

# Asociación gramínea-leguminosa: una alternativa en los sistemas de producción

---

***Fernan Danny Avendaño V.***

---

Zootecnista  
Universidad de Antioquia  
Asistente Técnico COLANTA  
fernnav@colanta.com.co  
Colombia

---

***Juan de Jesús Vargas***

---

Zootecnista  
Maestría en Ciencias Animales  
Universidad Nacional de Colombia  
Colombia

*Kikuyo asociado con trébol rojo*

*Foto: Juan M. Cerón A.*

## Resumen

Una de las alternativas para mejorar la calidad de las praderas tropicales es la introducción de leguminosas persistentes y compatibles con gramíneas. La forma de utilizar las leguminosas, como elemento para mejorar la alimentación animal, ya sea en asociación con gramíneas, como banco de proteína o en franjas, dependerá del programa de manejo y la disponibilidad de terreno en las unidades de producción. La asociación de gramíneas con leguminosas representa una opción económica para mejorar la producción animal en las regiones tropicales (Sánchez, 1998; Hess y Lascano, 1997; citados por Hernández, 2005).

Se han caracterizado forrajes como alternativa para los sistemas de producción lechera de clima frío en Colombia, en la búsqueda de establecer un manejo óptimo de la fertilización y disminuir el uso de insumos agrícolas de acuerdo con las necesidades de la pradera. Igualmente, se hace énfasis en el uso de la asociación gramínea-leguminosa, porque trae efectos benéficos en la conservación y la productividad de las praderas, y disminuye la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Cárdenas, 2003; Castro, 2004).

Es conocido el efecto positivo que ejercen las leguminosas en el comportamiento animal (Meyreles et al., 1982; Monzote et al., 1986; Castillo et al., 2000; Reinoso, 2000; Mejías et al., 2001; citados por Castillo,

2003). Se ha demostrado que la estabilidad del pastizal perdura cuando se utilizan más de una especie de leguminosa en la asociación, lo que crea las condiciones para la explotación sostenible de dichas asociaciones.

Monzote (1986) ha señalado las ventajas de las asociaciones en los sistemas de explotación ganadera: posibilita el aumento en el rendimiento de la materia seca (MS), amplía el contenido proteico y mineral del forraje, mejora el consumo voluntario, incrementa la digestibilidad, consigue un mayor equilibrio en la producción estacional y acrecienta la fertilidad del suelo. Todo esto eleva el rendimiento en la producción de carne y leche, con las ventajas económicas y ecológicas de no aplicar fertilizante químico o hacerlo en cantidades mínimas.

## Abstract

One alternative to improve the quality of tropical grasslands is the introduction of consistent and persistent legumes with grasses. The way to use legumes to improve animal feed, either in association with grasses, food plots or strips, will depend on the management program and the availability of land in production units. The association of grasses with legumes is an economical choice for improving animal production in the tropics (Sanchez, 1998; Hess and Lascano, 1997; cited by Hernández, 2005).

Forages have been characterized as an alternative for dairy production systems in cold weather in Colombia, seeking to establish the optimal management of fertilization and decrease use of agricultural inputs according to the needs of the prairie. Similarly, use of grass-legume association is being promoted, because it brings beneficial effects on the conservation and grassland productivity, and reduces the nitrogen fertilizer application (Cárdenas, 2003; Castro, 2004).

Positive effects of legumes in animal behavior are known (Meyreles et al., 1982; Monzote et al., 1986; Castillo et al., 2000; Reinoso, 2000; Mejías et al., 2001; cited by Castillo, 2003). It has been shown that stability of grassland remains when using more than one species of legume in the association, which creates the conditions for sustainable exploitation of these associations.

Monzote (1986) has pointed out the advantages of partnerships in livestock farming systems: it allows an increase in the yield of dry matter (DM), extends the protein and mineral content of forage, improves voluntary intake, increases digestibility, achieves a better balance in seasonal production, and increases soil fertility. All these factors increase performance in the production of meat and milk and, concurrently with it, there are economic and ecological advantages because of not applying chemical fertilizer or doing it in small quantities.

