físicos: trampas de golpe, barreras.
- Electromagnetismo y ultrasonido.
- Cultural: modificación del habitat.
- Integrado: combinación de los métodos mencionados.

Aves

Familia *columbidas* paloma sabanera (*Zenaida auriculata*). Es una especie cuyo largo del cuerpo es de 23 cm, cabeza de color gris, cabello morado metálico, parte dorsal del cuerpo pardo olivo, costados azul gris claro. Es una especie gregaria, normalmente en parejas o en pequeños grupos, algunas veces forma grandes bandadas en los Llanos Orientales se alimenta de granos y semillas.

Métodos de control de aves.

- Físico, cultural, cacería.
- Físicos: barreras, espantapájaros, luz.
- Cultural: cubrir superficialmente la semilla después de la siembra.
- Cacería: destrucción de nidos y la eliminación de adultos por el hombre o el uso de perros.

Resiembra

Resiembra parcial

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.

Resiembra total

Durante el establecimiento se corren riesgos fundamentalmente de tipo biológico y están asociados a calidad de la semilla, a la presencia de malezas, plagas, enfermedades y condiciones climáticas.

Uno o varios de estos aspectos pueden limitar totalmente la emergencia de la semilla. Cuando esta situación se presente se debe revisar la causa, enmendarla y realizar una resiembra total.

Pastoreo Estratégico

El manejo del animal en una pastura incide en su composición física y en su calidad y persistencia, por lo tanto, es de primordial importancia conocer cuándo y cómo se puede comenzar a utilizar con el fin de no alterar su establecimiento.

Durante el proceso formación de la pastura normalmente se observan variaciones espaciales (parches) en el forraje disponible y en la composición botánica. Por esta razón, es difícil elegir un solo criterio para decidir cuando una pastura está lista para pastoreo. Deben tenerse en cuenta un conjunto de factores que varían dependiendo de cada especie componente del sistema.

En general, dependiendo de las especies sembradas, se puede aprovechar la capacidad selectiva del animal en pastoreo para corregir posibles desbalances entre gramínea y leguminosa en la fase de formación de la pastura. En esta fase se hacen básicamente dos clases de pastoreo:

- Con un alto número de animales durante pocos días, lo que puede ocasionar daños por pisoteo a las especies sembradas, especialmente en suelos con alta humedad. También se reduce la habilidad selectiva

del animal, lo que no favorece la selectividad por las especies. En algunas gramíneas agresivas y estoloníferas, como *B. humidicola*, es necesario emplear altas cargas para controlar el crecimiento de la gramínea y así favorecer la leguminosa.

- Con un bajo número de animales por varios días, es recomendable si se quiere favorecer las leguminosas volubles de poca capacidad estolonífera como *Centrosema pubescens*, *Stylosanthes guianensis* y *S. capitata*.

Cuando se decide pastorear una pradera la estrategia normalmente está determinada por la necesidad de favorecer la gramínea o la leguminosa.

Primer pastoreo

Debe tenerse en cuenta un conjunto de factores, tales como cobertura, altura y balance entre especies, los cuales, a su vez, varían dependiendo de la celeridad de crecimiento de las especies, de su forma de propagación y del ecosistema.

Con base en resultados de ensayos regionales de evaluación de germoplasma en la RIEPT (ERB), se puede afirmar que las gramíneas decumbentes del género *Brachiaria* producen una buena cobertura 5 ó 6 meses después de la siembra. En contraste, la cobertura inicial que se obtiene con gramíneas de hábito de crecimiento erecto como *A. gayanus*, puede ser menor.

La rapidez de establecimiento de una pastura y, en consecuencia el inicio del pastoreo, también depende de las condiciones climáticas del ecosistema. En un bosque tropical lluvioso o semi-siempre verde estacional, es posible iniciar el pastoreo en el mismo año de la siembra, utilizando cargas bajas. En ecosistemas de sabana con periodos de sequía largos y definidos es factible que el pastoreo inicial tenga que diferirse hasta el segundo año, sobre todo con especies no estoloníferas como *A. gayanus* y *S. capitata*.

La estrategia de pastoreo que se implemente en la fase de formación de pasturas asociadas está, en cierta medida, determinada por la necesidad de favorecer a la gramínea, la leguminosa, o la producción de semillas. Una recomendación muy generalizada es que antes de iniciar el pastoreo en una pastura recién establecida, se deben dejar semillar las plantas.

Control de Malezas

La diversidad y complejidad de la vegetación original es un buen indicador de las malezas que potencialmente germinarán cuando se introduzcan las especies forrajeras en una zona. En zonas bajas tropicales existe un amplio grupo de plantas nativas representado principalmente por las familias Compositae, Gramineae, Euphorbiaceae, Labiatae, Cyperaceae, Solanaceae, Bignoniaceae, Malvaceae, Piperaceae, Asclepiadaceae, Caesalpinaceae, Boraginaceae, Convolvulaceae y Fabaceae, entre otras. Con ellas se forma un complejo agresivo de malezas que varía desde las herbáceas anuales, hasta los arbustos, matorrales y árboles de regular tamaño; estas plantas dificultan en gran medida el establecimiento y mantenimiento de las pasturas. En estos sitios, las prácticas de control de malezas se convierten en actividades prioritarias del manejo de pasturas.

Durante el establecimiento las malezas compiten con las especies forrajeras por nutrientes, agua, luz y espacio. Cuando el suministro de uno de estos factores está por debajo de la demanda combinada de plantas, se dice que empieza la competencia entre ellas.

La competencia se acentúa entre especies vegetales de gran similitud y que tengan los mismos requerimientos en un ecosistema determinado. Una de las características del bosque tropical húmedo es su gran diversidad de especies. Se han encontrado hasta 60

especies diferentes de árboles de más de 20 cm de diámetro en una hectárea de superficie; estos árboles crecen gracias a la eficiencia del reciclado de nutrientes. Los pastos establecidos en estos sitios, después de tumbar el bosque, crecen vigorosos al principio a causa del banco de fertilidad creado por el humus y por la ceniza del bosque quemado; no obstante, en la medida que la fertilidad disminuye aparecen malezas invasoras provenientes de los rebrotes de la vegetación original y de las semillas de malezas introducidas con los pastos. En estos bosques las oportunidades de mecanización son escasas, y el control manual, el fuego y los herbicidas para el control de malezas de hoja ancha y de matorrales, son factores importantes de manejo.

Las limitaciones climáticas, la baja fertilidad y la acidez de los suelos de la Altillanura plana colombiana no permiten la producción abundante de malezas. En estos ecosistemas existe un frágil equilibrio entre especies arbustivas y gramíneas nativas, que es alterado por la precipitación, la textura y el estado nutricional del suelo, el fuego recurrente, y los animales herbívoros. Las gramíneas nativas comunes en estas sabanas —*Andropogon bicornis*, *A. selloanus*, *Trachypogon vestitus*, *T. mortuifari*, *T. plumosus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Aristida* sp. y otras— tienen mayor capacidad de invasión y más agresividad en los suelos ácidos infértiles que no hayan sido perturbados. Al alterar las condiciones del suelo con la preparación mecánica y con la aplicación de enmiendas o fertilizantes, estas especies pierden agresividad y son reemplazadas por malezas más agresivas como *Rynchelitrium repens*, *Panicum redgeii*, y *Axonopus* spp. o por plantas anuales de hoja ancha, como *Hyptis suaveolens*.

En general, las áreas vírgenes tienen menos problemas de malezas que aquéllas cultivadas con relativa frecuencia y que poseen bancos de semilla o reservas en el suelo. También se

puede concluir que el bosque trópico húmedo tiene más problemas de malezas que la Altillanura plana colombiana.

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 consuma.

Principales malezas presentes en el establecimiento de una pastura

En el Cuadro 16 se presenta un listado de las especies que aparecen con frecuencia como malezas de hoja ancha en potreros de la Altillanura plana colombiana, Piedemonte Llanero y Piedemonte del Caquetá, y en el Cuadro 17 se presentan las principales malezas de hoja angosta en las pasturas de los mismos ecosistemas.

Cuadro 16. Principales malezas de hoja ancha en praderas tropicales de la Orinoquía y Amazonía colombiana

Género	Especie	Nombre común	ALT	PLL	PC
Amaranthus	<i>A. spp.</i>	Bledo		X	X
Clidemia	<i>C. hirta</i>	Azulejo, Mortiño			X
Crotalaria	<i>C. spp.</i>	Maraquita			X
Lantana	<i>L. camara</i>	Venturosa		X	X
Mimosa	<i>M. pudica</i>	Dormidera			X
Murdania	<i>M. noditiflora</i>	Piñita		X	
Senna	<i>S. tora</i>	Bicho, Chilinchili		X	X
	<i>S. occidentalis</i>	Bicho, Chilinchili			X
	<i>S. reticulata</i>	Flor amarillo			
Sida	<i>S. spp.</i>	Escoba		X	X
Pteridium	<i>P. aquilinum</i>	Helecho			X

ALT: Altillanura

PLL: Piedemonte llanero

PC: Piedemonte del Caquetá

Adaptado de CIAT, 1989b; Ferguson y Sánchez, 1990; Argel y Da Veiga, 1991.

Factores que favorecen la presencia de malezas en el establecimiento de pasturas

Inadecuada preparación del suelo

En el suelo, además de las plantas indeseables, existen cantidades de semillas de diferentes especies que esperan las condiciones para su germinación y que al momento de la preparación del suelo las van a conseguir encontrándose un ecosistema diferente antes y después de la labranza. Un deficiente control de malezas en la etapa de adecuación y preparación conlleva su presencia en la época del establecimiento.

Material de siembra

Cuando se traslada material vegetal para la siembra, sobre todo cuando se trata de cespedones, se corre el riesgo de transportar plántulas o semillas de especies no deseables, que posiblemente encontrarán otras condiciones que favorezcan su desarrollo. Cuando se utiliza material sin clasificar y mal recolectado se corre el riesgo de llevar semillas de otras especies.

Maquinaria

Otra causa posible de contaminación de especies indeseables ocurre a través de maquinaria o de vehículos, que han pasado

Cuadro 17. Principales malezas de hoja angosta en pasturas tropicales de la amazonia y orinoquia colombiana

Género	Especie	Nombre común	ALT	PLL	PC
Andropogon	<i>A. bicornis</i>	Rabo de zorro		X	X
Andropogon	<i>A. spp.</i>	Rabo de gato		X	
Axonopus	<i>A. purpusi</i>	Guaratara	X		
Cynodon	<i>C. dactilon</i>	Argentina		X	X
Digitaria	<i>D. sanguinalis</i>	Guardarocío		X	X
	<i>D. horizontalis</i>	Pata de gallina		X	X
Echinochloa	<i>E. crusgalli</i>				X
Eleusine	<i>E. indica</i>	Pategallina	X	X	
Homolepis	<i>H. aturensis</i>	Guadilla, grama amarga		X	X
Imperata	<i>I. cylindrica</i>	Vende aguja		X	X
Mesosetum		Colchón de pobre	X		
Panicum	<i>P. redgeii</i>	Paja de burro	X		
Paspalum	<i>P. plicatulum</i>	Pasto negro		X	
	<i>P. virgatum</i>	Maciega Paja lara		X	X
Rottboellia	<i>R. exaltata</i>	Caminadora		X	
Sclerota	<i>S. pterota</i>	Cortadera tres filos			X

PC: Piedemonte del Caquetá

PLL: Piedemonte llanero

ALT: Altillanura

Adaptado de CIAT, 1989b; Ferguson y Sánchez, 1990; Argel y Da Veiga, 1991

por lotes infestados de malezas en floración. Uno de estos es el tractor que con su implemento contribuye a la dispersión de semillas a grandes distancias.

Siembra de especies no adaptadas

Cuando una especie no encuentra las condiciones ambientales apropiadas para su crecimiento y desarrollo, su potencial competitivo se reduce en comparación con las especies nativas (indeseables) existentes en el medio.

Medios o rellenos en la semilla

Cuando se utiliza algún medio para sembrar la semilla, como es el caso de la cascarilla de arroz, está normalmente fuera de las semillas de arroz, lleva semillas de otras especies que se encuentran en el lote cosechado y que pueden infestar el lote sembrado con pastos.

Movimiento de animales

Los animales pueden diseminar semillas viables que pasan por su tracto digestivo y salen en las excretas. Esto es particularmente válido cuando se utiliza gran cantidad de animales para sobrepastorear el lote antes de la labranza, en la cual se incorporan las excretas y germinan las semillas que vienen en ella.

Manejo y control de malezas en el establecimiento

Prácticas culturales

Cualquier práctica de cultivo que favorezca el establecimiento y desarrollo de las plantas útiles y no de las malezas, se puede considerar como una medida cultural adecuada. El control cultural en el establecimiento de los pastos se inicia con la selección de especies adaptadas a las

condiciones climáticas, bióticas y de suelo del lugar. Adaptación implica mayor habilidad competitiva de la especie, es decir, hacer uso más eficiente de los factores de crecimiento y tolerar tensiones impuestas por el medio ambiente. Por ejemplo, para condiciones de suelos ácidos e infértiles del trópico, los ecotipos estoloníferos de las gramíneas *Brachiaria humidicola*, *B. dictioneura* y *B. brizantha*, reconocidos como adaptados y de alta capacidad competitiva, ayudan a reducir los problemas causados por malezas. También es importante el uso de semilla de buena calidad, libre de malezas al igual que su siembra en la época adecuada del año, a una densidad y profundidad óptimas.

Las siguientes prácticas culturales se consideran adecuadas durante el establecimiento:

- Preparación del suelo de manera que favorezca la emergencia rápida y uniforme y un crecimiento vigoroso de los pastos a establecer, es una ventaja inicial en relación con las malezas.
- Siembra a profundidad adecuada y uso de semilla con buena pureza y potencial de germinación.
- Conocimiento y buen manejo de los problemas de plagas y enfermedades.
- Aplicación de fertilizantes para favorecer las especies establecidas.
- Manejo del primer pastoreo. Durante el período de formación de una pastura se observan normalmente variaciones espaciales (parches) en el potrero, ya sea de la cantidad de forraje disponible o ya de su composición botánica. Por tal razón, hay más de un criterio para decidir el momento en que una pastura está lista para pastoreo. Se deben tener en cuenta, por ejemplo, factores como cobertura, altura de las especies forrajeras y balance de sus poblaciones; éstos a su vez varían según la velocidad de crecimiento de las especies, su forma de propagación, y el ecosistema en que se hallen. El manejo de la pastura en cuanto a número de animales y días de ocupación es un criterio muy importante,

generalmente se requiere de pastoreos ligeros.

Mecánico y manual

Los métodos mecánicos de control de malezas, los más antiguos y tradicionales en la lucha contra las plantas indeseables son los más conocidos y utilizados por los ganaderos. Dichos métodos consisten en la eliminación, bien sea manual o mecanizada, de las malezas durante las primeras etapas de desarrollo de la pastura, o en etapas posteriores de producción. Cuando se trata de malezas perennes estas labores se deben hacer en varias ocasiones, con el fin de lograr una dominancia del pasto sobre ellas.

Como medida de control, las labores mecánicas realizadas oportunamente son eficaces, porque alteran el desarrollo de las plantas indeseables en favor del cultivo y reducen la competencia en las épocas críticas del crecimiento. Sin embargo, al aumentar el área establecida con pastos, los métodos de control con maquinaria pesada son ineficientes y presentan dificultades por daños al suelo o a las raíces de las plantas forrajeras.

Los métodos mecánicos de control de malezas, a pesar de ser eficaces, no son siempre confiables, debido a limitaciones climáticas en el trópico. Por ejemplo, durante el establecimiento de pastos, al igual que con otros cultivos, existe una época crítica durante la cual la competencia de las malezas es más perjudicial. Las épocas lluviosas reducen la efectividad de los métodos manuales de control de malezas y, en muchas oportunidades, hacen imposible el uso de cultivadoras mecánicas. En ocasiones, cuando las condiciones del suelo son propicias para el empleo de maquinaria, ya las malezas han afectado mucho el desarrollo del cultivo.

El control mecánico de malezas en posemergencia entre surcos o hileras se puede realizar con palas o cultivadoras; con

este método se remueve el suelo para romper la relación entre las malezas y el suelo. Funciona mejor cuando las malezas tienen entre 5 y 8 cm y su efectividad depende de la oportunidad con que se haga, debido a que puede ser obstaculizado por el medio ambiente, como por ejemplo, exceso de lluvia.

En el período de establecimiento el corte mecánico con machete, guadañadora o rotativa, reduce 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.

Varias alternativas de control mecánico (machete, chapiadora, rolo) se utilizan en pasturas establecidas. La efectividad de estos métodos depende de la oportunidad y frecuencia con que se realicen. Lo importante es mantener las malezas a baja altura para reducir la competencia con las pasturas y evitar la formación de semilla de las malezas. 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.

Químico

El control de malezas mediante sustancias químicas es una herramienta muy importante en la agricultura moderna; nuevas y efectivas formulaciones de herbicidas aparecen cada año en el mercado; sin embargo, su empleo en el establecimiento de pastos todavía es muy limitado.

Una explicación de lo anterior es la baja rentabilidad de la inversión ganadera y la tradición de establecer pasturas de gramíneas como *Hyparrhenia rufa* y *Panicum maximum*, simplemente regando al voleo la semilla, sin otra práctica cultural de importancia, con excepción tal vez de la quema. Pero en áreas con pasturas destinadas a uso intensivo, como pasto de corte, banco de proteínas, o

multiplicación de semilla básica y comercial, el control químico de malezas durante el establecimiento tiene justificación económica. En la siembra de leguminosas forrajeras, las malezas gramíneas se pueden controlar con la aplicación posemergente de 1.5 a 2.0 l/ha de fluazifopbutil. Así mismo, bentazon en dosis de 2.0 a 3.0 l/ha (Cuadro 18), controla efectivamente las malezas de hoja ancha y es selectivo en *D. intortum*, *N. wightii*, *C. pubescens* y *Stylosanthes* pero no en *M. atropurpureum*.

Existen varios sistemas para la aplicación de herbicidas en el establecimiento de una pastura. Los principales sistemas de aplicación son: (1) aplicación incorporada en presembrado, cuando la aplicación del herbicida se mezcla con el suelo antes de la siembra de la pastura; (2) aplicación preemergente, se aplica el herbicida después de la siembra y antes que las especies forrajeras sembradas o las malezas hayan emergido; (3) aplicación posemergente, cuando se aplica después de que las forrajeras sembradas o las malezas hayan emergido sobre la superficie del suelo.

En el Cuadro 18 se presenta un listado de los productos **selectivos en gramíneas** y sus dosis respectivas, en el Cuadro 19 los nombres y dosis de productos **no selectivos en gramíneas**, y en el Cuadro 20 se presentan los nombres y dosis de productos y mezclas **selectivas en leguminosas**.

Manejo integrado de malezas

El manejo integrado de malezas en el establecimiento de especies forrajeras adaptadas a los ecosistemas de la Orinoquía y Amazonía colombiana debe ser sistemático e integrado. No existe un método de manejo y control que se adapte a todos los problemas y a las condiciones del productor y de la finca. Para realizar un manejo integrado se deben considerar los métodos culturales, mecánico y manual, y químicos. Un uso racional de estos y sus posibles combinaciones es el resultado eficiente y económico para lograr éxito en el establecimiento de la pastura.

Cuadro 18. Nombres y dosis de productos selectivos en gramíneas

Nombre		Presentación		Aplicación			Géneros donde actúa como selectivo	Mejor control contra	Observaciones
Técnico	Comercial	Formulación (1)	Concentración gl	Dosis/ha		Epoca (3)			
				IA(2)	Producto				
Atrazina	Gesaprim Aatrex Gesapax (Geigy)	CE	500	0.8-1.2	1.0-1.5	PRE	Brachiaria Panicum Andropogon	Contra gramíneas y algunas de hoja ancha	Algún efecto negativo en Andropogon. Hace daño a Setaria y <i>Paspalum spp.</i>
2,4-D	Anikilamina Ceretox (varios)	Amina ester	410	0.4-0.8	1.0-2.0	POS	Brachiaria Panicum Andropogon	Contra hoja ancha en posemergencia	

(1) CE: Concentrado emulsionable

(2) IA: Ingrediente activo

(3) PRE: Preemergente

POS: Posemergente

Fuente: Ferguson y Sánchez, 1990.

