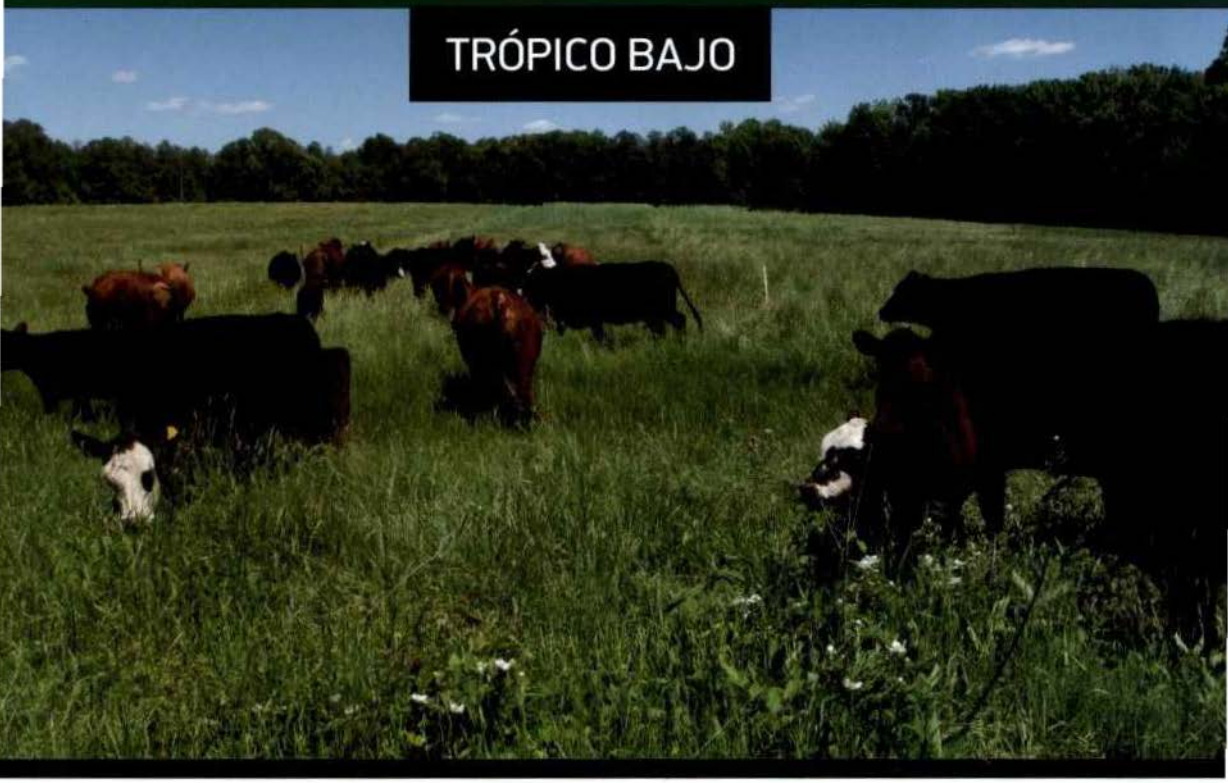
Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y bancos mixtos de forraje

TRÓPICO BAJO





Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución- No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.



Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y bancos mixtos de forraje

TRÓPICO BAJO

SENA

OEI

CamG

Noviembre de 2015

Presentación

En Colombia, en los últimos 50 años, las explotaciones ganaderas bovinas convencionales presentan bajos indicadores de productividad y rentabilidad, aunados a un deterioro ambiental sistemático. La extracción permanente de nutrientes del suelo ha generado pérdida de la capacidad productiva, degradación de los recursos naturales, vulnerabilidad al cambio climático y niveles de pobreza. Los sistemas tradicionales basados en monocultivos de gramíneas han causado un deterioro de los bosques (desaparición de especies leñosas y herbáceas), de suelos y aguas, emisión de gases de efecto invernadero, situaciones que van en contra de la biodiversidad, del bienestar del planeta y de la riqueza de nuestros pueblos.

La zona Andina colombiana, los valles, las llanuras y sabanales presentan un deterioro ambiental severo, asociado principalmente a factores culturales, prácticas tradicionales de uso de la tierra, que se reflejan en el mal manejo de suelos, ausencia de técnicas para controlar la erosión, pérdida de la cobertura vegetal, incorrecto manejo de praderas (pastoreo extensivo), deforestación, actividades de monocultivo y sistemas tradicionales de producción agropecuaria eminentemente extractivos en zonas no aptas para estas actividades.

La baja presencia del componente arbustivo y arbóreo, asociado íntimamente con los sistemas de producción, refleja que la aplicación de prácticas silvopastoriles es incipiente, aunado a un mal uso de los recursos arbóreos y a una pobre asistencia técnica con enfoque silvopastoril.

Esta cartilla de establecimiento de sistemas silvopastoriles permite al ganadero despertar de lo convencional e incursionar en el liderazgo de la producción de forrajes en armonía con el medio ambiente.

En primera instancia, es muy importante que usted, señor ganadero, analice la oferta ambiental de su predio, y basado en la experiencia y los conocimientos ancestrales del uso de los arbustos y árboles, seleccione las especies herbáceas arbustivas y arbóreas que utilizará para el establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Cada empresa ganadera tiene particularidades en suelo, humedad, fertilidad, manejo de praderas y tipo de animales, por lo tanto, el establecimiento de las especies debe estar asociado al análisis de todos estos factores.

Contenido

Presentación 2

1. Beneficios de los sistemas silvopastoriles 5

2. Prácticas para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles 8

2.1 Planificación 8

2.2 Análisis de suelos 8

2.2.1 Materiales para el análisis de suelos 9

2.2.2 Época de muestreo 9

2.2.3 Recolección de la muestra de suelos 9

2.2.4 Precauciones al tomar muestras para análisis de suelos 10

2.2.5 Prueba de penetrabilidad 10

3. Selección de especies leñosas 11

3.1 *Leucaena leucocephala* tipo Cunningha 11

3.1.1 Trazado y preparación del suelo para el establecimiento 13

3.1.1.1 La orientación de los surcos y el ahoyado 14

3.1.1.2 Fertilización del establecimiento 15

3.1.1.3 Compactación y tutorado 17

3.1.1.4 Manejo de las malezas 18

3.1.1.5 Riego 18

3.1.2 Presiembra 18

3.1.3 Siembra 19

3.2 Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) 20

3.2.1 Siembra 21

4. Establecimiento y manejo de praderas 22

4.1 Presiembra 22

4.2 Siembra 23

4.3 Manejo de los pastos 24

5. Siembra de árboles frutales 25

6.Estrategia nacional silvopastoril de conservación de árboles maderables 25

7.Protección de la biodiversidad 27

8.Bibliografía 28

En esta cartilla recomendamos algunas especies leñosas que en los procesos de investigación han mostrado superioridad en producción, calidad, capacidad de rebrote, crecimiento, palatabilidad y, sobre todo, en mayores respuestas animales, como más leche y carne.

