

Producción bovina de leche: establecimiento y conservación de forrajes

Proyecto colombo-holandés de capacitación
y desarrollo de negocios en lechería

Editores:
Mario Fernando Cerón-Muñoz
Natalia Andrea Zapata-Zapata

Producción bovina de leche: establecimiento y conservación de forrajes

Proyecto colombo-holandés
de capacitación y desarrollo
de negocios en lechería

DAIRY
CAB

Editores:

Mario Fernando Cerón-Muñoz

Natalia Andrea Zapata-Zapata



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



Pecuaria & Agro desde 1963



Primera edición: noviembre de 2021
ISBN: 978-628-7519-29-9

Editores

Mario Fernando Cerón-Muñoz
Natalia Andrea Zapata-Zapata

Autores

Mario Fernando Cerón-Muñoz,
Grupo GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Antioquia

Bram Wouters,
Wageningen University and Research

Wim Houwers,
Wageningen University and Research,
Empresa Lavaca Wageningen

Jhare Taborda
Grupo GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Antioquia

Jhon Hoyos,
Grupo GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Antioquia

Joaquín Angulo,
Grupo GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Antioquia

Liliana Mahecha,
Grupo GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Antioquia

Mariana Toro,
Grupo GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Antioquia

Natalia Andrea Zapata-Zapata,
Grupo GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Antioquia

Sáenz Fety S.A.S.

Corrección de estilo:

Ari Vélez
Angélica Gómez

Diseño y diagramación.

Sandra Arango,
Oficio Gráfico



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).



Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Agrarias
Ciudadela de Robledo, Carrera 75 # 65-87
Teléfonos: (57-4) 219 91 76 - 219 91 77
Medellín, Colombia



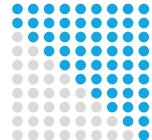
Página Web



Facebook

Esta publicación se realizó gracias al desarrollo de las actividades del proyecto colombo-holandés de capacitación y desarrollo de negocios en lechería “DairyCaB”, un convenio entre Wageningen Livestock Research, Wageningen University & Research, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia y las empresas Sáenz Fety S.A.S., Barenbrug y Eurofins, con recursos del Ministerio de Asuntos Exteriores de Holanda administrados por la Agencia de Empresas de Holanda-RVO.

Todos los derechos son reservados. Puede ser reproducido en todo o en parte y por cualquier medio, citando la fuente.



Contenido

Prólogo.....	5
1. Establecimiento de raigrás (<i>Lolium perenne</i>).....	7
1.1 Generalidades	7
1.2 Establecimiento de raigrás (<i>Lolium perenne</i>).....	9
1.3 Asociación de raigrás y kikuyo.....	13
2. Renovación de pasto kikuyo (<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.) Morrone).....	19
3. Sistemas silvopastoriles en el trópico alto.....	27
3.1 Árboles y arbustos en los sistemas de producción ganadera	27
3.2 Sistemas Silvopastoriles	29
3.2.1 Sistema silvopastoril intensivo (SSPi).....	30
3.2.2 Cercas vivas	34
3.2.3 Árboles dispersos en potrero.....	35
3.2.4 Bancos mixtos de forraje (corte y suministro)	35
3.2.5 Cortinas o barreras rompe vientos	37
3.3 Establecimiento de un sistema silvopastoril con botón de oro en setos perimetrales en trópico alto	37
4. Conservación de forrajes.....	45
4.1 Ensilaje de raigrás (<i>Lolium perenne</i>) y kikuyo (<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.) Morrone).....	46
4.2 Harina de botón de oro (<i>Tithonia diversifoli</i> (Hemsl.) A. Gray)	51
Bibliografía.....	55
Capítulos 1 y 2.....	55
Capítulo 3	56
Capítulo 4.....	57

Producción bovina de leche: establecimiento y conservación de forrajes. Proyecto colombo-holandés de capacitación y desarrollo de negocios en lechería.

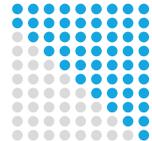
Mario Fernando Cerón-Muñoz y Natalia Andrea Zapata-Zapata (Editores)

Fondo Editorial Biogénesis, 2021

Número de páginas: 58

ISBNe: 978-628-7519-29-9

Prólogo. Establecimiento de raigrás (*Lolium perenne*). Renovación de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone). Sistemas silvopastoriles en el trópico alto. Conservación de forrajes.



Prólogo

El objetivo primordial de los productores de leche es generar ganancias económicas y mantenerse en el tiempo con sistemas de producción rentables. Para lograrlo, es necesario ser eficiente en el uso de los recursos, entre los cuales se encuentran relacionados con la utilización de forrajes para la alimentación del ganado.

En Colombia existe baja productividad y calidad de forrajes debido a que no hay un adecuado manejo de las praderas. Esto se debe principalmente a:

- Suministro indiscriminado de insumos agrícolas
- Falta de registros de uso de insumos, sanidad y producción de forraje
- Falta de planeación de uso, rotación y capacidad de carga
- Uso inadecuado de las fuentes de agua y de sistemas de riego
- Falta de programas o actividades de renovación de praderas
- Falta de programas de control de arvenses y plagas
- Uso ineficiente de árboles y arbustos para alimentación y protección de las praderas y animales

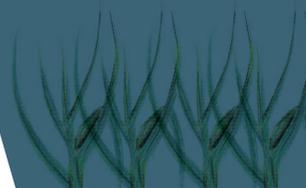
A medida que se vayan mejorando los anteriores aspectos, se realicen buenas prácticas de conservación de forrajes y se ejecuten programas

de balanceamiento de raciones para la alimentación del ganado, se logrará mejorar considerablemente la sustentabilidad de los sistemas de producción.

Este libro es producto de la recopilación de experiencias de estudiantes, productores, técnicos (en especial de la empresa Sáenz Fety) y profesores durante el proceso de ejecución del proyecto DairyCaB, con el objetivo de entregar a nuestros lectores una guía sobre el establecimiento, manejo, renovación y conservación de forrajes.

Grupo de investigación GAMMA
Universidad de Antioquia

1



Establecimiento de raigrás (*Lolium perenne*)

Sáenz Fety S.A.S.; Bram Wouters¹; Wim Houwers^{1,4};
Liliana Mahecha²; Mariana Toro³

Material didáctico complementario: <https://www.youtube.com/watch?v=u6LH1KeVNFU>

1.1 Generalidades

Para decidir qué tipo de forraje establecer en una finca resulta importante hacer primero un reconocimiento de las condiciones agroecológicas del lugar y contrastarlas con las características de las plantas y con las necesidades nutricionales de los animales. Esto debido a que la relación suelo-planta-animal es determinante para el éxito en la introducción de una nueva pradera y su sostenibilidad productiva en el tiempo. Los principales aspectos a tener en cuenta serían:

-
1. Wageningen Livestock Research, Wageningen University and Research.
 2. Grupo de investigación Grica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.
 3. Grupo de investigación GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.
 4. Filiación actual “empresa Lavaca Wageningen”.

Propiedades agroecológicas de la finca:

- Clima
- Régimen de lluvias y disponibilidad de agua
- Tipo y calidad de suelo
- Topografía del terreno que permita el pastoreo de las vacas
- Capacidad administrativa y técnica para el manejo de praderas
- Recurso humano

Características del pasto:

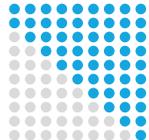
- Facilidad de adaptación a condiciones ambientales y de manejo
- Necesidades nutricionales
- Susceptibilidad a enfermedades
- Resistencia a la invasión de otras plantas

Características de los animales:

- Necesidades nutricionales
- Características de locomoción para pastorear

Dentro de los pastos existentes y de importancia en el trópico alto en Colombia se encuentra el pasto raigrás (o ryegrass en inglés). Este se caracteriza por tener un alto contenido de proteína y de carbohidratos solubles, rápido crecimiento y alta cantidad de biomasa, lo que permite aumentar la productividad. Además, es un pasto que tolera bajas temperaturas y permite la mezcla con otras especies.

Antes de tomar la decisión de establecer el pasto raigrás se debe tener en cuenta que, si bien tiene muchos beneficios desde el punto de vista nutricional, su manejo se debe hacer de una forma diferente a la que se acostumbra a realizar con pasturas como el kikuyo.



Una de las diferencias principales y cruciales es que el raigrás debe ser pastoreado cuando tiene tres hojas por vástago, pues es el punto óptimo de su cosecha, independientemente de los días que se tengan desde el anterior corte. El tiempo de crecimiento de las tres hojas depende del nivel de fertilización, la disponibilidad de agua, luminosidad y presencia de sombra, entre otros factores, y puede tardar entre 17 a 28 días. Al momento de cosechar se debe dejar un remanente de 8 a 10 cm para que la planta tenga energía suficiente para crecer. Si el raigrás pasa de tres hojas, las primeras hojas mueren y se genera el acolchonamiento de las macollas de varias plantas.

1.2 Establecimiento de raigrás (*Lolium perenne*)

El establecimiento de raigrás implica invertir recursos tanto económicos como humanos y exige el cumplimiento de una serie de requerimientos para llevarse a cabo (Tabla 1 y Tabla 2). Planear adecuadamente y con anticipación la implementación permite reducir los riesgos y asegurar su éxito.

Tabla 1. Requisitos indispensables para la implementación de raigrás

Tener en cuenta antes de iniciar	Consecuencia de no tener en cuenta
Debe existir disponibilidad de agua, especialmente durante los primeros 45 días, periodo en el cual la planta es más susceptible (se sugiere establecer el raigrás en época de lluvias o usar riego). También se debe evitar el exceso de agua.	Bajo crecimiento y muerte de las plantas.
Se debe contar con recursos económicos para compra de fertilizantes y semilla, para contratar mano de obra y horas de maquinaria.	No se puede realizar el establecimiento.
Se debe reorganizar la rotación de potreros y la capacidad de carga teniendo en cuenta que el potrero a intervenir no estará disponible durante aproximadamente 2 meses. Además, se debe contar con un tiempo adicional para reorganizar nuevamente las rotaciones y el balance nutricional.	Sobrepastoreo, pérdida de producción de las praderas y afectación en los animales

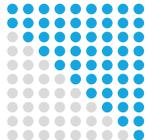
Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Requisitos básicos para el establecimiento del pasto raigrás

Tener en cuenta antes de iniciar	Consecuencia de no tener en cuenta
<p>Se debe hacer análisis de suelo y planear el uso de fertilizantes según las necesidades de minerales esenciales y no esenciales y de materia orgánica, teniendo en cuenta el pH, la capacidad de intercambio catiónico efectiva, la textura y los porcentajes de arena, limo y arcilla.</p> <p>Nota: seguir las recomendaciones del laboratorio y de técnicos formados en el tema.</p>	<p>Deficiencia o exceso de nutrientes y crecimiento inadecuado de las plantas, lo cual genera pérdidas de recursos económicos y ambientales.</p>
<p>Es necesario planear el establecimiento teniendo en cuenta el tamaño (área) de los potreros con el fin de calcular adecuadamente las dosis de semillas, fertilizante y enmiendas.</p>	<p>Se tendrá un exceso o deficiencia en la cantidad de fertilizante, semilla y enmiendas a utilizar, lo cual causa pérdida de recursos económicos.</p>
<p>Se deben monitorear y registrar las actividades que sucedan y las características de los potreros (composición botánica y capacidad de carga).</p>	<p>No habrá control sobre la programación de pastoreos ni sobre la capacidad de carga, causando sobrepastoreo, falta de alimento o subutilización de los potreros.</p>
<p>Programación y uso de desbrozadora o guadañadora.</p>	<p>Se dificulta la eliminación de material vegetal viejo y no se da un establecimiento efectivo.</p>
<p>Programación y uso del rotovator o rastra.</p>	<p>Disminuye la profundidad de incorporación de la materia orgánica y las enmiendas, ocasionando baja germinación, desnutrición o muerte de las plántulas.</p>
<p>Programación y uso del renovador de praderas o arado de cincel.</p>	<p>No habrá una adecuada aireación del suelo, disminuyendo el flujo de nutrientes y el desarrollo radicular de la planta.</p>
<p>Programación y uso del cilindro o herramienta de emparejamiento y compactación del suelo.</p>	<p>No se da un adecuado emparejamiento del terreno y profundidad de la semilla, ocasionando baja germinación, desnutrición o muerte de las plantas. Además, una vez establecido el raigrás, los animales podrían arrancar las plantas con facilidad, agotando la pradera.</p>
<p>Programación y uso de tractor o semovientes de trabajo.</p>	<p>No se podrá utilizar apropiadamente la maquinaria.</p>

Fuente: elaboración propia

Lo primero que se debe tener en cuenta para el establecimiento del pasto es la preparación del terreno. Si el potrero que se va a intervenir tiene un cultivo de pasto, es recomendable realizar un pastoreo a fondo,



usando animales que no estén en producción, y luego pasar una guadañadora o desbrozadora, dejando un remanente de 1 a 2 cm. Si la altura del remanente es la indicada, se espera a que haya un rebrote en aproximadamente 10 días, momento en el que se recomienda el uso de un herbicida para controlar todo el material verde que esté en el potrero.