Cuadro 19. Nombres y dosis de productos no selectivos en gramíneas

Nombre		Presentación		Aplicación			
Técnico	Comercial	Formulación (1)	Concentración g/l	Dosis/ha		Epoca(3)	Comentarios
				IA(2)	Producto		
Glifosato	Roundup	S	360	0.7-1.4	2.4l/ha	POS	Recomendados para el control de algunas malezas o para utilizar en aplicaciones localizadas o en bordes de lotes
Dalapon	Dowpon	PS	85%	0.8-1.5	1.2 kg	POS	
Paraquat	Gramoxone	S	200	0.3-0.6	1.5-3.0l/ha	POS	
Diuron	Karmex					POS	
Glufosinato	Basta	S	200		1.0-1.5l/ha		Para evitar daños al cultivo, debe cubrirse con carbón activado Aplicaciones dirigidas

(1) S: Solución

PS: Polvo soluble

(2) IA: Ingrediente activo en kg.

(3) POS: Posemergente

Fuente: Ferguson y Sánchez, 1990.

Cuadro 20. Nombre y dosis de productos y mezclas selectivas en leguminosas

Nombre		Presentación		Aplicación			Géneros donde actúa como selectivo	Mejor control contra	Observaciones
Técnico	Comercial	Formulación (1)	Concentración gl	Dosis/ha		Epoca (3)			
				IA(2)	Producto				
Alaclor	Lazo (Monsanto)	CE	480	0.9-1.2	2.0-2.5	PRE	Stylosanthes* Centrosema Desmodium* Pueraria Zornia	Gramíneas y alguna de hoja ancha	* Hace daño a <i>S. guianensis</i> cv. Cook y <i>D. intortum</i> cv. Greenleaf
Pendi-metalina Penoxalina	Prowl	CE	330	0.3-06	1-2.0	PRE	Stylosanthes Centrosema Desmodium Pueraria Zornia	Especialmente contra gramíneas	
Metolaclor	Dual*	CE	960	1.0-1.5	1.5-2.0	PRE	Centrosema Pueraria Zornia	Especialmente contra gramíneas	*En dosis altas (mayores de 1.5 kg IA/ha) puede ser fitotóxico
Alaclor + Pendi-metalina	Lazo + Prowl	CE		0.4+	1.0+1.0	PRE	Stylosanthes Centrosema Desmodium Pueraria Zornia	Contra gramíneas y algunas de hoja ancha	

Nombre		Presentación		Aplicación			Géneros donde actúa como selectivo	Mejor control contra	Observaciones
Técnico	Comercial	Formulación (1)	Concentración gl	Dosis/ha		Epoca (3)			
				IA(2)	Producto				
Alaclor+ Metolacior	Lazo+ Dual	CE		0.4-0.9	1.0+1.0	PRE	Stylosanthes Centrosema Desmodium Pueraria Zornia	Contra gramíneas y algunas de hoja ancha	* En dosis altas mayores de 1.5kgIA/ha puede ser fitotóxico
D.N.B.P.	Dinosebi	CE	500	1.0+	2.0+2.5	PRE y POS	Stylosanthes Centrosema Desmodium* Pueraria Zornia	Contra gramíneas y algunas de hoja ancha	Falta comprobación y escasez en el mercado. Hace daño a cv. Siratro
Trifluralina	Treflan (Elanco)	CE	480	0.9	2	P.S.I.	Stylosanthes Centrosema Desmodium Pueraria Zornia	Contra gramíneas	*Hace daño a <i>D. intortum</i> cv. Greenleaf
Fluazi- fopbutil	Fusilade (Basf)	CE	250	0.3	1.5-2	POS	Stylosanthes Centrosema Desmodium Arachis	Posemergente contra gramíneas	
2,4-D	Anikilamina Ceretox (varios)	Amina ester	410	0.4-0.8	1.0-2.0	POS	Stylosanthes	Posemergente contra hoja ancha	

Nombre		Presentación		Aplicación			Géneros donde actúa como selectivo	Mejor control contra	Observaciones
Técnico	Comercial	Formulación (1)	Concentración gl	Dosis/ha		Epoca (3)			
				IA(2)	Producto				
Bentazon	Basagran (BASF)	S	480	0.9	2-3	POS	Stylosanthes Centrosema Desmodium Pueraria	Pos-contra hoja ancha	* Hace daño cv. Siratro
Pluazifop-butil+2,4-D	Fusilade	CE Amina ester		0.3- 0.5+ 0.4- 0.3	1.5- 2.0+ 1.0+ 2.0	POS	Stylosanthes	Posemergente contra gramíneas y hoja ancha	En cultivos establecidos mas de 10 semanas
	Furore				1.5-2.0	POS	Stylosanthes	Posemergente contra gramíneas	Falta comprobar en otros cultivos
	Poast				1.5-2.0	POS	Stylosanthes	Posemergente contra gramíneas	Falta comprobar en otros cultivos

(1) CE: Concentrado emulsionable

(2) IA: Ingrediente activo

(3) PRE: Preemergente

POS: Posemergente

PSI: Presiembra incorporado

S: Solución

Fuente: Ferguson y Sánchez, 1990.

Resumen de la Secuencia

El manejo de la fase de establecimiento de la pastura ha sido poco estudiado en forma experimental adaptativa y, por lo tanto, las recomendaciones que se dan son muy generales. En esta Unidad se proponen algunas prácticas de manejo sobre control de

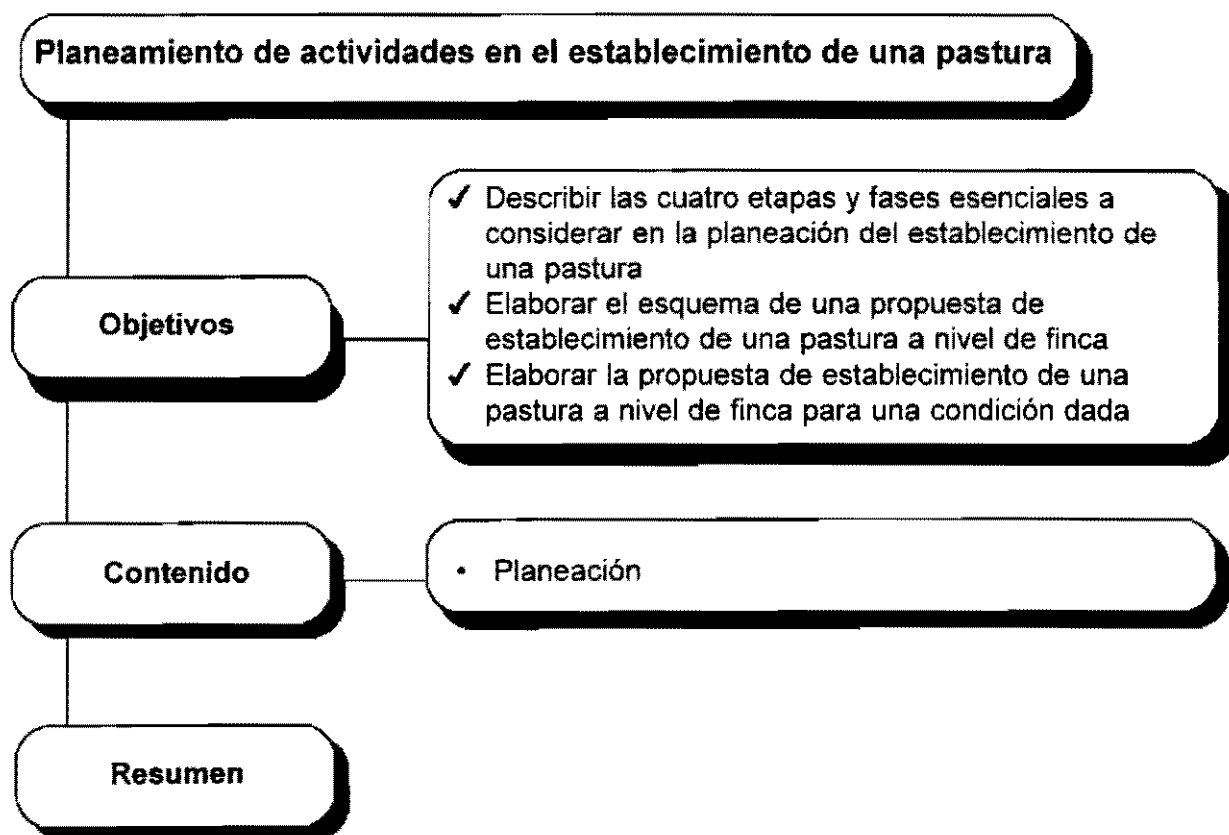
plagas, vertebrados plaga, resiembra, pastoreo estratégico y manejo integrado de malezas en la fase de crecimiento posterior al establecimiento de pasturas de gramíneas solas o asociadas con leguminosas, considerando los criterios de población, vigor, malezas presentes y estado del suelo.

Secuencia 5. Planeamiento de actividades en el establecimiento de una pastura

	Página
Flujograma para la Secuencia 5	80
Información	80
Planeación	82
• Iniciación del planeamiento	83
• Planificación	87
• Ejecución	88
• Comprobación	91
Resumen de la Secuencia	91

028803
12 MAR 1977

Flujograma para la Secuencia 5



Información

El proceso de adopción de especies forrajeras y tecnologías mejoradas para establecer pasturas en la Altillanura colombiana y en los Piedemontes del Caquetá y del Meta (Llanos Orientales) es lento, debido a que los productores no cuentan con recursos suficientes y una capacidad empresarial adecuada para el manejo de la tecnología disponible. Además, los riesgos que se presentan en la fase de establecimiento de la pastura, se pueden considerar como críticos y limitantes dentro del proceso productivo. En el proceso de producción animal en pastoreo existen numerosas estrategias para reducir el riesgo (Cuadro 21). El manejo de este proceso a través de la planificación es necesario con el

objeto de minimizar los factores de riesgo futuro y el cambio tecnológico que ocurre en la fase de establecimiento.

Se conoce que la adopción de especies forrajeras en estos agroecosistemas (Sabana y trópico húmedo) no dependen exclusivamente de los factores biológicos, climáticos y edáficos (químicos y físicos) que afectan el desarrollo de la planta, sino que también está estrechamente relacionado con variables de orden económico y cultural, las cuales se deben analizar. En el Cuadro 22 se presenta un listado de las principales limitaciones para el establecimiento de pasturas en estos ecosistemas.

En esta secuencia instruccional se discute el proceso de planeamiento apropiado para el

Cuadro 21. Esquema de riesgos en el proceso de producción animal en condiciones de pastoreo

Egresos e Ingresos (\$)	tiempo (años)		↑	↑	↑
	0	1	2	3	
	Período de establecimiento		Período de producción y utilización de la pastura		
	Fase Inicial	Fase intermedia			
Factores de Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> Fallas en el establecimiento (clima, malezas, calidad de semilla, fertilizantes, equipos mal calibrados, deficiente adecuación y preparación del terreno). 	<ul style="list-style-type: none"> Competencia (clima, plagas, enfermedades y malezas). 	<ul style="list-style-type: none"> Fluctuaciones de precios de productos (domésticos e internacionales). Bajas en la productividad de la pradera por clima, plagas, enfermedades, malezas, etc. Bajas en la productividad del ganado. 		
VARIABLES AFECTADAS POR EL RIESGO	<ul style="list-style-type: none"> Costos de establecimiento. Período de establecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Costos de establecimiento Período de establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Producción Productividad Ingreso neto Rentabilidad 		
ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR EL RIESGO	<ul style="list-style-type: none"> Control de calidad de semilla (grado de pureza y germinación). Prácticas de adecuación y preparación del terreno en épocas apropiadas. Siembras en épocas apropiadas. Métodos de aplicación de los fertilizantes. Uso de técnicas de establecimiento y mantenimiento de las pasturas que minimicen el empleo de insumos comprados Siembra de pasturas asociadas cultivos-pastos. 	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento y control del estado de la pastura de acuerdo con los siguientes criterios (población, vigor, malezas presentes y estado del suelo) para: <ul style="list-style-type: none"> Determinar el área de una resiembra. Implementar un manejo integrado de malezas, plagas, enfermedades, etc. en la pastura. 	<ul style="list-style-type: none"> Diversificación de la inversión (cultivos-ganadería, diferentes tipos de pastos, diferentes fechas de siembra). Flexibilidad en el uso de insumos (maquinaria apta para diferentes usos, ganadería de doble propósito, etc.). Empleo de seguros agrícolas. Transacciones en mercados a futuro. 		

Adaptado de: Aluja A., Seré C. y Rivas L., (1991).

Cuadro 22. Principales limitaciones para el establecimiento de pasturas en suelos ácidos de Colombia.

Orden	Limitación
Cultural	Insuficiente información técnica apropiada Desactualización de docentes y profesionales Ausencia de verdaderos productores
Económico	Escasez de recursos financieros Maquinaria inadecuada Alto costo de insumos Retorno marginal
Biológico	Plagas Enfermedades Malezas
Climáticos	Cantidad, frecuencia e intensidad de la precipitación pluvial Sequía (déficit de agua) Inundación (exceso de agua) Temperatura ambiental Luz Competencia entre plantas
Edáficos (químicos)	Deficiencias de P, N, K, S. Toxicidad de Al Competencia entre plantas
Edáficos (físicos)	Topografía del terreno Estructura del suelo Déficit o exceso de agua Riesgo de erosión Compactación Nivel de infiltración

Adaptado de Gualdrón, R. (1990)

establecimiento de especies forrajeras y la metodología para elaborar el esquema y la propuesta de establecimiento de una pastura a nivel de finca. Se resaltan los componentes, fases y etapas requeridos en el proceso de elaboración del plan y los criterios que se deben aplicar en la fase de ejecución. Además, al estimar los costos de establecimiento, se hace énfasis en los principales rubros que se

deben considerar para que el valor estimado se ajuste a las condiciones de trabajo a nivel de fincas.

Planeación

Desde el punto de vista del manejo de los elementos, actividades, fases y etapas que se deben considerar en el establecimiento de

pasturas (Cuadro 23), es fácil observar que los medios y los recursos son escasos, mientras que los objetivos a alcanzar múltiples y diversos. Para resolver esta situación es necesario racionalizar el proceso de toma de

decisiones por parte del productor con la colaboración de su asistente técnico. Esta forma de organización y racionalidad en la acción, es lo que se denomina planeación.

Cuadro 23. Resumen de las etapas y fases a considerar en el establecimiento de una pastura

Etapas	Fases
Iniciación del planeamiento	• Descripción inicial (visita previa); análisis de recursos y análisis de necesidades
Planificación	• Definición de la propuesta; elaborar el plan de establecimiento y desarrollo inicial de la pastura (programación y cronograma de actividades); y determinación del presupuesto.
Ejecución	• Adecuación del terreno; preparación del suelo; fertilización; siembra y manejo del establecimiento y desarrollo inicial de la pastura.
Comprobación	• Evaluación de seguimiento y control del estado de la pastura (pos-siembra, desarrollo inicial, utilización). • Análisis y ajuste (recomendaciones).

En el cuadro 23 se resume el proceso para la elaboración de un plan de establecimiento de una pastura, en el cual se explican las etapas y fases correspondientes. Del Cuadro se desprende que el propósito de la planeación es asistir al productor en la determinación sobre los elementos y actividades que intervienen en el proceso del establecimiento y desarrollo inicial de una pastura.

A continuación se describen los elementos y las actividades dentro de cada fase por las diferentes etapas de establecimiento de una pastura (Cuadro 24).

Iniciación del planeamiento

El inicio del plan de actividades en el establecimiento de especies forrajeras a nivel de finca, requiere de un análisis previo para determinar los problemas y el potencial de la zona para el desarrollo de pasturas con base en especies forrajeras promisorias. También

exige la identificación de los puntos críticos sobre los que se debe actuar.

Antes de iniciar o emprender cualquier acción es necesario resolver todas las dudas presentes acerca de los objetivos, de la capacidad de inversión, reunir la información sobre clima, relieve, agua y suelos de la explotación, efectuar un inventario de máquinas, herramientas, equipos y de recursos humanos. Lo anterior, con el fin de determinar con anterioridad qué establecer, cuándo y cómo. La elección de especies forrajeras apropiadas es clave en el proceso de establecimiento, ya que en base a sus atributos o requerimientos, los demás factores son de mayor o menor importancia.

El Anexo 1 muestra un modelo de formato de visita previa para la identificación de los recursos actuales y los antecedentes de la finca, el cual debe ser ajustado a las condiciones de la región y de las necesidades del asistente técnico.

Cuadro24. Elementos, actividades, fases y etapas a considerar en el planeamiento del establecimiento de una pastura

Etapas	Fases	Elementos y Actividades
1. Iniciación	Descripción inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Visita previa (identificación del predio; características climatológicas de la finca, topográficas y fisico-químicas del suelo por lotes; y uso actual del suelo por lotes). • Recopilación de información adicional (inundaciones, sequía, valor comercial de los insumos, disponibilidad de mano de obra regional, etc.) • Describir los componentes críticos del proceso de establecimiento de una pastura en cuanto a los recursos disponibles de la región y la finca. • Listar y determinar el estado actual de equipos y herramientas en la finca.
	Análisis de inventario y recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Listar y determinar el valor comercial de los insumos disponibles en la región. • Disponibilidad de mano de obra en la región • Determinar los equipos, herramientas, insumos y mano de obra necesarios y disponibles en la finca y región. • Identificar las deficiencias actuales del recurso forrajero de acuerdo con el número y categoría de animales de los diferentes lotes o potreros de la explotación ganadera.
	Análisis de necesidades	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar oportunidades de establecer especies forrajeras en las áreas críticas de la finca. • Determinar el área óptima para desarrollar la propuesta de establecimiento.
2. Planificación	Definición de la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Definir y señalar claramente los objetivos, criterios y metas. • Elección de las especies forrajeras a establecer. • Evaluar y seleccionar los métodos (actividades y elementos) más efectivos y económicos sobre la base de las necesidades del productor y el inventario de recursos disponibles. • Listar la secuencia de las actividades y elementos, teniendo en cuenta la época apropiada.

Etapas	Fases	Elementos y Actividades
3. Ejecución	Elaboración de la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un plan esquemático de la propuesta de establecimiento y desarrollo inicial de la pastura en la finca. • Discusión con el productor del plan esquemático de la propuesta. • Elaborar el plan sobre la base esquemática de la propuesta y las sugerencias dadas por el productor. • Programación y cronograma de actividades.
	Determinación del presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de los costos de establecimiento de la pastura de acuerdo a los aspectos siguientes: Adecuación del terreno; preparación del suelo; fertilización; siembra; manejo del establecimiento; y adicionales (cercas, bebederos, saladeros, etc.).
	Adecuación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Control de la vegetación original • Emparejamiento • Drenajes
	Preparación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Maquinaria e implementos • Labranza • Incorporación de residuos • Control de competencia • Control de plagas y enfermedades
	Fertilización	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Fertilizantes • Método de fertilización
	Siembra	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Material de siembra • Epoca de siembra • Implementos • Factores de siembra • Métodos de siembra

Etapas	Fases	Elementos y Actividades
4. Comprobación	Manejo del establecimiento a través de la evaluación de seguimiento y control del estado de la pastura (pos-siembra, desarrollo inicial, utilización)	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Condiciones de la planta • Condiciones del terreno • Sanidad • Factores de competencia <ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Muestreo • Uso del formato de evaluación • Análisis del muestreo • Toma de decisiones • Recomendaciones para manejo del establecimiento y utilización (primer pastoreo)

Planificación

La planificación del establecimiento de una pastura a nivel de finca comprende una serie de etapas que constituye lo que se llama las fases de la propuesta. Con base en la experiencia del asistente técnico y a través de la participación del productor la planificación debe contemplar los etapas siguientes.

Definición de la propuesta. Se debe definir la situación actual de la explotación mediante el análisis de la información obtenida en la visita previa, identificando las limitaciones y las oportunidades técnicas de establecimiento de pasturas disponibles en el ecosistema. En esta etapa se deben definir las prioridades y estrategias a seguir mediante acciones participativas con el productor. Con esto se logra definir claramente los objetivos, criterios y metas; elegir las especies forrajeras a establecer; evaluar y seleccionar los métodos más eficientes sobre la base de las necesidades del productor y el inventario de recursos disponibles; organizar la secuencia de las actividades y elementos, teniendo en cuenta la época más apropiada para la siembra.

Determinación del presupuesto. En esta etapa se deben calcular los posibles costos de establecimiento, de acuerdo con los aspectos siguientes: adecuación del terreno, fertilización, siembra, manejo del establecimiento, y adiciones (cercas, bebederos, saladeros, etc.). Esta fase es importante para que el productor conozca la magnitud de la inversión y la posibilidad económica del plan de establecimiento de la pastura.