Señor ganadero, mediante la selección y siembra en armonía de las principales especies leñosas forrajeras, árboles de sombra y producción de frutos, árboles para cercas vivas y barreras rompevientos, árboles frutales y especies maderables con algún grado de amenaza en su región, usted establecerá sistemas silvopastoriles que le permitirán recuperar sus praderas degradadas, mejorar los servicios ecosistémicos asociados en términos de biodiversidad a sus predios, optimizar la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono, incrementar la oferta de forraje en calidad y cantidad, disponer de frutas y madera, garantizando entradas económicas adicionales; todo esto se reflejará en mayores producciones de leche y carne de mejor calidad, con menor contaminación ambiental, y así liderará el cambio a sistemas sostenibles con mejores indicadores agrozootécnicos y ambientales, resilientes ante el cambio climático.



1. Beneficios de los sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son la integración biológica, económica y ambiental de los componentes herbáceos (gramíneas y leguminosas) y leñosos (arbustos y árboles), los cuales interactúan en armonía y generan beneficios económicos, ambientales y sociales, que permiten adaptarse y mitigar el cambio climático.

En la selección de las leñosas, en lo posible, estos deben ser multiusos, ya que los hay forrajeros, que fijan nitrógeno, que aportan sombra, frutos y leña, y los que sirven de refugio a la fauna y, además, en apoyo a la conservación de la biodiversidad se deben incorporar árboles con algún grado de amenaza de extinción.

Los sistemas silvopastoriles de alta diversidad vegetal tratan de imitar a los bosques multiestratos en su composición y dinámica, realizando simultáneamente la conservación de los bosques y humedales, y donde el eje fundamental son los árboles, que como abuelos han estado protegiendo, acogiendo y dando bienestar a la humanidad durante toda su historia.

El efecto de los árboles en los sistemas silvopastoriles es modificar y mejorar las condiciones ambientales de los agroecosistemas ganaderos, reduciendo la estacionalidad de la producción de leche y carne. Es así, que gracias a ellos en el suelo existe una mayor retención de humedad, incrementando su componente biótico, lo que a su vez mejora la fertilidad; la sombra permite mejores balances hídricos y nutricionales. En las praderas, la dinámica del suelo y la sombra facilita una mayor producción y calidad de forraje durante todo el año; a los animales les ofrece un mejor balance de nutrientes y bienestar por la sombra, lo que les permitirá expresar su potencial genético.

En general, en el agroecosistema ganadero, con los sistemas silvopastoriles se reducen las altas temperaturas ambientales, baja la evotranspiración, se incrementa la humedad relativa promedio entre 10 y 20 %, y todo esto se refleja en mejores indicadores agrozootécnicos de los sistemas silvopastoriles, un mayor número de animales por hectárea (del 200 al 500 %), más producción de carne (de 5 a 12 veces), aumento en la producción de leche (entre 15 y 150 %), disminución de la contaminación por metano (1,8 veces), menos nitratos y nitritos asociados al menor uso de fertilizantes

y una considerable captura de carbono; todo esto aporta mayores rentabilidades que les permiten a los productores tener un mejor bienestar, de la mano de la madre naturaleza.

Existen diferentes sistemas silvopastoriles. El más utilizado es el de las cercas vivas y los árboles dispersos en los potreros, por lo tanto, es necesario incrementar en ellos el número de árboles, incluir los arbustos en franjas para ramoneo, generar con arbustos y árboles unas cortinas rompevientos, incluir más árboles en lotes de maternidad y terneros para generar un mejor ambiente y bienestar, y establecer bancos de forraje para corte y acarreo. Debemos devolverle con amor sus árboles a la madre Tierra y el universo se encargará de surtir todos los efectos positivos ya mencionados y muchos otros más que la ciencia todavía no ha podido recordar y cuantificar.

En la Figura 1 se pueden observar los beneficios de los sistemas silvopastoriles en la relación suelo-planta-animal:



Figura 1. Beneficios de los sistemas silvopastoriles.

Silvopastoreo

Hacia una ganadería sostenible

CERCAS VIVAS
- Separación de potreros
- División de linderos
- Reducen la velocidad de los vientos
- Crean corredores biológicos para la conectividad de los agroecosistemas
- Aumentan la biodiversidad

ÁRBOLES PORTE MEDIA
- Alimento para humanos y ganado
- Producción de madera
- Leña para cocinar
- Mejoramiento del paisaje
- Protección de fuentes de agua
- Fijación biológica del nitrógeno
- Captura de carbono

SISTEMAS RADICULARES
- Mayor porosidad del suelo
- Mayor infiltración de aguas lluvias
- Mayor retención de humedad
- Fijación de nitrógeno al suelo
- Mejora poblaciones microbiales y consorcios

ARBUSTIVAS FORRAJERAS
- Alimento para el ganado
- Capturan nitrógeno para depositarlo en el suelo
- Medicinales
- Captura de carbono

AVIFAUNA E INSECTOS
- Control biológico de parásitos
- Aporte de nutrientes en heces
- Conservación de especies
- Aumento en la abundancia y diversidad de aves

ÁRBOLES PORTE ALTO
- Atraen avifauna
- Generan sombra, reduciendo el estrés calórico, protegiendo a los animales de las radiaciones
- Protección a los animales, plantas y suelos de altas temperaturas, heladas, lluvias y vientos
- Generan hojarasca (abono para el suelo)
- Ayudan a la conservación de especies amenazadas
- Árboles multipropósito: paisajismo, medicina, alimentos, etc.
- Fijación biológica del nitrógeno
- Captura de carbono

HERBÁCEAS
- Alimento directo para el ganado
- Por el efecto sombra mejora de la calidad y producción de forraje
- Ciclos más cortos de pastoreo
- Mayor humedad en el suelo

2. Prácticas para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles

2.1 Planificación

Para lograr un adecuado desarrollo y asegurar el éxito de un sistema silvopastoril, se requiere planificar su diseño e instalación, de acuerdo con el lote o terreno donde se establecerá, si presenta una aptitud productiva propia, que permite definir su uso productivo. Estos usos son agrícolas, ganaderos, forestales y de protección, que se escogen o determinan de acuerdo con las características físicas y químicas de los suelos y las condiciones climáticas, en este caso, las del trópico bajo. También se debe considerar la topografía y la exposición del terreno, la fertilidad, la profundidad y el pH de los suelos, y parámetros del clima, como los niveles de precipitación, las temperaturas máximas y mínimas, el viento y la humedad ambiental, principalmente.

El uso de una opción silvopastoril le puede permitir al propietario del predio obtener productos provenientes de los árboles, de los animales y forraje de la pradera, así como asegurar la protección de suelos y aguas.

Para conformar los sistemas silvopastoriles, se incorpora a los potreros la biodiversidad de leguminosas forrajeras de las tierras cálidas de Colombia, a modo de estratos o pisos. El primer piso o estrato, llamado herbáceo, está conformado por los pastos establecidos (gramíneas) y por las leguminosas forrajeras espontáneas o nativas; en el segundo piso están las leguminosas arbustivas que las vacas ramonean, y en el tercero y último, los árboles leguminosos que aportan sombra, follaje, frutos y leña, entre otros.

