



Estrategias Tecnológicas para Mejorar la Productividad y Competitividad de la Actividad Ganadera Herramientas para Enfrentar el Cambio Climático

Clima y Sector Agropecuario Colombiano

Adaptación para la Sostenibilidad Productiva



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CGIAR EN

Cambio Climático,
Agricultura y
Seguridad Alimentaria



RESEARCH
PROGRAM ON
Livestock and Fish



El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) —miembro del Consorcio CGIAR— desarrolla tecnologías, métodos innovadores y nuevos conocimientos que contribuyen a que los agricultores, en especial los de escasos recursos, logren una agricultura eco-eficiente —es decir, competitiva y rentable así como sostenible y resiliente. La agricultura eco-eficiente reduce el hambre y la pobreza, mejora la nutrición humana y brinda soluciones ante la degradación ambiental y el cambio climático en los trópicos. Con su sede principal cerca de Cali, Colombia, el CIAT realiza investigación orientada al desarrollo en las regiones tropicales de América Latina, África y Asia.

www.ciat.cgiar.org

CGIAR es una alianza mundial de investigación para un futuro sin hambre. La labor de investigación de CGIAR está dedicada a reducir la pobreza rural, aumentar la seguridad alimentaria, mejorar la salud y la nutrición humana y asegurar el manejo sostenible de los recursos naturales. Esta labor la llevan a cabo los 15 centros que son miembros del Consorcio CGIAR en estrecha colaboración con cientos de socios, incluidos institutos nacionales y regionales de investigación, organizaciones de la sociedad civil, la academia, organizaciones de desarrollo y el sector privado.

www.cgiar.org

ISBN: 978-958-694-155-6
E-ISBN: 978-958-694-156-3

Estrategias Tecnológicas para Mejorar la Productividad y Competitividad de la Actividad Ganadera

Herramientas para Enfrentar el Cambio Climático

Jacobo Arango,¹ Jhon Freddy Gutiérrez,¹ Johanna Mazabel,¹ Paola Pardo,¹
Karen Enciso,¹ Stefan Burkart,¹ Mauricio Sotelo,¹ Belisario Hincapié,¹
Isabel Molina,¹ Yeisson Herrera¹ y Germán Serrano²

¹ Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

² Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia

Clima y Sector Agropecuario Colombiano Adaptación para la Sostenibilidad Productiva



Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Km 17 Recta Cali-Palmira C.P. 763537
Cali, Colombia
Teléfono: +57 2 4450000
Fax: +57 2 4450073
Sitio web: www.ciat.cgiar.org
Correo electrónico: j.arango@cgiar.org

Publicación CIAT No. 414
Tiraje: 500 ejemplares
Impreso en Colombia
Febrero 2016

Arango J; Gutiérrez JF; Mazabel J; Pardo P; Enciso K; Burkart S; Sotelo M; Hincapié B; Molina I; Herrera Y; Serrano G. 2016.
Estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y competitividad de la actividad ganadera: Herramientas para
enfrentar el cambio climático / Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 58 p.

ISBN: 978-958-694-155-6
E-ISBN: 978-958-694-156-3

Palabras clave: Eco-eficiencia, ganadería, cambio climático, pastoreo, forrajes, leguminosas.

Derechos de autor © CIAT 2016

El CIAT propicia la amplia disseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.



Descubra cómo en: <http://bit.ly/1Q3N2Yx>



Agradecimientos

Deseamos agradecer a la Federación Colombiana de Ganaderos-Fondo Nacional del Ganado (Fedegán-FNG), Subgerencia de Ciencia, Tecnología y Encadenamiento Productivo, y al Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, por el valioso apoyo en la ejecución del proyecto, en especial a César García, Andrés Zuluaga, Juan Carlos Gómez, Héctor Anzola, Javier Oliveros, Javier Ruiz y Hugoberto Huertas.

Asimismo, extendemos nuestros agradecimientos a los propietarios, administradores y demás empleados de los predios Ayacucho, El Bongo, Mi Canto, El Porvenir y Villa Betel en el departamento del Atlántico; y La Graciela, La Esperanza, La Vorágine, Los Novillos y Maracaibo en el departamento de Casanare, Colombia.

Agradecimientos especiales a Jeimar Tapasco y a su equipo de trabajo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), así como a Nelson Lozano y su equipo en el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), por el liderazgo, apoyo y asesoramiento brindados en el marco de este Convenio CIAT-MADR durante 2015.



Prefacio

Esta cartilla se ha desarrollado dentro del Convenio No. 20150291, suscrito entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia, en colaboración con el gremio Fedegán-FNG, bajo el proyecto: “Clima y Sector Agropecuario Colombiano”, con el fin de articular esfuerzos, recursos y competencias para mantener el fortalecimiento de la capacidad de adaptación del sector agropecuario a la variabilidad y el cambio climático y contribuir al mejoramiento de la eficiencia del uso de los recursos en los sistemas productivos en las regiones priorizadas.

Este documento tiene como objetivo informar a los pequeños y medianos productores algunas alternativas que les permitirán afrontar los retos del cambio climático y la globalización de los mercados.

Como preámbulo, se vincula el sector ganadero y su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero; se elabora el perfil de calidad nutricional de los pastos ofertados en sistemas de trópico bajo, su digestibilidad y la producción *in vitro* de metano.

Según los resultados obtenidos, se plantean una serie de prácticas ganaderas básicas, como el pastoreo racional, los bancos forrajeros y las cercas vivas, con sus respectivas consideraciones para ser implementadas por los productores. Se describen algunas especies promisorias que pueden incluirse, según las condiciones edafoclimáticas de cada predio, en los anteriores arreglos productivos. Por último, se muestran una serie de registros que contribuirán a un manejo más eficiente a nivel de finca, al identificar fortalezas y debilidades al momento de cumplir con las metas planteadas.

Contenido

| | |
|--|-----------|
| Cambio climático y su relación con la ganadería | 2 |
| Avances en investigaciones | 3 |
| Estrategias para enfrentar el cambio climático | 5 |
| Pastoreo racional | 5 |
| Carga animal..... | 5 |
| Reglas del pastoreo racional..... | 5 |
| División de potreros..... | 6 |
| Caminos | 6 |
| Uso eficiente del agua | 7 |
| Uso eficiente de minerales..... | 7 |
| Bancos forrajeros | 8 |
| Cercas vivas | 8 |
| Especies promisorias..... | 9 |
| Gramíneas | 9 |
| Leguminosas | 20 |
| Costos ganaderos..... | 32 |
| Ingreso: Venta de leche mensual | 33 |
| Ingreso: Venta de animales..... | 34 |
| Egreso: Compra de insumos | 35 |
| Egreso: Mano de obra (temporal y fija)..... | 36 |
| Egreso: Uso de maquinaria, equipos, materiales e implementos..... | 37 |
| Egreso: Gastos de administración | 38 |
| Egreso: Inversión en compra de semovientes..... | 39 |
| Egreso: Inversión en activos fijos..... | 40 |
| Egreso: Inversión para el establecimiento de pasturas..... | 41 |
| Flujo de caja..... | 42 |
| Indicadores de desempeño económico..... | 43 |
| Anexos | 44 |
| Anexo 1. Flujograma del proceso de medición, producción de forraje, calidad y productividad animal | 44 |
| Anexo 2. Información general de la finca | 45 |
| Anexo 3. Registro de reproducción..... | 46 |
| Anexo 4. Registro de nacimientos | 47 |
| Anexo 5. Registro de crecimiento de los animales..... | 48 |
| Anexo 6. Registro de mortalidad | 49 |
| Anexo 7. Inventario mensual del ganado | 50 |
| Anexo 8. Registro de producción diaria de leche..... | 51 |
| Anexo 9. Registro de lactancia..... | 52 |
| Anexo 10. Registro sanitario | 53 |
| Anexo 11. Registro inventario de medicamentos y suplementos..... | 54 |
| Anexo 12. Registro de alimentación animal | 55 |
| Anexo 13. Registro de manejo de praderas (rotación) | 56 |
| Referencias..... | 57 |



Cambio climático y su relación con la ganadería

En Colombia, la producción ganadera constituye una de las principales actividades productivas del país y con mayor presencia en el sector rural. Tiene una participación del 53% en el producto interno bruto (PIB) pecuario, el 20% en el PIB agropecuario y el 1,7% del PIB nacional; genera 950.000 empleos directos, lo cual representa el 7% del total nacional (Lafaurie, 2012). Tiene además una alta incidencia en el suministro de alimentos y un gran potencial de ingresos para el país a través de las exportaciones. Adicionalmente, ocupa una fracción muy significativa del uso del suelo (80,3% del total), donde la mayor parte (62,2%) está destinado a pastos y forrajes para la ganadería bovina (DANE, 2014).

En materia de producción de carne y leche, la tendencia de crecimiento ha sido permanente durante los últimos años; sin embargo, aún se observan falencias relacionadas con la baja eficiencia productiva, la poca sustentabilidad medioambiental (Cruz, 2011) y la contribución a las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (GEI). Uno de los principales problemas asociados a los bajos índices productivos es la baja producción de biomasa en la mayoría de zonas del país, lo que genera una oferta forrajera limitada tanto en cantidad como en calidad, en especial para la temporada seca (Fedegán-FNG, 2013). Esto está asociado, en la mayoría de los casos, a pastos nativos y pasturas degradadas, situación que se ve intensificada por las sequías y lluvias cada vez más intensas como consecuencia del calentamiento global. Esta situación es particularmente importante en

el caso de la ganadería, actividad que debe enfrentar grandes retos, como contribuir a garantizar la seguridad nutricional y alimentaria en el mundo (FAO, 2011) y a reducir el impacto ambiental (FAO, 2006), así como implementar procesos más rentables a partir de un uso racional de los recursos naturales, con la sostenibilidad y la competitividad como sus grandes pilares.

Los principales gases de efecto invernadero (GEI) son el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4). A medida que estos gases incrementan su densidad, la energía infrarroja es retenida en la atmósfera, causando un daño potencialmente irreversible al sistema climático de la Tierra (IPCC, 2007). En el contexto global, el total emitido de CO_2 equivalente (eq) para el año 2010 fue de 49 Gt (o 49.000 millones de toneladas), donde la emisión de CO_2 , por el uso de combustibles fósiles y procesos industriales, alcanzó el 65,6%, seguido de la deforestación y degradación de biomasa (11%), la emisión de metano (16%), óxido nitroso (6,2%) y gases con flúor (2%) (IPCC, 2014).

Para Colombia, IDEAM et al. (2015), con base en la metodología Tier III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), estimaron que las emisiones totales para el año 2012 fueron 178.258.000 ton de CO_2 eq, es decir, 20% menos a lo estimado 8 años atrás. Esto corresponde al 0,36% del total emitido en el mundo. Del total emitido para el país, el sector energético contribuye con 44%; seguido del sector agrícola, la silvicultura y otros usos de la tierra

(43%); residuos (8%) y procesos industriales (5%). En el sector de la agricultura, el mayor aporte lo hace el CO₂ con 47,9%, y en el segundo y tercer lugar están el CH₄ y N₂O con 30,1 y 5,1%, respectivamente. En la agricultura, el 27,6% de las emisiones corresponden a la fermentación entérica, porcentaje al cual el ganado bovino aportó el 95,6% de las emisiones, seguido de los equinos, búfalos, ovinos y caprinos con 1,2%. El gas con mayor participación en las emisiones por parte de la ganadería es el metano.

De seguir con las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento global aumentaría y se experimentarían, durante el presente siglo, numerosos cambios, probablemente mayores que los observados durante el siglo XX. Los efectos del aumento de la temperatura ambiental previsto de 1,5 a 2,5 °C hacia 2050 generarán algunos aspectos

negativos, como el derretimiento de glaciares, escasez de agua, desaparición hasta un 30% de las especies animales; y positivos, como menos muertes por frío, aumento en la productividad agrícola para algunos países, entre otros (IPCC, 2007). Por lo anterior, se hace necesario iniciar acciones que ayuden a mitigar el cambio climático desde los sistemas productivos.

Como parte de la solución a algunos de los anteriores limitantes, el componente de Ganadería en el marco del Convenio suscrito entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia ha encaminado sus investigaciones en pro de la búsqueda de nuevas alternativas que les permitan a los productores adaptarse al cambio climático y contribuir al mejoramiento de la eficiencia del uso de los recursos en los sistemas productivos en las regiones priorizadas.

Avances en investigaciones

Para contribuir al cumplimiento de la meta nacional de reducción de las emisiones de GEI, se relacionaron áreas de gran interés como son la caracterización nutricional de los forrajes, las emisiones entéricas de metano y la productividad animal.