En caso de que el potrero tenga un cultivo de plantas diferentes al pasto (ej: hortalizas) se debe hacer un control de especies de hoja angosta y ancha para evitar la competencia por nutrientes del suelo. El control de especies debe realizarse según las recomendaciones de manejo de un técnico.

Una vez realizada la aplicación del herbicida se debe hacer una aireación del suelo de mínimo 30 cm de profundidad con un arado de cincel o un renovador de praderas, con el fin de facilitar el flujo de nutrientes y el desarrollo radicular de la planta. Si se tiene conocimiento de que el potrero es propenso al encharcamiento se debe arar en el mismo sentido de inclinación del potrero; de lo contrario, se debe arar en sentido opuesto a la inclinación con el fin de retener la humedad.

Si el potrero presenta compactación después de arar, se realiza un segundo pase de arado en diagonal a las líneas trazadas en la primera arada para evitar el lavado de nutrientes. Posteriormente se incorporan las enmiendas de manera uniforme en todo el terreno y se espera 30 días para hacer uno o dos pases con rotavator con cuchilla de azadón, con el fin de lograr una cama adecuada para la semilla y terminar de incorporar las enmiendas y la materia orgánica. Se debe evitar el uso del arado de discos, ya que con este se voltea el suelo y se afecta la microbiota encargada de mineralizar la materia orgánica. El terreno no debe quedar polvoso o con terrones muy grandes (tamaño ideal entre 1 a 3 cm), si el terreno continúa con cespedones o terrones muy grandes se hace

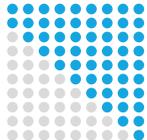
un pase de cilindro con un peso de 300 kg por metro de ancho a una velocidad de 5 km/h para emparejar el terreno. Si no se cuenta con un cilindro se puede pisar con tractor.

Luego de la preparación del terreno viene el proceso de siembra. Generalmente la semilla se riega al voleo realizando una distribución uniforme con una densidad de 100 lb/ha. Es posible que el técnico recomiende mezclar la semilla con fertilizante fosfatado o fuente potásica cuando hay baja disponibilidad de estos elementos en el suelo. Luego se tapa la semilla con pase de cilindro tratando de no profundizar a más de 2 cm del suelo. Es recomendable usar semillas de raigrás híbrido o intermedio tetraploide, ya que este tipo de raigrás puede competir con el kikuyo.

La semilla germinará entre 10 y 15 días, luego se espera entre 45 y 50 días hasta que el pasto tenga tres hojas por vástago para hacer el primer corte. Para definir la forma de cortar el pasto por primera vez es necesario hacer una simulación de la mordida de una vaca con la mano quitando 1/3 de la altura de la planta, con el fin de verificar qué tan aferrado está el pasto al suelo. Puede presentarse alguna de las siguientes situaciones:

- Si se arrancan únicamente las hojas se hace un pastoreo en un periodo corto y con pocos animales (preferiblemente jóvenes), así se evita que se desprendan las raíces del pasto y se disminuya la cobertura de las pasturas.
- Si se arranca la planta con raíz se debe hacer el primer corte con guadañadora, cosechadora o desbrozadora a una altura de 8 a 10 cm para estimular el macollamiento.

Conviene realizar la fertilización nitrogenada un día después del primer corte siguiendo las recomendaciones del técnico. Cuando el pasto al-



cance nuevamente las 3 hojas por vástago se realiza el segundo corte, verificando antes el agarre de las plantas al suelo como se realizó en el primer corte. En la Figura 1 y en la Figura 2 se indica el proceso resumido para la preparación del terreno y el establecimiento del pasto raigrás.

Después del segundo corte y preferiblemente con la ayuda de un análisis de suelo, aforos y bromatológicos, se debe determinar cuál fertilización edáfica (suelo) y foliar de mantenimiento se debe utilizar.

Desde el tercer corte, y en cuanto la planta tenga tres hojas (punto ideal), el potrero puede ser pastoreado directamente por los animales en producción. No hay días de descanso estándar, ya que estos varían de acuerdo con las condiciones ambientales y de manejo. En el flujograma de la Figura 3 se puede observar el proceso de siembra de manera resumida. Es importante tener siempre presente que es necesario realizar periódicamente análisis físico y químico del suelo (preferiblemente al menos cada año), así como análisis bromatológicos y de aforos para poder ajustar las recomendaciones de fertilización. También es necesario verificar la incidencia de especies indeseables y utilizar productos para su control, ya que estas especies pueden ocasionar pérdidas productivas en la pastura al absorber el fertilizante y bloquear la entrada del sol.

1.3 Asociación de raigrás y kikuyo

Otra forma de establecer el pasto raigrás es asociarlo a praderas de kikuyo; de esta forma se facilita el manejo de kikuyo en intersembrado y se combina el potencial productivo del raigrás en cuanto a producción de forraje (cantidad de biomasa) y contenido de carbohidratos solubles y proteína, con el potencial del kikuyo que brinda mayor cobertura en los potreros y mayor oferta de fibra. Este tipo de práctica ha sido utilizada en África del Sur (Viljoen, Van Der Colf y Swanepoel, 2020), Costa Rica

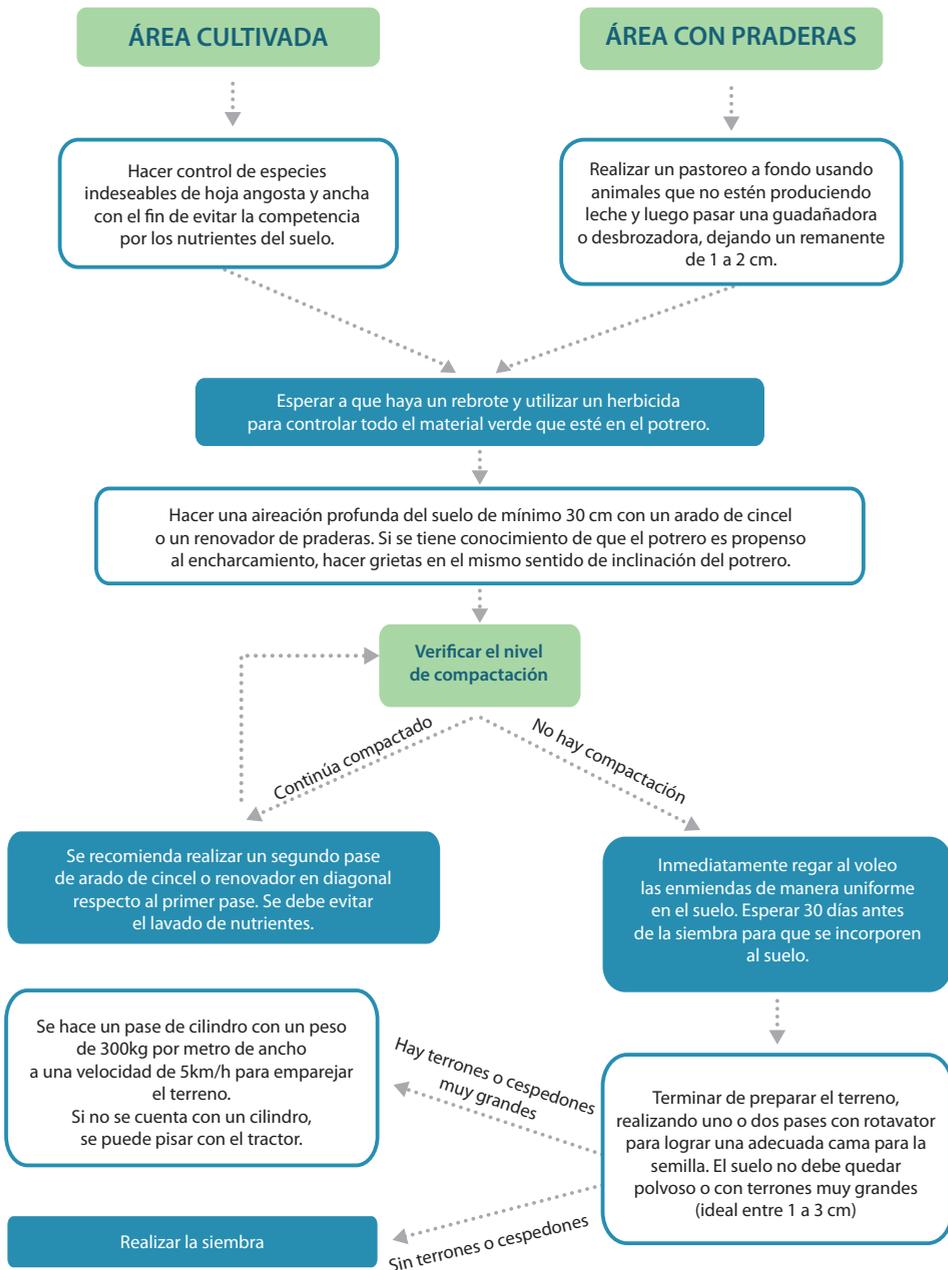


Figura 1. Preparación del terreno para el cultivo del pasto raigrás

Fuente: elaboración propia

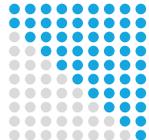


Figura 2. Pasos para el establecimiento del pasto raigrás (preparación del terreno y siembra)

Fuente: elaboración propia

(Sánchez-Ledezma, Hidalgo-Ardón y Mesén-Villalobos, 2018), Colombia (Álvarez y Cerón, 2003; Vargas-Martínez et al., 2018; Lerma-Lasso et al., 2020), entre otros países.

El proceso de establecimiento de la asociación del pasto raigrás en un potrero de kikuyo es similar a lo descrito en el punto 1.1. La diferencia radica en que, cuando se da el rebrote del pasto kikuyo, solo se utiliza la mitad de la dosis de herbicida recomendada para controlar

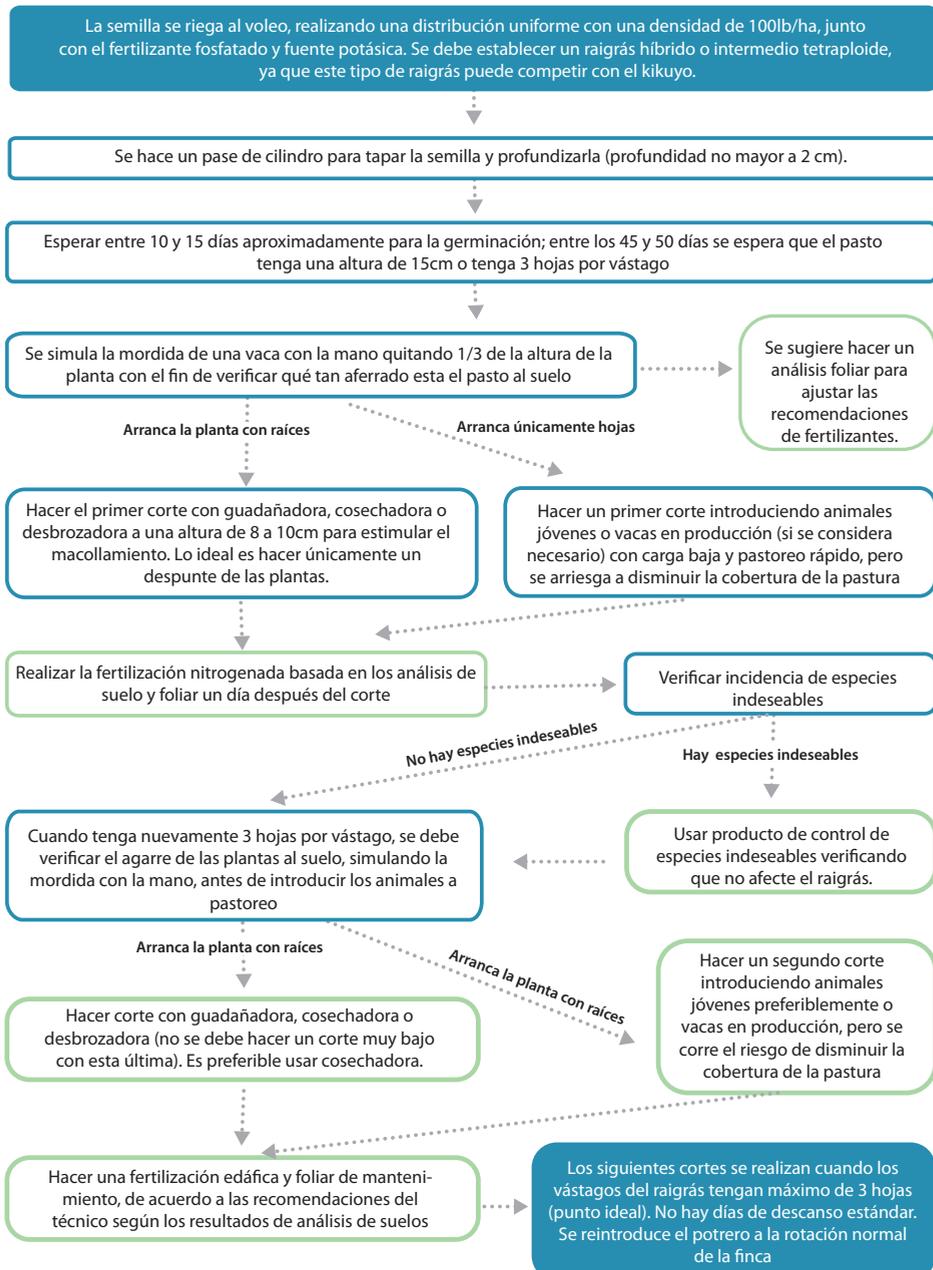
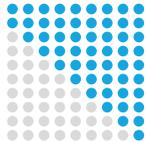