2.2 Análisis de suelos

Previo al establecimiento del cualquier especies forrajera que conforme el sistema silvopastoril, es necesario contar con el análisis físico-químico y ojalá microbiológico de los suelos, con el objeto de incorporar correctivos e implementar y ajustar el plan nutricional de acuerdo con los requerimientos de las especies. Dentro del análisis microbiológico recomendamos realizar el recuento de esporas de micorrizas, para que basados en estos análisis se defina un plan de biofertilización de los sistemas.

2.2.1 Materiales para el análisis de suelos

- Mapa de la finca
- Barreno, pala o palín
- Bolsas plásticas limpias
- Hojas para identificar la(s) muestra(s)
- Machete
- Balde
- Marcadores

2.2.2 Época de muestreo

En suelos no sembrados anteriormente, haga el muestreo dos o tres meses antes de la siembra y repítalo anualmente, dos meses antes de la fertilización. El muestro debe obtenerse siempre cuando el suelo esté húmedo.

2.2.3 Recolección de la muestra de suelos

Para una buena toma de muestras de suelo, siga los siete pasos: 1. Recorra el lote al azar en forma de zigzag. 2. Cada 15 o 30 pasos tome una submuestra, recolectada a una profundidad de entre 20 y 30 cm. 3. Elimine los bordes para evitar contaminación con la herramienta. 4. Deposite las submuestras en el balde. 5. Luego de tener todas las submuestras en el balde (de 15 a 20 por ha), mézclelas homogéneamente. 6. Recoja una muestra homogénea de 1 kg aproximadamente. 7. Diligencie el formato del laboratorio al cual va enviar la muestra para el análisis (Figura 2).

Lo recomendable es hacer un análisis completo de fertilidad, con mayores, secundarios y menores, pH, aluminio y análisis microbiológico del número de esporas de micorrizas por gramo de suelo. Existen varios laboratorios en el país, pero recomendamos los que tengan certificación del Ideam. Consulte a su técnico de confianza o visite las páginas de las universidades y/o centros de investigación más cercanos.

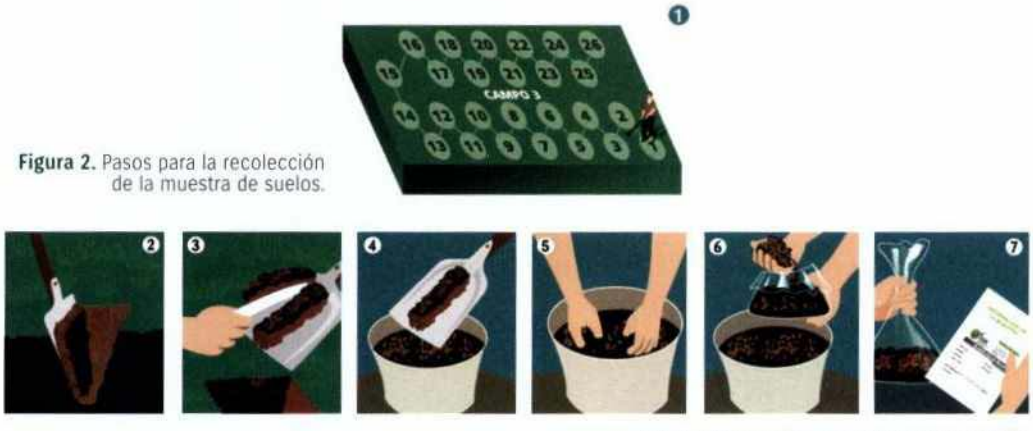


Figura 2. Pasos para la recolección de la muestra de suelos.

http://www.laai.com.uy/htm_empresa/muestra_de_suelo.htm

2.2.4 Precauciones al tomar muestras para análisis de suelos

- Evite muestrear suelos muy mojados.
- Use bolsas plásticas nuevas y limpias, no de papel.
- No fume durante la recolección de las muestras, para evitar contaminarlas con las cenizas del cigarro, ricas en potasio.
- No tome muestras en áreas recién fertilizadas, sitios próximos a viviendas, galpones, corrales, cercas, caminos, lugares pantanosos o erosionados, áreas quemadas, lugares donde se amontonan estiércol, fertilizantes, cal u otras sustancias que pueden contaminar la muestra.

2.2.5 Prueba de penetrabilidad

En un suelo compactado, la absorción de agua y nutrientes es limitado, reduciendo el intercambio gaseoso, la mineralización del nitrógeno y el desarrollo de raíces y de la planta en general, por lo tanto, es necesario realizar la prueba de la resistencia a la penetración, utilizando un penetrómetro (Figura 3). Con los resultados de la prueba se decide qué labores de labranza se deben realizar en el proceso de preparación de los suelos.



Figura 3. Determinación de la resistencia a la penetración. SENA CALA.

3. Selección de especies leñosas

Aunque la zona tropical contiene la mayor diversidad genética del mundo, expresada en el gran número de plantas vasculares por unidad de área, se dice que existen más de 3000 especies leñosas multiusos susceptibles de ser incorporadas. Irónicamente, los sistemas de producción bovina tradicional no contemplan la utilización de árboles o arbustos.

El establecimiento de sistemas silvopastoriles incorpora al árbol como un elemento productivo que aporta a la alimentación animal (ramoneo) y genera relaciones positivas entre el suelo, las pasturas y los animales. El árbol aumenta la fertilidad del suelo a través del ciclaje de nutrientes (algunas especies pueden fijar nitrógeno); mejora el balance hídrico; reduce la evaporación, el estrés calórico en los animales a través de la sombra y las emisiones de CO2 al fijarlo en el sistema, y permite diversificar la producción (madera, leña, frutos, entre otros). Estos beneficios contribuyen a mejorar la rentabilidad de la finca. De esta manera, los sistemas silvopastoriles reducen los impactos del agroecosistema que pueden limitar la producción animal.

En los sistemas silvopastoriles del trópico bajo, un árbol idóneo para combinar con pastos mejorados en un sistema ganadero basado en pastoreo rotacional racional, es la leucaena, por su alto valor nutricional, su recuperación rápida luego de ser sometido a ramoneo por las vacas, su capacidad para fijar nitrógeno al suelo y por tolerar largos periodos de sequía, como los asociados al fenómeno de El Niño.

3.1 *Leucaena leucocephala* tipo Cunningham

Es un árbol leguminoso del trópico. Se caracteriza por ser multipropósito (leña, madera, abono verde). Hay varias especies de diversas procedencias y usos. Sin embargo, se deben utilizar las que se adaptan a sistemas silvopastoriles intensivos, es decir, las que hayan sido probadas como forrajeras. Las especies nativas son muy leñosas, con poco follaje, baja palatibilidad y pierden sus hojas en la temporada seca.

La especie más recomendada es la *Leucaena leucocephala* tipo Cunningham, generada por el cruce de dos tipos, el Perú (arbustiva) y el Salvador (arbórea). Es de tallos flexibles, tiene una alta capacidad de rebrote luego del ramoneo (desgarre de las ramas) y de podas severas.

Crece hasta los 1800 msnm. Se adapta muy bien a las condiciones del trópico húmedo. No tolera sombra, ni inundación. Es un árbol perenne de 3 a 10 m de altura y raíces pivotantes. Se establece por semillas o por estacas; se usa como banco de proteína, leña, abono verde, sistemas agroforestales, barreras vivas, rompevientos y ensilaje. Su materia seca produce proteína de 12 a 25 %, su digestibilidad es del 65 al 85 %, es agradable al paladar y aporta un alto contenido de vitamina A.