Esquema de la propuesta. Como se señaló anteriormente se debe definir un esquema de presentación de la propuesta. Los componentes lógicos de su presentación son los siguientes:

Justificación

Introducción
Antecedentes

- Presentación y origen de la propuesta.
- Lo que otros han hecho para resolver el problema.
- Describir y plantear la problemática existente en la explotación.

Necesidades del productor

- Definir las prioridades de la explotación, de acuerdo con los objetivos del productor.

Que se espera con la propuesta

- Determinar los resultados esperados a mediano y largo plazo.
- Tener en cuenta la producción, la economía, la sociedad y el medio ambiente.

Objetivos

- Identificar los objetivos de la propuesta con relación a las necesidades del productor, los resultados esperados y las actividades requeridas.

Propuesta de establecimiento

(Definición de especies, áreas, actividades y métodos apropiados)

- Especie(s) forrajera(s).
- Area (ha)/No. de potreros.
- Implicaciones en cuanto a:
 - Capacidad de carga (No. de animales) de la explotación.
 - Recurso forrajero existente.
 - Manejo de la explotación
- Actividades (descripción de métodos):

	<p>Adecuación del terreno. Preparación del suelo. Fertilización. Siembra. Manejo del establecimiento. Primer pastoreo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insumos requeridos: Maquinaria y equipos. Fertilizantes. Semillas. Adicionales (cercas, bebederos, saladeros, etc). 	<p>actividades principales (adecuación del terreno, preparación del suelo, fertilización, siembra, manejo y desarrollo inicial de la pastura).</p>
Administración de la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de las responsabilidades. • Toma de decisiones. • Recomendaciones a través del servicio de asistencia técnica. • Participación del productor. 	<p>Ejecución</p> <p>La administración del plan de establecimiento de la pastura es la clave del éxito del plan que convierte las actividades propuestas en operaciones individuales para su ejecución. Le permite al administrador de la explotación o al asistente técnico seguirle la pista al progreso de las actividades y orientar los recursos para que se logren los resultados oportunamente y sin exceder el presupuesto. Por lo tanto, se requiere de una gestión administrativa especialmente cuidadosa, definiendo las responsabilidades para la ejecución y el control de las diferentes actividades para que el establecimiento de la pastura tenga éxito.</p>
Seguimiento y evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de trabajo (fases). • Visitas y recomendaciones: frecuencia y tipo. 	<p>En relación con las responsabilidades para la ejecución del plan, existen varias opciones, y su selección depende del productor y de las condiciones de la explotación. El principio general es que las responsabilidades para la ejecución de la propuesta deben asociarse con las responsabilidades para la toma de decisiones. Por lo anterior, en la fincas donde el productor es quien define, la responsabilidad del asistente técnico se limita a dar recomendaciones o a sugerencias; de igual manera, en explotaciones donde el productor quiere que el asistente técnico asuma la toma de decisiones de la propuesta para su ejecución, la responsabilidad es de éste.</p>
Cronograma de Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación del cronograma de realización siguiendo el modelo de Diagrama Gantt: Actividades vs. tiempo. En el Cuadro 25 se presenta un modelo de cronograma. 	<p>Es importante resaltar que las nuevas tecnologías de establecimiento de especies forrajeras asociadas de gramíneas y leguminosas, son poco conocidas por los productores, siendo aconsejable que la toma de decisiones sea participativa y responsabilidad del asistente.</p>
Presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de los posibles costos de establecimiento: Formulario modelo (Cuadro 26). Debe cubrir completamente el período de ejecución del establecimiento. Flujo de costos para cada rubro por 	

Cuadro 25. Modelo de Diagrama Gantt para elaborar cronograma de actividades durante el año

Actividad	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Adecuación del terreno • Control de la vegetación original • Eliminación de obstáculos • Drenajes Preparación del suelo • Arada (arado de cinceles) • Rastrillo (2 pases) Fertilización • Aplicación fertilizantes Siembra • Adecuación de la semilla • Siembra Manejo y desarrollo inicial • Visitas • Ajustes y recomendaciones Adicionales • Construcción de cercas • Bebederos • Saladeros												

Cuadro 26. Modelo de presupuesto para el establecimiento de una hectárea de pastura mejorada

Descripción	Unidad ^a	Cantidad	Preciounitario	Valor (\$)	Observaciones ^a
Labores:					
Adecuación del Terreno					
• Control de la vegetación original	H - M				Maquinaria contratada
• Eliminación de obstáculos	Jornal				
• Drenajes	Jornal				
Preparación del suelo					
• Arada	H-M				Arado de cinceles Californiano
• Rastrillada, 1er. pase	H-M				Pulidor
• Rastrillada, 2do. pase	H-M				
Fertilización					
• Aplicación	H-M				Voleadora
• Fertilizante					
Siembra					
• Adecuación de la semilla	Jornal				
• Siembra	H-M				Sembradora de precisión
Manejo y desarrollo inicial					
• Asistencia técnica x 8	Visitas				Se entregan recomendaciones
Adicionales					
• Construcción de bebederos	Jornal				
• Construcción de cercas	Jornal				
• Colocación de saladeros	Jorna				
Insumos					
• Semilla gramínea	kg				<i>Brachiaria dictyoneura</i>
• Semilla leguminosa	kg				semilla escarificada
• Fertilizante	kg				<i>Arachis pintoi</i>
• Alambre	m				Roca fosfórica
• Postes x 3 m	Unidades				
• Grapas	kg				
• bebederos	Unidades				
Imprevistos (10%)					
Total costos (\$)					

H - M = Hora máquina.

^a Las unidades y observaciones colocadas en el formato son hipotéticas y pueden variar de acuerdo con la labor o insumo

El control de las actividades debe hacerse mediante una revisión operativa de las actividades, midiendo su desempeño, calidad, efectividad y eficiencia de la operación. Además, estas revisiones se deben hacer al inicio e intermedio de las operaciones como un mecanismo de control.

El Anexo 2 muestra un modelo del formato para el registro de las actividades de establecimiento de pasturas en la finca, el cual debe ajustarse a las condiciones de la región y a las necesidades del asistente técnico.

Comprobación

Las observaciones y las evaluaciones de la ejecución se deben usar para ajustar el plan de establecimiento de la pastura a nivel de la explotación. Estas suministran información de seguimiento y control del estado de la pastura de acuerdo con los siguientes criterios: población, vigor, malezas presentes, estado del suelo, control de plagas y enfermedades, con el fin de determinar el área de una resiembra o implementar un manejo integrado de malezas, plagas y enfermedades en la pastura.

El Anexo 3 muestra un modelo del formato para la evaluación del establecimiento y desarrollo de una pastura, que sirve para recomendaciones en un momento dado. Este formato debe ser ajustado a las condiciones de la región y a las necesidades del asistente técnico.

Resumen de la Secuencia

Se presenta brevemente el proceso de adopción de especies forrajeras y tecnologías mejoradas para establecer pasturas en los ecosistemas de la Orinoquía y Amazonía colombiana, así como el riesgo durante los períodos de establecimiento de las pasturas mejoradas. Se identifican las principales limitantes para este proceso en suelos ácidos de Colombia.

Se analizan y describen los elementos, actividades y fases dentro de cuatro etapas a considerar en el planeamiento del establecimiento de una pastura. En la primera etapa de **iniciación** se destacan las actividades de la visita previa para una caracterización apropiada de la explotación ganadera, identificando las oportunidades para establecer especies forrajeras en las áreas críticas de la finca; la segunda de **planificación** define y elabora la propuesta, terminando con la determinación de un presupuesto; la tercera de **ejecución** relaciona las fases operativas del establecimiento con los elementos de criterio y control para lograr éxito en el desarrollo inicial de la pastura; y la última se refiere a la **comprobación** del manejo del establecimiento a través de la evaluación de seguimiento y control del estado de la pastura después de la siembra.

Anexo 1. Formato 1. Visita Previa: Identificación y Antecedentes

Fecha: ___/___/___/

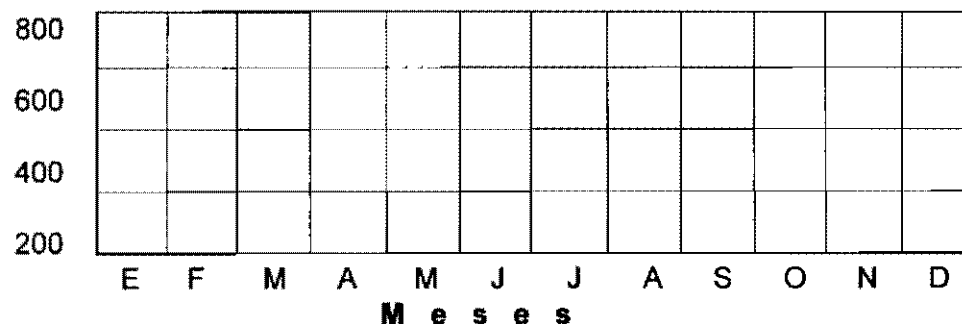
Nombre del técnico: _____

1. Identificación del predio

Departamento	Municipio	Vereda	Finca	Propietario	Area total

2. Características climatológicas

Precipitación (mm)



Resumen

Temperatura media anual: _____ °C

Precipitación anual: _____ mm

Altitud: _____ msnm

Relieve: _____

Pendiente (%) _____

Observaciones _____

2.1 Plano de los lotes (anexos)

3. Información básica de los lotes a establecer en pasturas

3.1 Características físico-químicas del suelo por lotes

Lote o pastura	Profundidad	Textura	pH	M.O. %	P ----- ppm	Ca ----- ppm	Mg ----- ppm	K ----- ppm	Al ----- ppm	CICE	Sat. Al %	Observaciones

3.2 Uso anterior del suelo

Lote o pastura	Uso anterior del suelo				Observaciones
	Vegetación anterior ¹	Fertilizantes o enmiendas usadas			
		Producto	Dosis	Cantidad	

¹ Bosque primario o secundario; rastrojo; cultivo; sabana.
 Nota: dosis en kg/ha y cantidad en toneladas.

3.3 Inventario y estado actual de equipos y herramientas

Equipos y/o herramientas	Especificaciones	Estado actual	Observaciones

3.4 Inventario de ganados

Tipo	Número	UA ¹	Observaciones

¹ U.A. = Medida que expresa el peso vivo en kg promedio de una categoría animal en un ecosistema determinado. Generalmente en la Altillanura (350 kg) y en el Piedemonte (400 kg).

3.5 Estado actual de los potreros

Identificación del potrero	Pasturas	Area (ha)	Observaciones

3.6 Observaciones

Anexo 2. Formato 2. Registro de Actividades: Plan de Establecimiento de Pasturas

Fecha: ___/___/___/

Nombre del técnico: _____

1. Identificación del predio

Departamento	Municipio	Vereda	Finca	Propietario	Area total

2. Resumen (Visita previa):

3. Preparación del suelo y control de la vegetación

Lote o pastura	No. de operación	Lote	Fecha	Descripción ^{1/}					Observaciones
				1	2	3	4	5	

^{1/} Hora máquina (Il M) o jornal; 2: Cantidad; 3: Dosis/ha; 4: Precio unitario; 5: Valor

Nota: Anotar en Observaciones el producto y el método de aplicación.

3.1 Fertilización

Lote o pastura	Fecha	Producto	Cantidad	Dosis	Método de aplicación	Observaciones

3.2 Otras prácticas efectuadas a la fecha

Lote o pastura	Fecha	Labor	Método	Descriptivos ^{1/}				
				1	2	3	4	5

^{1/} Los mismos descriptores del aspecto 3.0

3.3 Descripción de insucesos (Ejemplo: sequía, aguaceros torrenciales, pastoreo accidental, etc.)

Lote o pastura	Descripción de Insucesos

3.4 Siembra

Lote o pastura	Especies sembradas	Area sembrada ha	Fecha de siembra	Tasa de siembra	Método de siembra ^{1/}				
					Medio 1	Patrón 2	Material 3	Profundidad 4	Compactación 5

^{1/} Mecánico o manual; 2: Voleo, focal, hileras, bandas; 3: Semillas o estructuras vegetativas; 4: Superficial, subsuperficial, tapado ligero, enterramiento; 5: Con/sin compactación.

3.5 Resiembra

___ No se ejecutó (marque X)

Lote o pastura	Especies resemebradas	Area resemebrada ha	Fecha de resiembra	Tasa de resiembra	Método de siembra ^{1/}				
					Medio 1	Patrón 2	Material 3	Profundidad 4	Compactación 5

^{1/} 1, 2, 3, 4 y 5: los mismos criterios de la pregunta anterior.

3.6 Observaciones sobre la siembra o resiembra (Favor identificar por lote o pastura)

Anexo 3. Formato 3. Evaluación del Establecimiento y Desarrollo de una Pastura

Fecha: ___/___/___/ Nombre del técnico: _____
 Finca: _____ Propietario: _____ Especies sembradas: _____
 Lote o pastura: _____

1. Evaluación de acuerdo con los siguientes criterios

1.1 Población

Población	Cultivar	Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4	
		%	plantas/m ²	%	plantas/m ²	%	plantas/m ²	%	plantas/m ²
Gramínea									
Leguminosa									

1.2 Vigor

Vigor	Evaluación de	Sectores			
		1	2	3	4
Gramínea	Altura				
	Cobertura				
	Aspecto nutricional de la planta				
	Estado sanitario-Plagas				
Leguminosa	Estado sanitario-Enfermedades				
	Altura				
	Cobertura				
	Aspecto nutricional de la planta				
	Estado sanitario-Plagas				
	Estado sanitario-Enfermedades				

Escala de evaluación del 1 al 5, de malo a excelente.

1.3 Malezas presentes

Tipo de maleza	Identificación de las malezas principales por sectores				Area afectada ha	Nivel de infestación y sector		
	1	2	3	4		Leve	Moderado	Alto
Hoja ancha Hoja angosta Ciperáceas Arbustos								

1.4 Estado del suelo

Estado del suelo	Observaciones	Area afectada	Evaluación y sector		
			Leve	Moderado	Alto
Erosión Compactación Encharcamiento o inundación Otros (especifique)					

2. Diagnóstico:

Sector 1: _____

Sector 2: _____

Sector 3: _____

Sector 4: _____

3. Recomendaciones

3.1 Recomendaciones sobre solución a problemas de la pastura: _____

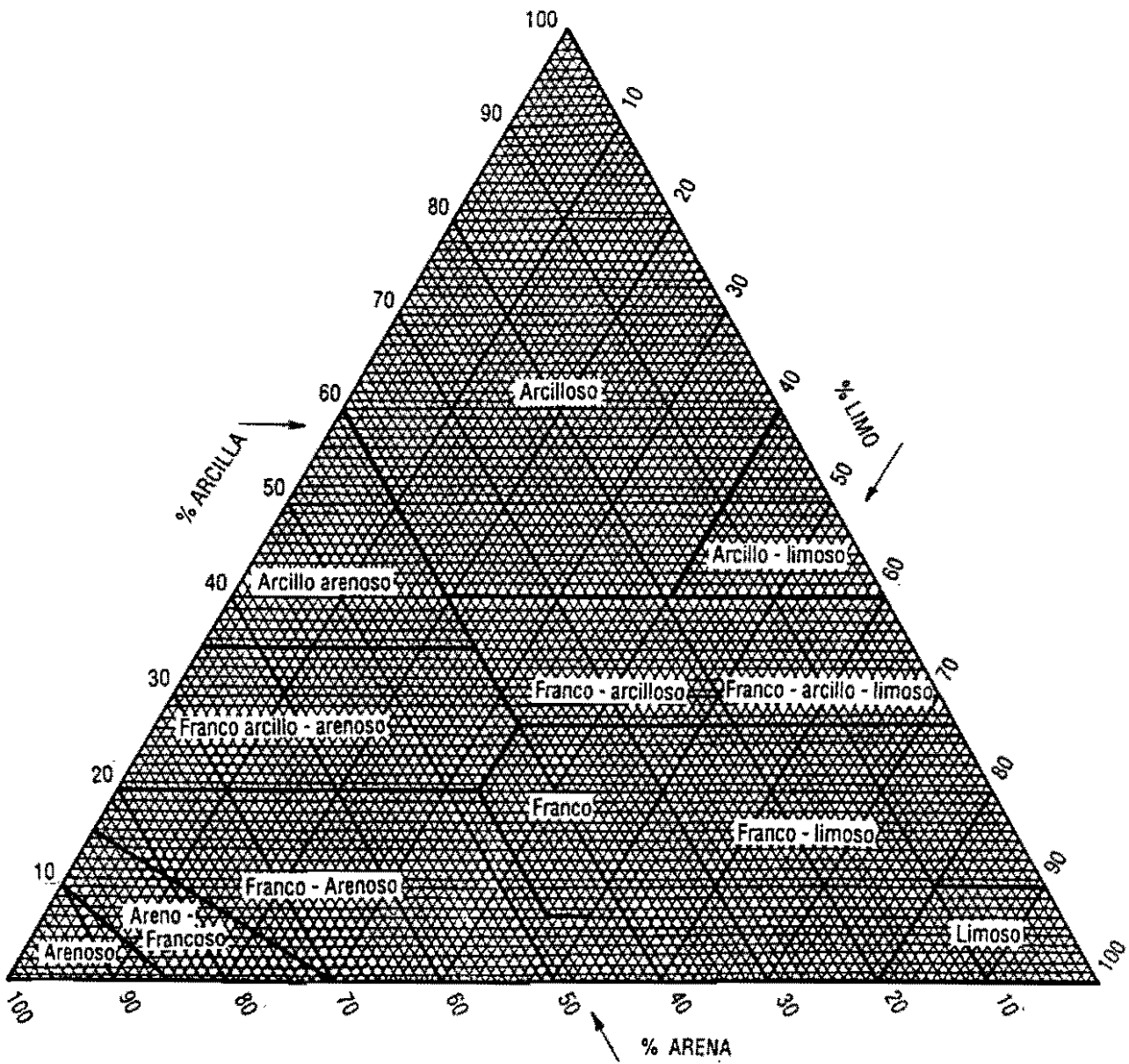
3.2 Recomendaciones sobre utilización de la pastura: _____

Anexo 4.	Lista de Precios de los Principales Insumos a Nivel Regional
-----------------	---

Producto	V(4) \$ ¹	Unidad	Observaciones
1. Fertilizantes			
Urea	178.00	kg	
Sulfato de amonio	155.00	kg	
Fosfato diamónico (DAP)	220.00	kg	
Superfosfato triple	200.00	kg	
Calfós	93.00	kg	
Fosforita Huila	77.00	kg	
Roca fosfórica Pesca	85.00	kg	
Cloruro de potasio	195.50	kg	
Sulpomag (KMAG)	178.20	kg	
Sulfato de magnesio	220.00	kg	
Cal dolomítica	60.00	kg	
Cal agrícola	50.00	kg	
Sulfato de zinc	470.40	kg	
15-15-15	210.00	kg	
14-14-14	200.00	kg	
10-30-10	272.00	kg	
13-26-10	240.00	kg	
2. Semillas			
<i>Brachiaria decumbens</i>	12.000.00		Semilla escarificada
<i>Brachiaria humidicola</i>	16.000.00		Semilla escarificada
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	23.000.00		Semilla escarificada
<i>Andropogon gayanus</i>	3.000.00		Semilla cruda
<i>Stylosanthes capitata</i>	10.000.00		Semilla seleccionada
<i>Arachis pintoi</i>	25.000.00		Semilla seleccionada
3. Otros			
	\$1.200.00		un pollo
Round-up (herbicida)	12.500.00	litro	
Alambre	100.00	m	
Postes para cerca	1.200.00	unidad	
Grapas	751.00	kg	
Saladeros	9.000.00	unidad	Incluye alimentación y prestaciones
Jornal	5.000.00	diario	
4. Labores			
Un (1) pase de arado de disco o de cincel	12.000.00	ha	
Un (1) pase de rastrillo	10.000.00	ha	
Un (1) pase de rastrillo pulidor	7.000.00	ha	
Siembra al voleo con máquina	15.000.00	ha	Labor completa

¹ Precios aproximados de insumos puestos en Villavicencio a Abril 15/94.
Cambio: \$829 (tasa representativa) por 1 dólar americano (\$USD).

Anexo 5. Diagrama de Textura del Suelo



Fuente: IGAC, 1963.

Anexo 6. Inoculación con Rizobios de Leguminosas Forrajeras Tropicales

Recomendaciones Generales

- Utilice 150 g de inoculante por 3 kg de semillas pequeñas (ej. Capica) ó 30 kg de semillas grandes (ej. Leucaena).
 - Pida el inoculante con suficiente anticipación (un mes antes de la siembra),
- usando el formulario de CIAT o ICA (Cuadro A1).