Figura 3. Siembra y primeros cortes del pasto raigrás

Fuente: elaboración propia

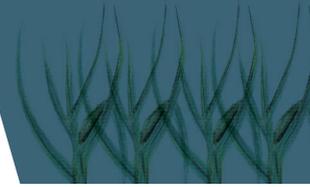


el material verde del potrero, con el fin de adormecer el kikuyo y no acabarlo por completo. También es recomendable utilizar el rotavator con cuchilla recta, ya que si se hace con cuchilla de azadón es posible que se arranque completamente las plantas de kikuyo. En la Figura 4 se pueden observar los pasos para la preparación del terreno, siembra y primeros cortes de la asociación del pasto raigrás con kikuyo.



Figura 4. Establecimiento del pasto raigrás asociado con el pasto kikuyo

Fuente: elaboración propia



Renovación de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone)

Sáenz Fety S.A.S.; Bram Wouters¹; Wim Houwers^{1,4}; Liliana Mahecha²; Mariana Toro³

En los sistemas de producción de leche del norte antioqueño, el pasto kikuyo representa el 85% de la composición botánica de las praderas, por lo que constituye la principal fuente forrajera (Echeverri, Restrepo y Parra 2010). Sin embargo, el mal manejo del kikuyo ha ocasionado degradación y pérdida de la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de las praderas (Noreña, 2009), por lo cual se requieren cambios de cultivo o procesos de renovación de praderas. La renovación busca mejorar las condiciones químicas y físicas del suelo y reducir el material vegetal muerto o indeseado para que las plantas puedan crecer en me-

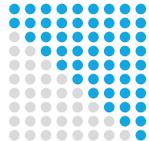
-
1. Wageningen Livestock Research, Wageningen University and Research
 2. Grupo de investigación Grica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia
 3. Grupo de investigación GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia
 4. Filiación actual "empresa Lavaca Wageningen"

jores condiciones. Entre las prácticas agronómicas para la renovación de praderas están:

- Procesos de labranza para reducir la compactación o el encharcamiento del suelo
- Fertilización ajustada a los cambios que sufrió el suelo y a las necesidades del pasto
- Remoción de material vegetal
- Eliminación de material indeseado en las praderas
- Inclusión de otras plantas como gramíneas y leguminosas

Es muy común que se tome la decisión de realizar grandes inversiones en insumos agrícolas inadecuados y que se utilicen técnicas inapropiadas que ocasionan pérdidas en el rendimiento de forraje verde y materia seca, lo cual puede llegar a afectar propiedades importantes del suelo (Noreña y Galeano, 2004). Por esta razón es importante saber determinar en qué momento se debe hacer una renovación y qué tipo de prácticas usar, teniendo en cuenta el nivel de deterioro de la pastura, como se explica en la Tabla 3. Es necesario tener presente que, si el nivel de degradación está entre leve y medio, no es indispensable el uso de maquinaria para la renovación; por lo contrario, si se encuentra un nivel de degradación severo se recomienda utilizar maquinaria (Noreña, 2011) siempre y cuando la topografía y la disponibilidad de maquinaria y de recursos económicos lo permitan.

Es fundamental planear adecuadamente las actividades a realizar y cumplir con los requisitos fundamentales antes de pensar en realizar un proceso de renovación para no cometer errores que puedan causar un costo adicional o el impedimento para su desarrollo (ver Tabla 4).

**Tabla 3.** Nivel de degradación de praderas de kikuyo

Deterioro	Características
Leve a medio	La planta presenta tallos y hojas con cierto grado de lignificación, una distancia entre nudos de 2 a 4 cm. Responde bien a la fertilización, al riego y al corte con guadaña.
Severa	La planta presenta enanismo y la distancia entre nudos es inferior a 2 cm. Presenta tallos lignificados y hojas inferiores senescentes. Hay acolchonamiento de material vegetal y compactación del terreno. La planta no mejora su estado con fertilización o riego.

Fuente: adaptado de Noreña (2011)

Tabla 4. Requisitos para la renovación del pasto kikuyo

Tener en cuenta antes de iniciar	Consecuencia de no tener en cuenta
Debe existir disponibilidad de agua, especialmente durante los primeros 45 días, periodo en el cual la planta es más susceptible a su ausencia (renovar en época de lluvias o usar riego). También se debe evitar el exceso de agua.	No se puede realizar la renovación.
Hacer análisis de suelo y planear el uso de fertilizantes según las necesidades de minerales esenciales y no esenciales y la materia orgánica. Se debe tener en cuenta el pH, la capacidad de intercambio catiónico efectiva, la textura y los porcentajes de arena, limo y arcilla. Nota: tener en cuenta las recomendaciones del laboratorio; la formulación de la fertilización debe ser realizada por un técnico idóneo.	Deficiencia o exceso de nutrientes y crecimiento inadecuado de las plantas, lo cual genera pérdidas de recursos económicos y ambientales.
Planear la renovación teniendo en cuenta el tamaño (área) de los potreros para realizar una adecuada formulación de las dosis de fertilizante y de enmiendas.	Exceso o deficiencia en la cantidad de fertilizante y enmiendas a utilizar, lo cual causa pérdida de recursos económicos.
Monitorear y registrar las actividades que se realizan y las características de los potreros como: composición botánica y capacidad de carga.	No habrá control sobre la programación de pastoreos y capacidad de carga, causando sobrepastoreo, falta de alimento o subutilización de los potreros.
Programar y hacer uso de desbrozadora o guadañadora.	Se dificultará la eliminación de material vegetal viejo y no se dará una adecuada renovación.

Fuente: elaboración propia

En la Figura 5 se indica el proceso general de renovación del pasto kikuyo. Este depende de la facilidad de mecanización del terreno, la disponibilidad de maquinaria en la región y los recursos económicos.

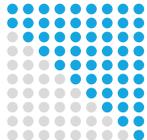


Figura 5. Renovación del pasto kikuyo

Fuente: elaboración propia

Según la disponibilidad de maquinaria, existen dos alternativas para la renovación de una pradera severamente degradada:

- En zonas de difícil mecanización lo primero que se debe realizar es un pastoreo a fondo usando animales que preferiblemente no estén en producción; después, cortar con guadañadora o motocultor dejando un remanente de 1 a 2 cm, con el fin de que las labores de enmienda y aplicación de materia orgánica sean más eficientes. Posteriormente se realiza la aplicación al voleo de enmiendas y materia orgánica, de acuerdo con las recomendaciones del técnico idóneo y teniendo como criterios los resultados de los análisis de suelo (Figura 6).



- Para zonas que cuentan con posibilidad de mecanización el proceso de renovación comienza con un pastoreo a fondo usando animales que no estén en producción, a esto le sigue el corte del remanente con guadañadora, desbrozadora o motocultor, dejando un remanente de 1 a 2 cm. Posteriormente se realiza una aireación del suelo a una profundidad de mínimo 30 cm con un arado de cincel o un renovador de praderas. Si se tiene conocimiento de que el potrero es propenso al encharcamiento, las aberturas (surcos) se deben hacer en el mismo sentido de inclinación del potrero. Es importante verificar el nivel de compactación; si se presenta, se recomienda realizar un segundo pase con arado de cincel o renovador de praderas, el cual debe hacerse en diagonal con respecto al primero para evitar el lavado de nutrientes (Figura 7).

A los 20 días de haber aplicado las enmiendas y materia orgánica (sin mecanización) o de aireación del terreno (con mecanización), se puede realizar la primera fertilización edáfica (suelo), de acuerdo con el análisis de suelo y con base en las recomendaciones del técnico idóneo. Cinco días después de realizar este proceso es recomendable hacer una fertilización foliar con el fin de nutrir la planta y mejorar la productividad del pasto. Junto con esta actividad es importante verificar la incidencia de plagas o insectos dentro del potrero.

En caso de evidenciar presencia de plagas se debe verificar la o las especies y el nivel de afectación causado por estas sobre la pastura; para ello se recomienda utilizar la metodología propuesta por Haydock y Shaw (1975) adoptada en Colombia por el CIAT (Toledo, 1982). Las muestras se recogen mediante un muestreo en diagonal o zigzag por el potrero con la ayuda de un marco aforador; se deben realizar mínimo 10 observaciones. De cada observación se seleccionan 10 hojas al azar dentro del marco y, de acuerdo con la afectación encontrada en estas hojas, se clasifica el nivel de daño del potrero así:

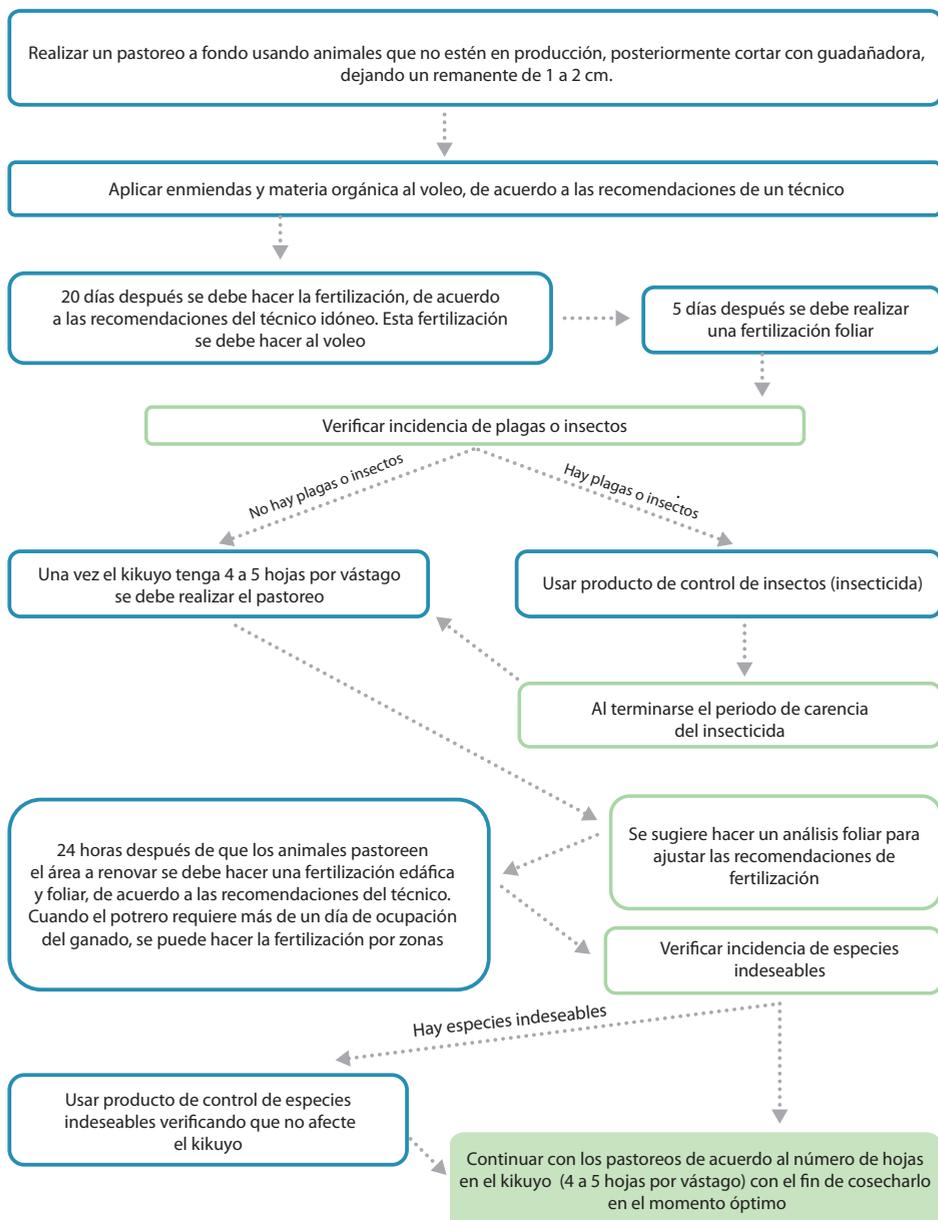


Figura 6. Renovación del pasto kikuyo en zonas de difícil mecanización

Fuente: elaboración propia

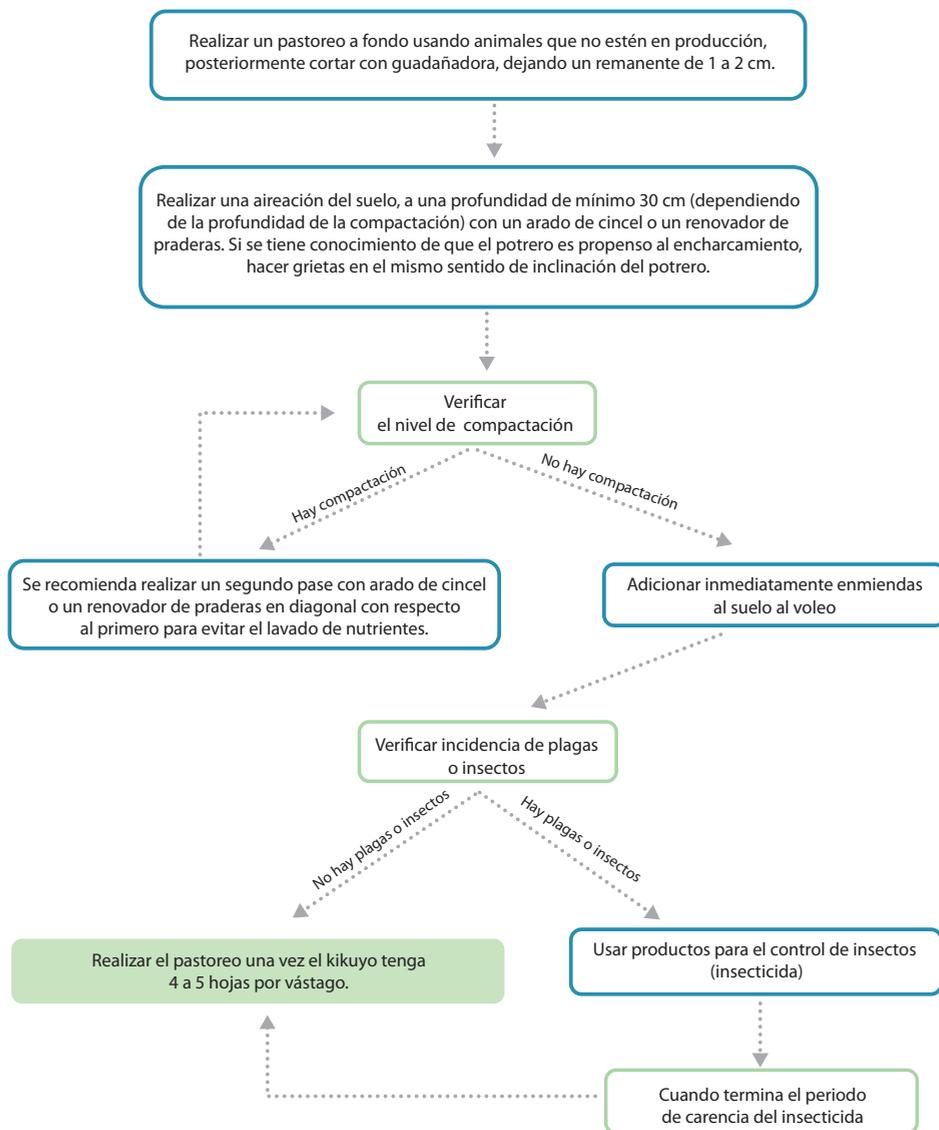
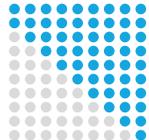


Figura 7. Renovación del pasto kikuyo en zonas con mecanización

Fuente: elaboración propia

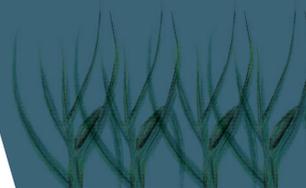
- Nivel 1: hojas sanas o menos de 1/3 de afectación
- Nivel 2: hojas con 1/3 de afectación
- Nivel 3: hojas con 2/3 de afectación
- Nivel 4: hojas con más de 2/3 de afectación

La evaluación también se puede realizar mediante el uso de imágenes con cámaras multiespectrales acopladas a drones (Hoyos, Posada y Cerón-Muñoz, 2019) o imágenes con cámaras hiperespectrales.

Si el nivel de afectación es alto (nivel 3 y 4 según la escala del CIAT (Toledo, 1982)), se recomienda usar un producto para control de insectos y respetar su periodo de carencia para evitar posibles efectos negativos sobre las vacas o presencia de residuos en la leche.

Una vez terminado el periodo de carencia y cuando la planta haya alcanzado 4 a 5 hojas por vástago aéreo se puede realizar un primer pastoreo. Es recomendable hacer en este momento un análisis foliar y de suelo para ajustar las recomendaciones de fertilización. El día siguiente al primer pastoreo se debe realizar la fertilización de mantenimiento, de acuerdo con las recomendaciones del técnico.

Por último, se debe verificar la incidencia de especies indeseables y, en caso de ser necesario, hacer un control utilizando productos que no afecten el kikuyo. Los siguientes pastoreos se deben realizar teniendo en cuenta no el número de días, sino el número de hojas (debe tener 5).



Sistemas silvopastoriles en el trópico alto

Liliana Mahecha¹; Joaquín Angulo¹; Jhare Taborda²;
Mario Fernando Cerón-Muñoz²; Natalia Zapata-Zapata²

Material didáctico complementario:

<https://youtu.be/ZZtIbLB2DV0>

3.1 Árboles y arbustos en los sistemas de producción ganadera

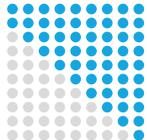
Históricamente, gran parte de los sistemas de producción ganadera tradicionales han eliminado árboles y arbustos de las áreas destinadas a la producción y han utilizado las pasturas como único forraje para la alimentación y confort del ganado. Esta actividad, sumada al sobrepastoreo, ha traído consecuencias como la erosión, compactación y pérdida de fertilidad del suelo, pérdida de biodiversidad, aumento de la susceptibilidad al ataque de plagas y dependencia de altas cantidades de fertilizantes y plaguicidas para la producción.

-
1. Grupo de investigación Grica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia
 2. Grupo de investigación GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia

Los árboles y arbustos, que han sido considerados obstáculos en los sistemas de producción de leche, ofrecen múltiples beneficios. Estos, por ejemplo, hacen un reciclaje de nutrientes puesto que sus raíces extraen nutrientes de capas profundas del suelo a las que las pasturas no llegan y los entregan posteriormente a las capas superiores en forma de hojas, frutos y ramas que caen y se degradan en la superficie. Otro de los beneficios que ofrecen los árboles y arbustos es la protección del suelo y los microorganismos que viven en él, pues evitan que tanto la lluvia como los rayos del sol impacten directamente en el suelo, protegiéndolo de la erosión causada por la desecación del suelo y por escorrentía, la cual también ocasiona contaminación de fuentes de agua.

Algunos árboles y arbustos establecen relaciones simbióticas con bacterias fijadoras de nitrógeno, las cuales tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire que se encuentra en los poros del suelo y hacerlo disponible para que las especies vegetales cercanas lo puedan aprovechar (Mahecha, 2002). De ahí la importancia de evitar la compactación del suelo, función que también cumplen los árboles y arbustos que, con sus muy desarrollados sistemas radiculares, contribuyen a la descompactación y aireación del suelo. Los árboles y arbustos también contribuyen a la conservación de la humedad del suelo, pues aportan materia orgánica que favorece la retención de la humedad. Esto contribuye a mitigar el impacto negativo de periodos fuertes de sequía sobre los forrajes.

Otro beneficio que ofrecen es la conservación de la biodiversidad, pues aves, mamíferos, insectos y otros microorganismos se alojan y alimentan de ellos. Además de ser favorable desde el punto de vista ambiental, la conservación de la biodiversidad de fauna trae beneficios para los forrajes, pues cumplen funciones de control biológico de plagas y dispersión de semillas. Adicionalmente, la diversidad de flora evita los ataques de plagas.



De igual forma, bajo los árboles se genera un microclima más fresco, comparado con las áreas en las que estos no están presentes. La sombra, con el manejo adecuado, no afecta la producción de forrajes de menor porte y brinda comodidad al ganado para el consumo de forrajes y para realizar los procesos de digestión, lo cual aumenta su eficiencia y por ende su producción (Zapata y Silva, 2016).

Como puede verse, son numerosos los beneficios que ofrecen los árboles y arbustos y estos pueden ser aprovechados dentro de los sistemas de producción con el propósito de lograr una mayor eficiencia, productividad y sostenibilidad amigable con el ambiente. Una manera de incluirlos en los sistemas de producción son los sistemas silvopastoriles.

3.2 Sistemas Silvopastoriles

Un sistema silvopastoril puede definirse como un sistema de producción pecuario en donde las leñosas perennes (árboles o arbustos) interactúan de forma directa o indirecta con los componentes tradicionales (forrajeras, herbáceas y animales), bajo un sistema de manejo integral. En este sistema, los árboles, cuya función principal es diversificar las especies en el potrero, pueden tener fines económicos como maderables, frutales u otros, o simplemente cumplir funciones inherentes a ellos, como el reciclaje de nutrientes, conservación del suelo, proporción de sombra, etc. (Mahecha, 2003).

Hay diferentes tipos de sistemas silvopastoriles, clasificados según la distribución que se le dé a los árboles o arbustos. El tipo de sistema silvopastoril que se decide manejar en cada sistema productivo puede variar de acuerdo con factores como la disponibilidad de recursos económicos, topografía del terreno, capacidad de carga animal, nivel de mecanización, preferencias de cada productor, entre otras. A continuación se describen diferentes tipos de sistemas silvopastoriles.

3.2.1 Sistema silvopastoril intensivo (SSPi)

El SSPi es el tipo más complejo de los sistemas silvopastoriles pues se dan más interacciones entre sus componentes; por lo tanto, es el que más beneficios ofrece. De acuerdo con Murgueitio et al. (2014), los SSPi son considerados por investigadores, empresarios y decisores de política como una herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. En estos sistemas pueden incluirse una o varias especies de cada uno de los estratos —bajo (gramíneas), medio (arbustos) y alto (árboles)—.

En cuanto al estrato bajo, se pueden incluir varias especies de gramíneas o mezcla de estas con leguminosas de porte bajo, siempre que requieran de tiempos de recuperación similares. De igual forma sucede con el estrato medio, es posible tener varias especies si tienen periodos similares de recuperación. Lo anterior con el fin de programar los pastoreos, coincidiendo con el punto óptimo de cosecha de cada uno de los forrajes presentes en cada estrato. Los arbustos suelen incluirse en densidades determinadas de acuerdo con el piso térmico en el que se encuentre el suelo: en trópico bajo y medio se trabajan entre 7000 y 10000 arbustos por hectárea, mientras que en trópico alto se reportan sistemas con más de 1000 arbustos y se considera que un número óptimo oscila entre 3000 y 4000 arbustos por hectárea.