Produce biomasa en una alta proporción. Con periodos de ocupación de siete días de pastoreo y 35 días de descanso, se pueden alcanzar 2312 kg/ha/pastoreo, es decir, 22,4 % de materia seca. Produce 518 kg/ha/pastoreo de materia seca, "manejo que permite ocho pastoreos al año, para un total de 4507 kg de materia seca/ha/año y un potencial de producción de leche de 16 litros/vaca/día, con una suplementación de harina de arroz" (Chamorro *et al.*, 2005, p. 9).

En el establecimiento de la leucaena, primero, estudie el análisis de suelo si lo ha realizado anteriormente, para comprobar las fortalezas y debilidades del suelo donde la plantará. Si no lo ha efectuado, cave una calicata de 1 m de lado por 1 m de profundidad, para analizar el suelo en el que se va a establecer el cultivo. Entre otros factores a analizar están: la textura del terreno en las diferentes profundidades, detectar zonas de compactación y zonas o láminas impermeables bajo la superficie, verificar si hay niveles freáticos o encharcamientos que afecten a la leucaena, evaluar la profundidad de penetración de la vegetación presente (pastos, arvenses, arbustos o árboles), revisar la presencia o no de indicadores de actividad biológica (lombrices, escarabajos) y establecer si hay vetas subterráneas de roca o arena.

Segundo, para aprovechar el forraje existente y facilitar las labores de preparación del suelo, sobrepastoree el sitio de siembra.

Tercero, con un tractor de buena capacidad (potencia mayor a 110 Hp) realice un primer pase de rastra para sacar cepas, eliminar obstáculos, desmatonar y preparar el área. No arranque árboles o arbustos mayores de 10 cm.

Cuarto, al final de la época seca, repase el terreno con tractor y arado de cincel, o cincel rígido (subsolador profundo) con un implemento con tres cinceles graduados a 80 cm de distancia entre uno y otro. Un pase debe hacerlo de norte a sur, y otro en dirección derecha a izquierda; la profundidad mínima debe ser de 40 cm. En suelos muy arenosos solo haga un pase de derecha a izquierda.

Quinto, pase la rastra para facilitar la construcción de los caballones al eliminar los terrones.

Sexto, con una brújula, oriente los caballones (con una altura de 20 a 30 cm) de oriente a occidente, con ligeras excepciones (diagonales), para disminuir la sombra sobre los pastos y facilitar su rebrote. Solo cuando el terreno tiene pendiente o riesgo por gravedad, los caballones deben orientarse de sur a norte, por prácticas de conservación y para evitar que la semilla quede expuesta a excesos de humedad. Para el trazado utilice banderas de guía. En los terrenos sobre pendientes trace los surcos en curvas a nivel, aumente la distancia entre ellos y siembre en forma de triángulo o a tres bolillos o "pategallina".

3.1.1 Trazado y preparación del suelo para el establecimiento

Se debe realizar en lo posible un levantamiento planimétrico, para definir la ubicación y dirección de los surcos, tratando de lograr que cuando los árboles estén sembrados, capturen la mayor cantidad de luz solar. Es importante realizar la división de los lotes teniendo en cuenta los periodos de descanso, los grupos de animales y diseñar los callejones como vía de penetración y acceso a los bebederos.

El trazado y las distancias de siembra entre árboles y entre surcos dependen de la topografía del lote y de lo que se quiera establecer, si son sistemas silvopastoriles de cercas vivas o sistemas silvopastoriles de sombra, ambos con fijación biológica del nitrógeno y retención de humedad.

En lotes pendientes o zonas de ladera es necesario priorizar la topografía y la protección del suelo de la erosión, por lo tanto, se deben realizar prácticas de conservación de suelos como las curvas de nivel, usando el agronivel, un instrumento milenario muy fácil de hacer y de usar, que permite trazar en contra de la pendiente las curvas de nivel.

Fundamentalmente, el agronivel está construido por tres varas, dos de 2 m, y una de un m, las cuales se unen formando una A. Los extremos deben medir 2 m. Se clava una puntilla en el extremo superior para colgar un péndulo o plomada (Figura 4). También se puede colocar un nivel de albañil u ojo de pescado.

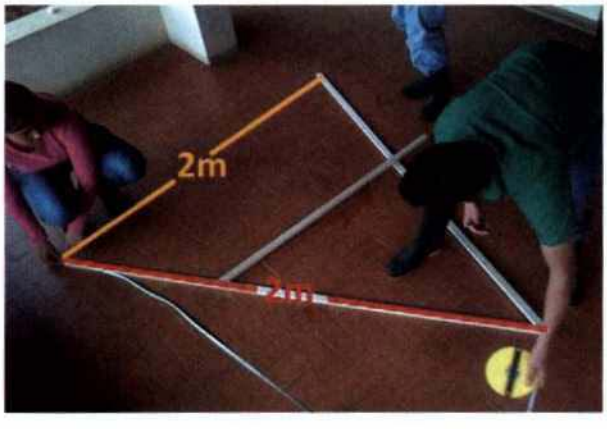


Figura 4. Construcción del agronivel.

Para la calibración del agronivel, en un lugar plano se colocan en línea recta dos estacas distanciadas a dos metros, se ponen encima de las estacas cada una de las patas del agronivel, se deja caer la plomada y se marca en la vara central, en el punto donde cruza la cabuya de la plomada; luego dele media vuelta al agronivel, de tal manera que cada pata quede sobre la estaca donde estaba la otra anteriormente y se coloca la segunda marca. El agronivel está calibrado y la cabuya debe quedar en la mitad de las dos marcas.

En el lote silvopastoril, en cada punto del agronivel se pone una estaca visible (plástico blanco de bolsas recicladas) y se dejan en el lote todas las estacas que conforman las curvas. Al final del trazado, normalmente se observan algunas estacas salidas de la línea curva que pretendemos formar, por lo que estas estacas se deben corregir, moviéndolas hacia arriba o hacia abajo, para ajustar así una curva uniforme. De esta manera, todo el lote queda marcado con las estacas visibles, listas para el paso de la maquinaria.

El tractorista, con la guía de las curvas, pasa por encima de las estacas y puede fácilmente realizar las labores de preparación del terreno para la siembra del sistema silvopastoril; así dispone el suelo para la óptima germinación de las semillas, facilita el ahoyado, en tiempo y esfuerzo, y el mayor prendimiento de los árboles.

La intención de estas labores en las curvas de nivel es remover el suelo para crear condiciones favorables a la circulación de agua y gases en la zona arable, facilitar el desarrollo radicular de las especies que se desean establecer, controlar las malezas que compiten con las especies del sistema, aumentar la capacidad de retención de humedad del suelo, eliminar insectos plagas, sus larvas y huevos, e incorporar residuos vegetales de la gramínea de origen, promoviendo un incremento de la actividad bacteriana y de la materia orgánica.

En la preparación de las franjas para la siembra del sistema silvopastoril es recomendable un pase con el arado de cinceles y dos pases con el rastrillo o, en caso extremo, dos o tres pases con el rotocultor.