## Introducción

Los sistemas de producción de lechería especializada en Colombia aportan el 52% del total de la producción láctea y se encuentran localizados principalmente en el trópico alto, con altitudes superiores a los 1.800 metros sobre el nivel del mar (Observatorio Agrocadenas, 2006). En estos sistemas de producción, el pastoreo constituye la principal fuente alimenticia para el animal. El *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) representa el 80% de las pasturas presentes y, en menor proporción, el *Lolium spp.* (ryegrass), el *Holcus lannatus* (falsa poa) y las gramíneas nativas del género *Paspalum spp.*, además de leguminosas como *Trifolium spp.* (trébol o carretón), *Lotus spp.* (Carulla et al., 2004; Sierra, 2002).

Dentro de los sistemas de alimentación basados en el uso de especies forrajeras, determinar el consumo real

en bovinos en pastoreo ha sido un tema de gran complejidad porque se deben tener en cuenta variables etológicas, fisiológicas, productivas y ambientales, que influyen en el consumo real del animal (Van Soest, 1994). Los pastos son recursos ricos en fibra, bajos en energía y fuente de nutrientes (Figura 1), dependiendo de la madurez del pasto a la hora de la cosecha (Estrada, 2002; Bernal, 1991). Cuando los pastos están jóvenes los animales aumentan su consumo, debido a su menor contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN), al efectivo triturado de las partículas y a la rápida velocidad de paso de ellas por el rumen. La alta digestibilidad está asociada con tres factores: gran proporción de contenido celular, FDN digestible y eficiente fraccionamiento de las partículas de alimento (Estrada, 2002).

En una gramínea C<sub>4</sub>, que posee un periodo de crecimiento

largo, esta situación se agrava al tener una tasa de maduración y crecimiento mayor en altas temperaturas. Bajo estas circunstancias se aumenta la proporción de tejido estructural en el tallo y se disminuye el nitrógeno (Sierra, 2002). Correa (2008) sugiere que los factores que limitan el consumo de materia seca del pasto kikuyo son su alto contenido de FDN, además del bajo contenido de materia seca y carbohidratos solubles.

El análisis de Fibra Detergente Neutro (FDN) abarca todos los componentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice). A medida que el forraje madura, incrementa su contenido de FDN, lo que determina una más lenta tasa de digestión, con mayor tiempo de pasaje por el tracto digestivo y por tanto disminuya la ingestión de materia seca (Van Soest, 1994).

La Fibra Detergente Neutro se ha asociado negativamente con el consumo de materia seca (CMS) debido a que esta fracción química está estrechamente relacionada con la densidad del forraje y con el llenado del rumen. De tal manera que un mayor contenido de FDN significa un menor consumo de materia seca (Harris, 1993). Esto indica que existe un límite para el consumo de materia seca que depende de la concentración de FDN en la dieta de vacas lecheras, en donde se presentan valores que varían desde 1,1 hasta 3,1% del peso vivo (Mojica, 2009 et al.; Aguilar et al., 2008; Fulkerson et al., 2006). En Antioquia se encuentran valores entre 1,0 y 1,6% (Alcaraz et al., 2001; citado por Correa et al., 2008).

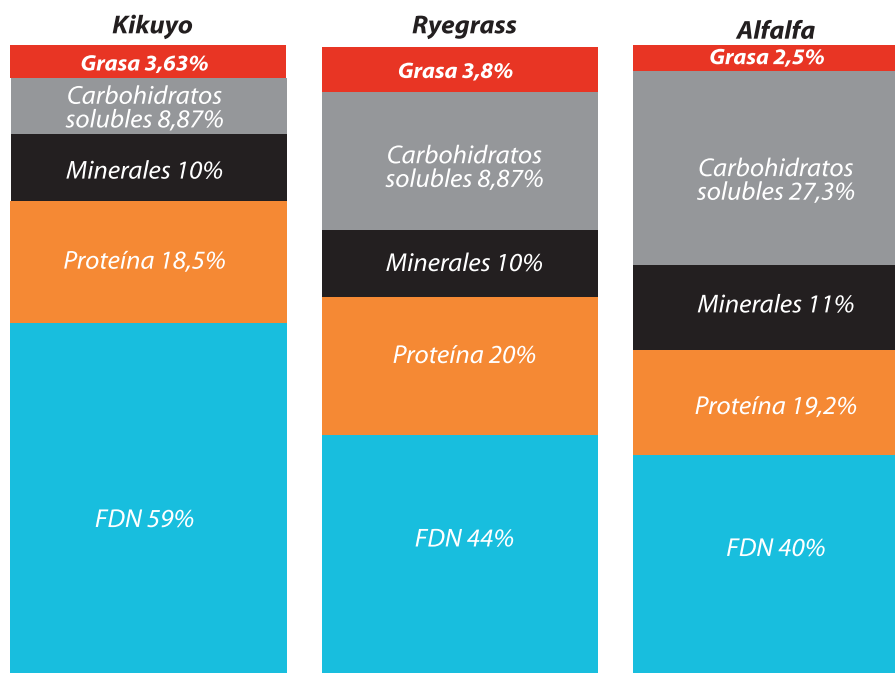


Figura 1. Comparación de la composición bromatológica entre kikuyo, ryegrass y alfalfa.