En los SSPi es factible combinar especies del estrato bajo con especies del estrato medio que presenten periodos de recuperación diferentes, programando adecuadamente las rotaciones y protegiendo con cinta las plantas con periodos de recuperación más altos (Figura 8).

Además de los múltiples beneficios que generan las especies del estrato medio y alto en los SSPi, estos proporcionan alimento para el ganado. En el caso de los árboles, algunos de ellos ofrecen frutos (ricos en vita-

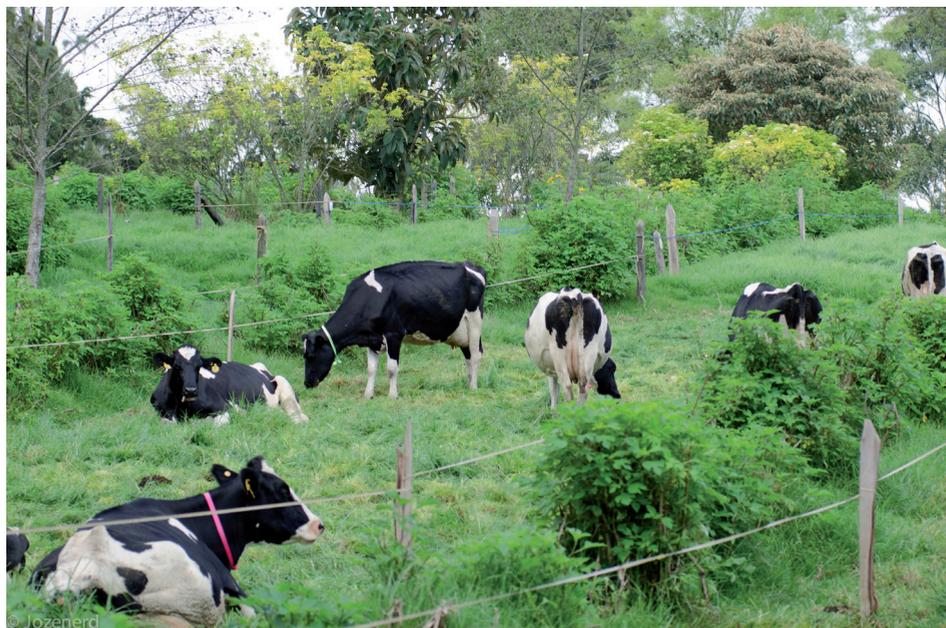
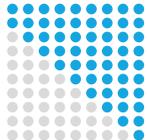


Figura 8. Protección de plantas con cinta en sistemas silvopastoriles

Fuente: archivo personal

minas y energía) y follaje que, por medio de podas controladas, pueden ponerse a disposición de los animales. Lo anterior con la ventaja adicional de que este follaje y frutos en muchas ocasiones están disponibles en épocas secas en las que la producción de las pasturas se ve limitada.

Si los arbustos son seleccionados adecuadamente de acuerdo con las condiciones climáticas y la altitud y se les da un adecuado manejo, su follaje puede contener una mayor concentración de nutrientes (proteína, grasa, vitaminas y minerales) en comparación con pasturas tradicionales (Zapata y Silva, 2016). Desde el punto de vista económico, esto puede reducir costos por alimentación pues sería factible disminuir la porción proteica de los suplementos.

Con los SSPi se diversifica la oferta de forrajes, lo cual incentiva el consumo por parte de los animales pues para estos es más “confortable” encontrar diferentes especies para comer. Además, la nutrición del ganado es más completa debido a que suministrar varias especies permite cubrir las deficiencias que tienen algunas de ellas; en este sentido, se articulan todos los beneficios de los árboles y arbustos con las pasturas y la producción ganadera, lo que finalmente se traduce en mayor producción de carne y leche, menores costos de producción (menor uso de fertilizantes, plaguicidas y suplementación proteica), mayor eficiencia y sistemas amigables con el ambiente.

Los SSPi se pueden establecer en alta densidad con arreglos en franjas dentro del potrero. Este tipo de arreglo, que consiste en tener líneas de arbustos y de árboles dentro del potrero (Figura 9), logra una mayor cobertura del potrero por lo que ofrece mayores beneficios y una mayor disponibilidad de forraje proveniente de arbustos. En casos donde la topografía del terreno es plana se recomienda que la orientación de los árboles y arbustos sea de oriente a occidente, para generar la menor sombra posible sobre las franjas de pasto; si la topografía es empinada, se recomienda que las franjas estén en curvas de nivel para evitar la erosión del terreno.

Los SSPi también se pueden establecer en arreglos que incluyan los árboles y arbustos dispersos en el potrero sin ningún tipo de diseño y con una distribución no uniforme. Es importante anotar que este arreglo no funciona bien para predios con alto nivel de mecanización, pues estos árboles y arbustos no permitirían el libre tránsito de la maquinaria por el potrero para realizar labores de mantenimiento de praderas u otro tipo de actividades (Figura 10).

Un arreglo que está siendo muy utilizado en los SSPi de trópico alto es el uso de setos perimetrales. Este sistema, que permite tener más de 1000

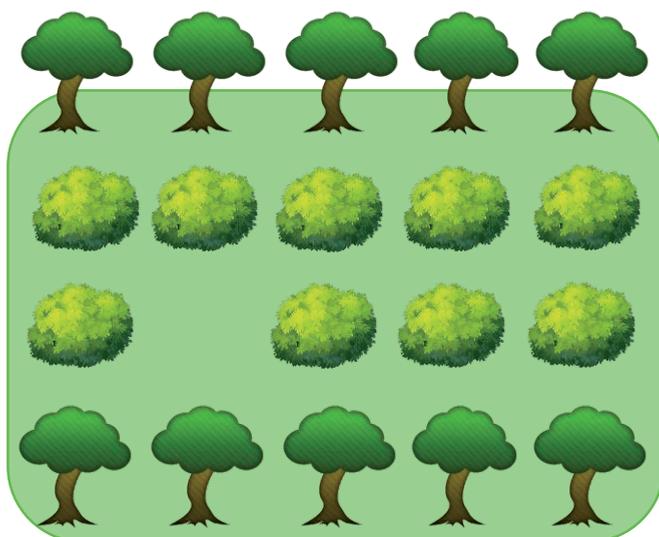
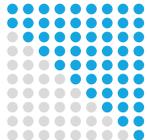


Figura 9. Franjas en sistemas silvopastoriles

Fuente: elaboración propia

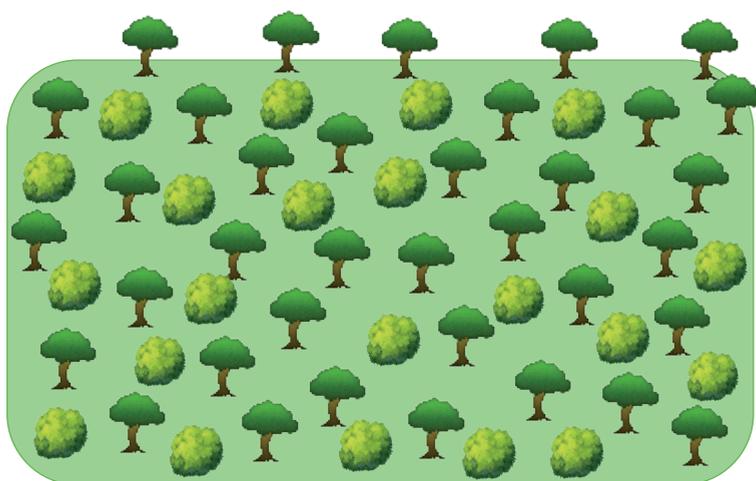


Figura 10. Árboles y arbustos dispersos en sistemas silvopastoriles intensivos

Fuente: elaboración propia

arbustos por hectárea, consiste en introducir líneas, preferiblemente dobles, de arbustos dispuestas sobre el perímetro interno del potrero para que los animales puedan ramonearlos; además de arbustos, se utilizan árboles para sombrío en el interior del potrero (Figura 11). La principal ventaja de este sistema es que durante el periodo de establecimiento de los árboles y arbustos no se afecta la disponibilidad de la totalidad del potrero, lo cual favorece la continuidad de los pastoreos. Sin embargo, es importante notar que no se logra tener los beneficios de los árboles y arbustos a nivel ambiental, de conservación de suelos y reciclaje de nutrientes en toda el área del potrero.

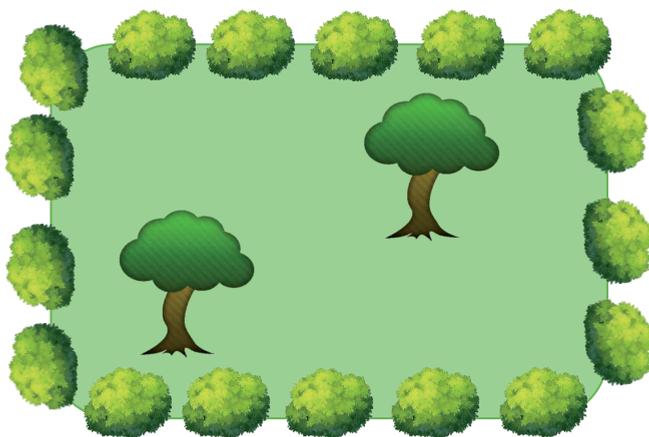
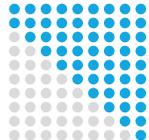


Figura 11. Setos perimetrales para ramoneo en sistemas silvopastoriles
Fuente: elaboración propia

3.2.2 Cercas vivas

Consiste en utilizar árboles en lugar de postes o estacones que sostengan el cercado perimetral del potrero. El forraje de los árboles puede ser cosechado y ofrecido como alimento para los animales dentro del po-



trero. Las cercas vivas también pueden intercalar árboles con arbustos que puedan ser ramoneados por los animales (Figura 12).

3.2.3 Árboles dispersos en potrero

Este sistema tiene entre 50 y 70 árboles por hectárea distribuidos aleatoriamente. Sus principales ventajas son que ofrece bienestar para los animales, fijación de nitrógeno —cuando se emplean árboles leguminosos— y atracción de fauna (aves e insectos) (Figura 13).

3.2.4 Bancos mixtos de forraje (corte y suministro)

Este tipo de arreglo varía un poco en el concepto del sistema silvopastoril, pues en este caso se tiene un área destinada a la producción de forraje a partir de arbustos. El follaje de estos se corta y se ofrece a los animales, bien sea en el mismo sitio o en otro lugar. Estas áreas pueden incluir árboles (Figura 14).