3.1.1.1 La orientación de los surcos y el ahoyado

La orientación de los surcos debe, en lo posible, ser de norte a sur, lo que permite que durante todo el día el árbol disponga de sol y sombra. Se recomienda sembrar las leucaenas a una distancia de cinco m, y entre 10 y 20 m entre filas, con lo que se sembrarían entre 100 y 200 árboles por hectárea, con lo cual se logra un incremento en la producción de forraje cercana al 33 %, y en la producción de leche, del 10 %.

La distancia de siembra para la cercas vivas es de dos m entre árboles. Las cercas vivas pueden convertirse en cortina rompevientos si se utilizan diferentes estratos y si se siembran los árboles a una menor distancia para lograr una mayor densidad (Figura 5).

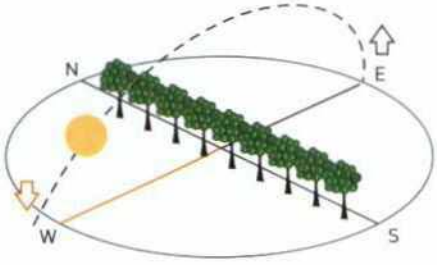


Figura 5. Orientación de los surcos en el establecimiento de los sistemas silvopastoriles con leucaenas.

El ahoyado ideal para la siembra de las leucaenas es un hueco de 40 cm x 40 cm x 40 cm con repique en el fondo (Figura 6). Algo importante en la extracción del suelo es separar el suelo superficial del suelo más profundo, por ejemplo, amontonar el suelo que se remueve de los primeros 20 cm en el lado derecho, y el suelo de los 20 cm más profundos en el izquierdo, para que en el momento de la siembra se deposite en el hueco el suelo correspondiente a la superficie, que es más fértil, y se mezcle con enmiendas, biofertilizantes y elementos menores que se requiera aplicar.



Figura 6. Ahoyado estratégico para la siembra de leucaenas en sistemas silvopastoriles.

3.1.1.2 Fertilización del establecimiento

El único momento cuando a los arbustos y árboles se les pueden aportar nutrientes directamente en las raíces, es en el mismo instante de la siembra. Las dosis dependen del análisis de suelo, sin embargo, basados en la experiencia se tienen muy buenos resultados con la incorporación de un kilo de abono por planta, abono conformado por la mezcla de cal dolomita (250 g), roca fosfórica (200 g), gallinaza compostada o humus (300 g), micorrizas (200 g) y 50 g de agrimins o mejigrass (Figura 7).



Figura 7. Preparación del abono para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en el trópico bajo colombiano.

Para la dosificación del abono por árbol se procede a realizar una tara (medida) de un kilogramo de la mezcla de los insumos (enmiendas y biofertilizantes) que previamente se han homogenizado. Para la construcción de la tara se siguen tres pasos: 1. Se corta una botella plástica de gaseosa grande. 2. Se le deposita un kilogramo de la mezcla y se marca hasta donde se llene. 3. Se corta en la marca para tener la medida (Figura 8). La mezcla de los insumos se deposita en el fondo de hueco y si es necesario se puede aplicar un retenedor de humedad de 5 a 7 g/planta.



Figura 8. Elaboración de una tara para la dosificación de enmiendas y biofertilizantes.

La disponibilidad de nutrientes se encuentra condicionada por múltiples factores y propiedades de los suelos, sin embargo, el pH está directamente relacionado con la disponibilidad de los nutrientes, y es uno de los parámetros que mejor refleja las propiedades químicas de cualquier suelo.

Aunque no sea posible deducir la acidez totalmente, esta afecta la actividad microbiana; cuando el pH excede valores de 8 o es inferior a 6, la actividad microbiana se ve diezmada, disminuyendo tanto la liberación de amonio como su oxidación a nitrato, lo que reduce la concentración de las formas asimilables del nitrógeno.

La Figura 9 muestra la disponibilidad de nutrientes asociados con el pH del suelo. En cada nutriente, a mayor grosor de las bandas, más asimilables son:

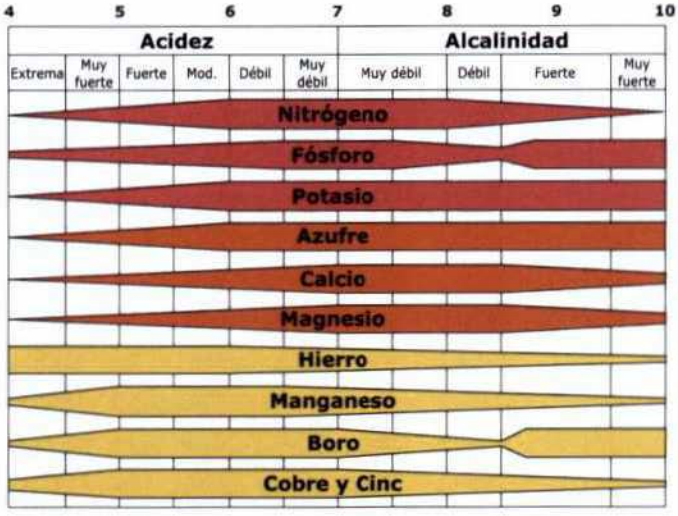


Figura 9. Disponibilidad de los nutrientes en función del pH del suelo.

Asociado íntimamente con la acidez del suelo se encuentra el aluminio, elemento tóxico para la mayoría de las especies; a su pobre desarrollo en suelos ácidos se atribuye principalmente una inhibición del desarrollo radicular. Para neutralizar el aluminio se aplica la cal dolomítica (40 % de CaC03 + 8-10 % MgC03). El encalamiento modifica el pH, deja menos ácido el suelo, precipita el aluminio y dispone el calcio para las plantas.

Para incrementar la disponibilidad de nutrientes del suelo, principalmente el fósforo y la absorción de la mayor cantidad de agua, favoreciendo el aumento de la producción y la calidad del forraje, se recomienda aplicar el día de la siembra de árboles o gramíneas, una dosis de 200 k/ha de micorrizas.

3.1.1.3 Compactación y tutorado

En el momento de la siembra es importante compactar con el pie muy bien el suelo alrededor del árbol, para quitar las bolsas de aire, facilitar el prendimiento y evitar la pudrición de las leucaenas; posteriormente se debe realizar el tutorado, para evitar que el viento doble o parta los arbolitos (Figura 10).



Figura 10. Compactación de la tierra alrededor de los árboles y su tutorado.

3.1.1.4 Manejo de las malezas

Para prevenir el enmalezamiento de los lotes es importante una buena preparación de los suelos, con suficiente tiempo entre pasos de rastra y rastrillo, para lograr que los residuos de la pradera anterior se descompongan y las semillas germinen.

Durante el crecimiento y desarrollo de las plantas es necesario realizar el control periódico de malezas, privilegiando el control mecánico y manual antes que el químico; cuando se requiera de este se debe hacer con productos específicos para cada tipo de malezas; además, es muy importante tener en cuenta la dureza y pH del agua, para corregirlos y obtener buenos resultados.

Una estrategia de control de malezas, previa a la siembra, principalmente cuando los lotes vienen de cultivos semestrales o praderas degradas con un complejo número de malezas conformado por hoja ancha, gramíneas y ciperáceas, es emplear la quema química con Glifosato (dosis de 4 l/ha) y un recurso mecánico (guadaña) en la periferia del lote.