 - Obtenga el adherente y el material recubrente con anticipación.
 - Cerciórese de que el inoculante que va a usar no esté vencido y que sea específico para la leguminosa que va a sembrar

Cuadro A1. Microbiología de suelos, pastos tropicales CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia

Nombre del solicitante: _____
 Fecha de solicitud: _____
 Número/nombre del ensayo: _____
 Siembra comercial (Si/No): _____

Fecha de entrega deseada: _____
 Lugar de entrega: _____
 Requiere goma arábica (Si/No): _____

Especie	Llenar según el método					Uso del laboratorio		
	Método de inoculación*	Peso (g) semilla (S)	Area a inocular (T)	m lineales de surco total (T y V)	Distancia entre plantas (V)	Cepa	Cantidad	Costo

* (S): Semilla
 (T): Tierra
 (V): Material vegetativo
 Uso del laboratorio: No. de solicitud...

Precauciones

- Mantenga el inoculante antes de usarlo, según las condiciones indicadas en la etiqueta; no congelarlo.
- Evite almacenar el inoculante junto con pesticidas o fertilizantes que puedan ser tóxicos a la bacteria y afecten la calidad del producto. No inocular semillas tratadas con pesticidas.
- Inocule bajo la sombra evitando que los rayos del sol incidan directamente sobre el inoculante.
- No inocule mayor cantidad de semilla de la que vaya a sembrar en un día, si ésto

sucediera, reinocule la semilla sobrante antes de la siembra.

Introducción

La inoculación de las leguminosas se hace con el objeto de proporcionar una cepa de rizobio seleccionada, para que los nódulos formados fijen suficiente nitrógeno y así sustente la máxima productividad de la planta. La nodulación entre la cepa y la leguminosa es específica, es decir, se recomiendan cepas diferentes para grupos de leguminosas que difieren en su especificidad (Cuadro A2).

Cuadro A2. Colección de cepas para inoculación de leguminosas forrajeras microbiología de pastos. CIAT - A.A. 6713, Cali - Colombia, abril/1989

Leguminosa	No. CIAT de la cepa	
	Recomendación actual	Alternativa o recomendación anterior
<i>Arachis pintoi</i>	3101	3144
<i>Centrosema macrocarpum</i>	3101	1780-670
<i>acutifolium</i>	3101	3694-670
<i>pubescens</i>	3101	49-1670
<i>brasilianum</i>	3101(P)	1670
<i>Cratylia floribunda</i>	3561	
<i>Desmodium heterocarpum</i>	4099	4967
<i>heterophyllum</i>	4099	2469
<i>ovalifolium</i>	4099	4967-2335
<i>strigillosum</i>	4099(P)	
<i>velutinum</i>	4099(P)	
<i>Eritrina glauca</i>	35	
<i>Flemingia macrophylla</i>	4099	4203
<i>Glicirida sepium</i>	3920	
<i>Leucaena leucocephala</i>	1967	
<i>Pueraria phaseoloides</i>	3918	2434
<i>Stylosanthes capitata</i>	995	3541-870
<i>macrocephala</i>	4969(P)	
<i>guianensis</i>		
(ecotipos 136, 15, 184, 1280)	4969(P)	71-4103
(ecotipo 10136)	4100(P)	
<i>scabra</i>	861(P)	
<i>viscosa</i>	861(P)	
<i>hamata</i>	861(P)	

P = reconfirmación pendiente

Se llama "inoculante" a la mezcla de un cultivo de la cepa de rizobio seleccionada para la leguminosa a ser sembrada, con turba (un suelo con alto contenido de materia orgánica) molida u otro soporte. Se puede aplicar el inoculante poniéndolo antes de la siembra en contacto directo con la semilla o directamente al suelo.

Cantidad y Costo

El contenido de los paquetes de inoculante para leguminosas forrajeras producidos en el CIAT es de 15 g, 75 g y 150 g, cantidades suficientes para inocular aproximadamente 200 g, 1.5 kg y 3.0 kg de semilla pequeña respectivamente. Cuando se inocula el suelo se requieren mayores cantidades (1-2 kg inoculante/ha dependiendo del patrón de siembra). En general, el valor de los inoculantes varía alrededor de US\$ 00.01 por gramo. Para inocular un kilogramo de semillas pequeñas de leguminosas forrajeras se requieren 50 g de inoculante, y con tasas de siembra comúnmente usadas (3-4 kg semilla/ha) tendríamos el costo de US\$ 1.50/ha solamente. La goma arábica cuesta aproximadamente US\$ 15.00/kg, pero sólo se necesitan 30 g/ha para 3 kg de semillas (= US\$ 0.60/ha). Si es necesario inocular la tierra o material vegetativo, el costo es más alto (US\$ 10.00 - 20.00/ha). Sin embargo considerando que el costo de establecimiento de una asociación gramínea/leguminosa (sin cerca) es de US\$ 100-130/ha (CIAT, 1986) el costo del inoculante es solamente 5-7% del costo de las semillas.

Precauciones

Para obtener el máximo efecto del inoculante, es necesario que sea de buena calidad, y que se conserve bajo condiciones apropiadas. Después de seis meses a 4°C el inoculante puede perder su viabilidad. Un inoculante de buena calidad contiene por lo menos 2×10^7 (20 millones) de células de rizobio/g, y al salir de la fábrica debe contener un mínimo de $1 \times$

10^7 rizobios/h. Si no es posible conservarlo en refrigeración antes de su uso, es necesario mantenerlo en lugar fresco y donde no se encuentren almacenados productos químicos que pueden ser tóxicos y afecten la viabilidad del producto. El transporte debe hacerse bajo condiciones frescas, evitando que la luz del sol incida directamente sobre los paquetes.

Dosis de Inoculante

Inoculando la semilla con inoculante de buena calidad, y usando el método descrito aquí, se deben alcanzar entre 1000 y 10.000 rizobios/semilla. Se puede calcular la cantidad de inoculante requerida por kilogramo de semillas, tomando el número de semillas por gramos de la leguminosa (Cuadro A3). Por ejemplo, para una leguminosa que tenga 1-20 semillas/g se recomiendan 5 g inoculante/kg, o 250 g por bulto de 40 kg de semillas. Para semillas más pequeñas (más que 20 semillas/g) se recomiendan 50 g inoculante/kg. Esto resulta en una tasa mayor de rizobios por semilla de *Centrosema* que por ejemplo *Desmodium*. Sin embargo, es difícil adherir más que 50 g inoculante/kg semillas de *Desmodium*, y se ha observado en nuestros ensayos que esta cantidad es suficiente. Para siembras comerciales de cantidades grandes de semillas de tamaño intermedio (menos que 100 semillas/g) se puede mermar la tasa de inoculación a 10 g/kg semillas. Cuando se inocula directamente al suelo o material vegetativo, se deben aplicar 10.000 rizobios por centímetro. Usando inoculante de buena calidad, una tasa de 75 g para 1000 m lineales de surco es suficiente (1 kg/ha con surcos a 75 cm de distancia). Sin embargo, en parcelas pequeñas se puede aplicar más (0.25 g/m lineal).

Pedidos de inoculante al CIAT

Al hacer un pedido de semillas de leguminosas se debe también pedir el inoculante. Esto debe hacerlo por lo menos un mes antes de la siembra. Para agilizar el proceso, se solicita llenar el formulario.

Cuadro A3. Semillas por gramo de varias leguminosas

Leguminosa	Semillas/g
<i>Eritrina glauca</i>	3
<i>Pueraria phaseoloides</i>	70 - 80
<i>Centrosema</i> spp.	20 - 30
<i>Stylosanthes</i> spp.	600 - 700
<i>Desmodium</i> spp.	700 - 800
<i>Leucaena leucocephala</i>	15
<i>Arachis pintoi</i> (sin cáscara)	7
<i>Gliricidia sepium</i>	50
<i>Clitoria ternatea</i>	20
<i>Neonotonia wightii</i>	200
<i>Glycine max</i>	7

Método de inoculación

Existen varios métodos de inoculación. Se escoge el método según las necesidades específicas; en la mayoría de los casos de leguminosas forrajeras tropicales se utiliza inoculación y peletización de la semilla. En algunos casos especiales se inocula la tierra antes o después de la siembra, o se inocula material vegetativo. A continuación se describen 4 métodos de inoculación:

- Inoculación de semillas y peletización
- Inoculación de la tierra antes o después de la siembra
- Inoculación de material vegetativo
- Inoculación de ensayos con muchos ecotipos en pequeñas parcelas

Inoculación de semillas y peletización

Se puede inocular la semilla simplemente mezclando el inoculante con agua y agregándolo a la semilla, pero el número de rizobios/semilla y su sobrevivencia es mucho mayor si se adhiere el inoculante a la semilla con un adhesivo y si se cubre la semilla inoculada con un material protector como roca fosfórica o cal. Este proceso se llama "peletización" y el recubrimiento se llama "pelet". Para la peletización de la mayoría de las leguminosas forrajeras tropicales se usa roca fosfórica o algún sustituto. No se debe utilizar Calfos, ni otro fertilizante porque son tóxicos para los rizobios. Para *Leucaena* y otras leguminosas como el frijol, la arveja, el trébol y la alfalfa se recomienda cal.

Si se esperan posibles deficiencias de Mo, agregar una proporción (por volumen) de 1 de molibdato de amonio a 3 del material recubriente. No se debe usar molibdato de sodio, que es tóxico y es más costoso (Kerridge *et al.*, 1973).

Un adherente adecuado es la goma arábiga comercial, molida, disponible en algunos países, en cualquier droguería. También se puede usar una solución al 5% de metilcelulosa, o azúcar al 25%. Algunos inoculantes ya contienen el adherente, y solamente es necesario agregar agua para prepararlos para la peletización. Para más detalles ver Roughley (1970), Brockwell (1982) y CIAT (1988).

Procedimiento para la inoculación y peletización de la semilla. Las cantidades recomendadas para la inoculación de semillas son una guía. No se requiere pesar el material recubriente ni medir el volumen de goma exactamente.

- **Preparación de la semilla:** La semilla debe ser escarificada previamente a la inoculación. En el caso de semillas tratadas con fungicidas, la escarificación sirve para lavarlas. Sin embargo, si no se van a escarificar, se deben lavar con agua, y extenderlas para secarlas antes de inocularlas. Ciertos fungicidas (ej. Thiram) no son tóxicos para los rizobios, y se

pueden inocular las semillas tratadas sin lavarlas. Si no se pueden lavar las semillas, utilice inoculación de la tierra.

- **Preparación de la goma arábica:** Preparar una solución de goma arábica, por lo menos un día antes del plantío, agregando 30 g de goma a 90 ml de agua limpia (6 cucharadas rasas de goma para 9 de agua) y dejando la mezcla durante 12 horas para disolver. La goma se disuelve más rápidamente en agua caliente. La solución es perecedera y debe ser guardada bajo refrigeración o preparada nuevamente antes de cada siembra.

Otros adhesivos: Se requiere el mismo volumen de adherente e igual consistencia de la mezcla que se recomienda para la goma arábica.

- **Inoculación** (ejemplos: adaptar según la cantidad de semilla).

3 kg de semillas: Poner 3 kg semillas limpias y secas en un balde y agregar aproximadamente 90 ml de la solución de adherente (9 cucharadas soperas). Mezclar

bien y agregar 150 g inoculante. Seguir mezclando hasta que las semillas empiecen a despegarse una de la otra. Estar listo para peletizar inmediatamente. En un balde casero es difícil inocular más de 3 kg de semillas.

40 g de semillas: Poner 40 g de semillas en un vaso limpio. Agregar 1.2 ml de adherente (6 gotas/10 g de semillas = 24 gotas) y mezclar bien. Agregar 2 g de inoculante. Seguir mezclando hasta que el inoculante esté bien distribuido, pero no seco (en pequeñas muestras de semillas el inoculante se seca muy rápido y se debe estar listo para peletizar las semillas inmediatamente).

Peletización: A las semillas inoculadas se agrega inmediatamente y todo a la vez el material recubrente. La cantidad depende del material usado y del tamaño de las semillas. Por ejemplo, se necesitan 300 g de roca fosfórica/kg semilla de *Centrosema*, y 400 g/kg semillas más pequeñas (*Stylosanthes*, *Capica*) (ver Cuadro A4).

Cuadro A4. Dosis para la inoculación de semillas de leguminosas forrajeras

Semilla (g)	Goma ^{1/} (ml)	Inoculante (g)	Peletizante ^{2/} (g)
750	18 - 22 (2 cucharadas)	32,5	MP 375
			P 300
			M 262
			G 225
1000	24 - 30 (3 cucharadas)	50	MP 500
			P 400
			M 350
			G 300
1500	36 - 45 (4,5 cucharadas)	75	MP 750
			P 600
			M 525
			G 450
3000	72 - 90 (9 cucharadas)	150	MP 1500
			P 1200
			M 1050
			G 900

^{1/} Preparación de la goma: agregar 30 g goma arábica seca a 90 ml (9 cucharadas) de agua caliente. Dejar disolver durante varias horas. Sólo preparar la cantidad que se necesite o guardar bajo refrigeración.

^{2/} Las cantidades son para semilla sin vaina. Semilla con vaina requiere más peletizante.

MP = muy pequeña *Desmodium*
P = pequeña *Stylosanthes* (Capica)

M = mediana *Pueraria* (Kudzu)
G = grande *Centrosema*, *Arachis*

Para asegurar un buen recubrimiento, es necesario tener un exceso del material recubrente y agregarlo todo a la vez antes de empezar a mezclar. Para mezclar, girar el recipiente muy suavemente para que se forme una capa firme encima de cada semilla. No utilice un implemento para mezclar las semillas inoculadas con el material recubrente. El pelet debe recubrir el inoculante completamente.

- **Secado:** Después de peletizar las semillas se deben dejar extendidas durante 20 minutos en la sombra para que se sequen y endurezcan los pelets. Esto es importante para evitar que los pelets se descascaren después.
- **Siembra:** Evitar guardar las semillas inoculadas más de 24 horas antes de la siembra, pues los rizobios pueden perder su efectividad debido a toxinas producidas por la semilla y desecamiento de las células. Se debe evitar que se calienten las semillas y, si es posible, se las debe tapar con un poco de tierra después de sembrarlas. Es preferible evitar sembrar en días muy calientes. Evite el contacto directo de las semillas inoculadas con fertilizantes tóxicos.

Inoculación de la tierra antes o después de la siembra

En algunos casos puede ser necesario inocular la tierra. Por ejemplo cuando las semillas están tratadas con pesticidas y no se pueden lavar, o cuando se haya olvidado de inocular las semillas, o la inoculación haya sido inefectiva. Para obtener los mejores resultados se debe inocular la tierra un poco antes de la siembra. También puede hacerse inmediatamente después de la emergencia de las plántulas, pero esta práctica no es tan efectiva como la aplicación del inoculante antes de la siembra. Se recomienda inocular por lo menos 10^6 células/m de surco o 0.075 g inoculante de buena calidad/m de surco (para leguminosas con surcos a 0.75 m de distancia son 13300 m lineales ó 1 kg inoculante/ha).

Procedimiento: Para una hectárea se mezcla 1 kg de inoculante en turba, en aproximadamente 150 litros de agua no tratada (el cloro puede matar los rizobios) y se aplica en los surcos por aspersión con una bomba de espalda. Aplique el inoculante al suelo cerca de la planta. Una alternativa para la inoculación de la tierra antes de la siembra es mezclar el inoculante con aserrín, tierra seca u otro sustituto lo que facilita su distribución en el surco, sin necesidad de usar agua. Evite el contacto directo del inoculante con fertilizantes tóxicos.

Para pequeñas áreas se puede subir la tasa de inoculación a 0.25 g/m lineal.

Inoculación de material vegetativo

Para algunas leguminosas no hay disponibilidad de semillas y se puede utilizar material vegetativo.

Procedimiento: Para inocular la cantidad de material vegetativo (ej. estolones de *Arachis pinto*) necesario para sembrar 1 ha con surcos a 0.50 m y 0.50 m entre puntos de siembra (40.000 puntos/ha), mezclar 2 kg de inoculante en turba con 1200 ml (8 pocillos) de melaza diluida (1200 ml melaza con 300 ml de agua) y agregar suficiente agua no tratada (aprox. 40 litros) para distribuirlo en el material vegetativo un poco antes de la siembra. Se puede calcular también por puntos de siembra (0.05 g/punto) para cuando hay variaciones en los patrones de siembra. Se recomienda dividir el material en cantidades convenientes para su inoculación y siembra. Por ejemplo para sembrar 4 surcos de 125 m (500 m lineales) y 50 cm entre puntos se necesitan 1000 estolones. Esta cantidad de estolones requiere 50 g de inoculante, aproximadamente 30 ml (3 cucharadas) de melaza diluida u otro adhesivo y 1000 ml (6-7 pocillos) de agua sin cloro. Se puede hacer la inoculación encima de una carpa o plástico, en la sombra. Revolver el material con la mezcla de goma, inoculante y agua, para que quede bien distribuido.

En la falta de un adhesivo, use solamente agua para aplicar el inoculante.

Inoculación de ensayos con muchos ecotipos en pequeñas parcelas

Cuando se pretenden sembrar varios ecotipos de una especie en un ensayo de pequeñas parcelas puede ser muy dispendioso inocular las semillas para cada parcela individualmente. En estos casos se recomienda inocular en el surco inmediatamente antes de sembrar, diluyendo el inoculante en agua no tratada, o con tierra u

otra sustancia inerte para facilitar su distribución. Por ejemplo en los ERB se recomiendan 5 g de inoculante para una parcela con 4 surcos de 5 m lineales. Así es necesario informar en la solicitud de inoculante el tamaño de parcela que se pretende sembrar, la distancia entre surcos, y el número de repeticiones. Se enviará en una sola bolsa el inoculante para todas las repeticiones de cada ecotipo. La bolsa irá marcada con el No. del ecotipo de la leguminosa y se debe dividir el inoculante según el número de repeticiones.

Anexo 7. Bibliografía

- ALUJA, A.; SERE, C. ; RIVAS, L. 1991. Costos y riesgos en el establecimiento de pasturas tropicales. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 299-317.
- ANDERSON, J.R.; DILLON, J.L. ; HARDAKER, B. 1977. Agricultural decision analysis. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, E.U. 344 p.
- ARA, M. 1991. Factores edáficos cuyas propiedades físicas afectan el desarrollo de las plántulas de las especies forrajeras. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C.E. y J.M. Spain (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 143-160.
- ARANGO, N.; NAVAS A., J.; GAVILANES, C.; LASCANO, C.; VERA, R. ; SERE, C. 1986. Informe del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, C.N.I.A. Carimagua. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA - Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. Documento interno. 47 p.
- ARANZALES, H. ; E.A. RODRIGUEZ. 1989. Diagnóstico del estado nutricional de braquiaria (*Brachiaria decumbens*) de diferentes edades de establecimiento en suelos de mesón y vega en el Piedemonte Caqueteño. Tesis de grado en Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonía, Florencia, Caquetá, Colombia. 89 p.
- ARGEL, P.,J. ; DA VEIGA, J.V. 1991. Manejo de la competencia entre forrajeras y malezas en el establecimiento y recuperación de las pasturas. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C.E. y J.M. Spain (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, Noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 237-256.
- ARGÜELLES M., G. 1977. Principios generales sobre establecimiento de pastos. **En:** Alarcón M., E.; Cardozo G., A. y Camacho D., R. (eds.). Seminario sobre alimentación de rumiantes con forrajes. Asociación Colombiana de Producción Animal (ALPA), Memorias, Bogotá, Colombia. 1977. pp. 29-38.
- AYARZA, M.A. 1991. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C.E. y J.M. Spain (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, Noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 161-185.
- AYARZA, M.A. ; SPAIN, J.M. 1991. Manejo del ambiente físico y químico en el establecimiento de pasturas mejoradas. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C.E. y J.M. Spain (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, Noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 189-208.