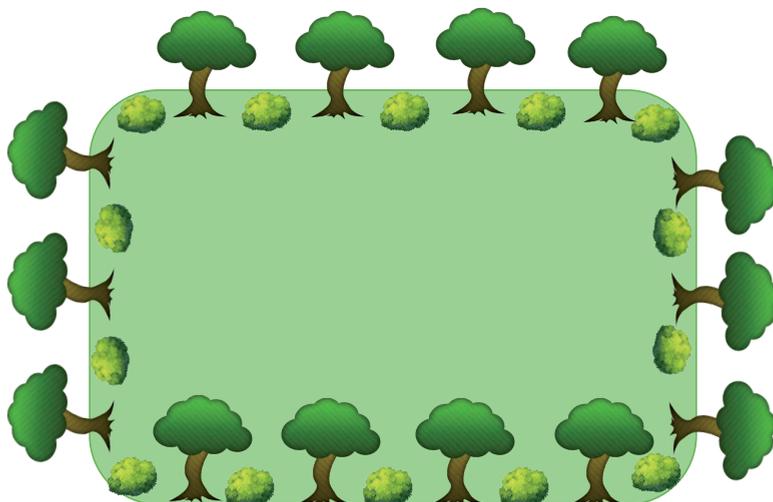


Figura 12. Cercas vivas en sistemas silvopastoriles
Fuente: elaboración propia

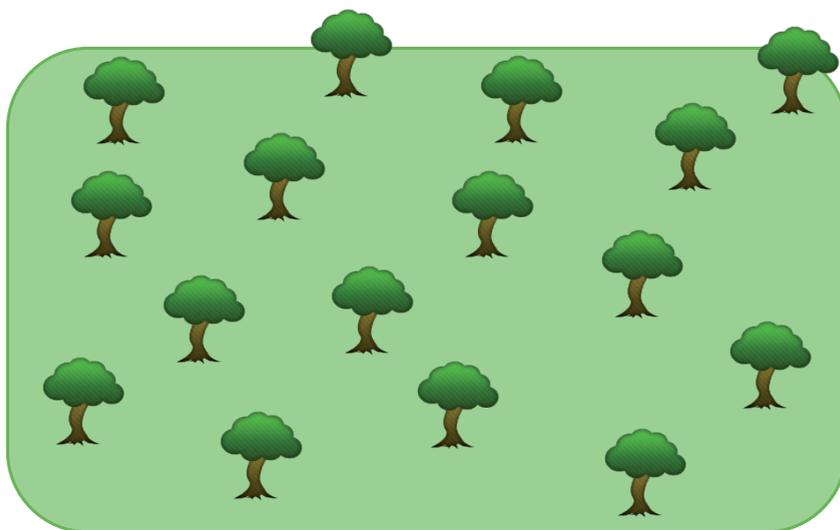


Figura 13. Árboles dispersos en sistemas silvopastoriles

Fuente: elaboración propia

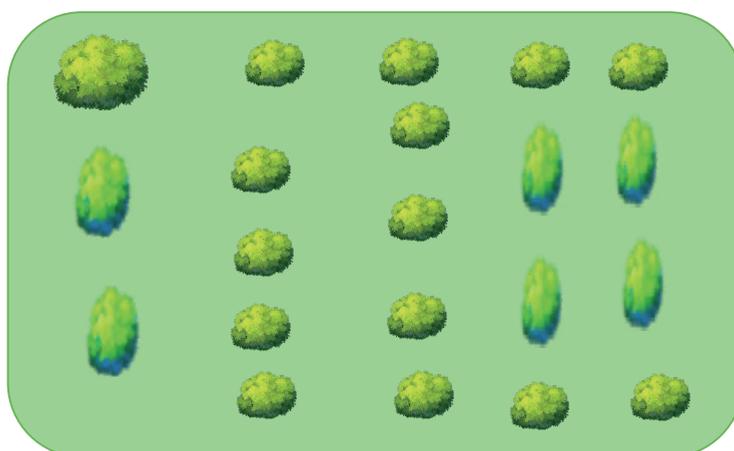
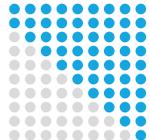


Figura 14. Bancos mixtos de forraje en sistemas silvopastoriles

Fuente: elaboración propia



3.2.5 Cortinas o barreras rompe vientos

Con este tipo de arreglo se busca cortar las fuertes corrientes de viento que pueden afectar el confort de los animales y disminuir su eficiencia y producción (Figura 15).

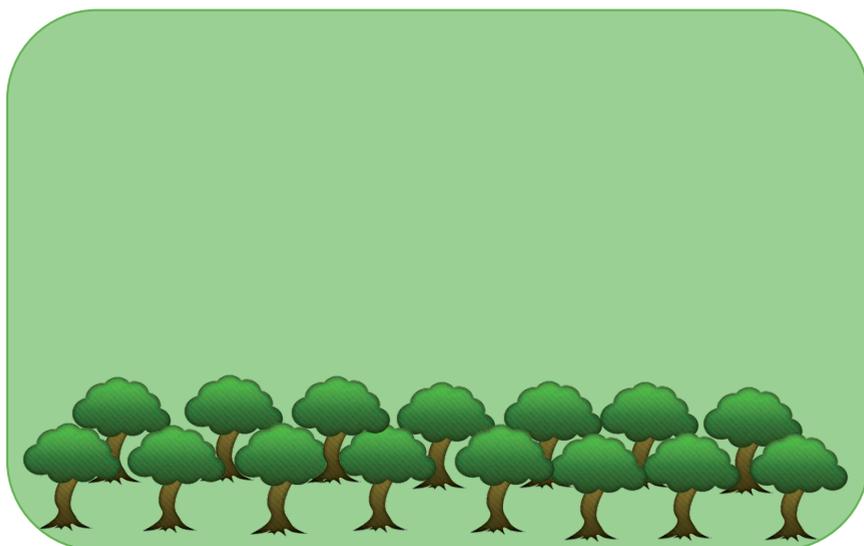


Figura 15. Cortinas o barreras rompevientos en sistemas silvopastoriles
Fuente: elaboración propia

3.3 Establecimiento de un sistema silvopastoril con botón de oro en setos perimetrales en trópico alto

Para la selección de las especies arbóreas y arbustivas a incluir en el sistema, se debe tener en cuenta que se adapten y que logren desarrollar su máximo potencial productivo en la altitud y clima donde se quieren establecer. Además, es conveniente considerar las condiciones particulares de la finca como la fertilidad, pH, estructura y humedad del suelo, tipo de pastura con las que se van a asociar, entre otras.

Una especie arbustiva que presenta muy buen desempeño en condiciones de trópico alto es el botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray) debido a su rusticidad, alto valor nutricional, alta tasa de producción de biomasa, adaptación a suelos ácidos y de baja fertilidad, capacidad de restauración de suelos degradados (Calle y Murgueitio, 2010), rápido crecimiento y capacidad de rebrote después de su cosecha (Zapata y Vargas, 2014). Por ello, el botón de oro es una excelente opción para combinar con las pasturas utilizadas tradicionalmente en producción lechera en trópico alto.

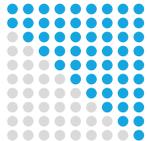
Para el establecimiento de surcos perimetrales dobles de botón de oro se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La siembra se debe realizar al inicio del periodo de lluvias o contar con riego.
- Es necesario contar con la disponibilidad de recursos para adquirir fertilizantes, enmiendas, semillas, maquinaria o equipos y mano de obra necesarios para la preparación del terreno.
- Se debe realizar un adecuado manejo de las rotaciones y días de ocupación teniendo en cuenta el área del potrero que dejará de estar disponible durante el establecimiento.

El establecimiento de botón de oro puede hacerse por medio de material vegetativo o con semilla sexual. Cabe notar que se obtiene un mayor desarrollo radicular cuando se usa esta última, lo cual favorece el agarre de las plantas al suelo.

Se debe contar con los siguientes insumos:

- 6 kg de semilla de botón de oro por cada 800 metros lineales, es decir, por cada 800 metros de surco a establecer.



- 10 kg de gallinaza, bovinaza o humus compostado y seco por cada kilogramo de semilla.
- Maquinaria o equipo para realizar surcos, podas y la intervención inicial del potrero (fumigación y corte de cobertura vegetal).

En caso de realizar siembra directa en el potrero, se recomienda hacer en el mismo potrero un semillero con 3-4 kg de semilla. El trasplante puede hacerse cuando la plántula tenga entre 15 a 20 cm preferiblemente.

La implementación de este sistema se puede realizar a partir de una pradera ya establecida, en cuyo caso solo se debe realizar el establecimiento de los arbustos. Para esto se requiere hacer un pase de guadaña, motocultor o desbrozadora y posteriormente “quemar” la cobertura vegetal presente en la franja en la que se trazarán los surcos con un herbicida de amplio espectro.

También es posible establecer todo el sistema desde cero, es decir, establecer la pastura y los arbustos conjuntamente o realizar el establecimiento de los arbustos junto con la renovación de la pastura. En estos casos se aprovecharía la preparación del terreno requerida para el establecimiento o renovación de la pastura para realizar el establecimiento de los arbustos.

A continuación se detallan los pasos para el establecimiento:

- Hacer surcos dobles sobre el perímetro interno del potrero guardando una distancia aproximada de 80 cm entre surcos.
- Realizar una mezcla homogénea de la semilla con la gallinaza, bovinaza o humus compostado y seco. Hacer esto facilita la siembra ya que la semilla es muy pequeña y liviana; además con ello se incorpora materia orgánica como cama para la germinación. Es muy importante que el material que se va a

mezclar con la semilla esté totalmente seco, de lo contrario pueden presentarse problemas con la germinación. No preparar más mezcla de semilla con material orgánico del que se va usar por día.

- Realizar la siembra de la mezcla (semilla y materia orgánica) a una profundidad máxima de 2 cm.
- Se recomienda tapar la mezcla con material vegetal para proteger la semilla de los pájaros y la lluvia.
- La germinación se debe dar entre 10 y 30 días posteriores a la siembra, dependiendo de las condiciones de humedad del suelo y la incidencia de lluvias o suministro de riego.
- Cuando la planta alcance un metro de altura (3 o 4 meses después de la siembra, aproximadamente), se debe realizar un corte de uniformización para estimular el desarrollo radicular y la aparición de rebrotes laterales. Debe hacerse el corte en forma de bisel, de abajo hacia arriba (en sentido contrario puede ocasionar desgarres del tallo), con un machete u otro implemento que sirva para esta función, el cual debe estar limpio y bien afilado. Este corte se hace a una altura aproximada de 70 cm.
- Pasados 70 días del corte de uniformización se puede realizar el primer pastoreo con los animales.

Es importante proteger los surcos durante todo el establecimiento con cinta eléctrica para evitar que los animales pisoteen o consuman las plántulas antes de que estas alcancen su punto óptimo para iniciar su consumo.

Una vez establecidos los arbustos se pueden pastorear cada 60 a 70 días, justo en el periodo de prefloración que es cuando las plantas están en su punto óptimo de cosecha. El flujograma con los pasos para el establecimiento de una pradera con botón de oro se presenta en la Figura 16.

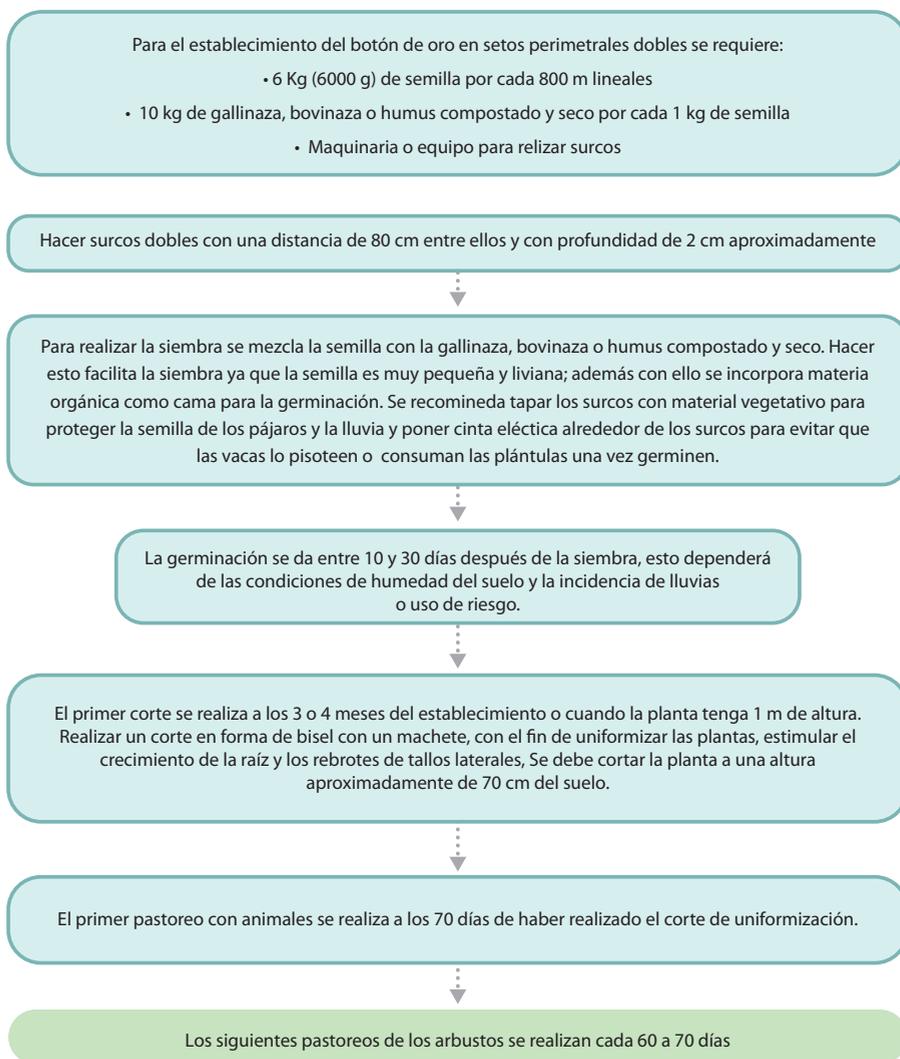
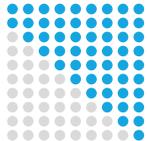


Figura 16. Pasos para el establecimiento de un sistema silvopastoril con botón de oro en surcos perimetrales

Fuente: elaboración propia

En general, las pasturas usadas en trópico alto requieren alrededor de 30 a 40 días para su recuperación, tiempo muy inferior al que requieren las plantas de botón de oro. Por ello se recomienda proteger los arbustos con cinta eléctrica y solo permitir el acceso de los animales a estos cada 2 pastoreos, es decir, durante un primer pastoreo los animales consumen la pastura y el follaje de los arbustos, en el siguiente pastoreo solo consumen la pastura y no se permite el acceso a los arbustos y en el pastoreo posterior se consume la pastura y nuevamente los arbustos. De esa manera se continúan alternando los pastoreos.