El control de malezas de hoja ancha y ciperáceas se puede realizar con Bentazon o Etoxisulfurón, mientras que el de malezas gramíneas se puede realizar con Cyhalofop; estos controles deben realizarse luego del diagnóstico de campo practicado por el ingeniero agrónomo.

Por otro lado, uno de los problemas de los sistemas silvopastoriles son las hormigas. Entre las zonas cálidas del país que más incidencia de ellas tienen se encuentra el valle del alto Magdalena, por lo tanto se debe realizar un control permanente sobre esta población de insectos, mediante la aplicación localizada con insufladora de un producto a base de clorpirifos en polvo.

3.1.1.5 Riego

El establecimiento de las especies forrajeras debe coincidir con las épocas de lluvias más intensas. Si las precipitaciones previstas no se cumplen, se recomienda regar los lotes una vez por semana, hasta la capacidad de campo, y posteriormente de acuerdo con la necesidad.

3.1.2 Presiembra

Para la siembra de leucaena se recomienda utilizar semilla fresca, seca, bien almacenada a 7° C, empacada en bolsas de papel y alejada del sol y de la humedad. Prepare solo la que va a sembrar el mismo día.

Es importante determinar la pureza y calidad de la semilla, para lo que sugiere someterla a la siguiente prueba: tome un kg de semilla y extraiga las dañadas o atacadas por gorgojos y otros insectos; péselas, pero no deben superar el 3 % del kg.

Prueba de germinación: antes de la siembra, trace una cuadrícula de 100 espacios sobre una hoja de papel, deposite en cada espacio una semilla, moje el papel, envuélvalo y manténgalo húmedo y en la sombra en un lugar fresco. Al cabo de una o dos semanas, revise el papel y verifique cuántas semillas germinaron, para obtener así el porcentaje de germinación. Se recomienda utilizar semillas que tengan más del 70 % de germinación.

Antes de sembrarla, prepare la semilla con un proceso denominado escarificación, que consiste en dejarla en agua a temperatura ambiente de 12 a 24 horas y elimine las que floten. Este paso se puede reemplazar al sumergir las semillas en agua a 80° C (con un termómetro evite que el agua supere esta temperatura) durante tres minutos, luego escúrrales el agua y para que se enfríen extiéndalas sobre una superficie limpia. A continuación, adicióneles un adherente así: prepare una solución azucarada disolviendo una libra de azúcar común en 250 cc de agua; vierta allí 10 kg de semilla escarificada, hasta que brille. Luego elimine el excedente de adherente.

Enseguida, a esos mismos 10 kg de semilla adicióneles una mezcla de 500 gramos de Rhizobium específico para leucaena (revuélvala para homogenizarla); al final, por la sustancia adherida, la semilla debe quedar opaca.

Para peletizar la semilla (darle forma de píldora o bolita), agregue poco a poco cal apagada, de 150 a 200 gramos por kg de semilla, revuelva hasta que la semilla quede seca y separada, con el fin de secarla y peletizarla.

3.1.3 Siembra

Se recomienda sembrar con la mano de 7 a 10 kg de semilla de leucaena/ha, a una profundidad máxima de dos cm, depositando de cinco a siete semillas por cada sitio. Al lado, como tutor, siembre maíz a una distancia de cinco metros del surco de la leucaena. "El maíz demarca el surco y facilita el control temprano de arvenses con cultivadora" (Uribe *et al.*, 2011, p. 18).

La distancia entre surcos debe ser de 1,50 m y entre plantas de 40 a 50 cm.

En la etapa de vivero, siembre en bolsa el 10 % del número total de plantas por hectárea. Utilice bolsas plásticas de polietileno de baja densidad, calibre 2, color negro, con perforaciones para la salida del agua, de 6 cm de ancho por 40 cm de longitud. En cada bolsa siembre tres semillas a un centímetro de profundidad.

Diez días después de terminada la siembra, tome tres surcos al azar y cuente el número de leucaenas en 10 metros lineales; si la pérdida es superior al 5%, resiembre con semilla inoculada en los lugares donde no germinó o utilizando material de vivero. Se puede aprovechar la resiembra para realizar control de malezas y fertilización adicional en las franjas.

Como la leucaena tiene un desarrollo lento durante los primeros 45 días, controle arvenses unas dos veces con cultivadora o manualmente, antes de la siembra de los pastos; esta labor sirve además para formar una cama adecuada para la siembra de los pastos.

Las arvenses pequeñas en baja población se controlan a mano con machete, azadón o pala.

En casos de alta resurgencia de arvenses después de la preparación de suelo antes de la siembra, use herbicidas para el control de hoja ancha y gramíneas; para cyperáceas como el coquito *Cyperus rotundus L* aplique el herbicida cuando esté florecido.

Una de las principales causas de mortalidad de plántulas son los daños que les ocasionan los bovinos y el viento, por lo que es necesaria una protección con cercas eléctricas y tutores.

Cuando las leucaenas alcancen una altura y ramaje considerable, la cantidad de luz retenida por los árboles no debe ser mayor al 50 %, debido a que limita el crecimiento de las gramíneas, generando una mayor presencia de malezas. Las podas y raleos permiten incrementar la entrada de luz a los potreros.

En la finca, el efecto directo sobre la producción de carne y leche está asociado con las condiciones de sombra que genera la copa de las leucaenas, estimulando a la pradera a ofrecer mayores contenidos de proteína cruda y minerales, con menores contenidos de fibra, lo cual permite a los bovinos un mayor consumo de forraje.

3.2 Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray)

Es una planta herbácea perteneciente a la familia de las compuestas, su altura oscila entre 1,5 y 4,0 m., y es originaria de Centroamérica. Comúnmente se le llama botón de oro, margariton o falso girasol, entre otros. Crece en diferentes condiciones de suelo y clima, desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, bajo precipitaciones de 800 a 5000 mm anuales y en un amplio rango de suelos, desde ácidos hasta neutros y de pobres hasta fértiles.

Como se evidencia, es una especie de gran plasticidad ecológica, rusticidad y alto valor nutricional, sumados a las elevadas producciones de biomasa que pueden ser empleadas como fuente proteica en pastoreo y la convierten en un recurso forrajero importante.



Figura 8. Flor y uso de *Thitonia diversifolia* en cerca viva para ramoneo.

El botón de oro se recupera rápido del ramoneo, produce gran cantidad de forraje y tolera la sequía. No resiste niveles freáticos altos ni encharcamiento. Puede asociarse con pastos y leguminosas rastreras de trópico bajo, medio y alto.

3.2.1 Siembra

El método más eficiente para sembrar botón de oro es vegetativo y se utilizan estacas de 30 a 50 cm de largo con tres o cuatro nudos, preferiblemente gruesas y leñosas. A cada estaca se le realiza el corte de bisel para facilitar la siembra directamente en campo, donde se entierra aproximadamente la tercera parte de la estaca. En el lote se prepara la franja de siembra con un pase de arado de cincel y dos pases de rastrillo, y luego se procede a enterrar las estacas.