Durante la investigación, se analizaron forrajes característicos de tres tipos de sistemas productivos: pasturas mejoradas, pasturas en potreros con árboles dispersos y sabana nativa de varias fincas de predios ubicados en los departamentos de Atlántico y Casanare. Después de su recolección en campo, los forrajes se secaron y se molieron para su posterior análisis bromatológico e incubación con microorganismos ruminales (ver Anexo 1: Flujoograma del proceso). A nivel

de laboratorio, se simularon condiciones anaeróbicas de fermentación, realizando lecturas de presión (psi) y recolección del gas producido en horarios específicos para su análisis en cromatografía. La técnica se realizó de acuerdo a lo sugerido por Theodorou et al. (1994) en el Laboratorio de Calidad en Forrajes y Nutrición Animal del CIAT.

El contenido de proteína (PC), expresado en la materia seca de los forrajes para los tres tipos de arreglos, fue bajo (entre 3,9 y 4,8%) frente a lo reportado en la literatura para pasturas mejoradas. En cuanto al porcentaje de FDN (Fibra en Detergente Neutro), este fue similar (77% en promedio) en las tres gramíneas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis bromatológicos.

| Arreglos | % PC | % FDN | % FDA | % CEN |
|-------------------|------|-------|-------|-------|
| Pastura mejorada | 4,8 | 77,0 | 40,5 | 4,8 |
| Árboles dispersos | 3,9 | 76,8 | 44,3 | 3,9 |
| Sabana nativa | 4,5 | 77,6 | 45,6 | 6,6 |

Abreviaturas: **PC** Proteína Cruda; **FDN** Fibra en Detergente Neutro; **FDA** Fibra en Detergente Ácido; **CEN** Cenizas.

Cabe resaltar que los anteriores valores presentados corresponden a diferentes especies de gramíneas y condiciones de manejo propias de cada productor.

El mayor contenido de Fibra en Detergente Ácido (FDA) se encontró en la sabana nativa (45,6%), seguido del arreglo con árboles dispersos (44,3%) y, por último, pastura mejorada (40,5%).

A continuación, se muestra la degradación de la materia seca (MS) a las 24 y 48h de incubación del material objeto de análisis (Cuadro 2). Durante estos dos períodos de medición, el arreglo de pastura mejorada presentó 14,4% mayor digestibilidad que la sabana nativa.

Cuadro 2. Porcentaje de degradación de la Materia Seca Incubada, Metano (mg), Metano por Materia Seca Degradada (MSD).

| Arreglos | Degradación % | | Metano % | | Metano (mg) /MSD (g) | |
|-------------------|---------------|--------|----------|--------|----------------------|---------|
| | 24h | 48h | 24h | 48h | 24h | 48h |
| Pastura mejorada | 44,7 a | 57,5 a | 5,80 | 5,84 | 13,52 | 10,57 b |
| Árboles dispersos | 42,8 b | 55,1 b | 6,34 | 5,46 | 15,93 | 10,60 b |
| Sabana nativa | 32,5 c | 41,9 c | 5,24 | 4,97 | 16,65 | 12,25 a |
| CV | 1,06 | 0,99 | 12,64 | 2,82 | 11,84 | 3,40 |
| p-Value | <,0001 | <,0001 | 0,296 | 0,0013 | 0,166 | 0,003 |

a,b,c: Medias en una columna con diferente letra son estadísticamente diferentes, acorde con la prueba de Duncan (P<0,05). Abreviaturas: **CV** Coeficiente de variación; **MSD** Materia seca degradada.

En los tres arreglos productivos estudiados, el metano producido durante las primeras 48 horas fue en promedio 5,6 mg. Al relacionar la producción de metano con la materia seca degradada, se observó que los forrajes de los arreglos de pastura mejorada y árboles dispersos obtuvieron las menores emisiones de metano (10,6 y 10,6 mg CH₄/MSD g, respectivamente), en comparación con la sabana nativa (12,2 mg CH₄/MSD g).

Diversas evidencias muestran que la tasa de emisión de CH₄ por fermentación ruminal está relacionada con las características físico-químicas de la dieta, principalmente el tipo de carbohidrato, el valor proteico y lipídico (Ulyatt y Lassey, 2001; Singh et al., 2012). Otros elementos que afectan la metanogénesis son el estado de madurez de los forrajes, métodos de conservación, tratamientos químicos o físicos (McAllister et al., 1996; Benchaar et al., 2001; Bunglavan et al., 2010; Tan et al., 2011). Todos los factores anteriormente mencionados intervienen directa o indirectamente en la digestibilidad, tasa de pasaje, el nivel de consumo y la producción de metano, que a su vez afectan la productividad animal

(Blaxter y Clapperton, 1965; Johnson y Ward, 1996; Boadi et al., 2002; Yan et al., 2006; Singh et al., 2012).

En general, el alimento altamente digestible produce menos emisiones de metano (Johnson y Johnson, 1995), ya que la digestibilidad de los forrajes está inversamente relacionada con su contenido de FDN y esta a su vez está en función de la composición interna y su estructura (Barahona y Sánchez, 2005). Un contenido de fibra alto afecta el potencial consumo de materia seca del animal, al aumentar su tiempo de retención en el rumen y disminuyendo así el consumo voluntario de alimentos, lo que se convierte en un limitante para la productividad (Yan et al., 2006). Esto es lo que sucede habitualmente con los animales que consumen pasturas en el trópico, las cuales son de regular a baja calidad, por la cantidad de material lignocelulósico y por los bajos tenores de otros nutrientes, principalmente proteína y carbohidratos solubles (Archimède et al., 2011). En otros términos, la producción de metano puede traducirse como una pérdida energética, ya que el animal no puede hacer uso de ella para suplir

sus necesidades o incrementar la producción de leche o carne y, por el contrario, es expulsada al ambiente, contribuyendo al incremento en las emisiones de GEI.

Lo contrario sucede al incluir leguminosas en la dieta. Se ha reportado que las leguminosas producen menos metano que las gramíneas (Barahona et al., 2014), por su calidad nutricional y por la presencia de compuestos como los taninos, que tienen un efecto inhibidor de la actividad microbiana en el rumen (Tavendale et al., 2005; Tan et al., 2011). Las leguminosas presentes en la

dieta del animal disminuyen la producción de metano. La razón de esta disminución es su alto contenido de proteína, bajo en FDN (Tavendale et al., 2005).

Por lo anterior, los sistemas que incluyen en sus potreros leguminosas o gramíneas mejoradas constituyen una buena alternativa para capturar carbono y disminuir las emisiones de metano (Cuartas et al., 2009; Ku et al., 2011; Naranjo et al., 2012; Molina et al., 2013, Cuartas et al., 2014).

Estrategias para enfrentar el cambio climático

Colombia requiere posicionarse como un país productor pecuario de excelencia, con procesos rentables para el productor y amigables con el medio ambiente. Para ello, a continuación se plantean una serie de prácticas ganaderas básicas con sus respectivas consideraciones para tener en cuenta.

Pastoreo racional

El manejo adecuado de la pradera es un factor determinante para garantizar la productividad y persistencia a través del tiempo. Esto significa que tener una carga animal adecuada y un tiempo de ocupación y de descanso óptimos contribuyen a evitar la degradación de la pradera. Por tanto, se recomienda la adopción de especies forrajeras mejoradas y adaptadas a las condiciones particulares de cada finca.

Carga animal

Determinar la carga animal para los potreros es un proceso sencillo que requiere:

- Tener presente que la unidad animal (UA) equivale a un animal de 400 kg de peso vivo.
- Calcular la cantidad total de kilogramos de animales que se tienen en la finca.
- Dividir la cantidad total de kilogramos entre 400 (UA) y el resultado dividirlo entre el total de hectáreas (ha) que se tienen bajo pastoreo en la finca.

Ejemplo: Si la suma total de kilogramos de sus animales es de 9.000 kg y el área destinada al pastoreo de su finca es de 6 ha, tenemos:

Los 9.000 kg se dividen entre el factor de unidad animal 400:

$$9.000 \div 400 = 22,5$$

Luego 22,5 se divide entre las 6 ha:

$$22,5 \div 6 = 3,75$$

La carga animal de la finca es de 3,75 UA por hectárea (este ejemplo fue calculado con una pastura mejorada).



Foto 1. Animales en pastoreo.

Reglas de pastoreo racional

1. Entre dos pastoreos sucesivos, debe haber pasado el tiempo de descanso suficiente que le permita al pasto almacenar en sus raíces las reservas necesarias para obtener un rebrote vigoroso, y poder conseguir el máximo potencial en términos de producción de biomasa.

- El tiempo de ocupación de un potrero debe ser lo suficientemente corto para que el forraje consumido el primer día de pastoreo no sea consumido nuevamente por los animales antes de que estos hayan salido del potrero.
- Para que un animal pueda expresar su mayor rendimiento es preciso que este no permanezca más de un día en una misma parcela. Si no es posible cambiarlo al siguiente día, al menos no deberá permanecer más de tres días en el mismo potrero.

- Rendimientos máximos: Se debe conocer el ciclo vegetativo de cada pasto, de tal manera que se pueda dar el suficiente tiempo de recuperación, con la mayor producción de forraje y la mejor calidad posible al momento del pastoreo.

La Figura 1 muestra el punto óptimo de pastoreo.

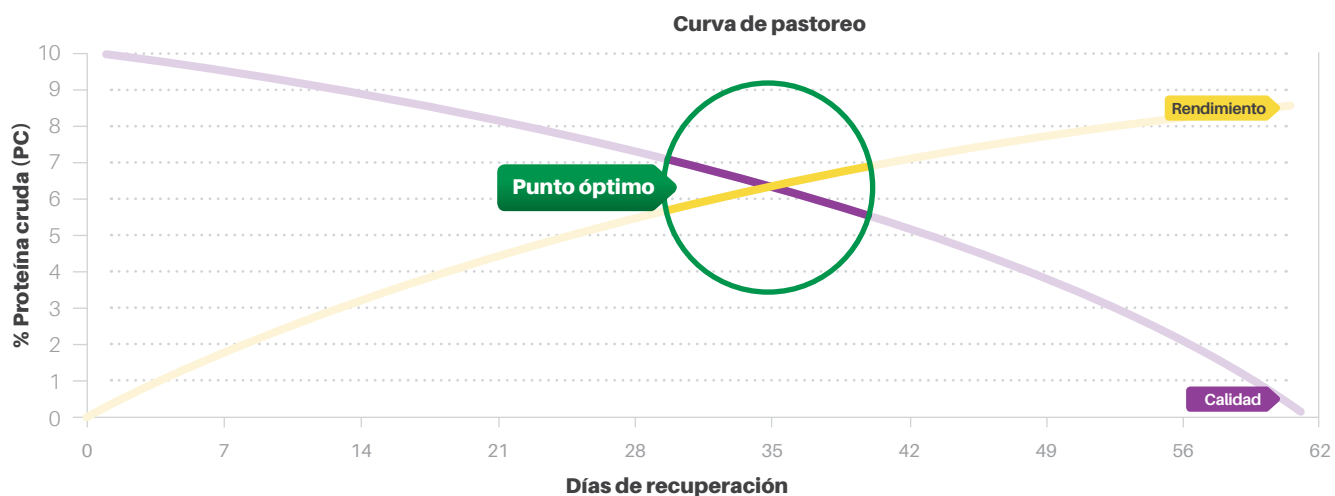


Figura 1. Punto óptimo de pastoreo.

División de potreros

Lo primero a realizar es medir el área total destinada para el pastoreo. Luego se organizan en grupos los animales con requerimientos nutricionales similares y un peso homogéneo; así será más fácil asignar el orden del pastoreo. Los potreros pueden ser subdivididos con cinta eléctrica, la cual puede ser movida cada día, permitiendo hacer una división mucho más rápida y económica del potrero.



Foto 2. División con cinta eléctrica.

Caminos

Se recomienda dejar caminos de circulación amplios por donde se puedan mover los animales fácilmente y que permitan la rotación entre potreros lo más pronto posible, de manera que se minimice el estrés.



Foto 3. Caminos para la movilización de los animales.

Uso eficiente del agua

Un bovino adulto consume diariamente el equivalente al 8 y 10% de su peso vivo en agua. Teniendo en cuenta que la cantidad de agua que consumen los animales es tan importante como la calidad de la misma, esta debe estar limpia, sin olor, sin color y sin sabor.

De acuerdo con el diseño de los potreros, se pueden compartir bebederos entre parcelas, de manera que se optimicen los recursos, organizándolos de forma que todos los animales tengan acceso a ellos, evitando la restricción por jerarquía dentro del rebaño. Considerando que la distancia máxima recorrida por un animal adulto para beber sin que se produzca pérdida de peso es de 2.000 m en terreno plano y 800 m en terreno ondulado.



Foto 4. Sombrío para confort animal.