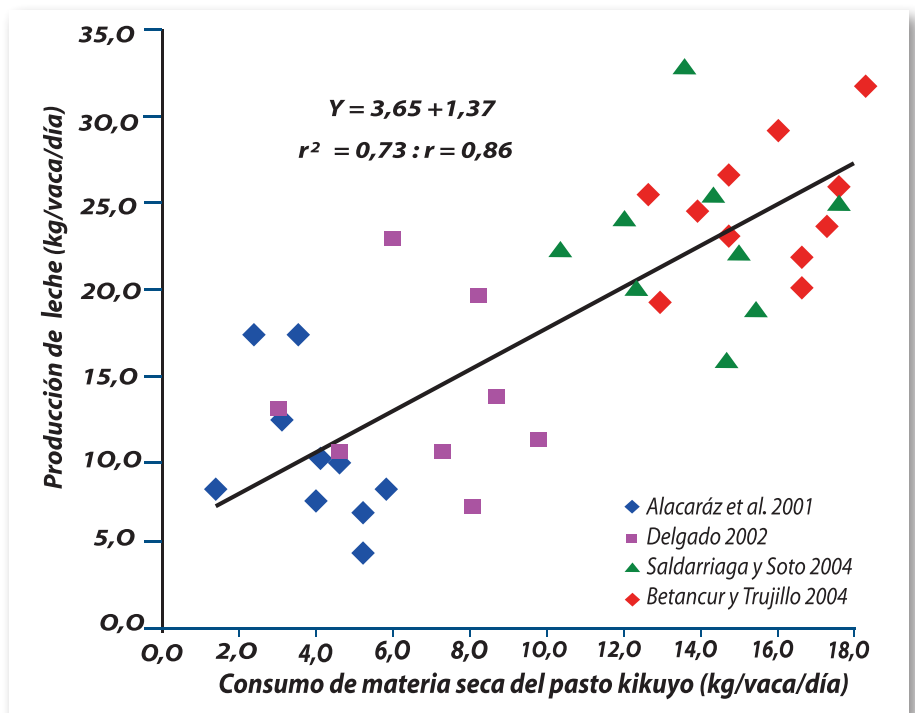
El bajo contenido de materia seca en el pasto kikuyo puede ser otro factor que afecta negativamente su ingesta, debido a que se presenta una dilución de los nutrientes, además que genera una limitación en el consumo, al presentarse llenado en el rumen con material constituido en gran proporción por FDN y agua (Cabrera et al., 2004). Un rango de materia seca presente en muestras de kikuyo varía entre 13 y 18% (Bernal, 2006).

En el departamento de Cundinamarca se han estimado consumos diarios desde 8,8 hasta 18,2 kilogramos de materia seca por vaca, al utilizar óxido de cromo como marcador externo y fibra en detergente ácido indigerible como marcador interno (Aguilar et al., 2007; Mojica et al., 2007). Otros autores, sin embargo, reportan valores más altos para este mismo pasto como es el caso de Fulkerson et al. (2006), quienes reportaron un valor máximo de 19,4 kilogramos de materia seca por vaca en un día.

Bajo condiciones de pastoreo, no obstante, el consumo voluntario de materia seca ha sido identificado como el componente más limitante para la producción de leche (Bargo, 2002; Bargo et al., 2003). Dado que la oferta forrajera (OF), es decir la cantidad diaria de pastura ofrecida por animal (medida en kg MS/100 kg PV/d, donde MS es materia seca, PV es peso vivo), presenta una relación estrecha con el consumo de materia seca en pastoreo. Este factor ha sido identificado como el más limitante para alcanzar altos consumos de materia seca (Carulla et al., 2004; Bargo et al., 2003). Sin embargo

todavía no está claro cuál debería ser la oferta forrajera necesaria para maximizar el consumo de materia seca (Bargo et al., 2003). Un estudio realizado en la Sabana de Bogotá, con pasto kikuyo, sugiere que esto se logra cuando la oferta forrajera alcanza valores que oscilan entre 4.0 y 5,0 kilogramos de MS/100 kg PV/d (Escobar et al., 2003).