Los huecos para la siembra se recomiendan que tengan 20 cm de largo x 20 cm de ancho x 20 cm de profundidad; la tierra sobrante del hueco se homogeniza con la mezcla de enmiendas, fertilizantes y biofertilizantes, los cuales suman aproximadamente 1000 g/planta. En la mezcla es necesario incluir 60 g de una fuente de elementos menores, 200 g de micorrizas y 200 g de materia orgánica; las cantidades restantes se balancean con roca fosfórica y cal dolomita, entre otras.

Las distancias de siembra para un banco energético/proteico son de 75 cm entre surcos y 50 cm entre plantas, lo que equivale a 26.000 plantas/ha.

El botón de oro puede alcanzar rendimientos entre 25 y 35 t de forraje verde/ha, por corte cada ocho semanas. Su contenido de proteína cruda fluctúa con la edad y pasa de 28,5 % a los 30 días de rebrote, hasta 14,8 % a los 89 días. La biomasa tiene una degradabilidad de la materia seca del 73 %.

4. Establecimiento y manejo de praderas

Antes de seleccionar la especie de pasto mejorado (gramínea) para poblar las praderas de la hacienda ganadera, los factores más importantes a tener en cuenta son: humedad del suelo, acidez y fertilidad.

Las regiones de trópico bajo del país se caracterizan por altas temperatura, elevada humedad y sequía. Un pasto adecuado para rendir allí es el pasto Amargo (*brachiaria decumbens*), por su óptima adaptación, producción, resistencia a la sequía y al pastoreo intenso; o el pasto Marandú (*brachiaria brizanta*), el pasto Elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) o el pasto King grass (*Sacharum sinense*).

En suelos ácidos de trópico bajo se recomienda utilizar seis kg de pasto *brachiaria*, mezclando tres kg de *b. brizantha* y tres kg de *b. decumbens*, o la variedad con mejor comportamiento en la zona.

Mientras que en suelos con pH mayor de 5,5 se puede sembrar pastos como Estrella africana (*Cynodon plectostachyus* y *C. nlemfuensis*) o la Guinea o India (*Pannicum maximum cv* Tanzania y Mombasa), que se utilizan en una proporción de ocho kg de semilla/ ha, con máquina de voleo o de forma manual.

4.1 Presiembra

El suelo para sembrar los pastos se debe preparar tal como se hace con cualquier otro cultivo comercial. En cuanto a la fertilización inicial, las enmiendas como cal y roca fosfórica se deben aplicar antes de la siembra; el fertilizante completo también se puede suministrar al momento de la siembra. Mientras que los fertilizantes nitrogenados y las fertilizaciones de mantenimiento se pueden emplear después del primer pastoreo.

Sin embargo, no es recomendable hacer una fertilización muy fuerte al momento de la siembra, porque las plántulas utilizan las reservas de la semilla y no son tan eficientes como las plantas desarrolladas para utilizar fertilizantes. Pero, es muy recomendable

incorporar, en el tiempo de la última rastrillada, un fertilizante completo y los elementos menores que requiere el suelo; este preabonamiento es similar al que se hace a algunos cultivos de ciclo corto y ayuda bastante durante el establecimiento.

4.2 Siembra

Una de las principales causas del éxito o del fracaso en las siembras es la escogencia de la época propicia, de preferencia la de lluvias, porque la semilla necesita de una buena humedad del suelo para germinar y para continuar el periodo de establecimiento. Existe un mayor riesgo de que fracase la siembra si al momento de la germinación se cortan las lluvias, que cuando el suelo está seco, porque las plántulas se deshidratan con facilidad con 4 o 5 días continuos del sol, lo que las puede matar y favorece la creencia de que ha sido a causa de una mala germinación de la semilla, cuando se trata simplemente de unas condiciones meteorológicas adversas. Ante esta situación, si se cuenta con riego, debe aplicarse; si no se dispone de él, se debe resembrar cuando retornen las lluvias.

Cualquiera que sea la especie de pasto escogida, su siembra se debe realizar de dos a tres semanas después de sembrada la leucaena.

Aunque por tradición los pastos se siembran a mano, si se trata de grandes extensiones de praderas a sembrar es más eficiente utilizar maquinaria; entre los sistemas de siembra de pastos que recurren a maquinarias, se encuentran los siguientes:

- Siembra al voleo, sin tapar la semilla. Se aplica en suelos muy livianos, durante la época de lluvias, para que el agua se encargue de profundizar y tapar la semilla.

- Siembra con *Cultipacker*, es mejor que la siembra al voleo, porque permite sembrar una cantidad controlada de semilla a la profundidad adecuada, de 0,5 a 2,5 cm, y compacta el suelo alrededor de ella, lo que favorece una germinación más rápida y uniforme.

- Siembra en bandas. Es la más eficiente; se practica con una sembradora-abonadora o una máquina tipo *brillion*, que, al tiempo que siembra la semilla, aplica una cantidad exacta de fertilizante a profundidades entre 3 y 6 cm, lo que favorece una mejor utilización del abono, promueve un desarrollo acelerado de las plántulas, no beneficia a las malezas, requiere menores cantidades de semilla y facilita el control de las malezas y las resiembras.

Al momento de fertilizar la semilla es recomendable que no sea mezclada con ceniza, ni cal ni materiales que puedan causarle deshidratación a ella o a las plántulas.

Sin embargo, antes de sembrarla, la semilla seleccionada puede mezclarse con cascarilla de arroz, aserrín, arena o tierra seca u otro material inerte (es recomendable mezclar 25 o 30 kg de material inerte/ha), para lograr una distribución más uniforme en el campo.

Las semillas sembradas deben cubrirse con una capa de no más de medio centímetro (0,5 cm) de espesor.

Por su parte, la densidad de la siembra o la cantidad de semilla utilizada por hectárea depende de la especie y de la preparación del suelo.

La Guinea o India se debe sembrar en un proporción de 10 kg de semilla sexual mezclada con micorrizas por ha, a una distancia entre surcos de 18 cm, procurando que el ancho de la franja de este pasto sea igual al de la leucaena (de 2,5 a 2,7 m).

En cuanto a semillas de categoría seleccionada, en la actualidad, el desarrollo de la tecnología y el esfuerzo de empresas privadas permiten ofrecerlas a los ganaderos, bajo el control del ICA, y garantizan al comprador una semilla de alto poder de germinación y alta dureza. Con estas semilla de alto poder de germinación uniforme y abundante, las plántulas son vigorosas y las praderas permanecen libres de malezas nocivas (Gobernación de Arauca, 2011, p. 33).

Transcurridos ocho días después de sembrado el pasto, se debe revisar la germinación para establecer si se resiembra. En caso de ser necesaria, lo mejor es utilizar semilla sexual en zonas amplias, pero si son áreas pequeñas, lo recomendable es por macollas.

4.3 Manejo de los pastos

En el momento en que el pasto mejorado alcanza una altura de 30 a 40 cm, se le debe hacer el primer corte o pastoreo con animales pequeños o terneros, para evitar que lo arranquen; este pastoreo debe ser rápido, para que queden de 15 a 20 cm de remanente en el forraje.