Uso eficiente de minerales

Existe una gran cantidad de minerales considerados como esenciales para el ganado. Sus funciones son muy variadas e incluyen, entre otras, la formación de los huesos (calcio y fósforo), componentes de proteínas (azufre), regulación del ambiente celular (sodio, potasio, magnesio, calcio, fósforo, cloro) y muy diversas funciones metabólicas (molibdeno, manganeso, hierro, cobre, zinc, cobalto, cromo, selenio, yodo).

Los macrominerales (calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio y azufre) se requieren en cantidades más elevadas, mientras que los microminerales se necesitan en cantidades muy pequeñas. Sin embargo, sin importar las cantidades, todos son indispensables y deben suplirse. Dado que los forrajes no los brindan en las proporciones ideales, se sugiere proveer a los animales bloques nutricionales y sal mineralizada de manera permanente.

Reglas de uso eficiente

1. Usar un producto con registro de calidad que ofrezca respaldo a su contenido.
2. El suplemento mineral debe ofrecerse a todo el hato, a libre consumo durante todo el año, teniendo en cuenta el estado fisiológico.
3. El consumo diario por animal recomendado es:

| Estado fisiológico | Cantidad de sal (g) |
|------------------------|---------------------|
| Ceba | 20 a 60 |
| Levante | 30 a 70 |
| Cría | 70 a 120 |
| Lechería trópic | 80 a 150 |
| Lechería especializada | 150 a 250 |

Es importante asegurar la disponibilidad permanente de sal mineralizada y observar el comportamiento de los animales.



Foto 5. Ganado consumiendo sal mineralizada.

Bancos forrajeros

Un banco forrajero es un área de la finca que se dispone para la siembra de especies arbóreas, arbustivas y/o pastos de corte que, por su alta producción forrajera y excelente calidad nutritiva, se convierte en una alternativa para asegurarle alimento a los animales durante todo el año aun en épocas críticas.

La mayoría de las especies forrajeras usadas en los bancos se establece mediante semilla vegetativa, para la cual se deben seleccionar estacas vigorosas, gruesas y preferiblemente jóvenes, con al menos tres nudos o yemas apicales, que serán finalmente el sitio donde se originarán las nuevas plántulas.

Estos materiales deben sembrarse en surcos de manera que se facilite el corte y acarreo de los mismos, teniendo en cuenta la disponibilidad de agua (si no se cuenta con sistema de riego). La preparación del terreno se deberá hacer de preferencia con el inicio del período de lluvias para luego sembrar. Entre las especies utilizadas comúnmente están: Caña forrajera, King grass, Elefante, Camerún, Nacadero, Botón de Oro, Morera, Matarratón, *Leucaena*, *Desmodium* y *Cratylia*, entre otros.

Otras especies forrajeras de interés que no son leguminosas, como Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), acumulan tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas y pueden soportar las podas frecuentes. Para condiciones de zonas lluviosas, se cuenta con el Nacadero (*Trichanthera gigantea*).



Foto 6. Banco forrajero, *Leucaena*, *Desmodium*, *Cratylia*.

Características importantes para la selección de especies del banco forrajero:

- Buena recuperación posterior al corte.
- Potencial para producción de biomasa.
- Persistencia en el tiempo bajo corte, pastoreo o ramoneo intensivo.

- Buen perfil nutricional (contenido de proteína, fibra y/o energía, con bajos factores antinutricionales).

Ejemplo:

Se requiere alimentar a 30 novillos de ceba (con un peso promedio de 300 kg) con pasto King grass, el cual produce en promedio 22 kg por metro lineal/día.

Un animal consume con base en forraje verde entre el 10 y el 12% de su peso vivo por día.

Cálculo:

Producción promedio por metro lineal por día en el caso de King grass: 22 kg.

Se requiere alimentar a 30 novillos x 36 kg (recuerde que consumen entre el 10-12% de su peso vivo, para este caso se trabajó con 12%) = 1.080 kg/día.

Entonces, si en un metro lineal de King grass se obtienen 22 kg. ¿En cuántos metros lineales obtendremos 1.080 kg de forraje verde?

$$1.080 \text{ kg} \div 22 \text{ kg} = 49,1 \text{ metros lineales,}$$

lo cual indica que se deben cortar 49,1 metros lineales por día para alimentar a 30 novillos de 300 kg de peso.

Cercas vivas

Esta es una de las prácticas más comunes en las fincas y consiste en sembrar franjas de árboles y/o de arbustos sobre el perímetro o lindero de la finca. Estas sirven como soporte para el alambre de púas o para la cerca eléctrica en las divisiones de cada potrero.

Una cerca viva puede estar formada por diferentes especies (multiestrato), en el cual podemos integrar especies maderables, ornamentales, frutales y arbustivas (para ramoneo).

La selección de las diferentes especies a utilizar como cercas vivas depende de las características de cada finca donde se vayan a utilizar, así como el uso multipropósito de las mismas.

Algunos usos de las cercas vivas:

- Fuente de alimento para los bovinos.
- Cortina rompeviento.
- Confort para los animales.
- Disminución del rayo de sol sobre el suelo.
- División de potreros.

- Ganancia por la comercialización de la madera en el caso de los maderables.
- Postes vivos para las líneas del alambre de púas o eléctrico.
- Sumideros de carbono.
- Pago por servicios ecosistémicos.
- Aumento de micro y macro fauna.

Especies promisorias¹

Gramíneas

Brachiaria brizantha (Hochst. ex A. Rich.) Stapf

Nombre común: Brizantha

Cultivares y accesiones avanzadas: Marandú (CIAT 6780, Brasil); Diamantes 1 (CIAT 6780, Costa Rica); Brizantha (CIAT 6780, Cuba); Insurgente (CIAT 6780, México); Gigante (CIAT 6780, Venezuela); La Libertad (CIAT 26646, Colombia); Toledo (CIAT 26110, Costa Rica y Colombia).

Brachiaria brizantha – Brizantha

| | |
|-------------------------------|--|
| Familia | Gramínea |
| Ciclo vegetativo | Perenne, persistente |
| Adaptación pH | 4,0–8,0 |
| Fertilidad del suelo | Media a alta |
| Drenaje | Tolera períodos cortos de encharcamiento |
| Altitud (msnm) | 0–1.800 m |
| Precipitación | 1.000–3.500 mm |
| Densidad de siembra | 6–8 kg/ha |
| Profundidad de siembra | 1–2 cm |
| Valor nutritivo | Proteína 7–14%, digestibilidad 55–70% |
| Utilización | Pastoreo, corte y acarreo, barrera viva |

Descripción: Planta herbácea perenne, semierecta a erecta, forma macollas y produce raíces en los entrenudos. Las hojas son lanceoladas con poca o ninguna pubescencia. La inflorescencia es una panícula racimosa.

¹ Peters et al. (2011).



Foto 7. Cerca viva – rompevientos con *Acacia mangium*.



Foto 8. Potrero establecido con *Brachiaria brizantha* cv. Toledo.

Adaptación: Tiene amplio rango de adaptación a clima y suelo. Crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un rango amplio de pH y textura, mejora los parámetros físicos del suelo, tolera sequías prolongadas, pero no resiste encharcamiento mayor a 30 días. Buena persistencia bajo pastoreo y compite con las malezas. Algunas accesiones son aptas para corte y acarreo. Se asocia bien con leguminosas como *Arachis*, *Desmodium*, *Pueraria*, *Centrosema* y *Canavalia*.



Foto 9A. Potrero establecido con *Brachiaria brizantha*.



Foto 9B. *Brachiaria brizantha* cv. Toledo 90 días después de la siembra.



Foto 11. *Brachiaria brizantha* asociada con *Canavalia brasiliensis*.

Establecimiento: Se puede establecer utilizando semilla botánica o vegetativa, es de muy rápido establecimiento. Con un primer pastoreo ligero entre 90–120 días, se dan los mejores resultados.

Limitantes: Susceptibilidad al mión de algunas accesiones; valor nutritivo más bajo que otras *Brachiaria*.

Productividad: Presenta alta producción de forraje en un rango amplio de ecosistemas y suelos, con rendimientos anuales entre 8 y 20 t de materia seca (MS)/hectárea (ha). La producción de leche en praderas de Toledo está entre 8 y 9 Lt/animal/día, asociado con leguminosa y bajo pastoreo alterno, y con cargas de 3 animales/ha produce ganancias entre 500 a 750 g/animal/día, tanto en invierno como en verano. Anualmente puede producir entre 180 y 280 kg/animal y entre 540 y 840 kg de carne por ha.



Foto 10A. Mezcla de semilla con material inerte para siembra al voleo.



Foto 10B. Siembra de *Brachiaria brizantha* con voleadora.

Manejo: Responde bien a niveles de fertilización moderados. Tiene buena tasa de crecimiento durante la época seca y se debe pastorear bien, bajo pastoreo continuo o rotacional, evitando el sobrepastoreo. Bajo asociaciones con leguminosas persistentes y productivas, presenta buena productividad, llegando a soportar cargas altas.



Foto 12A. *Brachiaria brizantha* cv. Toledo bajo pastoreo.



Foto 12B. *Brachiaria brizantha* establecida en altillanura–Meta.

Producción de semilla: Produce semilla de alta calidad. La floración empieza al final de la época de lluvias y la propagación vegetativa es fácil. La fecha de corte afecta la producción de semilla; en América Central, el mejor tiempo para el corte de uniformidad es al comienzo de las lluvias y se hace a 50 cm de altura. Los rendimientos varían entre 50 y 150 kg/ha de semilla pura. Las semillas tienen una latencia de corta duración; con buen almacenamiento y escarificación, pueden llegar a 80% de germinación 8 meses después de la cosecha.



Foto 13A. Producción de semilla de *Brachiaria brizantha*.



Foto 13B. Cosecha de semilla *Brachiaria brizantha* CIAT 26124.

***Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick**

Nombre común: Pasto Humidicola

Cultivares y accesiones avanzadas: Pasto Humidicola (CIAT 679, Colombia); INIAP-NAPO 701 (CIAT 679, Ecuador); Chetumal (CIAT 679, México); Humidicola (CIAT 679, Panamá); Aguja (CIAT 679, Venezuela).

***Brachiaria humidicola* – Pasto humidicola**

| | |
|-------------------------------|--|
| Familia | Gramínea |
| Ciclo vegetativo | Perenne, persistente |
| Adaptación pH | 3,5–6,0 |
| Fertilidad del suelo | Baja |
| Drenaje | Tolera períodos cortos de encharcamiento |
| Altitud (msnm) | 0–1.800 m |
| Precipitación | 1.000–4.000 mm |
| Densidad de siembra | 6–8 kg/ha |
| Profundidad de siembra | 1–2 cm |
| Valor nutritivo | Proteína 6–8%, digestibilidad 50–56% |
| Utilización | Pastoreo, control de erosión |

Descripción: Es perenne y estolonífera; los entrenudos son glabros y de color verde claro; las vainas de las hojas carecen de vellosidades; las hojas de los tallos tienen de 10 a 30 cm de longitud; presenta un color verde intenso. La inflorescencia es terminal y racimosa.



Foto 14A. *Brachiaria humidicola*.



Foto 14B. Estolones de *Brachiaria humidicola*.

Adaptación: Crece bien en zonas tropicales desde el nivel del mar hasta 1.800 m, con precipitaciones de 1.000 a 4.000 mm por año. Se comporta bien en un rango amplio de fertilidad, textura y acidez del suelo. Soporta suelos encharcados y crece muy bien en laderas.



Foto 15. Potrero con *Brachiaria humidicola*.

Establecimiento: Se puede establecer por medio de semilla botánica, utilizando de 3 a 4 kg/ha de semilla escarificada y con más de 50% de germinación; o vegetativa mediante estolones y cepas, cubre el suelo más rápido que *B. dictyoneura*. Cuando se utiliza material vegetativo, se requiere de 1 tonelada de estolones/ha. Muestra poca compatibilidad para asociarse con leguminosas como *Pueraria*, *Centrosema* y *Stylosanthes*, pero se asocia muy bien con leguminosas como *Desmodium* y *Arachis*.



Foto 16A. Establecimiento de *Brachiaria humidicola*.



Foto 16B. *Brachiaria humidicola* pastoreada.

Manejo: Por el lento crecimiento en el período de establecimiento, se debe tener un manejo cuidadoso en los primeros pastoreos para asegurar su persistencia. El primer pastoreo se recomienda realizarlo a los 4 meses de establecido, con una carga alta por un par de días (intensivo) para estimular el macollamiento y enraizamiento de los estolones. Para el manejo cuando está asociado, se recomiendan pastoreos alternos o rotacionales. En general, *B. humidicola* tolera cargas altas, lo que puede resultar en aumentos de proteína cruda en la dieta, pero la falta de disponibilidad de forraje puede ocasionar bajas en las ganancias de peso de los animales.



Foto 17. *Brachiaria humidicola* bajo pastoreo en sabanas de Casanare.