En la Figura 2 se presenta la relación entre el consumo de materia seca a partir del pasto kikuyo y la producción de leche, hallada en cuatro trabajos realizados en Antioquia, bajo condiciones de estabulación individual con suministro del pasto a libre voluntad (Alcaraz et al., 2001, citado por Correa et al., 2008). Como se puede apreciar en esta figura, existe una relación positiva entre el consumo de materia seca a partir del pasto kikuyo y la producción de leche cuyo coeficiente de correlación fue alto ( $r = 0,86$ ).



**Figura 2. Relación entre el consumo de materia seca del pasto kikuyo y producción de leche en vacas Holstein en Antioquia. Fuente: Correa et al., 2008.**

Escobar et al. (2003) realizaron un trabajo en praderas de kikuyo y ryegrass, en el que demostraron que cuando la oferta forrajera pasa de 3 a 7 kilogramos MS/100 kg PV, el consumo de materia seca asciende desde 12,71 hasta 23,47 kilogramos diarios de materia seca por vaca, con lo que la producción de leche por animal se incrementa. Igualmente Mojica et al. (2009) concluyeron que el aumento de la oferta forrajera desde 2,7 a 4 kilogramos MS/100 kg PV aumentaba la proteína y la producción de leche. Pero este incremento en la respuesta animal pone en riesgo no solo la producción por hectárea (García et al., 2001) si no, además, la eficiencia en el uso de la pradera porque normalmente se incrementan las pérdidas de forraje, que pueden ascender a más del 50% (Aristizábal et al., 2002). Estos mismos



Kikuyo asociado con trébol blanco.

Foto: Juan M. Cerón A.

autores han propuesto el pastoreo con corte previo como una alternativa de manejo del potrero que reduce significativamente las pérdidas del forraje.

La utilización de alternativas como la asociación entre gramíneas y leguminosas permite optimizar la producción de forraje, reducir los costos de producción y generar sostenibilidad en la producción animal, debido a que ellas contribuyen en la disminución de las entradas externas de fertilizantes nitrogenados al sistema y aumentan la producción de materia seca. De esta manera se incrementa la carga animal por unidad de superficie, aumenta la eficiencia en la utilización del suelo, se eleva la productividad animal, se mitiga el calentamiento global y disminuyen los parásitos asociados a pequeños rumiantes (Hess et al., 2006; Cárdenas et al., 2005; Ramírez-Restrepo et al., 2005; Rincón, 2004; Romero et al., 2004; Min et al., 2003).

### Ventajas de la asociación

#### • Fijación de nitrógeno

A pesar de que el nitrógeno es uno de los elementos más abundantes de la atmósfera (71%) se encuentra en una forma no asimilable para las plantas (Allen et al., 1981; López-Lara, 2000). Por esto en los cultivos es necesaria la aplicación de fertilizantes nitrogenados, los cuales son nocivos para el medio ambiente, pues sus excesos contaminan efluentes, y cada vez son más costosos, al requerir grandes cantidades de energía para su elaboración.

La fijación biológica de nitrógeno desempeña un papel importante. Muchas especies de la familia de las leguminosas pueden desarrollarse sin la incorporación externa de nitrógeno y con un mínimo aporte mineral del suelo (Allen et al., 1981). Dicha fijación biológica se desarrolla, en gran parte, gracias a la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, las cuales son capaces de convertir el nitrógeno gaseoso presente

en la atmósfera en nitrógeno combinado, por la acción de la enzima nitrogenasa (Freiberg et al., 1997). Esta fijación simbiótica contribuye entre el 60 y 80% de la fijación biológica del nitrógeno (López-Lara, 2000).

Dicha relación establece un reconocimiento entre la especie vegetal y bacteriana. Hay algunas leguminosas que requieren *Rhizobium* específico para la fijación de nitrógeno. La célula vegetal aporta energía a las bacterias que la han infectado, las cuales emplean dicha energía para transformar el nitrógeno atmosférico en formas asimilables para la planta (nitratos) (Allen et al., 1981; López-Lara, 2000).

La relación simbiótica entre plantas leguminosas y bacterias del género *Rhizobium* también mejora los contenidos de nitrógeno asimilable en el suelo, así es posible que otras especies puedan aprovechar estos nutrientes.