Hay pastos, sobre todo los que se reproducen vegetativamente, que al ser sometidos a un pastoreo continuo, sin tener en cuenta los periodos de descanso, forman unos "colchones" de material improductivo, por lo que se recomienda hacerles una renovación que incluya sobrepastorear el forraje existente o guadañarlo si es posible, luego romper el suelo con un rastrillo a media traba o un rotavator de cuchilla plana o un rotacaster; enseguida se riegan las semillas en las cantidades indicadas, se fertiliza el suelo acorde con las recomendaciones del análisis de suelos y finalmente se hace el primer corte o pastoreo.

Los pastos y los árboles pueden estar acompañados de otras leguminosas para aumentar la formación de forraje, como el kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*), el maní forrajero (*Arachis pintoi*), la centrosema (*Centrosema acuitifolium*), la capica (*Stylosanthes capitata*), el guandul, la acacia forrajera y el matarratón (para follaje, sombra y división de potreros); estas tres últimas son tres especies ideales para el corte o ramoneo.

5. Siembra de árboles frutales

El establecimiento de los sistemas silvopastoriles debe estar acompañado de la siembra de árboles frutales, para aportar sombra y apoyar la seguridad alimentaria, generando otra fuente de ingresos, y proteger y conservar la biodiversidad.

Las especies frutales que se pueden sembrar como componentes importantes de los sistemas silvopastoriles y más recomendadas en el trópico bajo son: el mango, los cítricos (naranja, limón y mandarina), el zapote y la guayaba.

Las densidades de siembra dependen de los arreglos en general; las distancias entre árboles están entre 5 y 10 m, y los surcos, entre 15 y 20 m.

6. Estrategia nacional silvopastoril de conservación de árboles maderables

La filosofía actual de establecimiento de los sistemas silvopastoriles SENA-OIE-CAMG se apoya en la *Estrategia nacional de conservación de plantas*, que está articulada con la *Estrategia global de conservación de plantas*, y se concretan en acciones de conservación y uso silvopastoril de especies amenazadas y de importancia global.

Por lo tanto, para apoyar la conservación de los árboles es necesario incluir en los sistemas silvopastoriles a especies con un mayor grado de amenaza. En los libros rojos a nivel nacional se pueden consultar las especies amenazadas.

En los sistemas silvopastoriles, los árboles maderables se deben sembrar en una cantidad de 500 árboles maderables/ha, a una distancia de tres surcos de maderables por cada 18 surcos de leucaena.

Entre las especies maderables comunes en el trópico bajo se encuentran: roble, caucho, ceiba, dinde, caobo, balso, caracolí, guácimo, samán, guayacán rosado y teca, entre otros.

En términos económicos, la producción de madera de alta calidad y de productos animales genera ingresos de corto plazo provenientes de las operaciones ganaderas; de mediano plazo, originados por la madera de pequeñas dimensiones, y de largo plazo, por la madera cosechada de los árboles.

También los árboles tienen efectos en la nutrición animal, como el aporte del forraje, de frutos e incluso de la corteza de muchas leñosas, que constituyen una parte importante de la dieta de los bovinos. Así mismo, durante el periodo seco también contribuyen a la dieta animal. La biomasa comestible de las leñosas perennes, sobre todo de las leguminosas, es rica en proteína cruda, vitaminas y la mayoría de minerales, excepto del sodio.

7. Protección de la biodiversidad

La vegetación original del trópico bajo era dominada por diferentes tipos de bosques; la tala y la quema para iniciar procesos de praderas han tenido y tienen un impacto muy negativo en los bosques y en las comunidades de aves, entre otras.

Sin embargo, con los sistemas silvopastoriles se puede mantener una proporción sustancial de las comunidades de aves originales, porque les ofrece refugio y alimento, y les mejora el hábitat. Se ha demostrado que con los sistemas silvopastoriles se incrementan las poblaciones de aves, que consumen sus semillas y se alimentan de los insectos que hacen ciclo en sus árboles y arbustos.

BIBLIOGRAFÍA

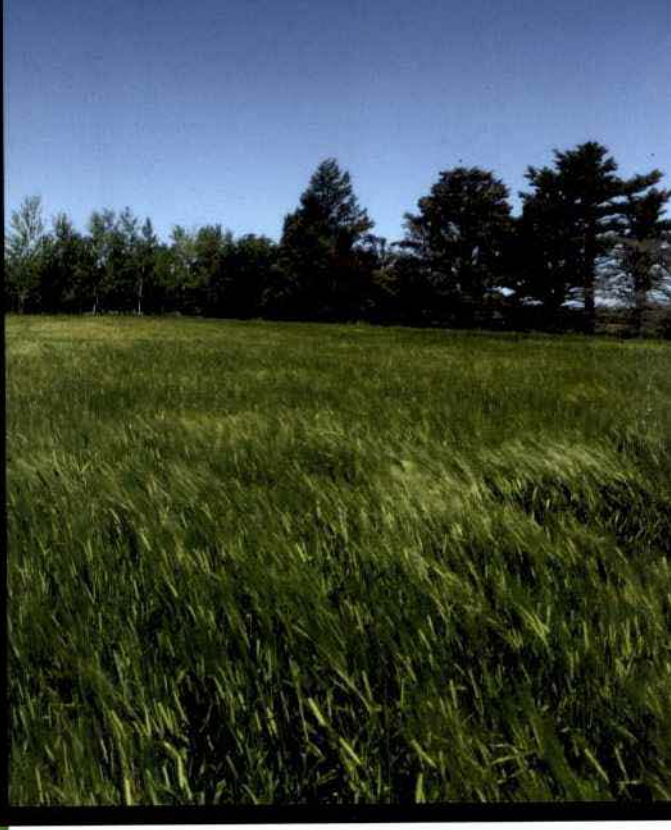
Chamorro, D. (2015). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y bancos mixtos de forraje*. Cartilla N° 1. Trópico alto. SENA, OEI y CAMG Ltda. Bogotá, D.C., Colombia. 31 p.

Chamorro, D. *et al.* (2005). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles como alternativa de producción ganadera en el valle cálido del alto Magdalena*. Corpoica, Colciencias y SENA. Centro Agropecuario La Angostura. Campoalegre, Huila, Colombia. 13 p.

Gobernación de Arauca, Colombia. (2011). *Cartilla para la aplicación de las buenas prácticas ganaderas (BPG). Sistemas silvopastoriles y conservación de forrajes*. Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Sostenible Departamental. Equipo Técnico Fundaset. Arauca, Colombia. 44 p.

Uribe, F.; Zuluaga, A. F.; Valencia, L.; Murgueitio, E.; Zapata, A.; Solarte, L. *et al.* (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Manual 1. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, Banco Mundial, Fedegan, Cipav, Fondo Acción, TNC. Bogotá, Colombia. 78 p.

La ganadería es una de las actividades económicas más importantes del país; no obstante, los indicadores de producción han permanecido prácticamente invariables en las últimas décadas, teniendo repercusiones negativas sobre la economía de los productores y en la madre naturaleza. Es necesario despertar e iniciar la reconversión ganadera basada en los sistemas silvopastoriles, que además le permitirán incursionar en procesos de certificación sostenible con mayor pertinencia, de la mano de la naturaleza.





Las herramientas tecnológicas deben ser generadas interdisciplinariamente, pensando en los más pobres y en la conservación del medio ambiente; solo así seremos útiles.