- BARNARD, C.,S. ; NIX, J.,S. 1979. Farm planning and control. 2. ed. Cambridge, Inglaterra. 600 p.
- BARUCH, Z. ; FISHER, M.J. 1991. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, C. (eds.). Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, Noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 103-142.
- BELALCAZAR, J.; DURAN C., C.V. ; LEMOS, L.H. 1994. Especies forrajeras tropicales de interés para pasturas en suelos ácidos de Colombia. **En:** Unidades de Aprendizaje para la Capacitación en Tecnología de Pastos. Zapata S., V. y Durán C., C.V. (eds.) Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. Unidad 2 (en imprenta).
- BENNIS, W.G. 1973. Desarrollo organizacional: su naturaleza, sus orígenes y perspectivas. Fondo Educativo Interamericano S.A. Bogotá, Colombia, Serie: Desarrollo Organizacional. 104 p.
- BLYDENSTEIN, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology* 48:1-15.
- BOTERO B., R. 1985. Sistema de producción para cría extensiva de ganado de carne en los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Mg. Sc. Universidad de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 254 p.
- BOTERO B., R. 1989. Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 100 p.
- BOTERO R., R. 1990. Papel de los pastos tropicales en la conservación de suelos ácidos en zonas de ladera. Trabajo presentado en el curso taller sobre "Establecimiento, desarrollo y manejo de pasturas mejoradas en el Piedemonte Caquetefío", mayo de 1990. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 19 p.
- BOTERO B., R. ; GARCIA, O. 1989. Implemento para la siembra de pastos en pequeñas explotaciones. *Pasturas Tropicales* 11(3):29-30.
- BOTERO B., R. ; FERNANDEZ R., F. 1990. Utilización de herbicidas en la siembra, establecimiento y mantenimiento de praderas asociadas con leguminosas en el piedemonte amazónico del Caquetá, Colombia. **En:** Keller-Grein, G. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) - Amazonía, 1. Lima, Perú, noviembre de 1990. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de trabajo No.75. V.2. 1033-1041.
- BROCKWELL, J. 1982. Inoculation methods for field experiments and farmers. **In** Vincent, J.M. Nitrogen fixation in legumes. Academic Press. 211-227.
- CADAVID, J.,V. ; BOTERO B., R. 1991. Requerimiento de maquinaria agrícola y sus costos en el sistema de cultivos asociados con praderas en la altillanura colombiana. Programa de Pastos Tropicales, Sección de Economía. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 25 (multicopiado).

- CIAT. 1978. Beef Program: Annual Report 1977. Cali, Colombia. p. A1-A114.
- CIAT. 1979. Beef Program: Annual Report 1978. Cali, Colombia. p. B1-B174.
- CIAT. 1980. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1979. Cali, Colombia. 186 p.
- CIAT. 1981a. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1980. Cali, Colombia. 138 p.
- CIAT. 1981b. Síntomas de deficiencia de macronutrientes y nutrientes secundarios en pastos tropicales: Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Salinas, J.G. y Sanz, J.I. Producción: Valencia, G., C.A. y Fuentes de Piedrahita, C.L. Cali, Colombia. 28 p.
- CIAT. 1981c. Síntomas de deficiencia de micronutrientes y de toxicidades minerales en pastos tropicales; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Salinas, J.G. y Sanz, J.I. Producción: Valencia G., C.A. y Fuentes de Piedrahita, C.L. Cali, Colombia. 28 p. (Serie 04SP-02.02).
- CIAT. 1981d. Establecimiento de praderas en sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia; Guía de estudio para ser usado como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Spain, J. Producción: Fuentes de Piedrahita, C.L. y Barona, A.M. Cali, Colombia, 40 p.
- CIAT. 1982a. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1981. Cali, Colombia. 302 p.
- CIAT. 1982b. Cercópodos plaga de los pastos en América Tropical. Biología y control; Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Calderón, M. Producción: Valencia, C.A. Cali, Colombia. 51 p.
- CIAT. 1982c. Efectividad agronómica de las rocas fosfóricas; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Hammond, L.L. y León, L.A. Producción: Arregocés, O. Cali, Colombia. 40 p.
- CIAT. 1983. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1982. Cali, Colombia. 362 p.
- CIAT. 1984. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1983. Cali, Colombia. 387 p.
- CIAT. 1985. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1984. Cali, Colombia. Documento de trabajo No. 5. 279 p.
- CIAT. 1986. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales, 1985, p. 381.
- CIAT. 1988. Simbiosis Leguminosa-Rizobio. Manual de Métodos de Evaluación, Selección y Manejo.
- CIAT. 1986a. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1985. Cali, Colombia. Documento de trabajo No.17. 408 p.
- CIAT. 1986b. Manejo de la fertilización fosfatada de pastos tropicales en suelos ácidos de América Latina; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Salinas, J.G. y León, L.A. Producción: Arregocés, O. y Vásquez, J.C. Cali, Colombia. 60 p.
- CIAT. 1987a. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1986. Cali, Colombia. Documento de trabajo No. 24. 348 p.
- CIAT. 1987b. Simbiosis Leguminosa-Rizobio: Evaluación, selección y manejo; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Sylvester-Bradley, R.; Kipe-Nolt, J.A. y Harris, D.J. Producción: Valencia, C.A. Cali, Colombia. 72 p.

- CIAT. 1988. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1987. Cali, Colombia. Documento de trabajo No. 45. p.11-1 a 11-8.
- CIAT. 1989a. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1988. Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 59. p. 11-1 a 11-5.
- CIAT. 1989b. Principios básicos para el manejo de las malezas en las praderas; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Auditutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Doll, J.D. Producción: Gómez, C. Cali, Colombia. 59 p.
- CIAT. 1989c. Inoculación con rizobios de leguminosas forrajeras tropicales. Microbiología de Pastos. 16 p.
- CIAT. 1990. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1989. Cali, Colombia. Documento de trabajo No. 69. p.11-1 a 11-3.
- CIAT. 1991a. Programa de Pastos Tropicales: Informe Anual 1990. Cali, Colombia. Documento de trabajo No.89. p. 13-1 a 13-54.
- CIAT. 1991b. Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Veracruz, México, Noviembre de 1988, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 426 p.
- CIAT. 1992. Tropical Pastures Program 1987-1991: Annual Report 1991. CIAT. Documento interno, Cali, Colombia. V.1. p. 13-3 a 13-65.
- CROWDER, L.V. 1960. Establecimiento y mantenimiento de pastos en Colombia. Ministerio de Agricultura de Colombia. Oficina de Investigaciones Especiales, DIA. Bogotá, Colombia. Boletín de Divulgación No.9. 68p.
- COWDER, L.V. ; CHHEDA, H.R. 1982. Establishment of sown pastures and forage crops. En: Tropical Grassland Husbandry. Longman, Nueva York, E.U. 129 p.
- CVC (Corporación Autónoma Regional del Cauca). 1989. Manual de Costos de Producción Agropecuaria. Oficina de Planeación de la CVC, Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA), Gobernación del Valle. Cali, Colombia. 116 p.
- DE ANDRADE, R.,P. ; FERGUSON, J.,E. 1991. La calidad de la semilla en el establecimiento de las pasturas. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 19-51.
- DEXTRE, R.; AYARZA, M. ; SANCHEZ, P.,A. 1987. Pasture reclamation in steeplands. En: Trop Soils Technical Report 1985-1986. North Carolina State University, Raleigh, N.C. E.U.
- DOLL, J. ; ARGEL, P. 1984. Guía práctica para el control de malezas en potreros. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- DOMINGUEZ V., A. 1973. Abonos minerales. Colección Agricultura Práctica No.5. Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. 306 p.
- DONAHUE, R.,L.; MILLER, R.,W. ; SCHIKLUNA, J.,C. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Editorial Dossat, S.A. Madrid, España. 624 p.
- DUARTE, A. 1992. Preparación profunda del suelo. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, FENALCE. Villavicencio, Colombia. 16 p. (multicopiado).

- DURAN, C., C.V. ; ZAPATA S., V. 1993. Formulación y elaboración de proyectos. En: Planeación y conducción de ensayos de evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en fincas. Argel, P.J.; Durán C., C.V. y Franco, L.H. (eds.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Memorias taller, Costa Rica y Panamá, Junio 1993. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de trabajo No.133. p. 55-92.
- DURAN, C., C.V.; SALINAS, J.G. ; SCHAUS, R. (eds.). 1987. Curso-Taller sobre Establecimiento, mantenimiento y producción de pasturas en la selva peruana. En: Memorias de un curso-taller reunido en Pucallpa, Perú, Octubre 1987, INIAA-IVITA-CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 309 p.
- DURAN, C., C.V. ; FERGUSON, J.E. 1994. Talleres de utilidad múltiple: Un mecanismo para fortalecer proyectos interinstitucionales. En: Semillas de especies forrajeras: Conceptos, casos y enfoque de la investigación y producción. VIII Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIEPT). Villavicencio, Colombia, Noviembre de 1992. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 291-304.
- ESCOBAR, C.J. 1986. Algunas características de los suelos y uso de la tierra en el Caquetá. ICA-Regional No.6, CRI-Macagual, Florencia, 46 p. (Documento en proceso).
- ESCOBAR, C.,J.; LOTERO, J.,I. ; SOTO, L.,A. 1994. Agroecosistemas en suelos ácidos de Colombia. En: Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de pastos. Zapata S., V. y Durán C., C.V. (eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Unidad 1. (En imprenta).
- ESTRADA, R.,D. 1985. Cálculo de costos para el establecimiento de pastos en sabanas tropicales. Pastos Tropicales; Boletín Informativo. CIAT, Cali, Colombia. 7(1): 6-9.
- FAJARDO, R. ; N. VASQUEZ. 1989. Establecimiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras mejoradas bajo diferentes intensidades de labranza en suelos de mesón en el Piedemonte Caqueteño. Tesis de Grado de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonía, Florencia, Caquetá, Colombia. 120 p.
- FERGUSON, J.,E. ; SANCHEZ, M. 1990. El control integrado de malezas en la producción de semillas forrajeras. XIII Curso en investigación para la producción y utilización de pastos tropicales. Febrero 26 - Mayo 5, 1990. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 21 p. (multicopiado).
- FRANCO, L.,H. ; GOMEZ-CARABALY, A. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en El Paraíso, Puerto Gaitán, Colombia. En: Pizarro (ed.). 2a. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Cali, Colombia. 1982. Resultados 1979-1982: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp. 47-61.
- GARCIA, R. 1989. Métodos de establecimiento de *Brachiaria decumbens* CIAT 606 y *Arachis pintoi* CIAT 17434 en la recuperación de pasturas nativas degradadas del Piedemonte Amazónico. Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 124 p.

- GARCIA, R. y SOTO, G. 1990. Métodos de establecimiento de *Brachiaria decumbens* CIAT 606 y *Arachis pintoi* CIAT 17434 en la recuperación de pasturas degradadas del Piedemonte Amazónico Caquetá, Colombia. En: Keller-Grein, G. (ed.). Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) - Amazonía, 1. Lima, Perú, noviembre 1990. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No.75. V.2. p. 1021-1023.
- GIL T., E.; ALVARES, Y. ; MALDONADO, F.G. 1990. Efecto de la distancia de siembra y distribución espacial en el establecimiento y producción de forraje en tres especies de *Brachiaria* asociadas con leguminosas. En: Keller-Grein, G. (ed.). Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) - Amazonía, 1. Lima, Perú, noviembre, 1990. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 75, V.2, p. 1025-1032.
- GONZALEZ, M., A.; GOMEZ L., J. ; CHARRY C., J. 1986. Glosario de términos en suelos y aguas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 186 p.
- GROF, N., B.; RAMIREZ C., A. ; BUSCH, C. 1981. Técnicas en propagación por estacas de leguminosas forrajeras. Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (multicopiado).
- GUALDRON, A., R. 1990. Establecimiento de pasturas en suelos ácidos tropicales. Programa de Pastos Tropicales, Sección de Suelos/Reciclaje de Nutrientes. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 13 p.
- GUZMAN, S. ; VERA, R.,R. 1991. Establecimiento de pasturas en los Llanos Orientales de Colombia. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 385-398.
- HERRERA, D. 1989. Evaluación de dos métodos de defoliación total como sistema para la recuperación de una pastura asociada de *B. dictyoneura* 6133 y *Centrosema* spp. invadida por malezas. Tesis de grado de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonía, Florencia, Caquetá, Colombia. 71 p.
- HOYOS, P.; VERA, R.; LASCANO, C. ; FRANCO, M.A. 1992. Manejo de pastoreo por productores de la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. En: Pizarro, E.A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). 1a. Reunión de sabanas 23-26 de Noviembre de 1992. Brasilia, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo No.117. Cali, Colombia. p. 675-684.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). s.f. Fertilización en diversos cultivos: Cuarta Aproximación. Manual de Asistencia técnica No.25. ICA, Subgerencia de Investigación, División de Agronomía, Programa de Suelos. Centro Experimental Tibaitatá, Bogotá, Colombia. 56 p.
- IGAC (Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 1963. Manual de reconocimiento de Suelos. 2a. Ed. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC - Departamento Agrológico. Bogotá, Colombia. 45 p.

- JACOB, A. ; HEXKULL, H. 1961. Fertilización: Nutrición y abonado de cultivos tropicales y subtropicales. Traducido por: López, M., L. 1a. ed. española. H. Veenman & Zonen N.V., Wageningen, Países Bajos. 626 p.
- KERRIDGE, P.C., COOK, B.G. ; EVERETT, M.,L. 1973. Application of molybdenum trioxide in the seed pellet for sub-tropical pasture legumes. *Tropical grasslands*, z, 229-232.
- KERRIDGE, P.C. 1978. Fertilization of acid tropical soil in relation to pasture legumes. **En:** Andrew, C.S. y Kamprath, E.J. (eds.). Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils. Common Wealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO, Melbourne, Australia. p. 395-415.
- LAPORTE, L.L. ; FERRUFINO C., A. 1991. Plagas que atacan los pastos tropicales durante su establecimiento. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Consejo Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 81-102.
- LEAL, M., D.; SARKARUNG, S.; SANZ S., J.J.; AGUIRRE V., R M. ; DELGADO, H.H. 1991. Oryzica sabana 6. Variedad mejorada de arroz para sistemas sostenibles de producción en suelos de sabana. Plegable de divulgación No. 238, septiembre, ICA, CIAT, FEDEARROZ.
- LENNE, J.,M. ; ORDOÑEZ, J.,H. 1991. Enfermedades de las pasturas en su establecimiento y posibles estrategias de control. **En:** Establecimiento renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 53-79.
- LEON, L.A. ; TOLEDO, J.,M. 1982. El fósforo, elemento clave para las pasturas en la Amazonía. *Suelos Ecuatoriales* 12(2): 246-269.
- MARIN, M.,G. 1982. La fertilidad de los suelos colombianos y las necesidades de fertilizantes. ICA. Programa de Suelos. 1982. Tibaitatá, Colombia. Boletín Técnico No.95.
- McLEAN, D. 1989. Research project proposals and workplans. International Service for National Agricultural Research (ISNAR). La Haya, Holanda. 49 p.
- MICHELIN, A.; RAMIREZ P., A.; LOTERO C., J. ; ALARCON N., E. 1976. Métodos de establecimiento de leguminosas forrajeras tropicales en potreros. *Revista ICA* 11(4):339-348.
- MIS (Management Information Systems). 1992. El marco lógico; una guía de gerentes para diseñar y evaluar proyectos en forma científica. **En:** Zapata S., V. (ed.). Proyecto Formación de Capacitadores. Documento interno. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Washington, D.C. 40 p.
- MORA, P.,P. 1991. Informe sobre biología y control de roedores plagas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Informe de Cuba a la Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Cuba. 19 p.
- MULLENAX, CH. 1979. Adecuación y manejo de sabanas naturales en la altillanura de los Llanos Orientales de Colombia. *Carta Agraria* 278:1-16.
- PALACIO, P., C.M.; POSADA A., R. 1981. Alternativas de asociaciones forrajeras para la producción de carne. Seminario. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. 51 p.

- PARRA M., R.; VIVAS P., N. 1974. Instalación y manejo de praderas en el Piedemonte Llanero. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Programa Nacional de Pastos y Forrajes. Bogotá, Colombia. Boletín de Divulgación No. 50. 27 p.
- PERALTA, A. ; TOLEDO, J.,M. 1991. La problemática del establecimiento y la recuperación de las pasturas. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 1-15.
- PEREIRA, J.M. ; LASCANO, C. 1991. Manejo del pastoreo en el período de formación de la pastura. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 257-267.
- PEREZ B., R.A. ; CUESTA M., P.A. 1992. Especies forrajeras para el piedemonte llanero, su fertilización y manejo. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Centro Regional de Investigación La Libertad, Programa de Pastos y Forrajes. Día de campo *Arachis pintoi*, *Brachiaria humidicola* (Nov. 020/92). 29 p. (multicopiado).
- PHELPS, W. ; MEYER, R. 1979. Una guía de las aves de Venezuela. Gráficas Armitareo, Caracas, Venezuela. 484 p.
- RAMIREZ, A. ; C. SERE. 1990. *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Proyecto Colaborativo Nestlé de Colombia, Fondo Ganadero del Valle del Cauca, S.A., Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Universidad de la Amazonía, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No.67. 118 p.
- RAMIREZ C., A., SALAZAR, E. ; ROA, J.,J. 1988. Técnicas de multiplicación por semillas de especies forrajeras. Programa de Pastos Tropicales, Sección Agronomía de Forrajes y Producción de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 25 p. (multicopiado).
- RAMOS, G., N.A. 1988. Mezcla de gramíneas y leguminosas forrajeras. Revista Shell (3): 81-84.
- ROBERTS, C.,R. 1978. Algunas causas comunes del fracaso de las praderas de leguminosas y gramíneas tropicales en fincas comerciales, y posibles soluciones. En: Tergas, L.E. y P.A. Sánchez (eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 427-445.
- ROUGHLEY, R.J. (1970). The preparation and use of legume seed inoculants. *Plant and Soil*, 32: 675-701.
- SALAMANCA, C.R. 1990. Importancia de la asociación leguminosa-rizobio y manejo de los inoculantes en la Altillanura colombiana. II Curso-taller sobre: "Establecimiento, desarrollo y manejo de pasturas en la altillanura plana colombiana". Puerto López, Colombia. (multicopiado).

- SALINAS, J.G. ; GARCIA, R. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 83 p.
- SALINAS, J.G. ; SAIF, S. R. 1989. Requerimientos nutricionales de *Andropogon gayanus*. En: Toledo, J.M., Vera, R., Lascano, C. y Lenné, J.M. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 105-165.
- SALINAS, J.G.; CASTILLA, C.E. ; GUALDRON, R. 1987. Requerimientos de micronutrientes por algunas forrajeras tropicales en los Llanos Orientales de Colombia. Suelos Ecuatoriales. 17(1): 170-178.
- SANCHEZ, M.; CARDOZO, C.I. ; FERGUSON, J.E. 1989. Aspectos de calidad de semillas de especies forrajeras en el establecimiento de pasturas mejoradas. 1er. Curso-taller sobre: "Establecimiento, desarrollo y manejo de pasturas en la Altillanura colombiana". Carimagua, Colombia. 19 p. (multicopiado).
- SANCHEZ, P.,A. ; COCHRANE, T.,T. 1980. Soil constraints in relation to major farming systems of tropical America. En: Priorities for alleviating soil-related constraints to food production in the tropics. International Rice Research Instituto (IRRI), Los Baños, Filipinas. p. 107-140.
- SERRAO, A.,S. ; DIAS FILHO, M.,B. 1991. Establecimiento y recuperación de pasturas entre los productores del trópico húmedo brasileño. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoques de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 347-383.
- SILVESTER-BRADLEY, R. ; VALDEZ, M. 1991. Manejo del ambiente microbiológico del suelo. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y J.M. Spain (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Veracruz, México, noviembre 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p. 209-236.
- SOTO, G., G. 1990. Manejo y utilización de praderas naturalizadas en el piedemonte caqueteño. Curso-taller sobre: "Establecimiento, desarrollo y manejo de pasturas mejoradas en el piedemonte caqueteño". Florencia, Colombia. 8 p. (multicopiado).
- SOTO, G., G. 1990. Establecimiento de pasturas en el piedemonte caqueteño, Colombia. En: Keller-Grein, G. (ed.). Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) - Amazonía. 1. Lima, Perú, noviembre de 1990. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de trabajo No.75. v.2. p. 1011-1016.
- SOTO, G., L.A. 1992. La maquinaria de tracción animal para el trópico húmedo colombiano. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, FENALCE. Florencia, Colombia. 14 p. (multicopiado).
- SPAIN, J.,M. 1982. Recomendaciones generales para el establecimiento y mantenimiento de pastos en la zona de Carimagua, Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 23 p.