• **Calidad composicional**

El contenido de proteína cruda en las leguminosas oscila entre un 12 y un 33% de la materia seca, mientras las gramíneas varía entre 6 y 28% (Estrada, 2003). Estos altos niveles de nitrógeno permiten que haya una mayor síntesis de proteína microbiana a nivel ruminal, reflejándose en un aumento en el flujo de nitrógeno intestinal y finalmente en la productividad animal (Laidlaw et al., 2001; Min et al., 2003).

La mayoría de las especies del género *Leguminosae* poseen una mayor tasa de digestión a nivel del rumen, pues la velocidad con que son digeridas es mayor respecto a la de las gramíneas (Waghorn et al., 1989), especialmente en aquellas provenientes de climas templados. Este fenómeno es atribuido a la composición del alimento, dado que en algunos casos el contenido de Fibra en Detergente Neutro (FDN) es mayor en gramíneas que en leguminosas (Dado et al., 1996). Esta mayor digestibilidad permite incrementar el consumo

voluntario de los animales, dado que el tiempo de ocupación del alimento en el tracto gastrointestinal es menor.

Otra característica de las leguminosas es la presencia de algunos compuestos secundarios que, en ocasiones y según la especie, permiten aumentar la productividad del animal. En el caso de los taninos, los cuales han sido ampliamente investigados en la producción animal, se han encontrado algunos con la capacidad de ligarse a la fibra o la proteína que la hacen poco degradable en el rumen, de esta manera puede pasar intacta al intestino donde son utilizados sus nutrientes. Sin embargo existen uniones tan fuertes que pasan intactas a través de todo el sistema digestivo (Cárdenas et al., 2005).

• **Producción de biomasa**

Algunas investigaciones han sugerido que la asociación gramínea-leguminosa aumenta la producción de biomasa, debido al aumento en la

eficiencia de uso de la radiación solar, a los efectos alelopáticos y a la fijación biológica de nitrógeno atmosférico (Haynes, 1980). Castro et al, (2008) encontraron un aumento en la producción de biomasa de 1,8 a 2,2 toneladas de materia seca por hectárea, al comparar una pastura de gramíneas (*Pennisetum clandestinum* + *Festuca arundinacea*) frente una asociada (*Festuca arundinacea* + *Lotus uliginosus*).

En otros estudios en donde comparan praderas en monocultivo frente asociaciones, se concluyó que la producción de biomasa en el monocultivo de gramínea disminuía conforme transcurría el tiempo. Por su parte, la leguminosa mostró una producción constante durante el estudio. En general, la producción de biomasa fue comparativamente menor en la pastura simple que en las asociadas; únicamente fue similar cuando se emplearon 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Gökkus et al., 1999).



*Kikuyo asociado con trébol rojo.*

*Foto: Juan M. Cerón A.*

## • Reducción de gases de efecto invernadero

La inclusión de leguminosas con taninos en la dieta de los rumiantes puede llevar a que se disminuya la producción de gases de efecto invernadero, por tanto se reducen las pérdidas de energía metabólica (Waghorn, 2008). Woodward et al. (2004) y Ramírez-Restrepo (2005) concluyeron que la producción de metano por unidad de materia seca consumida fue menor para las vacas alimentadas con lotus que aquellas alimentadas con ryegrass (19,9 en comparación con 24,2 gr CH<sub>4</sub>/kg respectivamente)

Carulla et al. (2005) determinaron que la inclusión de taninos extraídos de *Acacia mearnsii* en la dieta podía disminuir la metanogénesis y el nitrógeno urinario en ovejas, porque este último compuesto aporta de manera considerable a la formación de óxido nitroso, uno de los gases de efecto invernadero de mayor impacto.

Hess et al. (2006) reportaron que con el uso de extracto de taninos de *Acacia mearnsii* en la dieta, se disminuyó hasta un 13% las pérdidas de energía en metano. Por otra parte, Tienman et al. (2008), utilizando leguminosas arbustivas como *Calliandra callothyrsus* y *Flemingia macrophylla*, encontró una reducción de las emisiones de metano en un 24%.

## • Efecto antiparasitario

El mecanismo por el cual los taninos inhiben el desarrollo de los microorganismos es algo confuso. Al parecer los taninos presentes en las leguminosas reaccionan con la pared celular y las enzimas extracelulares secretadas, lo cual afecta el

transporte de nutrientes al interior de las células e inhibe el desarrollo y crecimiento microbianos (Mcswenney et al. 2001, Min et al., 2003).