Limitantes: Baja compatibilidad con algunas leguminosas; bajo valor nutritivo; además, la dormancia de la semilla hace que su establecimiento sea costoso.

Productividad y valor nutritivo: La calidad del forraje disminuye rápidamente con el tiempo, debido principalmente a deficiencias de nitrógeno (N). Por lo tanto, se deben hacer aplicaciones con fertilizantes nitrogenados o introducir leguminosas persistentes y productivas a la pradera. El valor nutritivo por su contenido de proteína para la mayoría de las accesiones de *B. humidicola* es bajo. En general, la productividad es inferior a otras especies de *Brachiaria* cuando está en monocultivo. Si se asocia con leguminosas como *Desmodium heterocarpon* o *Arachis pintoi*, el nivel de proteína en la oferta se aumenta a 8 o 9%, lo cual se traduce en aumentos de peso de los animales y capacidad de carga en la pradera. Para el ecosistema de sabanas, se maneja en pastoreo alterno, produciendo ganancias entre 82 y 164 kg/ha/año. Cuando esta gramínea se asocia con *A. pintoi*, la producción de carne fluctúa entre 150 y 180 kg/animal/año y entre 300 y 360 kg/ha/año. Los mayores rendimientos están asociados con la mayor cantidad de leguminosa en la mezcla.



Foto 18. Productividad de *Brachiaria humidicola* en piedemonte del Meta.

Producción de semilla: La semilla presenta problemas de germinación por su dormancia y latencia prolongada, siendo a veces mayor de 9 meses. Es atacada por chinches y pájaros. Su producción es difícil; por lo tanto, su propagación se hace preferiblemente con material vegetativo.

Brachiaria híbrido

Nombres comunes: Mulato, Mulato II, Cayman.

Cultivares y accesiones avanzadas: Pasto Mulato (CIAT 36061, América Tropical); Pasto Mulato II (CIAT 36087, América Tropical); Cayman.

Brachiaria híbrido – Híbrido, Pasto Mulato, Mulato II

| | |
|-------------------------------|---|
| Familia | Gramínea |
| Ciclo vegetativo | Perenne, persistente |
| Adaptación pH | 4,5–8,0 |
| Fertilidad del suelo | Media |
| Drenaje | Buen drenaje |
| Altitud (msnm) | 0–1.800 m |
| Precipitación | 1.000 – 3.500 mm |
| Densidad de siembra | 6–8 kg/ha |
| Profundidad de siembra | 1–2 cm |
| Valor nutritivo | Proteína 12–15%, digestibilidad 55–62% |
| Utilización | Pastoreo, heno, ensilaje |

Descripción: Es una gramínea perenne que se desarrolla en regiones húmedas y subhúmedas. De crecimiento decumbente, estolonífero y cespitoso. Los tallos son de color verde intenso, con abundante pubescencia; las hojas son lanceoladas de color verde intenso de 15 a 20 cm de largo y con alta pubescencia. Las plantas son vigorosas y de buen macollamiento.



Foto 19A. *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.



Foto 19B. Macolla de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.



Foto 20B. Establecimiento de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.

Adaptación: Se adapta a suelos bien drenados de mediana fertilidad con $\text{pH} > 4,5$; precipitaciones superiores a 700 mm por año, altura hasta los 1.600 msnm y topografía plana a ondulada. Es resistente a sequías prolongadas, con buena producción de forraje en época crítica.

Establecimiento: Puede hacerse con semilla o material vegetativo. Se establece con 4–5 kg/ha, dependiendo de la calidad de la semilla. Se necesita escarificar las semillas mecánicamente o químicamente antes de sembrar. Es de muy rápido establecimiento, con un primer pastoreo ligero entre 90–120 días, se dan los mejores resultados.



Foto 20C. Material vegetativo de *Brachiaria* híbrido cv. Cayman.



Foto 20A. Establecimiento de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.

Manejo: La producción de forraje presenta pocos cambios estacionales durante el año. Requiere pastoreos intensivos, aguanta cargas altas y se recupera rápidamente; sin embargo, requiere períodos de descanso. Para mantener su productividad, se recomienda hacer fertilizaciones de mantenimiento.



Foto 21A. Productividad de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.



Foto 21B. *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II asociado con *Leucaena diversifolia*.

Productividad y valor nutritivo: Produce 25% más de materia seca que otras *Brachiaria* comerciales como el *B. decumbens* y *B. brizantha*; produce hasta 25 t de MS/ha/año, elevando la productividad animal de 1 a 2 kg/animal/día más que *B. decumbens*, *B. brizantha* cv. Marandú y *B. brizantha* cv. Toledo en condiciones comparables. La proteína está entre 12 y 15% y la digestibilidad entre 55 y 62%.



Foto 22A. Productividad de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.



Foto 22B. *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II bajo pastoreo en piedemonte del Meta.

Producción de semilla: La comercialización de semilla está protegida y se requiere de autorización de la empresa que posee los derechos. Mulato II produce entre 170 y 300 kg de semilla/ha. La producción a nivel de finca es muy baja.

Brachiaria decumbens Stapf

Nombres comunes: Pasto Braquiaria, pasto alambre, pasto amargo, pasto peludo.

Cultivares y accesiones avanzadas: *Brachiaria* (CIAT 606, Cuba); Chontalpo (CIAT 606, México); Señal (CIAT 606, Panamá); Pasto Peludo (CIAT 606, Costa Rica).

Brachiaria decumbens – Pasto Braquiaria

| | |
|-------------------------------|---|
| Familia | Gramínea |
| Ciclo vegetativo | Perenne, persistente |
| Adaptación pH | 3,8–7,5 |
| Fertilidad del suelo | Baja |
| Drenaje | Buen drenaje |
| Altitud (msnm) | 0–1.800 m |
| Precipitación | 1.000–3.500 mm |
| Densidad de siembra | 6–8 kg/ha |
| Profundidad de siembra | 1–2 cm |
| Valor nutritivo | Proteína 10–12%, digestibilidad 50–60% |
| Utilización | Pastoreo |

Descripción: Planta herbácea perenne, semierecta a postrada y rizomatosa; produce raíces en los entrenudos; las hojas miden de 20 a 40 cm de longitud y son de color verde oscuro y con vellosidades. La inflorescencia es en racimos y su semilla es apomíctica.

Adaptación: Se adapta a un rango amplio de ecosistemas. En zonas tropicales, crece muy bien en regiones de baja fertilidad con sequías prolongadas, se recupera rápidamente después de los pastoreos, compite bien con las malezas, no crece en zonas mal drenadas, no soporta encharcamientos prolongados y es muy susceptible al salivazo o mión de los pastos.



Foto 23A. *Brachiaria decumbens*.



Foto 23B. Adaptación *Brachiaria decumbens*.

Establecimiento: Se establece por semilla botánica o vegetativa. En el caso de estolones o cepas, se requiere de aproximadamente 60 bultos de material vegetativo por hectárea. Cubre rápidamente el suelo, tiene buena persistencia y productividad; los estolones enraízan bien. En el establecimiento, dependiendo del análisis del suelo, es necesario hacer una aplicación de 20 kg/ha de fósforo (P) y 25 kg/ha de potasio (K). Si el pasto está en monocultivo, es necesario aplicar 20 kg/ha de nitrógeno (N) cuando este alcance una altura de 20 a 30 cm.

Manejo: Aunque es una especie que se adapta a suelos de baja fertilidad, responde a la aplicación de P y N. Es necesario realizar fertilizaciones de mantenimiento cada 2 o 3 años de uso. Se puede manejar bajo pastoreo continuo o rotacional; su agresividad limita la capacidad de asociación con la mayoría de las leguminosas; sin embargo, utilizando diferentes estrategias de siembra es posible establecer asociaciones estables con *Canavalia*

brasiliensis, *Pueraria*, *Arachis* y *Desmodium*, y en suelos arenosos con *Stylosanthes capitata*.



Foto 24A. *Brachiaria decumbens* bajo pastoreo.



Foto 24B. *Brachiaria decumbens* bajo sombrio de Yopo, piedemonte de Casanare.

Productividad y valor nutritivo: La productividad de MS de esta especie es variable dependiendo de las condiciones climáticas, época del año y de la fertilidad del suelo. Durante el período de lluvias, alcanza hasta 6 t de MS/ha (12 semanas de rebrote), reduciéndose en la época seca hasta en 70%. El valor nutritivo se puede considerar intermedio en términos de digestibilidad, composición química y consumo; el contenido de PC disminuye rápidamente con la edad del pasto desde 10% a los 30 días a 5% a los 90 días. En sabanas planas, se han obtenido incrementos de peso vivo durante todo el año de 400 g/animal/día. La introducción de *Pueraria* en franjas o como banco de proteínas mejora las ganancias de peso y la tasa reproductiva de los

animales. Iguales incrementos se observaron cuando se utilizó *Desmodium heterocarpon* en franjas con 15 a 20% de área en leguminosa.

Producción de semilla: Las semillas no maduran en forma homogénea; sin embargo, la cosecha se puede realizar en forma manual o mecánica. Su rendimiento varía de 10 a 40 kg/ha. Es sensible al fotoperíodo y, bajo condiciones de los Llanos de Colombia, no florece de diciembre a mayo. Presenta una latencia más compleja que la registrada por *B. humidicola*.

Dichanthium aristatum (Poir.) C.E. Hubb

Nombre común: Pasto Angleton

Dichanthium aristatum – Pasto Angleton

| | |
|-------------------------------|---|
| Familia | Gramínea |
| Ciclo vegetativo | Perenne, persistente |
| Adaptación pH | 4.0–8.0 |
| Fertilidad del suelo | Media a alta |
| Drenaje | Buen drenaje |
| Altitud (msnm) | 0–1.400 m |
| Precipitación | > 850 |
| Densidad de siembra | 4–6 kg/ha |
| Profundidad de siembra | 1–2 cm |
| Valor nutritivo | Proteína 7–9%, digestibilidad 50–57% |
| Utilización | Pastoreo, corte y acarreo, heno |

Descripción: Planta herbácea perenne, erecta (altura 60–120 cm); normalmente forma macollas, pero con altas densidades de siembra, puede formar césped. Las hojas son lanceoladas.



Foto 25A. *Dichoanthium aristatum*-Angleton.



Foto 25B. Establecimiento *Dichoanthium aristatum*-Angleton.

Adaptación: Tiene amplio rango de adaptación a clima y suelo. Crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un rango amplio de pH y textura. Tolera sequías prolongadas y períodos húmedos, y está considerada como invasora en virtud de la alta fertilidad de su semilla. Tiene buena persistencia bajo pastoreo, compite con las malezas y se asocia bien con leguminosas como *Arachis*, *Desmodium*, *Pueraria* y *Centrosema*. En zonas tropicales, crece desde el nivel del mar hasta 1.400 m y con precipitaciones mayores a 850 mm al año. Los estolones enraízan bien estableciéndose rápidamente.

Productividad y valor nutritivo: Su valor nutritivo se considera mediano; debido a la floración precoz, produce mucha semilla de alta calidad; la floración empieza al final de las lluvias. Tiene baja relación hoja/tallo y pierde rápidamente su calidad. La producción anual varía entre 8–12 t de MS/ha y soporta cargas altas bajo manejo de rotación. En regiones del Sinú, se obtienen ganancias entre 500 a 600 g/animal/día con cargas de 1,6 a 2,3 animales/ha; y en el Magdalena Medio colombiano en asociaciones con Kudzú, produce 700 g/animal/día con cargas de 2,2 animales. Los contenidos de proteína en praderas bien manejadas están entre 7–9%, y la digestibilidad entre 50–57%.



Foto 26A. Productividad de *Dichanthium aristatum*.



Foto 26B. Productividad de *Dichanthium aristatum*.

***Megathyrsus maximus* – *Panicum maximum* Jacq.**

Nombres comunes: Pasto Guinea, saboya, Panicum.

Cultivares y accesiones avanzadas: Vencedor (CIAT 26900, Brasil); Tanzania 1 (CIAT 16031, Brasil); Tobiata (CIAT 6299, Brasil); Mombaça (CIAT 6962, Brasil).

***Megathyrsus maximus*–Pasto Guinea, saboya, Panicum**

| | |
|-------------------------------|---|
| Familia | Gramínea |
| Ciclo vegetativo | Perenne, persistente |
| Adaptación pH | 5.0–8.0 |
| Fertilidad del suelo | Media a alta |
| Drenaje | Buen drenaje |
| Altitud (msnm) | 0–1.500 m |
| Precipitación | 1.000–3.500 mm |
| Densidad de siembra | 6–8 kg/ha |
| Profundidad de siembra | Sobre el suelo, ligeramente tapada |
| Valor nutritivo | Proteína 10–14%, digestibilidad 60–70% |
| Utilización | Pastoreo, corte y acarreo, barreras vivas, heno, ensilaje |

Descripción: Son plantas perennes que forman macollas; pueden alcanzar hasta 3 m de altura y de 1 a 1,5 m de diámetro de la macolla. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas y ocasionalmente tienen rizomas, lo que confiere cierta tolerancia a la sequía. Los tallos son erectos y ascendentes con una vena central pronunciada. La inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud.