Si los surcos son perimetrales, se recomienda permitir el pastoreo de una L del potrero en el primer pastoreo y después de 35 días, proteger esa L y abrir la siguiente. Si los surcos son dentro del potrero, se recomienda también sembrar surcos dobles con distancia de 1 m dentro del surco doble y de 9-10 m entre surcos dobles. De esta manera el animal podrá disponer siempre de un lado del surco doble para el ramoneo en cada pastoreo.

Para el establecimiento de franjas de botón de oro dentro del potrero se pueden seguir los mismos pasos y recomendaciones de establecimiento y manejo del sistema en surcos perimetrales, como se indica en la Figura 17.

Es recomendable complementar este sistema con árboles dentro del potrero, pues favorecen el suelo, los animales y el ambiente. Algunas de las especies que se podrían establecer son: el aliso (*Alnus acuminata*), el arboloco (*Montanoa quadrangularis*) y la acacia negra (*Acacia melanoxylon*). El aliso es uno de los pocos árboles no leguminosos que fijan nitrógeno, es de rápido crecimiento en trópico alto, su copa dispersa permite penetrar rayos de sol para el crecimiento normal del pasto y genera sombra para los animales, puede ser utilizado como cerca viva

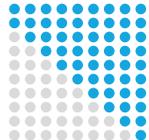
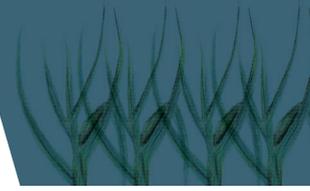


Figura 17. Establecimiento del botón de oro en franjas

Fuente: elaboración propia

o árbol dentro del potrero y, además, su madera es de alta durabilidad. La acacia negra es una leguminosa que fija nitrógeno, genera sombra para los animales, es utilizado para cercas vivas o dentro del potrero, su corteza es de uso industrial (por su alto contenido de taninos) y su madera es utilizada para postes, leña y tableros. El arboloco es de rápido crecimiento, es utilizado como cercas vivas y restauración de bosques y su madera es de buena calidad para la construcción de casas, establos y corrales.

4



Conservación de forrajes

Joaquín Angulo¹; Bram Wouters²; Jhon Hoyos³; Liliana Mahecha¹; Jhare Taborda³

Material didáctico complementario:

<https://www.youtube.com/watch?v=YAqudX7WA8c&t=3s>

La productividad en la ganadería bovina colombiana se encuentra muy por debajo de la de países como Estados Unidos, Argentina y Brasil pues presenta altos costos de producción y poca optimización de recursos. Uno de los principales aspectos que contribuye a elevar costos de producción en las ganaderías colombianas es la alimentación, la cual está basada en forrajes que necesariamente deben ser complementados con alimentos concentrados para suplir los requerimientos de mantenimiento y producción de los animales. Por ejemplo, en el caso de la producción de leche

-
1. Wageningen Livestock Research, Wageningen University and Research
 2. Grupo de investigación Grica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia
 3. Grupo de investigación GAMMA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia

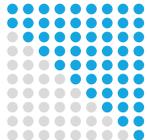
especializada en Antioquia, los costos por alimentación (praderas, concentrado y pasto de corte) corresponden al 73.1% (Perfetti et al., 2012).

Una de las grandes dificultades de la alimentación del ganado en Colombia es el mantenimiento adecuado y constante del forraje. En países tropicales como este solo existen épocas lluviosas y secas de forma bimodal y los climas varían por el efecto de vientos alisios, la humedad y los diferentes pisos térmicos. En las épocas donde se presentan mayores precipitaciones (generalmente de abril a junio y agosto a noviembre), los forrajes abundan y se generan excedentes, que generalmente se desperdician, o se presentan pérdidas por inundaciones; en las épocas más secas los forrajes llegan a escasear, lo cual ocasiona pérdidas económicas en tanto los animales pierden peso y disminuyen su producción.

El problema de la escasez de forrajes durante épocas secas se da tanto en el trópico bajo como en condiciones de trópico alto. En este último también se dan heladas (frecuentes en épocas secas), las cuales causan graves daños a los forrajes y agravan la situación.

La conservación de forrajes es una alternativa para mejorar la eficiencia en el uso de los forrajes. Esta permite conservar los excedentes que se generan en época lluviosa, usarlos en época seca para aumentar la productividad del forraje en la finca, almacenarlo en menos espacio y ayudar a que los parámetros productivos del hato permanezcan estables.

Existen diferentes alternativas y principios para la conservación de forrajes como la deshidratación y la fermentación. En cuanto a la deshidratación se pueden realizar procesos de henificación y elaboración de harina de forrajes, semillas u otro tipo de insumos. Para la fermentación existen alternativas como el ensilaje y el henolaje. En este capítulo se abordarán los pasos para la elaboración de harina de botón de oro y ensilaje de pasto raigrás y kikuyo, forrajes cultivados en trópico alto.



4.1 Ensilaje de raigrás (*Lolium perenne*) y kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone)

El ensilaje es un método de conservación de forraje verde (húmedo) en el que se usa la fermentación anaeróbica de los carbohidratos solubles por medio de bacterias que producen ácido láctico, con el fin de que ese medio ácido inhiba la proliferación de microorganismos aeróbicos que degradarían el forraje (Garcés et al., 2004). Es posible elaborar ensilaje usando diversos tipos de infraestructura para el empaque; estos pueden ir desde grandes huecos en la tierra y trincheras, hasta bolsas y canecas plásticas. Lo importante es que siempre se compacte, tape y selle muy bien el material, con el fin de que no quede aire que favorezca la proliferación de microorganismos que puedan degradar el forraje.

Para elaborar ensilaje de kikuyo o raigrás en canecas o bolsas son necesarios los siguientes insumos y equipos:

- Maquinaria o equipo para corte y picado del forraje
- Recipiente con cierre hermético o bolsas plásticas
- Maquinaria o equipo para compactación
- Forraje
- Melaza
- Agua
- Aditivo para ensilar

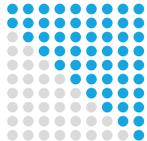
Por cada 100 kg de forraje a ensilar se debe preparar una solución de 5 kg de melaza, 5 L de agua y aditivo para ensilaje en la cantidad sugerida por el fabricante.

La función de la melaza es aportar azúcares solubles como sustrato para que los microorganismos produzcan ácido láctico, esto es muy importante sobre todo en forrajes con alta humedad o bajo contenido de azú-

cares (Garcés et al., 2004). El aditivo para ensilaje debe contener inóculos de bacterias para hacer más ágil y eficiente el proceso.

Los pasos para elaborar ensilaje de kikuyo o raigrás en canecas o bolsas son:

- Realizar el corte del forraje con motocultor o guadañadora, este corte debe hacerse cuando el forraje alcance su punto óptimo para consumo, que generalmente es cuando la planta de raigrás alcanza las 3 hojas y la de kikuyo 5.
- El forraje debe ser picado usando una maquina picapasto hasta lograr un tamaño de partícula de 5 cm aproximadamente. Esto facilita el empaque y compactación dentro del recipiente y el posterior consumo por parte de los animales. Además, permite incrementar el consumo de fibra físicamente efectiva.
- Con el fin de mejorar el proceso de ensilaje y favorecer el almacenamiento se recomienda poner a secar durante 24 horas el forraje y voltear 2 a 3 veces en el día para facilitar el secado. Esto favorece la rumia y aumenta la salivación para la estabilidad del pH ruminal. Este proceso de deshidratación se puede realizar en una marquesina o en un lugar cubierto de la lluvia.
- Posteriormente se inicia el proceso de empaque en el recipiente, el cual debe realizarse adicionando por capas y compactando muy bien cada capa. Cuando se adiciona una nueva capa se debe añadir un poco de la mezcla de melaza, agua y aditivo, conservando la proporción mencionada anteriormente y calculando que esta alcance para todo el material a ensilar.
- Cerrar herméticamente el recipiente, teniendo presente que debe quedar con la menor cantidad de aire posible. Una vez cerrado deberá permanecer así hasta el momento de su uso, un mes después de la elaboración.



En las Figuras 18 y 19 se presentan flujogramas resumen este proceso.



Figura 18. Proceso de elaboración de ensilaje de raigrás o kikuyo

Fuente: elaboración propia

En el momento en que se desee programar el suministro del ensilaje a los animales se debe verificar que su proceso de fermentación haya terminado y que esté listo para su consumo. Para ello se debe destapar el ensilaje y examinar características como olor, color y pH. Para considerar que está listo debe cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 5.

Si todas las condiciones se cumplen, se considera que el ensilaje está listo para su consumo. Si hay presencia de hongos u olor a putrefacción se debe descartar el ensilaje. También existen casos en los que, al destapar el ensilaje, este no presenta olor a putrefacción ni hongos, pero su pH no se encuentra en el rango adecuado y su olor y color no cumplen con las características esperadas; en este caso se considera que el ensilaje aún no está listo y se vuelve a cerrar herméticamente, cuidando que no quede aire dentro del recipiente. Pasados 15 a 30 días se vuelve a destapar y verificar si está listo para ser consumido o descartado.

Antes de iniciar es importante preparar los materiales, calcular la cantidad de los insumos y disponer de la infraestructura apropiada para el almacenamiento.

Por cada 100 kg de forraje se debe preparar una solución con 5kg de melaza, 5 L de agua y aditivo para ensilaje en la cantidad sugerida por el fabricante del producto comercial.

Materiales:

- Recipiente hermético o bolsas plásticas para ensilaje
- Maquinaria o equipo para compactación
- Maquinaria o equipo para el corte del pasto

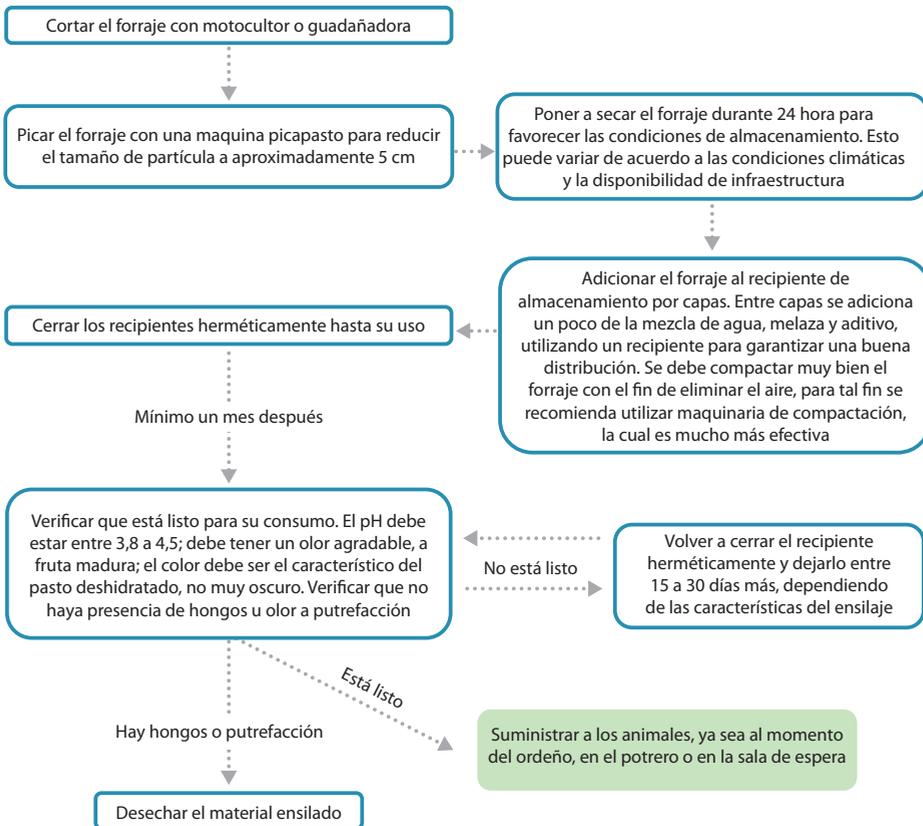
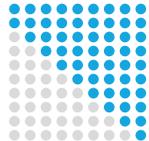


Figura 19. Resumen del proceso de elaboración de ensilaje de kikuyo o raigrás

Fuente: elaboración propia

**Tabla 5.** Parámetros de fermentación del ensilaje

Parámetros	Ensilaje de buena calidad	Ensilaje de mala calidad
pH	4.0	5.5
Ácido láctico (%MS)	8.5	1.1
Ácido acético (%MS)	1.5	3.0
Ácido butírico (%MS)	-	3.5
Nitrógeno amoniacal (%MS)	1.0	4.0
Color	Verde amarillento	Negro
Olor	Agradable	Pútrido
Apariencia	Ausencia de hongos	Presencia de hongos
Humedad (%)	70	<60 o >70
Sabor	Apetecible al ganado	Rechazado por el ganado

Fuente: adaptado de Bernal et al. (2002)

4.2 Harina de botón de oro (*Tithonia diversifoli* (Hemsl.) A. Gray)

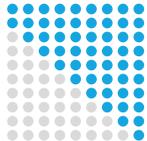
Elaborar harina de forrajes como el botón de oro es útil para la conservación del forraje; además, se ha evidenciado la posibilidad de usar esta harina como sustituto de una porción del alimento concentrado en levante de terneras o en vacas de producción, siempre que se realice un adecuado balance de la ración. La sustitución de una porción del alimento concentrado es una alternativa para disminuir los costos de producción y la dependencia de insumos externos al sistema productivo.