- SPAIN, J.,M. ; R. GUALDRON. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C.E. y J.M. Spain (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 269-283.
- SPAIN, J.M.; FRANCO, L.H.; CASTILLA, C. 1980. Siembras ralas y labranza mínima en el establecimiento de pastos a bajo costo en sabanas tropicales. Seminarios Internos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 13 p.
- SPAIN, J.,M.; GUALDRON A., R.; PERDOMO, C. ; AVILA, P. 1989. Effect of rate and placement of phosphorus on the establishment of legume-based tropical pastures on Oxisols. En: Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Niza, Francia, 1988. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, Francia. p. 47-48.
- SPAIN, J., M.; NAVAS, G.E.; LASCANO, C.; FRANCO, L.H. ; HAYASHI, H. 1984. The gradual replacement of native savanna on an Oxisol in Eastern Colombia. En: Tothill, J.C. y Mott, J.C. (eds.). Ecology and management of the world's savannas. Australian Academy of Science, Canberra, Australia, y C.A.B., Farnham Royal, Slough, Inglaterra. p. 283-287.
- SPRAGUE, M.A. 1986. Overview. En: Sprague, M.A. y Triplett, G.B. (eds.). No tillage and surface-tillage agriculture. The tillage resolution. John Willey and Sons. 467 p.
- STONE, A.,A. ; GULVIN, H.E. 1966. Maquinaria agrícola. Compañía Editorial Continental S.A , México, D.F., México. 693 p.
- TANAKA, A.; SAKUMA, T.; OKAGANA, N.; IMAI, H.; ITO, K.; OGATA, S. ; YAMGUCHI, J. 1986. Agroecological condition of the Oxisol-Ultisol area of the Amazon river system. Report of a survey of llanos in Colombia and jungle in Peru. Faculty of Agriculture, Hokkaido University. Sapporo, Japan. 103 p.
- TERGAS, L.,E. 1975. Establecimiento y manejo de praderas compuestas de asociaciones de gramíneas y leguminosas. En: Seminario Regional sobre Leguminosas Forrajeras Tropicales, Lima, Perú, 1975. Trabajos presentados. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Serie Informe de conferencias, cursos y reuniones no. 64 p.66-80.
- TERGAS, L.,E.; GOMEZ DE E., C. 1980. Evaluación de herbicidas para el establecimiento de praderas de gramíneas y leguminosas tropicales seleccionadas para suelos ácidos en Colombia. Revista Comalfi 7(1/2): 5-17.
- TISDALE, S.,L. ; NELSON, W.,L. 1966. Soil fertility and fertilizers. The McMillan Co., New York, E.U. 694 p.
- TOLEDO, J.,M. ; MORALES, V.,M. 1979. Establecimiento y manejo de praderas mejoradas en la Amazonía peruana. En: Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. (eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 191-209.
- TOLEDO, J.,M. ; SCHULTZE-KRAFT, R. 1982. Metodología para la evaluación de pastos tropicales. En: Manual para la Evaluación Agronómica. Toledo, J.M. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 91-110.

TOLEDO, J.,M.; FRANCO, L.,H. ; RAMIREZ, A. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en El Viento, Puerto López, Colombia. En: Pizarro, E. (ed.). 2a. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Cali, Colombia, 1982. Resultados 1979-1982. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp. 33-46.

TOLEDO, J.,M.; VERA, R.,R.; LASCANO, C. ; LENNE, J.,L. (eds.). 1989. *Andropogon gayanus* Kunth: un pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 417 p.

TOTHILL, K.C. 1978. Competitive aspects of the ecology of pastures. En: Wilson, J.R. (ed.). Plant relations in pastures. Common Wealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia, p. 385-402.

VERA, R.,R. ; GUZMAN, S. 1991. Problemas y limitaciones del establecimiento de pasturas en el ámbito de la RIEPT. En: Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 287-298.

VERA, R.,R. ; SERE, C. (eds.). 1985. Sistemas de producción pecuaria extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela. Proyecto ETES, Informe Final. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 538 p.

Anexo 8. Copia de las Transparencias del Instructor

- EPA-A. Flujograma para el Estudio de esta Unidad
- EPA-B. Objetivo terminal

Secuencia 1

- EPA-1. Flujograma para la Secuencia 1
- EPA-2. Prácticas de control de vegetación y de eliminación de obstáculos

Secuencia 2

- EPA-3. Flujograma para la Secuencia 2
- EPA-4. Factores físicos a tener en cuenta en la preparación del suelo
- EPA-5. Influencia de la estructura del suelo en la velocidad de infiltración del agua.
- EPA-6. Ventajas de la labranza o preparación temprana
- EPA-7. Ventajas y desventajas del arado de cincel
- EPA-8. Ventajas y desventajas del arado de disco
- EPA-9. Ventajas y desventajas de las rastras y rastrillos de discos
- EPA-10. Ventajas y desventajas de los escardillos
- EPA-11. Ventajas y desventajas de las palas
- EPA-12. Ventajas del palo
- EPA-13. Ventajas de los implementos de tracción animal
- EPA-14. Ventajas y desventajas de la no labranza

Secuencia 3

- EPA-15. Flujograma para la Secuencia 3
- EPA-16. Requisitos de calidad de semillas de plantas forrajeras para siembra, nacionales o importadas, para comercialización en Colombia
- EPA-17. Normas para comercializar semillas de plantas forrajeras en Colombia
- EPA-18. Fertilización de establecimiento de las especies forrajeras comerciales
- EPA-19. Fórmula y composición química de fertilizantes comerciales en Colombia
- EPA-20. Requerimientos de P, Ca y Mg en gramíneas y leguminosas tropicales, durante la fase de establecimiento en Carimagua (Altiplanura plana colombiana)
- EPA-21. Ejemplo de cálculo de fertilizantes para el establecimiento de una pastura de gramínea asociada con leguminosa
- EPA-22. Sembradoras polifuncionales
- EPA-23. Unidad de la sembradora de precisión con distribución de fertilizantes
- EPA-24. Selección y calibración del implemento de siembra y fertilización

Secuencia 4

- EPA-25. Flujograma para la Secuencia 4
- EPA-26. Principales malezas de hoja ancha en praderas tropicales de la Orinoquía y Amazonía colombiana
- EPA-27. Principales malezas de hoja angosta en praderas tropicales de la Amazonía y Orinoquía colombiana

Secuencia 5

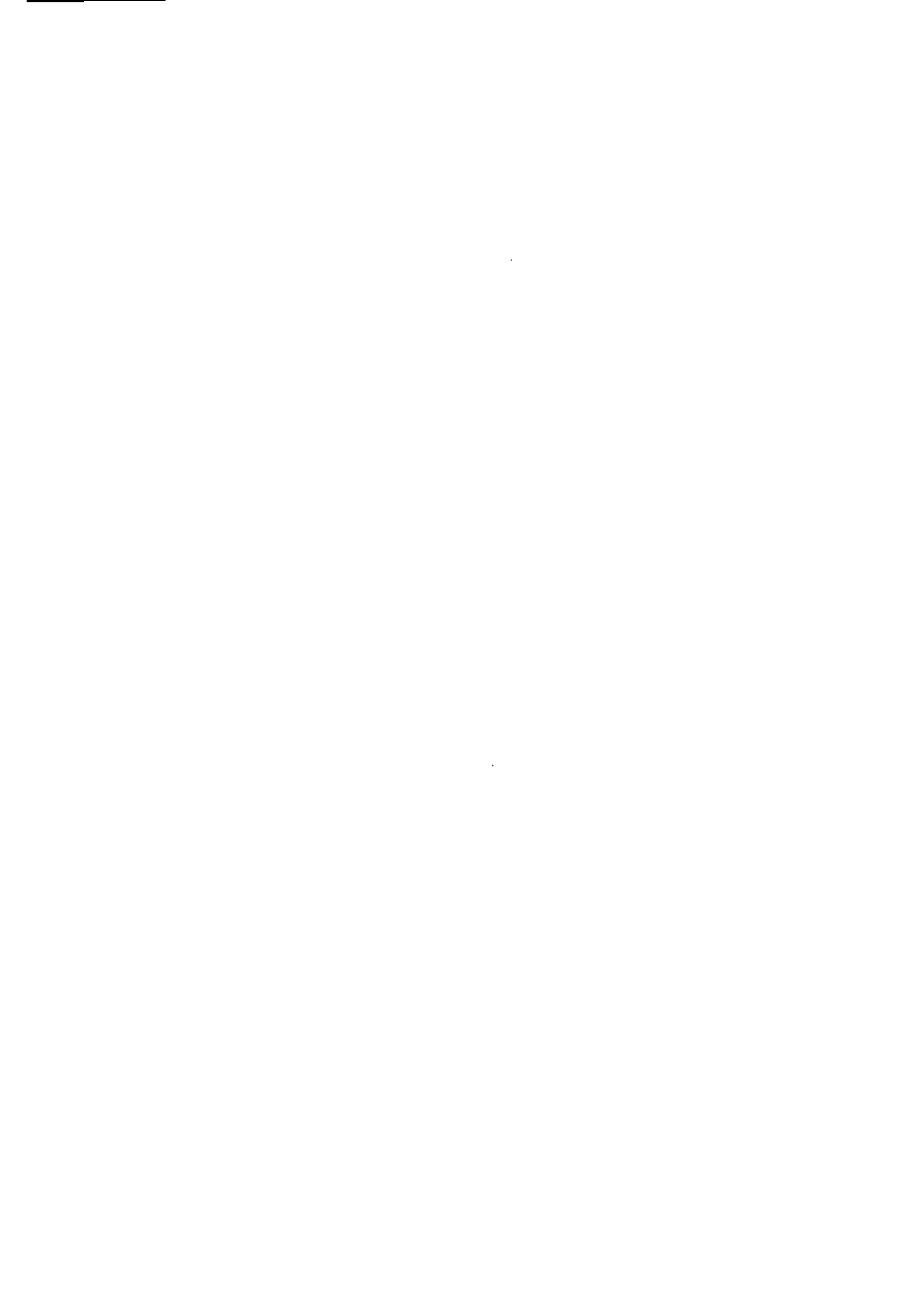
EPA-28. Flujograma para la Secuencia 5

EPA-29. Esquema de riesgo en el proceso de producción animal en condiciones de pastoreo

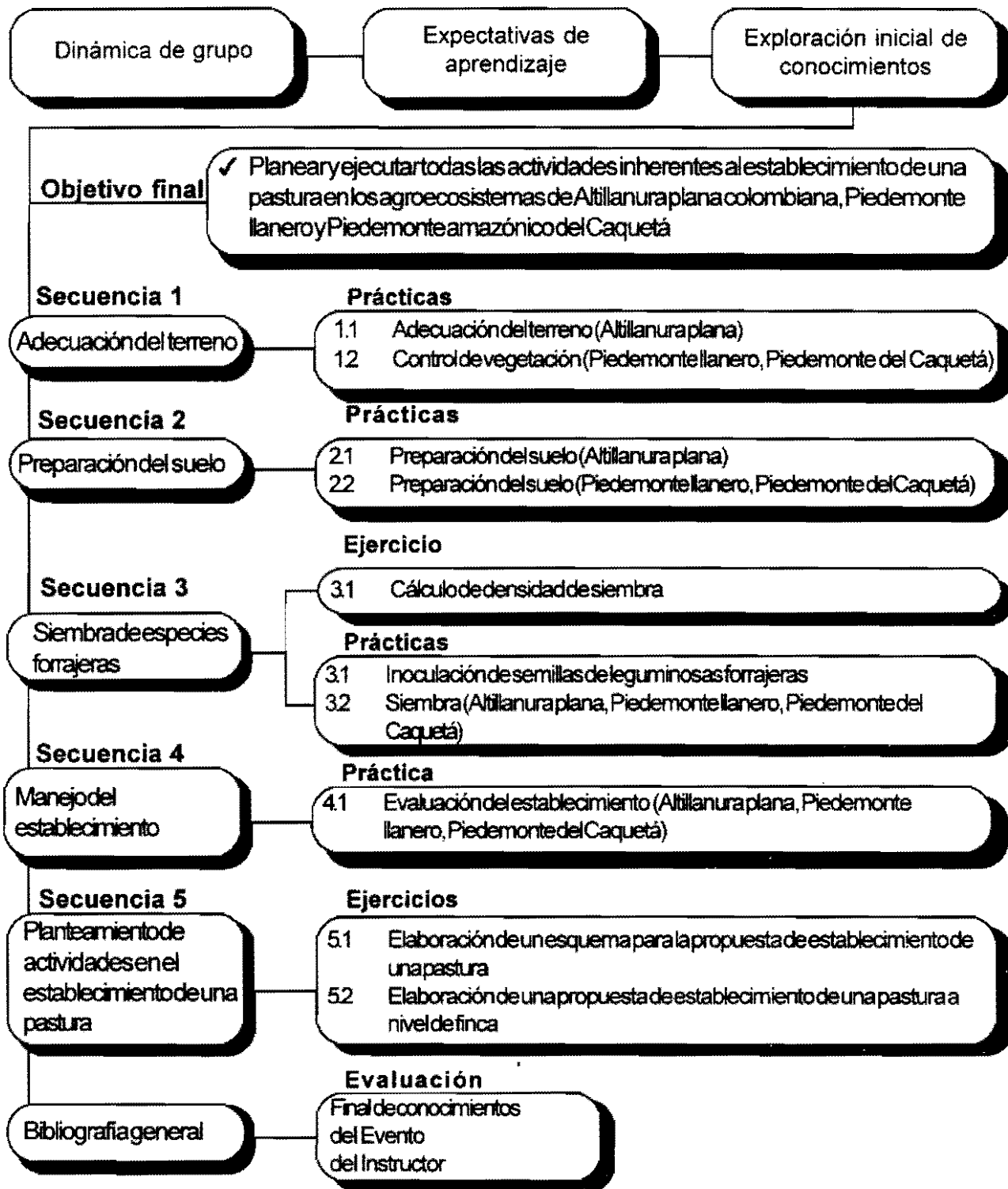
EPA-30. Principales limitaciones para el establecimiento de pasturas en suelos ácidos de Colombia

EPA-31. Resumen de las etapas y fases a considerar en el establecimiento de una pastura

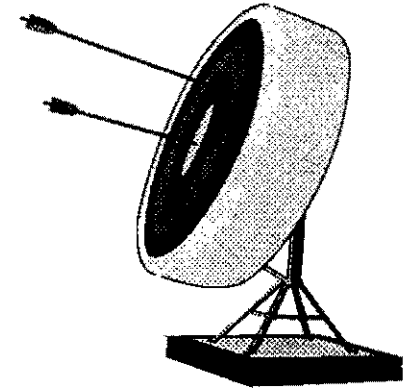
EPA-32. Elementos, actividades, fases y etapas a considerar en el planeamiento del establecimiento de una pastura



Flujograma para el Estudio de esta Unidad



Objetivo Terminal



Planear y ejecutar todas las actividades inherentes al establecimiento de una pasturas en los agroecosistemas de Altillanura Plana Colombiana, Piedemonte Llanero y Piedemonte Amazónico del Caquetá

Flujograma para la Secuencia 1

Adecuación del Terreno

Objetivos

- ✓ Identificar las prácticas de adecuación del terreno para cada uno de los agroecosistemas de acuerdo con una condición determinada
- ✓ Determinar las practicas más apropiadas de adecuación del terreno para una condición determinada
- ✓ Calificar en el campo la eficiencia de diferentes métodos de control de la vegetación en una condición dada

Contenido

- Reconocimiento del área
- Control de vegetación

Prácticas

- 1.1 Adecuación del terreno (Altilanura plana)
- 1.2 Control de vegetación (Piedemonte llanero, Piedemonte del Caquetá)

Resumen

Prácticas de control de vegetación

- Socola
- Tala
- Rocería
- Quema
- Tumba mecanizada
- Defoliación

Prácticas de eliminación de obstáculos

- Remoción de cercas viejas
- Remoción de troncos de árboles
- Remoción de árboles
- Remoción de piedras
- Remoción de escombros

Flujograma para la Secuencia 2

Preparación del Suelo

Objetivos

- ✓ Seleccionar los implementos que se requieren para la preparación de un suelo en una condición dada
- ✓ Identificar los implementos de labranza y su efecto en el suelo para una condición dada
- ✓ Planear labores de preparación del suelo que conlleven a un control eficiente de malezas e insectos plaga

Contenido

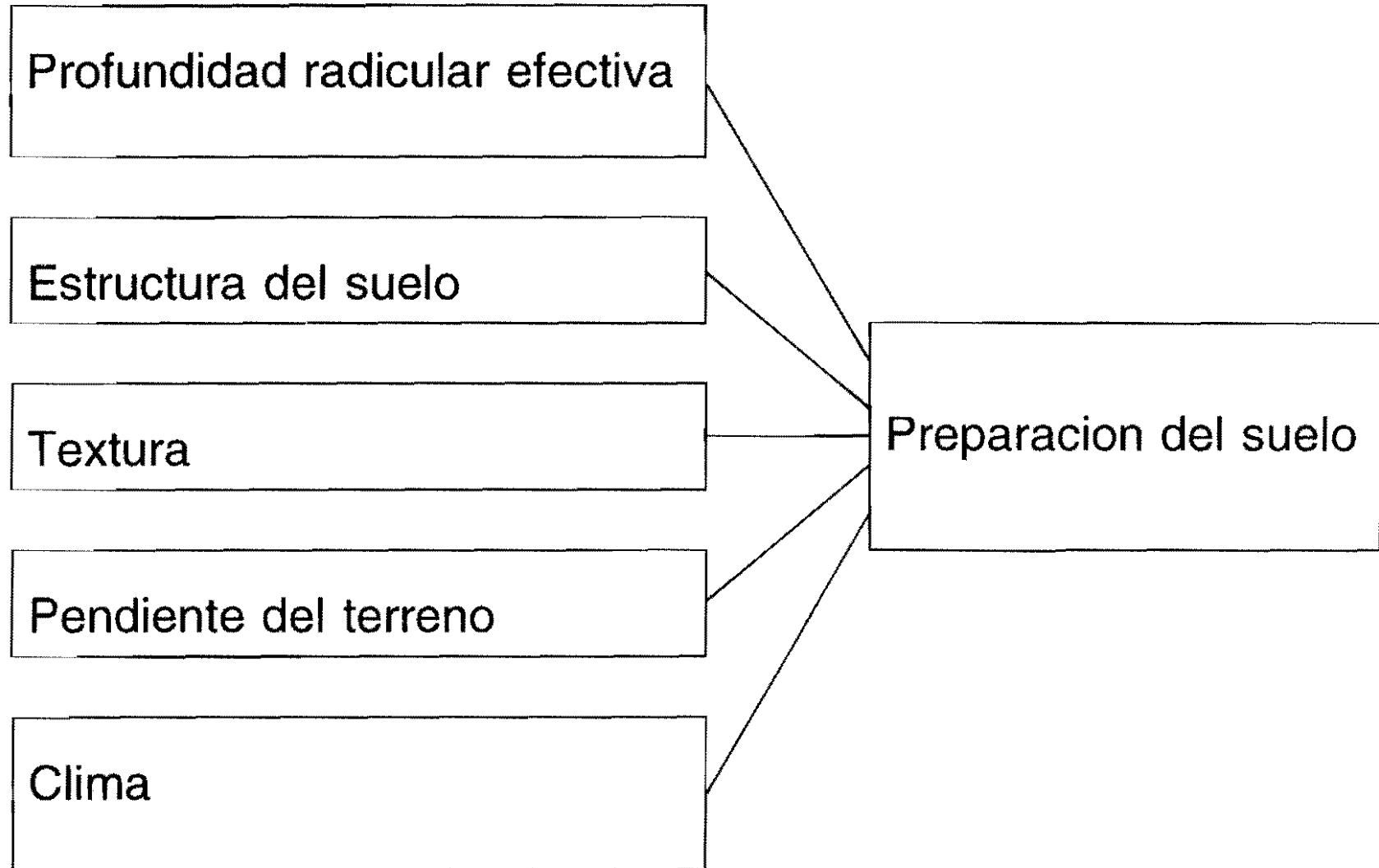
- Factores a considerar
- Labores de preparación
- Implementos usados para la preparación del suelo
- Opciones de labranza