Foto 27A. Aspecto de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa.



Foto 27B. Manejo de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa.

Manejo: Necesita suelos de media a alta fertilidad, bien drenados, con pH entre 5 y 8, no tolera suelos inundables. Alturas entre 0–1.500 msnm y precipitaciones entre 1.000 mm y 3.500 mm por año; crece muy bien en temperaturas altas. Tiene menor tolerancia a la sequía que las *Brachiaria*; tolera algo de sombra creciendo bien bajo algunas especies arbóreas. Crece rápido y no compite bien con malezas, pero deja espacio para asociar con leguminosas como *Arachis*, *Centrosema* y *Pueraria*. El primer pastoreo se recomienda a los 90–120 días después de la siembra o bien antes de iniciar la floración.

Adaptación: Tolera pastoreo intensivo pero solo con el mantenimiento de la fertilidad del suelo, pues responde bien a la fertilización. Se recomienda retirar los animales de la pastura cuando esta alcance 20 cm de altura. Bajo estas condiciones, *Panicum* soporta cargas de 2,5 a 4 animales/ha durante las lluvias y 1,5 a 2 animales/ha en sequía.



Foto 28A. Productividad de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa.



Foto 28B. *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa asociada con *Leucaena diversifolia*.

Productividad y valor nutritivo: Produce entre 20 y 30 t de MS/ha por año; proteína entre 10–14% y digestibilidad de 60–70%. El alto valor nutritivo de esta especie resulta en alta productividad animal; las ganancias de peso en una pradera bien manejada oscilan entre 700 g/animal/día durante época de lluvias y 170 g/animal/día en verano.

Producción de semilla: *Panicum maximum* produce semilla durante todo el año, con mayor producción en la época seca. La producción de semilla se dificulta por diferentes grados de desarrollo de las espigas, dando como resultado cosechas de semilla inmadura, con un porcentaje de germinación bajo. La germinación de semilla recién cosechada es de 5%, aumentando con el tiempo de almacenamiento, con la mejor germinación a los 160–190 días después de la cosecha. Los rendimientos oscilan entre 250 y 350 kg/ha.



Foto 29A. Conservación de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa.



Foto 29B. Producción de semilla de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa.

Leguminosas

Leucaena diversifolia (Schltl.) Benth

Nombres comunes: Diversifolia, leucaena (igual a *L. leucocephala*), leucaena roja, guaje, guajillo, quebrachillo.

Cultivares y accesiones avanzadas: 46/87/15, 21242, ILRI 16507, K 782, K 787, 17271, ILRI 15551.

Leucaena diversifolia

| | |
|-------------------------------|---|
| Familia | Leguminosa |
| Ciclo vegetativo | Perenne, persistente |
| Adaptación pH | 5,5-7,5 |
| Fertilidad del suelo | Baja a media |
| Drenaje | Buen drenaje |
| Altitud (msnm) | 0-2.000 m |
| Precipitación | 1.000-3.500 mm |
| Densidad de siembra | Para pastoreo asociado con una gramínea 1kg/ha para corte y acarreo 1,5 kg/ha |
| Profundidad de siembra | 1 cm |
| Valor nutritivo | Proteína 20-25%, digestibilidad 60% |
| Utilización | Corte y acarreo, sombra (ej. plantaciones de café y cacao), pastoreo, leña, abono verde, barreras, cercas vivas |

Descripción: Arbustiva o árbol perenne de crecimiento erecto, puede alcanzar 3 a 20 m. La corteza inicialmente es suave, luego se torna dura, de color gris marrón con líneas naranjas. *L. diversifolia* tiene hojas compuestas con 16 a 24 parejas de pínulas y 48 a 58 hojitas o lóbulos por pínula. La hojita es linear-oblonga, sin pelos (excepto en las bases). Las flores son pequeñas, más pequeñas que las de *L. leucocephala*. *L. diversifolia* tiene de 45 a 90 flores por cabeza, en grupos de 1 a 5 flores, de color rosa a violeta.



Foto 30. *Leucaena diversifolia*.



Foto 31. *Leucaena diversifolia* asociada con *Brachiaria* híbrido.

Adaptación: Más tolerante a la acidez del suelo y adaptación hasta 2000 msnm a diferencia de *L. leucocephala*. Crece mejor entre 1.000 y 1.500 msnm, pero se adapta desde alturas de 200 a 2.000 msnm, en ambientes sin fríos (heladas); con precipitación de 1.000 a 3.500 mm anuales y medianamente tolerante a

la sequía. Se adapta bien en suelos de baja a mediana fertilidad, con buen drenaje y de pH 5,0–7,5.



Foto 32A. Sistema para corte y acarreo con *Leucaena diversifolia*.



Foto 32B. *Leucaena diversifolia* como cerca viva.

Manejo: El crecimiento inicial es lento; por lo tanto, necesita control de malezas durante los 5 a 6 meses de establecimiento. Según la fertilidad del suelo y el uso, se debe aplicar la mitad de la dosis de fertilizante aplicada en el establecimiento cada 2 o 3 años.

Productividad y valor nutritivo: Produce entre 2 y 4 t de MS/ha por corte, con un contenido de proteína de 20–25% y una digestibilidad alrededor de 60%. Contiene taninos y mimosina como *L. leucocephala*.



Foto 33A. *Leucaena diversifolia* en franjas con *Brachiaria* híbrido cv. Cayman.



Foto 33B. Ramoneo de *Leucaena diversifolia*.

Producción de semilla: El rendimiento de semilla, en general, es alto en la mayoría de accesiones, sin tener una época específica de producción de semilla durante el año.



Foto 34A. Producción de semilla de *Leucaena diversifolia*.



Foto 34B. Semillas de *Leucaena diversifolia*.

***Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit**

Nombres comunes: Leucaena, acacia bella rosa, aroma blanco.

Cultivares y accesiones avanzadas: Cunningham (CIAT 17502); Cenicafe-Romelia (CIAT 21888, Colombia); CIAT 17263; cv. Tarramba; cv. Perú; cv. Taiwán.

***Leucaena leucocephala* – Leucaena**

| | |
|-------------------------------|---|
| Familia | Leguminosa |
| Ciclo vegetativo | Perenne |
| Adaptación pH | 5,2–8,0 |
| Fertilidad del suelo | Media |
| Drenaje | Necesita buen drenaje |
| Altitud (msnm) | 0–1800 m |
| Precipitación | > 750 mm |
| Densidad de siembra | 1,5 m entre surcos, y 1 m entre plantas |
| Profundidad de siembra | 2–5 cm, la semilla se debe escarificar |
| Valor nutritivo | Proteína 12–25%, digestibilidad 65–85% |
| Utilización | Banco de proteína; leña; corte y acarreo; abono verde; sistemas agroforestales; concentrado para aves, cerdos y bovinos; pastoreo; barreras vivas; rompevientos; ensilaje; cercas vivas |

Descripción: Árbol perenne de 3 a 10 m de altura y raíces pivotantes, aunque algunas variedades maderables alcanzan hasta los 20 m. Hojas compuestas bipinadas de 20–40 folíolos lanceolados de 7–12 mm y de color verde oscuro; flores axilares en forma de cabezuelas compuestas de color blanco amarillento; vaina casi aplanada que contiene 4–6 semillas de color café oscuro, presenta dehiscencia bastante definida. Poca tolerancia a suelos ácidos.



Foto 35A. *Leucaena leucocephala*.



Foto 35B. Producción de semilla de *Leucaena leucocephala*.

Adaptación: Crece en alturas hasta de 1.800 msnm y no tolera heladas con temperaturas mayores de 10 °C. La temperatura óptima está entre 22–30 °C y precipitación mayor de 750 mm. Se adapta a un rango amplio de suelos con pH 5,5 (6,0)–8,0 y no tolera suelos ácidos con pH menor de 5,5 en donde su desarrollo es muy pobre. Necesita suelos de mediana fertilidad. No tolera sombra ni inundación, pero sí tolera sequía, aunque se defolia en épocas secas prolongadas.

Establecimiento: Se siembra directamente, a través de viveros o por estacas. Si es sembrado en viveros, su trasplante al campo se hace cuando las plántulas tienen una altura de 50–70 cm. La distancia de siembra varía dependiendo de su uso. Se recomienda, para bancos de proteína, una distancia entre surcos de 1,5 m, y 1 m entre plantas. En potreros, cuando se asocia con gramíneas, la distancia entre surcos puede ser de doble fila cada 9 m. Su crecimiento inicial es lento; por lo tanto, es necesario hacer control de malezas y plagas (es muy atacada por hormigas y trozadores) durante el establecimiento. Susceptibilidad al insecto psílido (*Heteropsylla cubana*) y a hormigas. Se ha encontrado presencia del compuesto antinutricional mimosina.

Manejo: Se puede cortar de 1 a 1,20 m de altura para propiciar brotes vigorosos en intervalos de 2–3 meses. Durante el año de establecimiento, solo se puede pastorear ligeramente, siempre y cuando tenga una altura superior a 1 m. Una vez establecido, se recomienda pastoreo cada 2 a 3 meses hasta un nivel no menor de 40 cm. Se defolia durante períodos secos prolongados; por lo tanto, su uso en esta época es limitado. Para evitar efectos negativos de la toxina mimosina, se recomienda limitar el suministro de *Leucaena* en la ración a 30%. Se maneja bajo pastoreo directo asociado con gramíneas, como banco de proteína para uso estratégico y bajo corte y acarreo como suplemento.



Foto 36B. Franjas de *Leucaena leucocephala* para ramoneo.

Productividad y valor nutritivo: Produce de 7–25 t de MS/ha/año; su contenido de proteína cruda oscila entre 12 y 25%; y su digestibilidad entre 65 y 85%. Posee alto contenido de vitamina A. Por su alta calidad, en animales que pastorean o consumen *Leucaena* en la dieta, se obtienen ganancias de peso hasta de 700 g/animal/día y aumentos en producción de leche. La producción de bastante cantidad de madera ha sido un producto adicional valioso en sistemas de pequeños productores aunque, por su baja densidad, su calidad no es buena, pero puede ser usada industrialmente para pulpa y energía.



Foto 36A. *Leucaena leucocephala* en surcos.

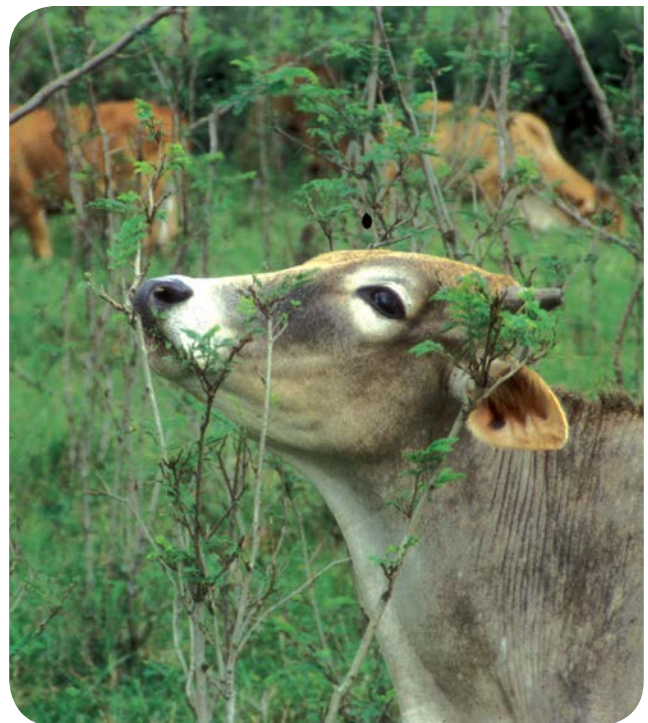


Foto 37A. Ramoneo de *Leucaena leucocephala*.



Foto 37B. *Leucaena leucocephala* en asociación con estrella.

Producción de semilla: Presenta autopolinización. Su producción es abundante y tiene un alto porcentaje de dormancia de la semilla en los primeros 2 a 3 meses. La vaina es alargada y plana, de color marrón cuando está madura y presenta dehiscencia. La semilla es aplanada, dura y de color café.



Foto 38A. Semilla de *Leucaena leucocephala*.



Foto 38B. Producción de semilla de *Leucaena leucocephala*.

Canavalia brasiliensis Mart. ex. Benth

Nombres comunes: Frijol espada, frijol bravo.

Cultivares y accesiones avanzadas: CIAT 17009 (Colombia y Centroamérica).