Para la elaboración de harina de botón de oro es necesario contar con infraestructura para secar el material verde, como una marquesina, y con un molino para realizar el proceso de molido del material seco. Los pasos para la elaboración de la harina son:

- Realizar el corte del botón de oro cuando esté en etapa de prefloración, punto óptimo de concentración de nutrientes y en el que se previene el deterioro de las plantas por los cortes continuos (Pérez et al., 2009). Este corte debe hacerse a una altura de 70 cm del suelo, incluyendo hojas y tallos verdes, en forma de bisel y de abajo hacia arriba para evitar desgarres del tallo.
- Picar finamente usando una maquina picapasto para disminuir el tamaño de partícula, lo cual facilita la manipulación, deshidratación y molido del material.
- Esparcir el material picado en una marquesina o lugar dispuesto para el secado, este lugar debe ser cubierto y tener corrientes de aire moderadas (que no ocasionen pérdidas o amontonen el material). Se debe dejar secar el material entre 10 a 15 días, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad, y se debe voltear 2 a 3 veces al día para lograr un secado uniforme.
- Moler el material con un molino. En el mercado existen diferentes tipos, con diferentes mecanismos y capacidad.

Después de realizar este proceso el material queda listo para suministrar a los animales y puede ser usado inmediatamente o almacenarse para su consumo posterior. El almacenamiento se debe realizar en recipientes con cierre hermético para evitar que adquiera humedad, que proliferen microorganismos o que lo contaminen roedores. En las Figuras 20 y 21 se pueden apreciar flujogramas que resumen el proceso.

Gallego-Castro, Mahecha-Ledezma y Angulo-Arizala (2014) no encontraron diferencias significativas en la cantidad y calidad de leche producida por vacas Holstein a las que se les incluyó un 25% de harina de botón de oro en el concentrado, pero sí una mejor relación costo/



beneficio en las vacas. Por otro lado, en la suplementación de terneras Holstein de levante, cuando se reemplazó el 20% del concentrado por harina de botón de oro, no hubo diferencias en la ganancia de peso día, pero sí una reducción del suplemento (datos sin publicar de trabajos del grupo Grica de la Universidad de Antioquia).

Lo anterior indica que la inclusión de harina de botón de oro como materia prima para la elaboración del concentrado es una muy buena alternativa, pues su contenido nutricional es alto y puede aportar los requerimientos nutricionales de los animales, además de disminuir costos.



Figura 20. Proceso de elaboración de harina de botón de oro.

Fuente: elaboración propia

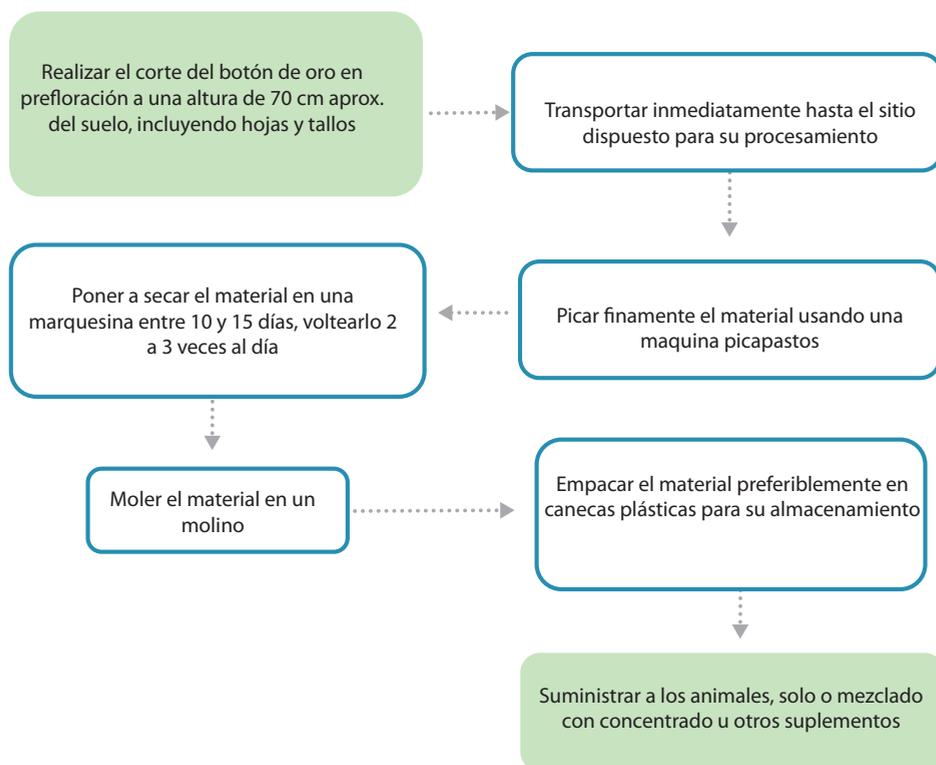
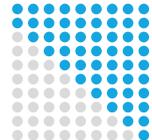


Figura 21. Resumen del proceso de elaboración de harina de botón de oro

Fuente: elaboración propia



Bibliografía

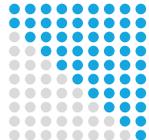
Capítulos 1 y 2

- Álvarez, D. A. y Cerón, J. M. (2003). Asociación de kikuyo y ryegrass, una buena alternativa. Revista Despertar Lechero. 21: 193-206. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S179444492010000200010&script=sci_abstract&lng=es
- Echeverri, Z. J., Restrepo, L. F. y Parra, E. J. (2010). Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos metodologías de fertilización. Revista Lasallista de Investigación. 7(2): 94-100. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69519014011>
- Haydock, K. P. y Shaw, N. H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 15 (76): 663-670. Disponible en: <https://www.publish.csiro.au/AN/EA9750663>
- Hoyos, R. J. E., Posada, A. W. y Cerón-Muñoz, M. F. (2019). Fotografía multiespectral para el diagnóstico fitosanitario de pasto kikuyo (*Cechrus clandestinus* (Hochst ex Chiov) Morrone). Acta Agronómica. 2019. 68 (1). Doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v68n1.75662>
- Lerma Lasso, J. L., Chañag-Miramag, H. A., Meneses-Buitrago, D. H., Ojeda-Jurado, H., Ruiz-Eraso, H. y Castro-Rincón, E. (2020). Evaluación de métodos de renovación de praderas en el trópico alto de Nariño, Colombia. Pastos y Forrajes, 43 (2):120-128. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pi=S0864-03942020000200120
- Noreña, J. M. (2009). Criterios para la evaluación de praderas degradadas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) Hochst. ex Chiov. Despertar Lechero. 30: 9-16. Disponible en: http://temaspastos.weebly.com/uploads/8/7/6/0/8760901/criterios_para_la_evaluacion_de_praderas_de_kikuyo_ok.pdf
- _____ (2011). Rehabilitación de praderas degradadas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.) con equipos de labranza vertical. Colanta Pecuaria. 33: 28-38. Disponible en: http://temaspastos.weebly.com/uploads/8/7/6/0/8760901/rehabilitacion_de_praderas_degradadas_de_kikuyo_con Equipos_de_labranza_vertical_ok.pdf

- Noreña, J. M. y Galeano, H. A. (2004). Efectos del renovador y el escarificador en praderas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez Ledezma, W., Hidalgo Ardón, C. y Mesén Villalobos, M. (2018). Adaptación de variedades de ryegrass y kikuyo en la zona alta lechera de Cartago. *Alcances Tecnológicos*, 10(1), 13 - 20. <https://doi.org/10.35486/at.v10i1.15>
- Toledo, J. M. (ed.). (1982). Manual para la evaluación agronómica: Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54148>
- Vargas-Martínez, J., Sierra-Alarcón, A., Benavidez-Cruz, J., Avellaneda-Avellaneda, Y., Mayor-ga-Mogollón, O. y Ariza-Nieto, C. (2018). Establecimiento y producción de raigrás y tréboles en dos regiones del trópico alto colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1):177-191. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43754020015/html/index.html>
- Viljoen, C., Van der Colf, J. y Swanepoel, P. A. (2020). Benefits are limited with high nitrogen fertiliser rates in kikuyu-ryegrass pasture systems. *Land*, 9: 173. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-445X/9/6/173>

Capítulo 3

- Calle, Z. y Murgueitio, E. (2010). El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. *Carta Fedegán*. 108: 54-63.
- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15(2): 226-231. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323817>
- _____. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 16(1): 11-18. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323847>
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C. y Naranjo, J. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17: 501-507. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93935728001.pdf>



- Zapata, C. A. y Silva, T. B. (2016). *Sistemas silvopastoriles aspectos teóricos y prácticos*. Cali: Fundación CIPAV
- Zapata, A. y Vargas, J. E. (2014). *Botón de oro: manual para su establecimiento y manejo en sistemas ganaderos*. Caldas: Universidad de Caldas. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/300114148_Boton_de_oro_Manual_para_su_establecimiento_y_manejo_en_sistemas_ganaderos_1_ed_Manizales_Caldas_Colombia_Universidad_de_Caldas

Capítulo 4

- Bernal, E. J. (Ed.). (2002). *Ensilaje, heno y henolaje: tipos, métodos y nuevas tecnologías*. Primera edición. Bogotá: Ángel Comunicaciones.
- Gallego-Castro, L. A., Mahecha-Ledesma, L. y Angulo-Arizala, J. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*. 25(2): 393-403. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v25n02_393.pdf
- Garcés, M. A., Berrio, L., Ruiz, S., Serna, J. G. y Builes, A. F. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación del ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. 1(1): 66-71. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/179/1/066-71%20Ensilaje%20como%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20ganado.pdf>
- Pérez, A., Montejó, I., Iglesias, J., López, O., Martín, G. J., García, D. E., Idolkis, M. y Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*. 32(1): 1-15. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v32n1/pyf01109.pdf>
- Perfetti, J. J., Escobar, D., Castro, F., Cuervo, B., Rodríguez, M. y Vargas, J. I. (2012). *Costos de producción de doce productos agropecuarios*. Informe final. Fedesarrollo. Disponible en: <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/378>



Los productores de leche buscan generar ganancias y sostenerse en el tiempo a través del establecimiento de sistemas de producción rentables. Para lograrlo es necesario que el uso de recursos y la ejecución de procesos sea eficiente, en especial en lo relacionado con el uso de forrajes, pues representan la principal fuente de alimentación del ganado.

Este libro es producto de la recopilación de experiencias de estudiantes, productores, técnicos y profesores durante la ejecución del proyecto DairyCab. Su objetivo es entregar a los lectores algunas pautas sobre el establecimiento, manejo, renovación y conservación de forrajes.