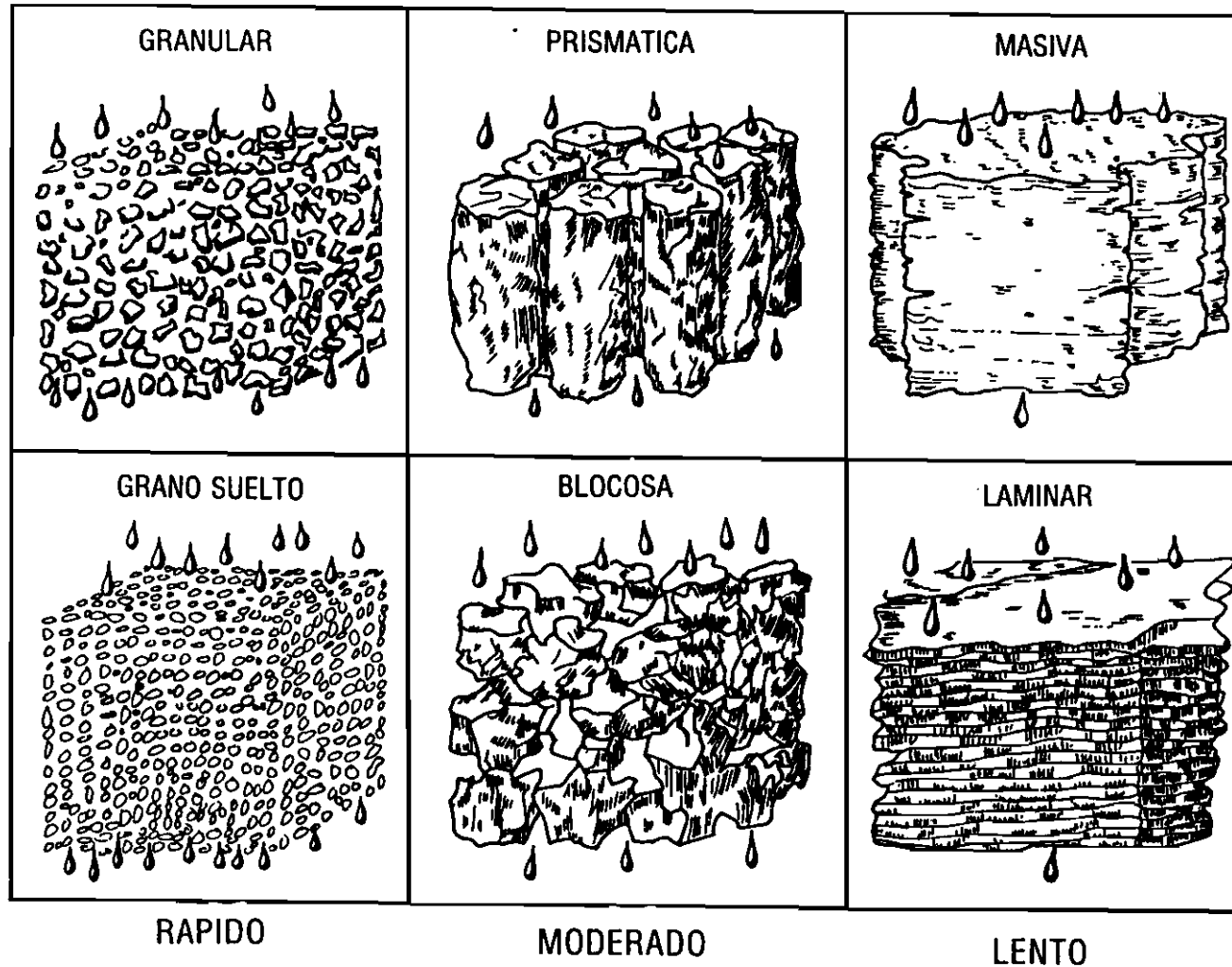
Prácticas

- 2.1 Preparación del suelo (Altillanura plana)
- 2.2 Preparación del suelo (Piedemonte llanero, Piedemonte del Caquetá)

Resumen

Factores físicos a tener en cuenta en la preparación del suelo





Influencia de la estructura del suelo en la velocidad de infiltración del agua. Fuente: Donahue R. *et al.*, 1981.

EPA-5

Labranza o preparación temprana

Ventajas:

- Mejor control de la competencia de las especies vegetales presentes en el área.
- Disminución de la población de hormigas arrieras.
- Disminución del número de pases necesarios para obtener "la cama ideal" para la siembra.
- Incremento en la cantidad de nutrimentos por efecto de una mayor mineralización.
- Permite la siembra temprana que aprovecha las precipitaciones moderadas y constantes, ideales para un rápido establecimiento.

Arado de cincel

Ventajas:

- Rompe las capas duras superficiales.
- No produce volteo, por lo tanto, no hay mezcla de horizontes.
- No produce compactación o "pie de arado".
- Mejora las condiciones de aireación y movimiento de agua en el perfil del suelo.
- Crea condiciones favorables para el aumento de la profundidad radicular.
- No descubre totalmente el suelo, evitando problemas de erosión hídrico o eólica.
- No produce desniveles en el suelo.

Desventajas:

- Exige demasiada potencia en la maquinaria. Requiere más o menos 25 caballos de fuerza/brazo.
- En suelos arcillosos y húmedos puede producir sellamiento.

Arado de disco

Ventajas:

- En ciertas condiciones sirve para incorporar cantidades altas de materia verde y estimular de esta forma la formación de materia orgánica.
- En áreas infectadas con hongos patógenos, contribuye a destruir los propágulos del hongo, reduciendo los problemas de contaminación.
- Trabaja bien bajo condiciones adversas, como suelos mojados, pegajosos y difíciles de despejar como lodos o turbas.

Desventajas:

- Produce compactación en los suelos, especialmente cuando su uso es frecuente.
- Deteriora la estructura del suelo, principalmente la porosidad interrumpiendo el intercambio gaseoso y el movimiento de agua en el suelo.
- Invierte horizontes, enterrando la capa de material orgánico y exponiendo una mayor concentración de aluminio en la superficie.
- Desnuda el suelo exponiéndolo a procesos de erosión.

Rastras y rastrillos de discos

Ventajas:

- Por su pesos poseen un grado mayor de penetración que los rastrillos.
- Desmenuzan la vegetación.
- Incorpora gran parte de la vegetación nativa dejando el suelo rugoso con bastantes terrones pequeños y medianos que impiden el sellamiento de la superficie.
- Muy usados para siembras con material vegetativo.
- Útiles para rehabilitar pasturas.

Desventajas:

- Aunque no profundizan demasiado, rompen en menor grado la estructura del suelo.
- Producen el efecto de compactación o "pie de arado".

Rastrillo de discos

Ventajas:

- Su efecto es más superficial.
- Incorpora parcialmente la vegetación.
- Perturba el suelo y deja terrones pequeños.
- Requiere menos potencia de tracción que el arado de discos.

Desventajas:

- Al pulverizar el suelo existe el peligro de las erosiones hídrica y eólica.
- No controla totalmente la vegetación.
- Al pulverizar el suelo, crea condiciones para el sellamiento o formación de capa superficial y dificulta la emergencia de las plántulas.

Escardillos

Ventajas:

- Son de cincel liviano, capaces de penetrar en el suelo hasta 20 cm.
- Producen un efecto de desmembramiento, dejando el suelo con gran cantidad de terrones.
- Son útiles cuando se trata de suplementar la sabana nativa.
- Son un complemento de los rastrillos para el control de la vegetación nativa.

Desventajas:

- No penetran ni rompen las capas duras superficiales.
- Por su poco control de la vegetación nativa, sólo se deben usar para especies bien adaptadas y de buena agresividad.

Palas

Ventajas:

- Son menos costosas.
- Son básicamente una cultivadora de campo.
- Requieren menos fuerza motriz.
- Se pueden tirar con tractor o con animales.
- Cortan la zona radicular y dejan el rastrojo que cubre la superficie, el cual protege el suelo y evita la erosión.

Desventajas:

- Requieren humedad en el suelo, pero para controlar la vegetación se requiere de días secos después de la labranza.
- La época para su utilización está limitada al momento en el cual finaliza y empieza la temporada de lluvias, ya que las precipitaciones son menos frecuentes.

Palo

Ventajas:

- Mejora el nivel del terreno.
- Deja solamente terrones de tamaño pequeños.
- Debido a su peso compacta ligeramente el suelo, evitando el enterramiento de la semilla.
- Disminuye el número de pases de los implementos.

Implementos de tracción animal

Ventajas:

- Son ideales para labores en terrenos con pendientes moderadas.
- Evitan la erosión cuando la labranza se hace en curvas de nivel.
- Por su poco peso no producen compactación del suelo.
- Son de fácil manejo y de bajo costo.

No labranza

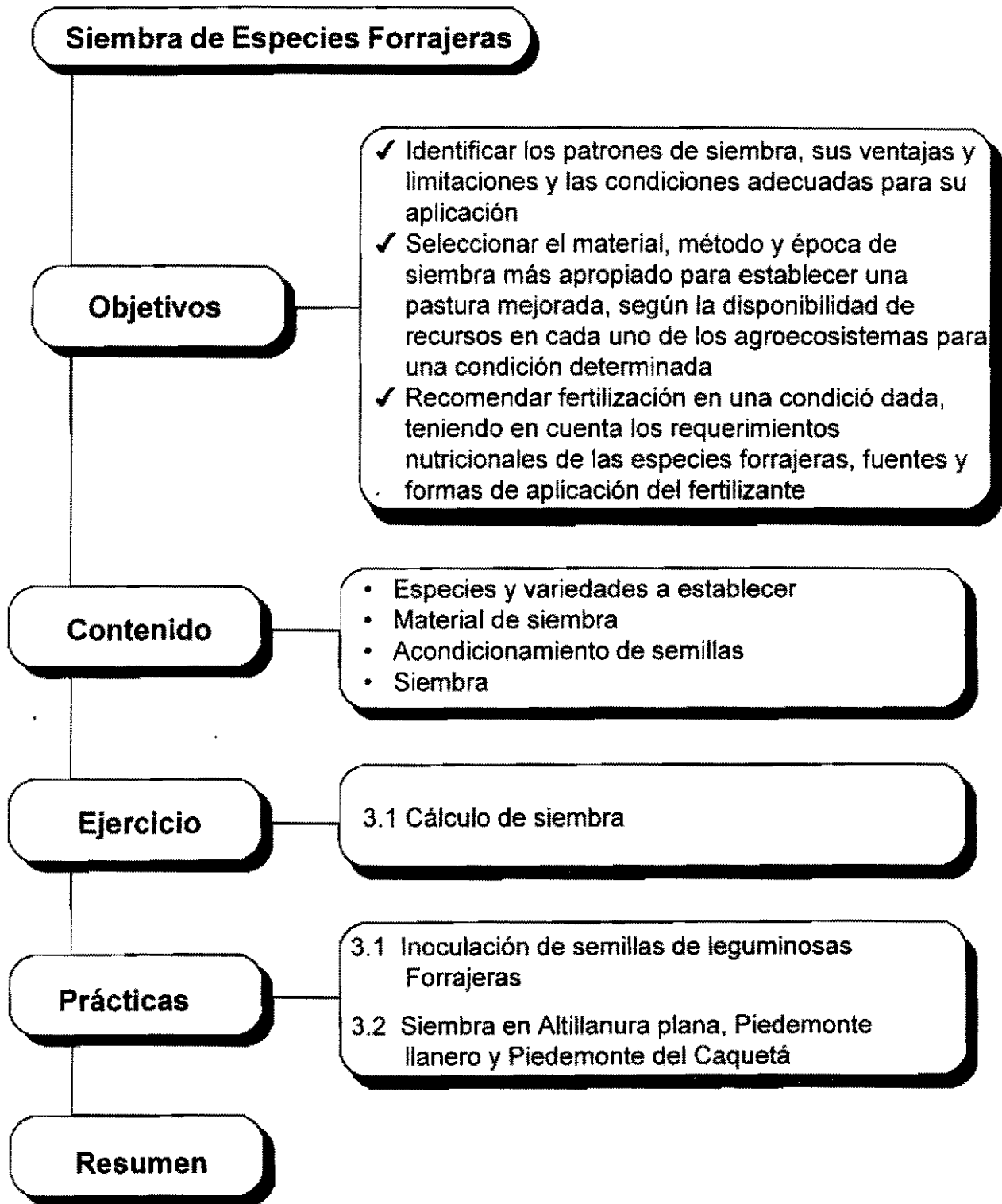
Ventajas:

- Mejora las propiedades físicas del suelo.
- Disminuye el riesgo de erosión.
- Produce menor compactación.
- Es mas económica, en cuanto al número de labores de preparación.
- Demanda menos tiempo entre la labranza y la siembra.

Desventajas:

- Se deben usar especies bien adaptadas y agresivas.
- Presenta un control muy limitado de las especies nativas.
- En áreas de Piedemonte amazónico y llanero el establecimiento estaría seriamente afectado por la agresividad de las especies ya presentes (malezas potenciales).

Flujograma para la Secuencia 3



Requisitos de calidad de semillas de plantas forrajeras para siembra, nacionales e importadas, para comercialización en Colombia

Especie	Nombre común	S.P.G.
<i>Andropogon gayanus</i>	Carimagua 1	8
<i>Brachiaria brizantha</i> <i>B. decumbens</i> <i>B. dictyoneura</i> Llanero <i>B. humidícola</i>	La Libertad, Marandú	10 35 10 22
<i>Panicum maximum</i>	Guínea	10
<i>Melinis minutiflora</i>	Gordura	5
<i>Centrosema acutifolium</i>	Vichada	45
<i>Stylosanthes capitata</i>	Capica	24
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú	40

S.P.G.: Semilla pura germinada= $\frac{\text{Pureza (\%)} \times \text{Germinación (\%)}}{100}$

Resolución ICA 1881 (Julio 1992)

EPA-16

Normas para comercializar semillas de plantas forrajeras en Colombia

Resolución ICA 1881, 1992

1. Producción nacional

- Marbete o rótulo amarillo
- Nombre y dirección del productor
- Mes y año del análisis de calidad
- Nombre común y científico
- Clase
- Número de identificación del lote
- Semilla pura germinada (% mínimo)
- Peso neto
- Ingrediente activo y precauciones si ha sido tratada

2. Importadas

- En empaques originales o reempacadas con autorización del ICA
- Además del marbete original, un rótulo con: el nombre y dirección del importador y demás información solicitada para la semilla nacional

Fertilización de establecimiento de las especies forrajeras comerciales

Especie	Nombre común y/o cultivar	Fertilización de establecimiento (kg/ha)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cal agrícola	S	
A.1. Gramíneas							
<i>Brachiaria decumbens</i>	Brachiaria común	25 ^a	30-45	20-30	300-500		
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	Llanero	25 ^a	30-45	30-50	200-300		
<i>Brachiaria humidicola</i>	Pasto humidicola	25 ^a	30-45	30-50	200-300		
<i>Brachiaria brizantha</i>	La libertad	25 ^a	30-45	20-30	300-500		
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	50 ^b	20-30	20-30	500		
<i>Andropogon gayanus</i>	Carimagua		20-30	20-30	200-300		
<i>Brachiaria arrecta</i>	Tanner	50	50-60	30-50	300-500		
<i>Brachiaria mutica</i>	Pará	50	100	50	300-500		
<i>Echinochloa polystachia</i>	Alemán	50	50	30-50	300-500		
A.2 Leguminosas					Ca	Mg	
<i>Arachis pintoi</i>	Maní forrajero perenne		30-50	30-50	300-500	15-20	10-15
<i>Centrosema acutifolium</i>	Centrosema vichada		50	20-30	300-500	10	10
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú común		50-80	50	500	20	20
<i>Stylosanthes capitata</i>	Capica		50	50	300	10-15	10

a = 30-40 días después de la siembra aplicada a voleo como urea.

b = Responde a la fertilización con N y P desde el momento del establecimiento.

Adaptado de: Belalcázar *et al.*, (1994).

Fórmula y composición química de fertilizantes comerciales en Colombia

Producto	Fórmula	N	P	K	Ca	Mg	S
		Contenido %					
Fertilizantes Nitrogenados							
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46					
Nitrato de amonio	NH_4NO_3^*	33-34.5					
Fosfato de amonio (MAP)		12	22				
Fosfato diamónico (DAP)		18	20				
Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21					24
Fertilizantes fosfatados							
Superfosfato triple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$		20		14		
Superfosfato simple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)+\text{CaSO}_4$		7		20		12
Calfos (abono fosfórico)			4		37	1	
Roca fosfórica Huila (fosforita)			8		30		
Roca fosfórica pesca			8		20		
Fosfato de magnesio fundido			15			8	

Producto	Fórmula	N	P	K	Ca	Mg	S
		Contenido %					
Fertilizantes potásicos							
Cloruro de potasio	KCl			50			
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄			42			18
Sulpomag (KMAG)				18		11	22
Fertilizantes de nutrimentos secundarios							
Sulcamag					18	9.6	9.0
Sulfato de magnesio						10	13
Oxido de magnesio						32	
Yeso comercial	CaSO ₄				14-17		10-13
Cal dolomítica	CaMg(CO ₃) ₂				25-30	7-12	
Cal dolomita						9.5	
Cal agrícola	CaCO ₃				30		
Flor de azufre							8.5
Fertilizantes compuestos							
15-15-15		15	6.5	12.5			
14-14-14		14	6.1	11.7			
12-20-20		10	8.7	16.7			
10-30-10		10	13.1	8.3			

* El nitrón 26 es un nitrato de amonio que contiene 26% de N.

Adaptado de: Marín, 1982; ICA, s.f.

Requerimientos de P, Ca, y Mg en gramíneas y leguminosas tropicales, durante la fase de establecimiento en Carimagua (Altillanura Plana Colombiana)

Especie	Accesión CIAT No.	P ^a		Ca ^b		K ^c	
		Fertilización (kg/ha)	NCI ^d (%)	NCE ^e (kg/ha)	NCI ^d (%)	NCE ^e (kg/ha)	NCI ^d (%)
Gramíneas							
<i>Andropogon gayanus</i>	621	20	0.10	100	0.23	20	0.95
<i>Brachiaria decumbens</i>	606	20	0.08	100	0.37	20	0.83
<i>B. dictyoneura</i>		20	0.09	---	---	---	---
<i>B. humidicola</i>	679	10	0.08	50	0.22	10	0.74
<i>B. brizantha</i>	665	20	0.09	100	0.37	20	0.82
<i>Panicum maximum</i>	604	20	0.09	600	0.60	---	---
Leguminosas							
<i>Centrosema macrocarpum</i>	5065	10	0.16	100	0.72	10	1.24
<i>Desmodium heterocarpum</i> spp <i>ovalifolium</i>	350	20	0.10	100	0.74	20	1.03
<i>Pueraria phaseoloides</i>	9900	20	0.22	100	1.04	20	1.22
<i>Stylosanthes capitata</i>	1019	20	0.11	100	0.93	20	1.15
<i>Arachis pintoii</i>	17434	20	0.18	100	1.77	20	1.30

^a = en un Oxisol de Carimagua

^b = en la época lluviosa en un Oxisol de Carimagua

^c = a 8 semanas de crecimiento en un Oxisol de Carimagua

^d = Nivel crítico interno (NCI) asociado con un 80% de la producción máxima de materia seca

^e = Nivel crítico externo (NCE) en kg/ha

Adaptado de: Ayarza, 1991

Cálculo de fertilizantes

Ejemplo:

En una finca del Piedemonte llanero se van a establecer 20 ha de *B. dictyoneura* asociada con *A. pintoii* y se le sugiere al productor hacer una fertilización de establecimiento así:

Elemento	Cantidad (kg/ha)
P	22
K	27
Mg	18
S	12

Fuente de fertilizantes: Fosforita Huila y Sulpomag

Recomendaciones: se recomienda aplicar el P antes de la siembra, incorporándolo con el último pase de rastrillo y los demás elementos se aplicarán 30 y 50 días después de la siembra (repartidos en partes iguales).