Canavalia brasiliensis – Frijol espada

| | |
|-------------------------------|--|
| Familia | Leguminosa |
| Ciclo vegetativo | Anual a bianual |
| Adaptación pH | 4,3 a 8,0 |
| Fertilidad del suelo | Baja |
| Drenaje | No tolera inundación |
| Altitud (msnm) | 0-1.800 m |
| Precipitación | 900-1.800 mm |
| Densidad de siembra | Para abono verde y cobertura, 50 cm entre surcos, y 30 cm entre plantas (25-30 kg/ha). Para producción de semillas 1 m entre surcos y 50 cm entre plantas (20 kg/ha) |
| Profundidad de siembra | 1-3 cm, escarificada |
| Valor nutritivo | Proteína en el follaje 19-25% y digestibilidad > de 80%. Proteína cruda en el grano 20-28%, con alto contenido de lisina (uso como concentrado para cerdos y aves) |
| Utilización | Abono verde, cobertura, control de erosión, corte y acarreo, pastoreo, concentrado, mejoramiento de rastrojo, harina de hojas, heno y ensilaje |

Descripción: Leguminosa herbácea de ciclo anual o bianual, aunque algunos materiales de esta especie pueden permanecer más años. Hábito de crecimiento voluble y rastrero. Tiene un sistema de raíces bien desarrollado; flores vistosas de color blanco, morado o morado-violeta a azul. Vaina oblonga, glabrescente, color café, de 10 a 12 cm de largo por 10 mm de ancho, y con alrededor de 12 semillas de color café claro.



Foto 39A. *Canavalia brasiliensis*.



Foto 40A. Adaptación de *Canavalia brasiliensis* a sequías prolongadas.



Foto 39B. *Canavalia brasiliensis*.



Foto 40B. *Canavalia brasiliensis* como cobertura.

Adaptación: Se adapta bien a diferentes suelos y climas, tanto arcillosos como arenosos de baja fertilidad y desde ácidos hasta alcalinos. Tolerancia bien la sequía y la sombra.

Manejo: Para abono verde y/o cobertura, se siembra al voleo o en surcos a 50 cm de distancia y 30 cm entre plantas con 25–30 kg de semilla/ha. Para producción de semilla, se siembra en surcos a 1 m de distancia y 50 cm entre plantas (20 kg/ha). La semilla tiene alta germinación y se siembra a 1–3 cm de profundidad. Su establecimiento es rápido y compite muy bien con las malezas. El manejo depende del uso: como abono verde, se puede incorporar al suelo a partir de 3–5 meses; como rastrojo, se puede usar en el tiempo oportuno durante la época seca. También se puede manejar como componente en barbecho mejorado. Para corte y acarreo, se deben cortar rebrotes de más de 8 semanas para obtener mayores rendimientos de biomasa.

Limitantes: Planta huésped de la mosca blanca, la semilla puede contener elementos antinutricionales.

Productividad y valor nutritivo: Crecimiento productivo alto. Dependiendo del suelo y el clima, puede producir después de 3 a 5 meses de sembrado entre 3–8 t de MS/ha por corte, permitiendo hasta 3 cortes por año. Es una leguminosa de excelente calidad, con un contenido promedio de proteína cruda en el follaje de 22% y en el grano de 18–26%. Tiene buena composición de aminoácidos esenciales y minerales, por lo cual se puede utilizar como componente de concentrados para aves y cerdos. La digestibilidad de follaje está por encima del 70% y su palatabilidad es alta. La asociación de *Canavalia* con gramíneas de baja calidad mejora el nivel de proteína de la dieta e incrementa el consumo de nutrientes digestibles. No se han presentado efectos tóxicos en animales que consumieron niveles altos de *Canavalia*.



Foto 41A. *Canavalia brasiliensis* en asociación con *Brachiaria* híbrido cv Mulato II.



Foto 42B. Producción artesanal de semilla de *Canavalia brasiliensis*.



Foto 41B. *Canavalia brasiliensis* bajo pastoreo.

Producción de semilla: El rendimiento de semilla, en general, es alto en la mayoría de accesiones, sin tener una época específica de producción de semilla durante el año.



Foto 42A. Producción de semilla de *Canavalia brasiliensis*.

***Centrosema molle* Mart. ex Benth**

***Centrosema pubescens* Benth**

Nombres comunes: Centro, Campanilla, choreque, patito, pin-pin, gallinita.

Cultivares y accesiones avanzadas: CIAT 17009 (Colombia y Centroamérica).

***Centrosema molle* – Centro/*Centrosema pubescens* W**

| | |
|-------------------------------|---|
| Familia | Leguminosa |
| Ciclo vegetativo | Perenne |
| Adaptación pH | 4,5 a 7,0 |
| Fertilidad del suelo | Baja a mediana |
| Drenaje | Tolera moderadamente inundaciones |
| Altitud (msnm) | 0-1.700 m |
| Precipitación | 1.000-1.750 mm |
| Densidad de siembra | 50 a 100 cm entre surcos, 5 cm entre plantas, con 4-5 kg/ha, al voleo 25% más |
| Profundidad de siembra | 2-3 cm, escarificada |
| Valor nutritivo | Proteína 15-25%, digestibilidad 50-65% |
| Utilización | Banco de proteína, cobertura, abono verde, barbecho mejorado, heno, ensilaje y pastoreo |

Descripción: Leguminosa herbácea perenne, postrada a enredadera, de 40–50 cm de altura, raíces pivotantes y vigorosas. Tallos delgados, rastreros estoloníferos, un poco pubescentes, no llegan a ser leñosos por lo menos antes de 18 meses. Hojas trifoliadas, de color oscuro, elíptica u ovado-elíptica, aproximadamente de 4 cm de largo y 3,5 cm de ancho, un poco pubescentes, especialmente en la superficie más baja. Flores grandes y vistosas de color lila, y las vainas son lineales con márgenes prominentes de 7,5 a 15 cm, de color castaño oscuro cuando están maduras; contiene alrededor de 20 semillas de forma oblonga con esquinas redondeadas; el tamaño de la semilla es de 5 mm por 4 mm, de color castaño-negro. Tolerante a sequía, sombra e inundaciones moderadas.



Foto 43A. *Centrosema molle*.



Foto 43B. *Centrosema molle*.

Adaptación: Crece hasta 1.700 msnm, con precipitación de 1.000–1.750 mm/año. Se adapta a suelos con baja a mediana fertilidad y niveles bajos de fósforo, pH de 4,5–7,0, y a un rango amplio de texturas del suelo, desde arenoso-franco a arcillo-limoso.

Establecimiento: Se siembra al voleo o en surcos a una distancia de 50 a 100 cm entre surcos y 5 cm entre plantas, utilizando de 5–7 kg de semilla/ha y a una profundidad de siembra de 2–3 cm con semillas escarificadas. Se establece moderadamente rápido. Se deben controlar malezas durante su establecimiento. En monocultivo, tiene una cobertura buena. Se asocia bien con *Panicum maximum*, *Paspalum atratum*, *Andropogon gayanus*, *Pennisetum* sp., *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria* spp.

Manejo: No tolera pastoreo intensivo y continuo. Para garantizar su persistencia, las asociaciones deben pastorearse en forma rotacional con un período de descanso que permita la recuperación de la leguminosa. Para heno y ensilaje, se corta antes de la floración.

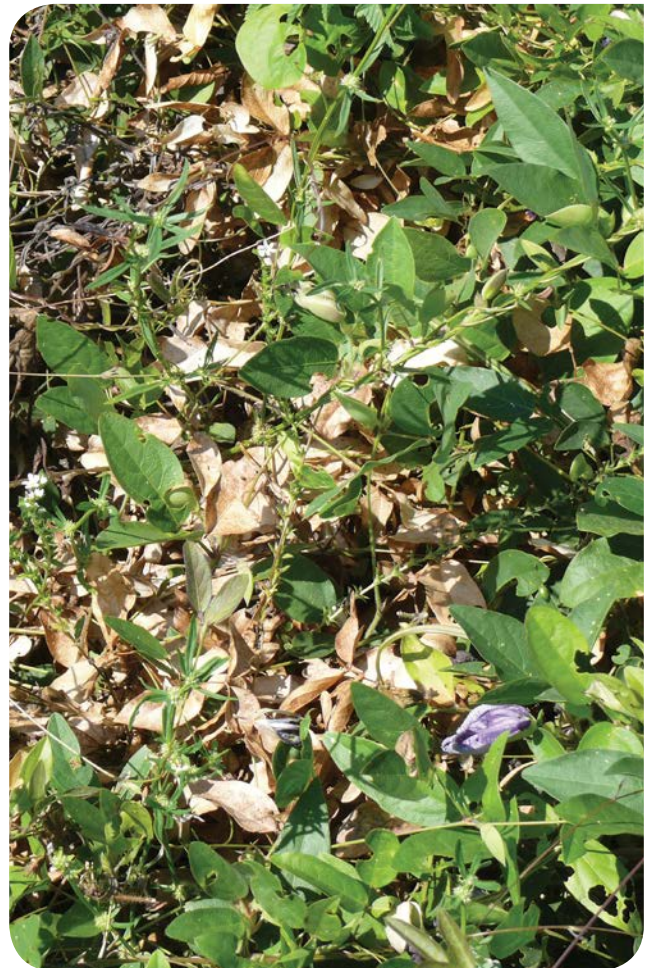


Foto 44A. Establecimiento de *Centrosema molle*.



Foto 44B. *Centrosema molle* como cobertura.

Productividad y valor nutritivo: Produce de 3–10 t de MS/ha/año. La proteína cruda es de 15–25% y digestibilidad de 50–65%. Se obtienen ganancias de peso de 400–600 g/ha/día o 500–600 kg/ha año; con fertilización hay mayores ganancias. Tiene buena palatabilidad para los bovinos, ovejas y cabras. Permanece verde durante épocas secas prolongadas.

Producción de semilla: Produce de 200–500 kg/ha con 60% de semilla pura.



Foto 45B. Semilla de *Centrosema molle*.

***Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze**

Nombre común: Cratylia.

Cultivares y accesiones avanzadas: Veraniega y Veranera (mezcla física de accesiones CIAT 18516 y 18668, Costa Rica y Colombia, respectivamente); CIAT 18674, 22375, 22048, 22049.

***Cratylia argentea* – Cratylia**

| | |
|-------------------------------|--|
| Familia | Leguminosa arbustiva |
| Ciclo vegetativo | Perenne |
| Adaptación pH | 3,8 a 6,0 |
| Fertilidad del suelo | Baja |
| Drenaje | Buen drenaje |
| Altitud (msnm) | 0–1.200 m |
| Precipitación | 1.000–4.000 mm |
| Densidad de siembra | Distancias entre surcos de 1,5 m, y 1 m entre plantas |
| Profundidad de siembra | 1–2 cm |
| Valor nutritivo | Proteína 18–30%, digestibilidad de 60 a 65% |
| Utilización | Corte y acarreo, suplemento en sequía, banco de proteína, concentrado, pastoreo, barrera viva, heno y ensilaje |



Foto 45A. Producción de semilla de *Centrosema molle*.

Descripción: Arbustiva perenne, erecta y algunas rastreras; altura normalmente entre 1,5 a 3 m. De raíces profundas, hojas trifoliadas; flores de color lila y en raros casos blanco;seudoracimos hasta de 30 cm de largo y hasta 30 flores. Vainas dehiscentes de 20 cm de largo, con 4 a 8 semillas circulares, de color amarillo oscuro a marrón. Si las semillas se maduran en alta humedad, su color es marrón oscuro.



Foto 46A. *Cratylia argentea*.

Adaptación: Se adapta bien a diferentes suelos – incluso de baja fertilidad – pero necesita buen drenaje; pH de 3,8 a 6,0. Crece desde el nivel del mar hasta 1.200 m, con precipitaciones de 1.000 a 4.000 mm. Tiene alta tolerancia a la sequía, permanece verde, rebrota en sequías prolongadas de 6 a 7 meses y tolera el fuego. La altura límite sobre el nivel del mar es de 1.200 a 1.400 m, no tolera inundación y su crecimiento inicial es lento, particularmente en suelos con pH > 6,0. La producción de semilla no es uniforme durando varios meses (2 a 3); se debe tener cuidado con su secado y pierde viabilidad si el almacenamiento no cuenta con condiciones óptimas.



Foto 47A. *Cratylia argentea* establecida.



Foto 46B. *Cratylia argentea*.



Foto 47B. *Cratylia argentea* como banco forrajero para corte y acarreo.

Establecimiento: Se puede sembrar en forma directa con dos semillas por sitio, a una profundidad 1 a 2 cm, o a través de viveros. Para producción de semillas, se siembra en 3 m x 3 m. Es conveniente, antes de sembrar, tratar la semilla con fungicidas para evitar pudriciones. El crecimiento inicial es lento, pero se puede mejorar con fertilización fosforada. Es una planta que mejora las condiciones físicas y químicas del suelo.