Heckendorn et al. (2007) y Ramírez-Restrepo (2005) determinaron los efectos directos de la inclusión de leguminosas taniníferas (*Cichorium intibus*, *Lotus corniculatus*, *Onobrychis viciifolia*) respecto a una mezcla de *Lolium spp.* + *Medicago sativa*, sobre la población de *Haemonchus contortus* y *Cooperia curticei* (nematodos) en corderos parasitados artificialmente. Comparado al control, todas las leguminosas mostraron una sensible disminución de las cantidades de huevos y bajas poblaciones de gusanos planos excretados en heces.

Niezen et al. (2001) encontraron que el pastoreo de *Hedysarum coronarium* redujo el conteo de huevos en heces y el número de gusanos planos (nematodos) en corderos, debido a un aumento en la respuesta inmune gracias a la proteína sobrepasante y al efecto antiparasitario directo de los taninos en los microorganismos.

## Conclusiones

Frente a la creciente demanda de alimentos en el ámbito mundial, los productores pecuarios deben elevar sus niveles de eficacia y eficiencia en los procesos productivos. Por tanto, se hace necesario el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas que permitan aumentar los estándares de producción, en especial la de proteína animal. La implementación de la asociación de gramínea y leguminosa permite lograr una mejora sustancial en los sistemas de producción, porque proporciona una serie de beneficios a nivel sanitario, ambiental y productivo difícil de igualar con las habituales prácticas agropecuarias.

Con la implementación de leguminosas ricas en taninos se obtienen efectos antiparasitarios que llevan a disminuir el uso de medicamentos en los sistemas de producción de pequeños rumiantes, en consecuencia se reducen costos y se mejoran aspectos como el bienestar animal.



Kikuyo asociado con Lotus Maku.

Foto: Juan M. Cerón A.

En cuanto lo ambiental, las mejoras obtenidas con el uso de leguminosas en la dieta de animales rumiantes son sustanciales, pues se reducen efectos adversos en el ambiente como lo son la emisión de gases de efecto invernadero. Así se logran sistemas sostenibles en el tiempo.

Desde el punto de vista productivo, las pasturas asociadas permiten incrementar la productividad del sistema, dado que la inclusión de las leguminosas en sistemas de pastoreo conlleva a una reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados, mejora sustancialmente la calidad de la dieta y proporciona mayor cantidad de biomasa por unidad de área, lo cual genera una optimización en el uso de recursos como el suelo y el animal.

La implementación de las asociaciones dentro de los sistemas productivos debe hacerse de manera responsable, observando y analizando las limitantes que se puedan presentar con el uso de dichas pasturas en la dieta animal. Algunas características de la dieta, como un bajo nivel energético de la misma, pueden ocasionar efectos indeseables en el metabolismo de los animales, lo que ocasiona un efecto contrario al deseado.

### Agradecimientos

Agradecemos a la cooperativa COLANTA por la oportunidad de realizar este trabajo. Esperamos que sirva de inspiración a todos los asociados interesados en innovar.