Cálculos:

- Fósforo (P): si 100 kg de fosforita Huila contienen 8 kg de P
X 22 kg de P

$$\text{Fosforita Huila} = \frac{22 \times 100}{8} = 275 \text{ kg/ha}$$

- Potasio (K) primera aplicación (la mitad de lo requerido)

si 100 kg de sulphomag contienen 18 kg de K (Cuadro 3.10)
 X 13.5 kg de K

$$\text{Sulphomag} = \frac{13.5 \times 100}{18} = 75 \text{ kg/ha (1/2)}$$

$$2 \times 75 = 150 \text{ kg/ha (Aplicación total)}$$

Con fines didácticos se calcula el aporte de Ca a través de la Fosforita Huila y de Mg y S con el sulphomag

- Calcio (Ca)

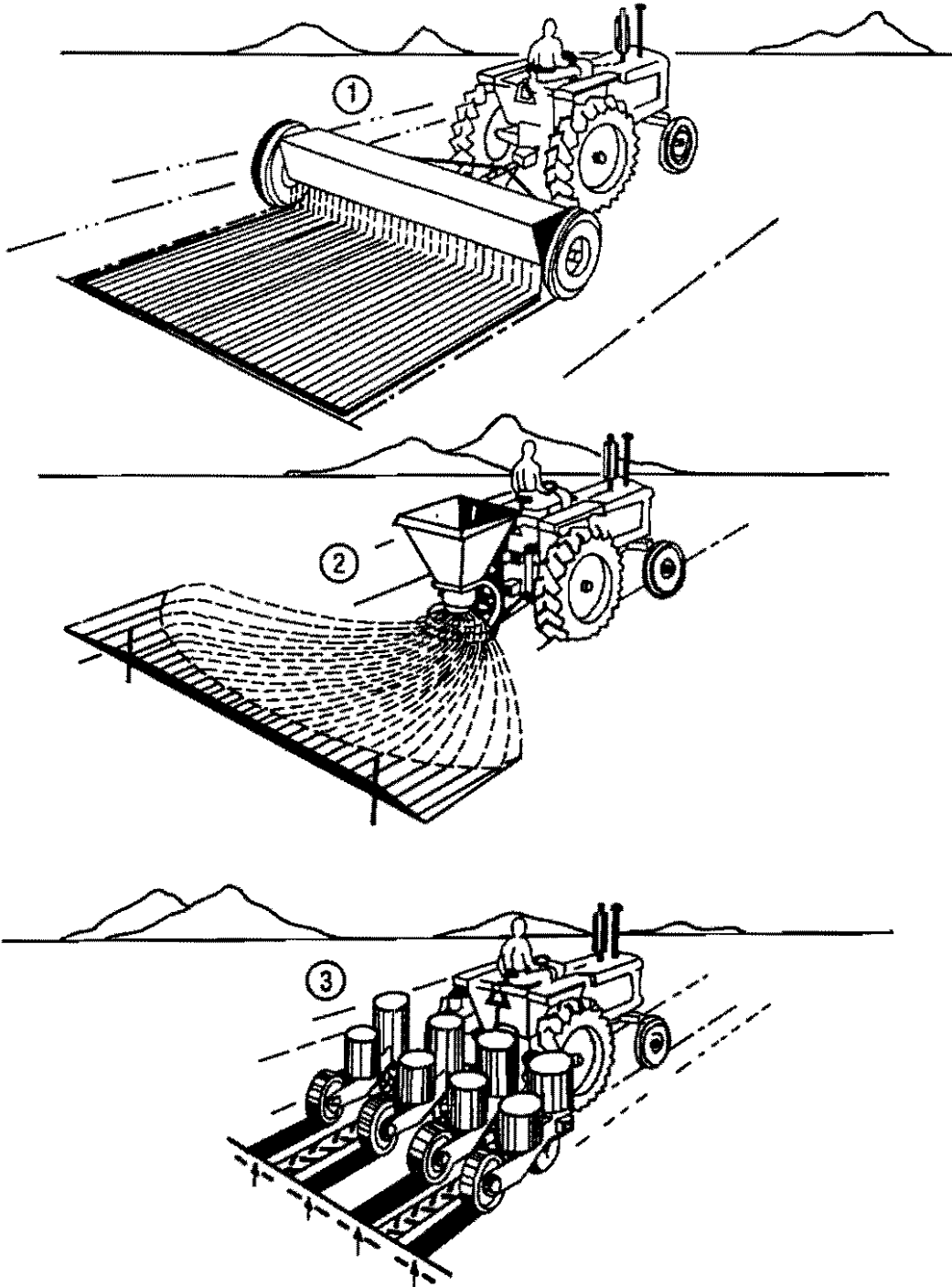
$$\frac{275 \text{ kg de F. Huila} \times 30 \text{ kg de Ca}}{100 \text{ kg de F. Huila}} = 82.5 \text{ kg de Ca/ha} \quad (3)$$

- Magnesio (Mg)

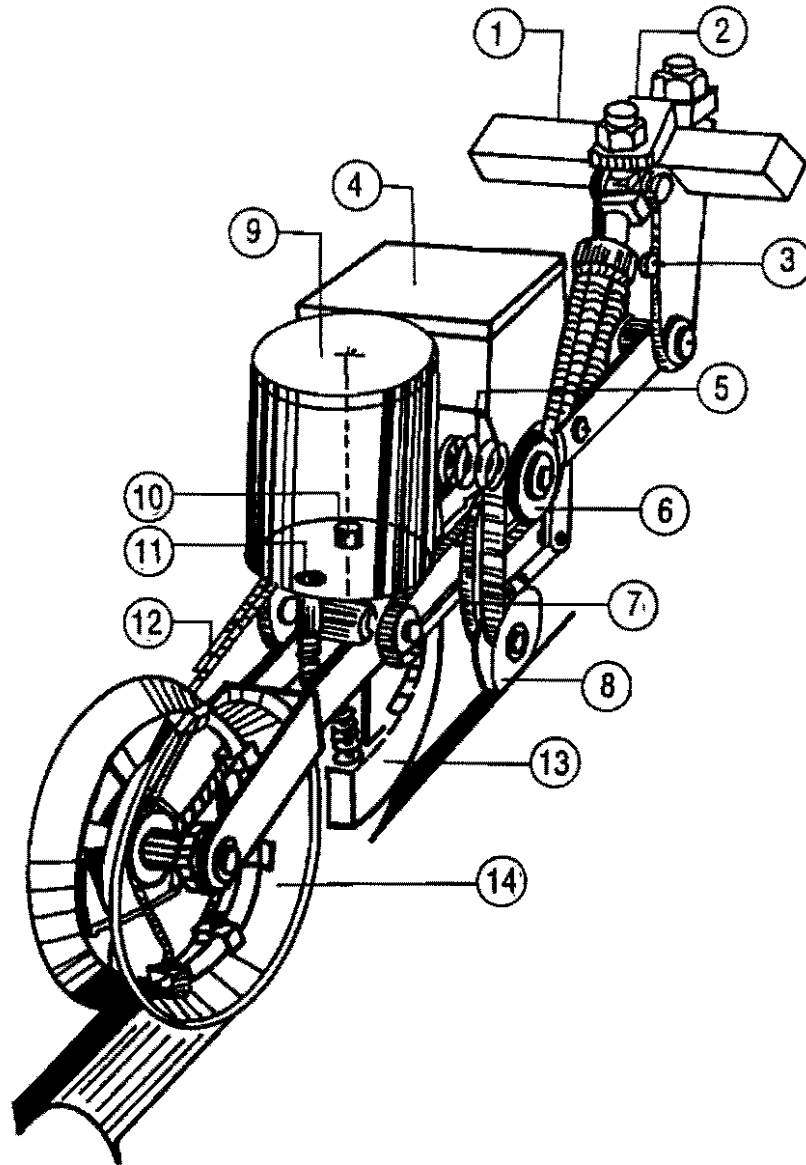
$$\frac{150 \text{ kg de Sulphomag} \times 11 \text{ kg de Mg}}{100 \text{ kg de Sulphomag}} = 16.5 \text{ kg de Mg/ha}$$

- Azufre (S)

$$\frac{150 \text{ kg de Sulphomag} \times 22 \text{ kg de S}}{100 \text{ kg de Sulphomag}} = 33 \text{ kg de S/ha}$$



Sembradoras polifuncionales. Distribuidoras de semillas y fertilizantes: (1) tipo estandar, (2) tipo centrifugo, "voleadora", y (3) tipo de hileras



**Unidad de la sembradora de precisión con
distribución de fertilizantes**

Selección y calibración del implemento de siembra y fertilización

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:

1. Se pone una cuerda alrededor de la rueda de la máquina que controla los mecanismos de alimentación
2. Cuando la cuerda se ha extendido completamente, se mide su longitud. Esta será la distancia de avance de la máquina por cada revolución de su rueda. En una hoja de papel se anota la distancia con la letra **a**.
3. A continuación se mide el ancho de trabajo de la máquina, que será la distancia **b** entre los centros de sus ruedas.
4. El producto **a x b** será la superficie de siembra cuando la máquina avanza, por cada revolución de sus ruedas.
5. Se coloca un recipiente para recoger las semillas. Luego se levanta la máquina para que la rueda de mando quede libre del suelo y gira la rueda a un determinado número de revoluciones. 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.

6. Antes de iniciar la siembra se retira el recipiente y se ajusta su operación hasta comprobar que es la tasa de siembra se apropiada.

Para una mejor comprensión de esta calibración, se analiza el siguiente ejemplo de una 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 revoluciones, y la cantidad de semillas recogida en la canaleta es de 0.54 kg. Con 30 revoluciones 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.

Flujograma para la Secuencia 4

Manejo del Establecimiento

Objetivos

- ✓ Identificar los daños y la presencia de insectos y vertebrados plaga de mayor importancia económica para recomendar su manejo y control
- ✓ Recomendar acciones de resiembra teniendo en cuenta altura, cobertura y balance de la pastura
- ✓ Recomendar el momento y tipo de pastoreo de acuerdo con los criterios de cobertura, altura y balance de especies en la pastura
- ✓ Identificar el tipo de maleza, su manejo y control, teniendo en cuenta el grado de invasión y desarrollo

Contenido

- Control de plagas
- Resiembra
- Pastoreo estratégico
- Control de malezas

Práctica

4.1 Evaluación del establecimiento
(Altillanura plana, Piedemonte llanero,
Piedemonte del Caquetá)

Resumen

Principales malezas de hoja ancha en praderas tropicales de la Orinoquía y Amazonía colombiana

Género	Especie	Nombre común	ALT	PLL	PC
<i>Amaranthus</i>	spp.	Bledo		X	X
<i>Clidemia</i>	<i>hirta</i>	Azulejo, Mortiño			X
<i>Crotalaria</i>		Maraquita			X
<i>Lantana</i>	<i>camara</i>	Venturosa		X	X
<i>Mimosa</i>	<i>pudica</i>	Dormidera			X
<i>Murdania</i>	<i>noditiflora</i>	Piñita		X	
<i>Senna</i>	<i>tora</i>	Bicho, Chilinchili		X	X
	<i>occidentalis</i>	Bicho, Chilinchili			X
	<i>reticulata</i>	Flor amarillo			
<i>Sida</i>	spp.	Escoba		X	X
<i>Pteridium</i>	<i>aquilinum</i>	Helecho			X

ALT: Altillanura

PLL: Piedemonte llanero

PC: Piedemonte del Caquetá

Adaptado de CIAT, 1989b; Ferguson y Sánchez, 1990; Argel y Da Veiga, 1991.



Principales malezas de hoja angosta en praderas tropicales de la Amazonía y Orinoquía colombiana

Género	Especie	Nombre común	ALT	PLL	PC
<i>Andropogon</i>	<i>bicornis</i>	Rabo de zorro		X	X
<i>Andropogon</i>		Rabo de gato		X	
<i>Axonopus</i>	<i>purpusi</i>	Guaratara	X		
<i>Cynodon</i>	<i>dactylon</i>	Argentina		X	X
<i>Digitaria</i>	<i>sanguinalis</i>	Guardarocío		X	X
	<i>horizontalis</i>	Pata de gallina		X	X
<i>Echinochloa</i>	<i>crusgalli</i>				X
<i>Eleusine</i>	<i>indica</i>	Pategallina		X	X
<i>Homolepis</i>	<i>aturensis</i>	Guadilla, grama amarga		X	X
<i>Imperata</i>	<i>cilindrica</i>	Vende aguja		X	X
<i>Mesosetum</i>		Colchón de pobre	X		
<i>Panicum</i>	<i>redgeii</i>	Paja de burro	X		
<i>Paspalum</i>	<i>plicatulum</i>	Pasto negro		X	
	<i>virgatum</i>	Maciega Paja lara		X	X
<i>Rottboellia</i>	<i>exaltata</i>	Caminadora		X	
<i>Sclerota</i>	<i>pterota</i>	Cortadera tres filos			X

ALT: Altillanura

PLL: Piedemonte llanero

PC: Piedemonte del Caquetá

Adaptado de CIAT, 1989b; Ferguson y Sánchez, 1990; Argel y Da Veiga, 1991

EPA-27

Flujograma para la Secuencia 5

Planeamiento de Actividades en el Establecimiento de una Pastura

Objetivos

- ✓ Describir las cuatro etapas y fases esenciales a considerar en la planeación del establecimiento de una pastura
- ✓ Elaborar el esquema de una propuesta de establecimiento de una pastura a nivel de finca
- ✓ Elaborar la propuesta de establecimiento de una pastura a nivel de finca para una condición dada

Contenido

- Planeación

Ejercicios

- 5.1 Elaboración de un esquema para la propuesta de establecimiento de una pastura
- 5.2 Elaboración de la propuesta de establecimiento de una pastura a nivel de finca

Resumen

Esquema de riesgos en el proceso de producción animal en condiciones de pastoreo

Egresos e Ingresos (\$) +

↑ ↑ ↑

↓°

↓ tiempo (años)

1

2

3

	Período de Establecimiento		Período de producción y Utilización de la pastura
	Fase Inicial	Fase intermedia	
Factores de Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> Fallas en el establecimiento (clima, malezas, calidad de semilla, fertilizantes, equipos mal calibrados, deficiente adecuación y preparación del terreno) 	<ul style="list-style-type: none"> Competencia (clima, plagas, enfermedades y malezas) 	<ul style="list-style-type: none"> Fluctuaciones de precios de productos (domésticos e internacionales). Bajas en la productividad de la pradera por clima, plagas, enfermedades, malezas, etc. Bajas en la productividad del ganado.
VARIABLES afectadas por el riesgo	<ul style="list-style-type: none"> Costos de establecimiento. Período de establecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Costos de establecimiento Período de establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Producción Productividad Ingreso neto Rentabilidad

<p>Estrategias para disminuir el riesgo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control calidad de semilla (grado de pureza y germinación). • Prácticas de adecuación y preparación del terreno en épocas apropiadas. • Siembras en épocas apropiadas. • Métodos de aplicación de los fertilizantes. • Siembra de pasturas asociadas cultivos-pastos. • Uso de técnicas de establecimiento y mantenimiento de las pasturas que minimicen el empleo de insumos comprados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y control del estado de la pastura de acuerdo con los siguientes criterios (población, vigor, malezas presentes y estado del suelo) para: <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el área de una resiembra. • Implementar un manejo integrado de malezas, plagas, enfermedades, etc. en la pastura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de la inversión (cultivos-ganadería, diferentes tipos de pastos, diferentes fechas de siembra). • Flexibilidad en el uso de insumos (maquinaria apta para diferentes usos, ganadería de doble propósito, etc.). • Empleo de seguros agrícolas. • Transacciones en mercados a futuro.
---	---	--	---

(Adaptado de: Aluja A., Seré C. y Rivas L., 1991).

Principales limitaciones para el establecimiento de pasturas en suelos ácidos de Colombia

Orden	Limitación
Cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente información técnica apropiada • Desactualización de docentes y profesionales • Ausencia de verdaderos productores
Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Escasez de recursos financieros • Maquinaria inadecuada • Alto costo de insumos • Retorno marginal
Biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Plagas • Enfermedades • Malezas
Climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad, frecuencia e intensidad de la precipitación pluvial • Sequía (déficit de agua) • Inundación (exceso de agua) • Temperatura ambiental • Luz • Competencia entre plantas
Edáficos (químicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias de P, N, K, S. • Toxicidad de Al • Competencia entre plantas
Edáficos (físicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Topografía del terreno • Estructura del suelo • Déficit o exceso de agua • Riesgo de erosión • Compactación • Nivel de infiltración

(Adaptado de Gualdrón, R. 1990)

Resumen de las etapas y fases a considerar en el establecimiento de una pastura

Etapas	Fases
1. Iniciación del planeamiento	<ul style="list-style-type: none">• Descripción inicial (visita previa); análisis de recursos y análisis de necesidades
2. Planificación	<ul style="list-style-type: none">• Definición de la propuesta; elaborar el plan de establecimiento y desarrollo inicial de la pastura (programación y cronograma de actividades); y determinación del presupuesto.
3. Ejecución	<ul style="list-style-type: none">• Adecuación del terreno; preparación del suelo; fertilización; siembra y manejo del establecimiento y desarrollo inicial de la pastura.
4. Comprobación	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación de seguimiento y control del estado de la pastura (pos-siembra, desarrollo inicial, utilización).• Análisis y ajuste (recomendaciones).

Elementos, actividades, fases y etapas a considerar en el planeamiento del establecimiento de una pastura

Etapas	Fases	Elementos y Actividades
1. Iniciación	<p>Descripción inicial</p> <p>Análisis de inventario y recursos</p> <p>Análisis de necesidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visita previa (identificación del predio; características climatológicas de la finca, topográficas y físico-químicas del suelo por lotes; y uso actual del suelo por lotes). • Recopilación de información adicional (inundaciones, sequía, valor comercial de los insumos, disponibilidad de mano de obra regional, etc.) • Describir los componentes críticos del proceso de establecimiento de una pastura en cuanto a los recursos disponibles de la región y la finca. • Listar y determinar el estado actual de equipos y herramientas en la finca. • Listar y determinar el valor comercial de los insumos disponibles en la región. • Disponibilidad de mano de obra en la región • Determinar los equipos, herramientas, insumos y mano de obra necesarios y disponibles en la finca y región. • Identificar las deficiencias actuales del recurso forrajero de acuerdo con el número y categoría de animales de los diferentes lotes o potreros de la explotación ganadera. • Identificar oportunidades de establecer especies forrajeras en las áreas críticas de la finca. • Determinar el área óptima para desarrollar la propuesta de establecimiento.

Etapas	Fases	Elementos y Actividades
2. Planificación	<p data-bbox="622 252 851 328">Definición de la propuesta</p> <p data-bbox="622 663 851 740">Elaboración de la propuesta</p> <p data-bbox="622 1034 851 1145">Determinación del presupuesto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="882 252 1823 290">• Definir y señalar claramente los objetivos, criterios y metas. <li data-bbox="882 328 1662 367">• Elección de las especies forrajeras a establecer. <li data-bbox="882 405 2074 517">• Evaluar y seleccionar los métodos (actividades y elementos) más efectivos y económicos sobre la base de las necesidades del productor y el inventario de recursos disponibles. <li data-bbox="882 555 2020 632">• Listar la secuencia de las actividades y elementos, teniendo en cuenta la época apropiada. <li data-bbox="882 670 1939 746">• Elaborar un plan esquemático de la propuesta de establecimiento y desarrollo inicial de la pastura en la finca. <li data-bbox="882 785 1908 823">• Discusión con el productor del plan esquemático de la propuesta. <li data-bbox="882 861 1908 938">• Elaborar el plan sobre la base esquemática de la propuesta y las sugerencias dadas por el productor. <li data-bbox="882 976 1608 1015">• Programación y cronograma de actividades : <li data-bbox="882 1053 2074 1187">• Elaboración de los costos de establecimiento de la pastura de acuerdo a los aspectos siguientes: Adecuación del terreno; preparación del suelo; fertilización; siembra; manejo del establecimiento; y adicionales (cercas, bebederos, saladeros, etc.).

Etapas	Fases	Elementos y Actividades
3. Ejecución	<p data-bbox="613 165 835 236">Adecuación del terreno</p> <p data-bbox="613 464 792 534">Preparación del suelo</p> <p data-bbox="613 911 792 943">Fertilización</p> <p data-bbox="613 1134 734 1166">Siembra</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="875 165 1070 197">• Criterios <li data-bbox="875 240 1413 272">• Control de la vegetación original <li data-bbox="875 316 1182 347">• Emparejamiento <li data-bbox="875 391 1077 422">• Drenajes <li data-bbox="875 466 1070 497">• Criterios <li data-bbox="875 541 1330 572">• Maquinaria e implementos <li data-bbox="875 616 1084 647">• Labranza <li data-bbox="875 691 1323 722">• Incorporación de residuos <li data-bbox="875 766 1294 798">• Control de competencia <li data-bbox="875 841 1451 873">• Control de plagas y enfermedades <li data-bbox="875 916 1070 948">• Criterios <li data-bbox="875 991 1122 1023">• Fertilizantes <li data-bbox="875 1066 1272 1098">• Método de fertilización <li data-bbox="875 1141 1070 1173">• Criterios <li data-bbox="875 1216 1234 1248">• Material de siembra <li data-bbox="875 1291 1211 1323">• Epoca de siembra <li data-bbox="875 1366 1128 1398">• Implementos

Etapas	Fases	Elementos y Actividades
4. Comprobación	Manejo del establecimiento a través de la evaluación de seguimiento y control del estado de la pastura (post-siembra, desarrollo inicial, utilización)	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios • Muestreo • Uso del formato de evaluación • Análisis del muestreo • Toma de decisiones • Recomendaciones para manejo del establecimiento y utilización (primer pastoreo)