Foto 48A. Vivero de *Cratylia argentea*.



Foto 48C. Establecimiento de *Cratylia argentea* con maíz.



Foto 48D. Establecimiento de *Cratylia argentea* con maíz.



Foto 48B. Siembra de *Cratylia argentea* asociada con maíz.

Manejo: La *Cratylia* se puede cortar por primera vez cuatro meses después de la siembra. Es tolerante a cortes frecuentes con intervalos de 50 a 90 días, incluso durante la época seca. Se corta a 30–90 cm sobre el nivel del suelo; sin embargo, plantas cortadas al ras han rebrotado bien. Se puede manejar bajo pastoreo directo con muy buena aceptación por parte de los animales.



Foto 49A. Establecimiento de *Cratylia argentea*.



Foto 49B. Franjas de *Cratylia argentea* para ramoneo.

Productividad y valor nutritivo: Los rendimientos de MS son altos, entre 2–5 t/ha en 8 semanas, tanto en épocas de lluvia como de sequía. Tiene un valor nutritivo alto, siendo uno de los mejores para arbustivas adaptadas a suelos ácidos e infértiles. La proteína cruda se encuentra de 18 a 30% y la digestibilidad de 60–65%, y contiene muy pocos componentes antinutritivos. Tiene buena palatabilidad para bovinos; para ovejas, el consumo de *Cratylia* inmadura es bajo. En ensayos, se ha encontrado un incremento en leche de 1,1 a 2,2 litros/vaca/día si se usa *Cratylia* como suplemento en vacas de buen genotipo y un alimento basal de baja calidad. *Cratylia* puede reemplazar otros concentrados y suplementos.

Se puede calcular el área de *Cratylia* necesaria para suplementar con base en una producción de 0,6 a 1 kg de materia verde por planta en 60 a 90 días. Con estos niveles de producción y un 40% en la ración,

se necesitarían 6–10 plantas de *Cratylia* por animal/día en la época seca. Permanece verde y productiva hasta 6 meses durante la época seca.



Foto 50. *Cratylia argentea* asociada con *Brachiaria*.

Producción de semilla: Se puede cosechar semilla desde el año de establecimiento, aunque esta producción en el primer año es baja. El rendimiento de semilla está afectado por el tiempo, altura de corte y fertilización con fósforo. Se han reportado buenos resultados cuando se ha cortado *Cratylia* a 30 cm y ha sido fertilizado con fósforo al comienzo de la época de lluvias.

La producción de semilla empieza desde el comienzo de la época seca durante 2 a 3 meses. Los rendimientos de semilla están entre 500–700 kg/ha/año. Se necesita almacenar las semillas en condiciones frescas y secas si no se siembra 2 a 4 meses después de la cosecha.



Foto 51A. Establecimiento de *Cratylia argentea* para producción de semilla.



Foto 51B. Producción de semilla de *Cratylia argentea*.



Foto 51C. Semilla de *Cratylia argentea* de dos localidades.

Costos ganaderos

La actividad ganadera demanda una serie de recursos materiales, financieros y humanos que requieren una buena administración. Esto implica llevar una serie de registros ordenados sobre todos los movimientos de la finca, que permitan conocer la productividad e ingresos, los costos de producción y el beneficio económico obtenido.

Los ingresos y, en especial, los egresos son de muchos tipos; por tanto, es necesario clasificarlos según su origen y destino, como se detalla a continuación:

Ingresos

Hacen referencia a todas las entradas económicas que recibe el productor por la venta de sus productos o servicios, por ejemplo, la venta de leche y animales, arrendamiento de tierras, entre otros.

Egresos o costos

Son todas aquellas salidas económicas necesarias para el desarrollo de la actividad productiva. Los egresos se clasifican en tres grandes grupos:

Costos variables o directos

Son aquellos que se relacionan directamente con la producción animal y varían de acuerdo al tamaño y nivel de rendimiento de la finca, por ejemplo, alimentación animal, sanidad, manejo de forrajes y mano de obra.

Costos fijos o indirectos

Estos no varían con el nivel de producción y pueden ser desembolsables (pago de servicios públicos, mantenimiento de equipos e instalaciones, impuestos, intereses, seguros) o no desembolsables en dinero (mano de obra familiar, depreciación de instalaciones y equipos).

Costos de inversión o costos de capital

Son inversiones que permiten aumentar la productividad a mediano y largo plazo. Entre estos se encuentran: compra de maquinaria y equipos (equipos de ordeño, guadaña, tractores, etc.), compra de animales (reproductores, reemplazos).

Flujo de caja

Se define como la diferencia entre los ingresos y los egresos propios de la actividad. Mediante este cálculo, se pueden estimar de manera sencilla las utilidades de un período.

A continuación, se presenta una metodología sencilla, con sus respectivos registros básicos (ver Anexos 2 al 13), que le permitirá al productor iniciar una administración organizada en su explotación al establecer un flujo mensual de ingresos y egresos.

Ingreso: Venta de leche mensual

| Fecha | Total litros (semana) | Precio litro leche (semana) | Ingreso semanal (litro semana x precio) | Total de litros (mes) | Precio litro leche (mes) | Ingreso mensual (litro mes x precio) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|---|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL (\$/semana) | | | | TOTAL (\$/mes) | | |

Los ingresos por ventas mensuales de leche se completan según la información obtenida en el Anexo 8 – Registro de producción diaria de leche.

Ingreso: Venta de animales

Este registro nos permite conocer cuáles animales han salido del predio por haber alcanzado el peso vivo máximo o por descarte.

| Fecha | Identificación del animal | Categoría del animal | Sexo | Peso del animal (kg) | Precio de carne (kg) | Precio recibido (animal en pie) | Deducciones | Ingreso total |
|-------|---------------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | TOTAL (\$/mes) | |

Los ingresos por venta de animales se complementa según la información obtenida en el Anexo 5 – Registro de crecimiento de los animales, al conocer cuáles son los animales que han alcanzado el peso para su venta, y en el Anexo 3 – Registro de reproducción y en el Anexo 9 – Registro de lactancia, al saber que vaca ha declinado en su reproducción y producción.

Egreso: Compra de insumos

En este registro, se incluyen la compra de insumos relacionados con: alimentación animal (concentrados, suplementos, sales), sanidad (vacunas, desparasitantes, antibióticos), conservación y manejo de praderas (semillas, herbicidas, insecticidas, fungicidas, fertilizantes).

| Fecha | Nombre proveedor (No. factura) | Nombre insumo | Cantidad | Precio unidad (\$) | Costo total (\$) | Otros costos | | | | Transporte- Precio del flete (\$) | |
|-------|-----------------------------------|---------------|----------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|---|----------------|
| | | | | | | Número de personas | Número de jornales u horas | Valor un jornal u hora (\$) | Costo del personal en labores de traslado | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | TOTAL (\$/mes) | | | | | TOTAL (\$/mes) |

Notas: Costo del personal en las labores de traslado = Número de personas requeridas x Número de jornales o horas empleados x Valor de un jornal u hora.
 Los egresos por compra de insumos se complementan según la información obtenida en el Anexo 10 – Registro sanitario, Anexo 11 – Registro inventario de medicamentos y suplementos, Anexo 12 – Registro de alimentación animal.

Egreso: Uso de maquinaria, equipos, materiales e implementos

Este registro permite conocer el uso de la maquinaria o equipos propios (tractor, pulidora, bomba, etc.) y alquilados.

| Fecha | Implemento Equipo | Actividad | Cantidad o días de uso | Precio (alquiler o compra) | Total (\$) | Observaciones |
|-------|----------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | TOTAL (\$/mes) | | |

Los egresos por el uso de maquinaria, equipos, materiales e insumos se complementan según la información obtenida en el Anexo 13 – Manejo de praderas.

Egreso: Inversión para el establecimiento de pasturas

| Descripción | Unidad | Cantidad / hectárea | Precio unidad | Total / hectárea |
|---|--------|---------------------|---------------|------------------|
| 1. Preparación del suelo (alquiler de maquinaria, arado, rastra, siembra, fertilización, riego, etc.) | | | | |
| Subtotal Preparación del suelo (1) | | | | |
| 2. Insumos (semillas, plántulas, enmiendas, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, etc.) | | | | |
| Subtotal insumos (2) | | | | |
| 3. Mano de Obra (fija, temporal) | | | | |
| Subtotal mano de obra (3) | | | | |
| 4. Otros costos (transporte, imprevistos) | | | | |
| Subtotal otros costos (4) | | | | |
| Total costos variables (1+2+3+4) | | | | |
| COSTOS DE ESTABLECIMIENTO (Total costos por hectárea x No. hectáreas establecidas) | | | | |

Flujo de caja

| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | |
| Venta leche | | | | | | | | | | | | |
| Venta animales | | | | | | | | | | | | |
| Otros ingresos | | | | | | | | | | | | |
| Total ingresos (1) | | | | | | | | | | | | |
| GASTOS O EGRESOS | | | | | | | | | | | | |
| Costos variables | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | | | | | | | | | | | | |
| Mano de obra | | | | | | | | | | | | |
| Maquinaria (alquiler) | | | | | | | | | | | | |
| Compra de animales | | | | | | | | | | | | |
| Otros costos | | | | | | | | | | | | |
| Costos fijos | | | | | | | | | | | | |
| Gastos de administración | | | | | | | | | | | | |
| Inversiones | | | | | | | | | | | | |
| Total egresos (2) | | | | | | | | | | | | |
| Utilidad (1) - (2) | | | | | | | | | | | | |

Nota: La utilidad corresponde a la diferencia entre los ingresos y los egresos. Utilidad = Total ingresos (1) - Total egresos (2).

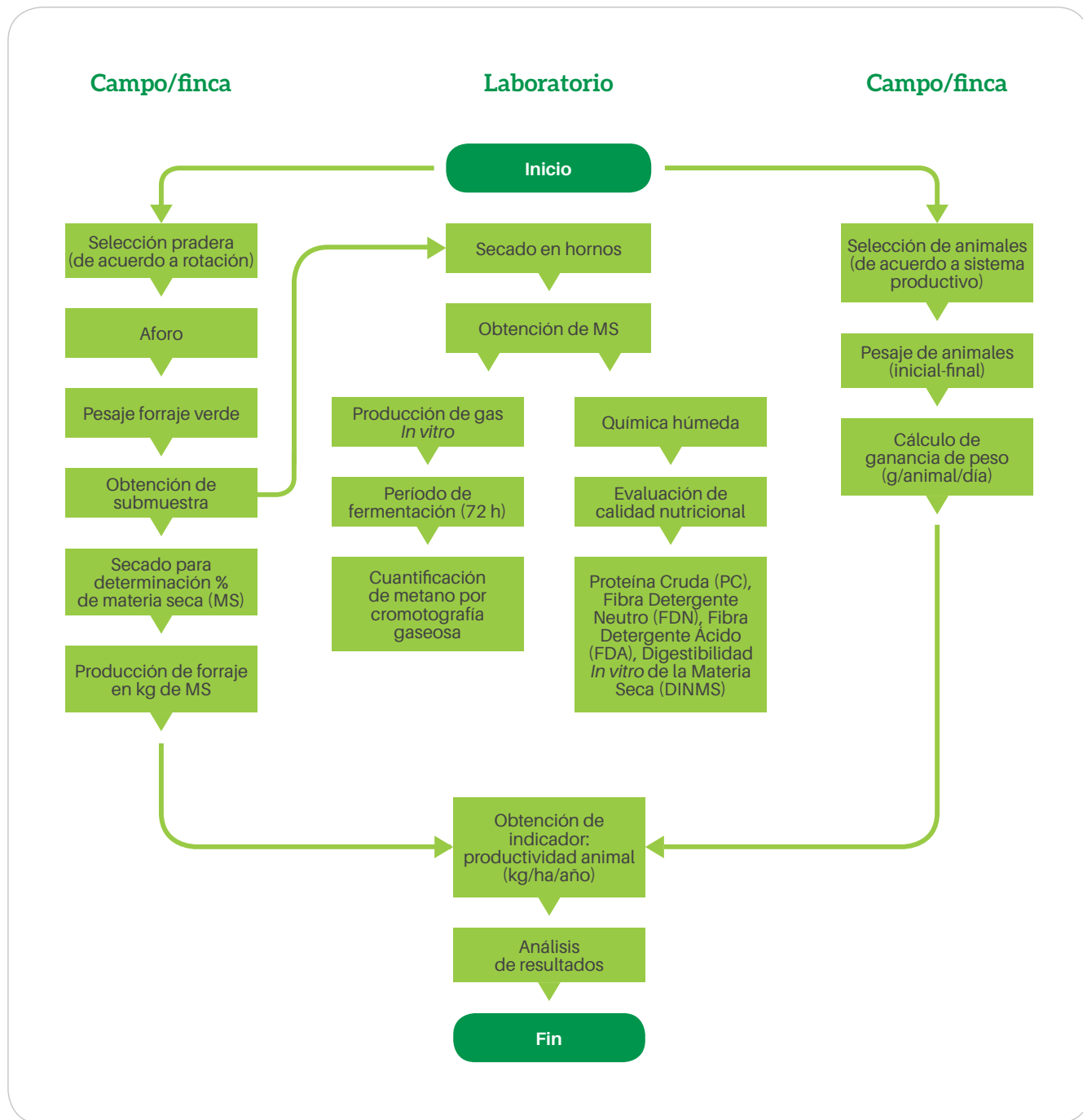
Indicadores de desempeño económico

Mediante el flujo anterior, el productor podrá obtener el total de ingresos y egresos durante un año productivo y, con ello, algunos indicadores de desempeño, como la utilidad y la rentabilidad de su negocio.

| Indicador | Resultado | Observación |
|--|-----------|--|
| Total ingresos (\$/año) | | Es la suma de todos los ingresos por la venta de productos y otros ingresos |
| Total egresos (\$/año) | | Es la suma de los costos fijos y variables durante el período de análisis |
| Utilidad (\$/año) = ingreso total - costo total | | Representa la ganancia monetaria de la finca durante el período de análisis |
| Rentabilidad (\$/año) = utilidad / costos totales | | Indica en términos porcentuales la utilidad o pérdida por cada peso destinado a pagar los costos de producción |

Anexos

Anexo 1. Flujo del proceso de medición, producción de forraje, calidad y productividad animal



Anexo 2. Información general de la finca

| | |
|--------------------------------------|--|
| Nombre de la finca | |
| Departamento/municipio/vereda | |
| Nombre propietario | |
| Nombre administrador | |
| Área total (ha) | |
| Número de lotes (No.) | |
| Total cabezas de ganado (No.) | |

Anexo 3. Registro de reproducción

Este registro permite conocer los eventos de reproducción en la vida del animal e indicar cuál es el grado de normalidad del comportamiento reproductivo de la vaca.

| Nombre de la vaca y/o número: | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|---------------|-------|----------------|------------|--------|-----------|---------------------|--|---------------|
| Último parto | Servicios | | Palpitaciones | | | Parto | | | | | Observaciones |
| | Fecha | Toro | Fecha | Quién | Fecha probable | Fecha real | Número | Sexo cría | Identificación cría | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Anexo 4. Registro de nacimientos

| Fecha nacimiento | Identificación/ nombre animal | Nombre y/o número madre | Nombre y/o número padre | Sexo | Peso nacimiento (kg) | Edad destete (meses) | Peso destete (kg) | Observaciones |
|------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Anexo 5. Registro de crecimiento de los animales

Este registro permite hacer un seguimiento al peso de los animales. Además, se podrán seleccionar los toros reproductores a futuro según su valor genético para ganancia de peso.

| Fecha Identificación/nombre animal | Fecha nacimiento | Peso al nacer (kg) | Fecha | | Fecha | | Fecha | | Observaciones |
|--|---------------------|--------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|---------------|
| | | | Peso (kg) | Ganancia de Peso (kg) | Peso (kg) | Ganancia de Peso (kg) | Peso (kg) | Ganancia de Peso (kg) | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Nota: Ganancia de peso = Peso actual menos el anterior.

Anexo 6. Registro de mortalidad

Este registro permite llevar un control de las muertes y establecer estrategias o medidas preventivas para evitar más pérdidas.

| Fecha de muerte | Identificación/ nombre animal | Categoría (vaca, ternero, novillo...) | Causas de la muerte | Observaciones |
|-----------------|----------------------------------|--|---------------------|---------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Anexo 8. Registro de producción diaria de leche

Este registro ayuda a identificar la etapa productiva de las animales. Asimismo, el productor podría suministrar la cantidad de alimento según su producción y descartar animales.

| No. | Lunes | | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | | Sábado | Domingo | | Total semana (litros) |
|-----|-------------|---|--------|-----------|--------|---------|---|--------|---------|---|-----------------------|
| | M | T | | | | M | T | | M | T | |
| | Nombre vaca | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Nota: M = Producción de leche en el ordeño de la mañana; T = Producción de leche en el ordeño de la tarde.

Anexo 9. Registro de lactancia

Este registro permite conocer el desempeño productivo y reproductivo de cada vaca, además de preseleccionar las crías por la capacidad para producir leche.

| Nombre de la vaca y/o número: _____ | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|---------------|
| N° lactancia | Edad (años) | Fecha del parto | Días de lactancia | Producción total de leche (litro) | Litros en los primeros 305 días | Intervalo entre partos (días) ¹ | Observaciones |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

¹ El intervalo entre partos (IEP) es uno de los parámetros productivos que indica la eficiencia productiva de una explotación y se define como el número medio de días que transcurren entre un parto y el siguiente.

Anexo 10. Registro sanitario

Este registro sirve para conocer el historial clínico de los animales, es decir, qué tipo y con qué incidencia se presentan las enfermedades en el hato. Además, servirá para analizar las medidas de bioseguridad establecidas.

| Fecha | N° animal | Enfermedad o causa | Producto utilizado | Nombre del producto | Dosis aplicada | Vía de aplicación | Responsable | Observaciones |
|-------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------|-------------|---------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Anexo 11. Registro inventario de medicamentos y suplementos

Este registro permite conocer la disponibilidad de medicamentos y suplementos en el hato.

| Fecha | Producto | Precio (\$) | Entrada (cantidad comprada) | Salida (cantidad utilizada) | Saldo (cantidad disponible) | Observaciones |
|-------|----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Anexo 12. Registro de alimentación animal

Este registro permite conocer los gastos en el suministro de alimento total por día y mes.

| Categoría animal | Cantidad animales por categoría | Tipo de suplemento | Proveedor | Precio por kg o bulto | Consumo por día (kg o bulto) | Consumo por mes (kg o bulto) | Observaciones |
|------------------|---------------------------------|--------------------|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Nota: Costo Año = Consumo por año (kg o bultos) por precio (kg o bultos).

Anexo 13. Registro de manejo de praderas (rotación)

Este registro permite conocer indirectamente la disponibilidad de forraje en los diferentes potreros, además de saber cuándo se requiere iniciar con el programa de renovación de las praderas.

| N° potrero | Área (ha) | Fecha de ingreso | Fecha de salida | N° de animales por potrero | Días de descanso | Día de ocupación | Observaciones |
|------------|-----------|------------------|-----------------|----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Referencias

- Archimède H; Eugène M; Marie Magdeleine C; Boval M; Martin C; Morgavi DP, Lecomte P, Doreau M. 2011. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology* 166-167, 59-64. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2011.04.003](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.003)
- Barahona R; Sánchez M. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *CORPOICA Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 6(1):69-82.
- Barahona R; Sánchez MS; Murgueitio E; Chará J. 2014. Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. En: Premio Nacional de Ganadería José Raimundo Sojo Zambrano, modalidad Investigación Científica. *Revista Carta Fedegán* 140:66-69.
- Benchaar C; Pomar C; Chiquette J. 2001. Evaluation of dietary strategies to reduce methane production in ruminants: A modelling approach. *Canadian Journal of Animal Science* 81(4):563-574. DOI: [10.4141/A00-119](https://doi.org/10.4141/A00-119)
- Blaxter KL; Clapperton JL. 1965. Prediction of amount of methane produced by ruminants. *British Journal of Nutrition* 19(4):511-522.
- Boadi DA; Wittenberg KM; McCaughey WP. 2002. Effects of grain supplementation on methane production of grazing steers using the sulphur (SF6) tracer gas technique. *Canadian Journal of Animal Science* 82(2):151-157. DOI: [10.4141/A01-038](https://doi.org/10.4141/A01-038)
- Bunglavan SJ; Valli C; Ramachandran M; Balakrishnan V. 2010. Effect of supplementation of herbal extracts on methanogenesis in ruminants. *Livestock Research for Rural Development* 22(11):1-14.
- Cruz F. 2011. Tendencias para la producción bovina mundial. *Revista Ciencia Animal* 4:97-103.
- Cuartas C; Murgueitio E; Naranjo JF. 2009. Cambio climático: Adaptación de la ganadería con sistemas silvopastoriles. *Memorias II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. En camino hacia núcleos de ganadería y bosques* (pág. 261). Morelia y Tecapaltecpec, México: Fundación Produce- Universidad de Yucatán-CIPAV.
- Cuartas CA; Naranjo JF; Tarazona AM; Murgueitio E; Chará JD; Ku J; Solorio FJ; Flores MX; Solorio B; Barahona R. 2014. Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 27(2):76-94.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas). 2014. Censo Nacional Agropecuario 2014. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://bit.ly/1Qki6n7>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. Disponible en: <http://bit.ly/1Wqm8Pt>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011. *World Livestock 2011. Livestock in food security*. Disponible en: <http://bit.ly/1KolsJH>
- Fedegán-FNG. 2013. *Plan de Desarrollo Ganadero 2014-2019* (Bogotá, Co, Vol. 1). Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán)-Fondo Nacional del Ganado (FNG).
- IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLEERÍA. 2015. *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA, FMAM. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://bit.ly/1PPX3Nm>
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. *Cambio climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri RK; Reisinger A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza. 104 págs. Disponible en: <http://bit.ly/1QaUsPX>
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri RK; Meyer LA (eds.)]. Ginebra, Suiza. 151 p. Disponible en: <http://bit.ly/1Wqmg1i>
- Johnson DE; Ward GM. 1996. Estimates of animal methane emissions. *Environmental Monitoring and Assessment* 42(1):133-141.
- Johnson KA; Johnson DE. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* 73(8):2483-2492.

- Ku Vera JC; Ruiz GA; Albores MS; Briceño PE; Espinoza HJC; Ruiz RN; Contreras HLM; Ayala BAJ; Ramírez AL. 2011. Alimentación de rumiantes en sistemas silvopastoriles intensivos: Avances de investigación básica. Memorias del Tercer Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XXI. 2-4 marzo de 2011. Morelia, Michoacán, México. p. 8-16.
- Lafaurie JF. 2012. Retos de la globalización en el mercado lácteo. [presentación]. Fedegán-FNG. Disponible en: <http://bit.ly/1mvkWOt>
- McAllister TA; Okine EK; Mathison GW; Cheng KJ. 1996. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. *Canadian Journal of Animal Science* 76(2):231-243. Disponible en: <http://bit.ly/1QwpBb2>
- Molina IC; Cantet JM; Montoya S; Correa G; Barahona R. 2013. Producción de metano in vitro de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 8(2):15-31.
- Naranjo F; Cuartas CA; Murgueitio E; Chará J; Barahona R. 2012. Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia. *Livestock Research for Rural Development* 24(8). Disponible en: <http://bit.ly/1Tp3p8Q>
- Peters M; Franco LH; Schmidt A; Hincapié B. 2011. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para el trópico americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ); Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Cali, Colombia. 212 p. Disponible en: <http://bit.ly/20CrBUk>
- Singh S; Kushwaha BP; Nag SK; Mishra AK; Singh A; Anele UY. 2012. In vitro ruminal fermentation, protein and carbohydrate fractionation, methane production and prediction of twelve commonly used Indian green forages. *Animal Feed Science and Technology* 178(1):2-11. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2012.08.019](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.08.019)
- Tan HY; Sieo CC; Abdullah N; Liang JB; Huang XD; Ho YW. 2011. Effects of condensed tannins from *Leucaena* on methane production, rumen fermentation and populations of methanogens and protozoa in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 169(3):185-193. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2011.07.004](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.07.004)
- Tavendale MH; Meagher LP; Pacheco D; Walker N; Attwood GT; Sivakumaran S. 2005. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Animal Feed Science and Technology* 123-124(1):403-419. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2005.04.037](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.037)
- Theodorou MK; Williams BA; Dhanoa MS; McAllan AB; France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 48(3-4):185-197. DOI: [10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)
- Ulyatt MJ; Lassey KR. 2001. Methane emissions from pastoral systems: The situation in New Zealand. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 9(1):118-126. Disponible en: <http://bit.ly/1PHAKpG>
- Yan T; Mayne CS; Porter MG. 2006. Effects of dietary and animal factors on methane production in dairy cows offered grass silage-based diets. *Proceedings of the 2nd International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture*, vol. 1293, Zurich, Suiza, 20-24 de septiembre de 2005. p 123-126.

Notas

Notas

Publicación CIAT No. 414

| | |
|-----------------------|---|
| Diseño y diagramación | Daniel Gutiérrez |
| Fotografías | Programa de Forrajes del CIAT y Flickr CIAT www.flickr.com/photos/ciat/ |
| Edición de producción | Victoria Eugenia Rengifo |
| Impresión | Velásquez Digital S.A.S. Cali, Colombia |

Febrero 2016



ISBN: 978-958-694-155-6
E-ISBN: 978-958-694-156-3