*Lotus Maku.*

*Foto: Juan M. Cerón A.*



## Referencias

- AGUILAR, O. et al. Composición de la leche en vacas en pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) o rye grass (*Lolium spp*) con diferentes edades de rebrote. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 20. No. 4, (2007); p. 619.
- ALLEN, O. y ALLEN, EK. The Leguminosae. University of Wisconsin Madison. London: Macmillan Publishing, 1981. p. 14-19.
- ARISTIZÁBAL, J. y LONDOÑO, W. Modelo de pastoreo de hatos lecheros. En: Seminario Internacional Competitividad en Carne y Leche (4: 10-11, Noviembre). Medellín: Colanta, 2002. p. 119-129.
- BARGO, F. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. In: J. Dairy Sci. vol.85, (2002); p. 1777-1792.
- BARGO, F. et al. J. Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. In: Journal of Dairy Science. Vol. 86, (2003); p.1-42.
- BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. Bogotá: Banco Ganadero. 1991
- CABRERA, J. et al. Dry matter intake and eating rate of grass by dairy cows is restricted by internal, but not external water. In: Animal Feed Science and Technology. Vol.114, (2004); p. 59-74.
- CARDENAS, E. y CASTRO, E. Adaptation, compatibility and acceptability of grass-legume pastures in the Andean region of Colombia In: International Grassland Congress (20: 2005). Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2005.
- CARULLA, J. et al. Supplementation of *Acacia meransii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. In: Australian Journal of Agricultural Research. Vol. 56, (2005); p. 961-970.
- CARULLA, J. et al. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. En: Seminario Internacional en Reproducción y Metabolismo en Bovinos (5: 2004). Memorias. Manizales: Universidad de Caldas, 2004.
- CASTILLO, E. et al. Efecto de la suplementación proteico-energética en el comportamiento de machos bovinos que pastaron gramíneas naturales, asociadas a una mezcla de leguminosas rastreras. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 37, no. 2, (2003).
- CORREA, J; PABÓN, M y CARULLA, J. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoech Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia: una revisión, II – Contenido de energía, consumo, producción y eficiencia nutricional. En: *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 20, no.61, (2008)
- DADO, R. G. And ALLEN, M. S. Enhanced intake and production of cows offered ensiled alfalfa with higher neutral detergent fiber digestibility. In: Journal of Dairy Science. Vol. 79, (1996); p. 418-428.
- ESCOBAR, A. y CARULLA, J. Efecto de la oferta forrajera sobre los parámetros productivos y composicionales de la leche en la Sabana de Bogotá. En: Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 16, Supl. 87. (2003)
- ESTRADA, J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales: Universidad de Caldas. 2002.
- FREIBERG, C. et al.. Molecular basis of symbiosis between *Rhizobium* and legumes. In: Nature. Vol. 387, (1997); p. 394-401.
- FULKERSON, W. et al. Effect of cereal-based concentrates on productivity of Holstein-Friesian cows grazing short-rotation ryegrass (*Lolium multiflorum*) or kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures. In: Livestock Science. Vol. 103, nos. 1-2, (2006); p. 85-94.
- GARCÍA, S. y ROSSI, J. ¿Quién le pone el “techo” al sistema pastoril, el pasto o nosotros?; de Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía. 2001. 9 p.
- GÖKKUS, A. et al. Hay yield and nitrogen harvest in smooth brome grass mixtures with alfalfa and red clover in relation to nitrogen application. In: European Journal of Agronomy. Vol. 10, (1999); p. 145-151.
- HARRIS, B. The Importance of fiber in feeding dairy cattle; Florida: Cooperative Extension Service: Circular 594. 1993.

HECKENDORN, F. et al. Individual administration of three tanniferous forage plants to lambs artificially infected with *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei*. In: Veterinary Parasitology. Vol. 146, (2007); p. 123-134.

HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass-legume association. In: Adv. Agron. Vol. 33, (1980); p. 227-261.

HERNANDEZ, S. et al. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el tropico. En: Revista Electrónica de Veterinaria REDEVET. Vol. 6, No. 5, (Mayo, 2005).

HESS, H. et al. Strategic use of tannins to limit methane emission from ruminant livestock. In: International Congress Series 1293. (2006); p.164-167.

LAIDLAW, A. and TEUBER, N. Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives. 2001.

LÓPEZ-LARA, I. *Rhizobium* y su destacada simbiosis con las leguminosas. Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2000. 9 p.

MCSWEENEY, C. et al. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. In: Animal Feed Science and Technology. Vol. 91, (2001); p. 83-93.

MIN, B. R. and HART, S. P. Tannins for suppression of internal parasites. In: Journal of Animal Science. Vol. 81, (2003); p. 102-109.

MOJICA, J. et al. J. Efecto de la oferta de pasto kikuyo (*Pannisetum clandestinum*) sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. In: Livestock Reserch for Rural Development. Vol 21, Art 1 (2009)

MONSOTE, M., Castillo, E., López, A. & M. Comparación de sistemas de alimentación basados en gramíneas puras o asociadas con leguminosas para la producción de carne. II Comportamiento de los animales. En: Rev. Cubana Cienc. Agríc. Vol. 20, no. 95, (1986).

NIEZEN, J. et al. The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. In: Vet. Parasitol. Vol. 105, (2002); p. 229-245.

OBSERVATORIO AGROCADENAS. Segundo Informe de Coyuntura. Bogotá: Ministerio de Agricultura. 2006. p. 100 – 134.

RAMÍREZ RESTREPO, C. and BARRY, T. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. In: Animal Feed Science and Technology. Vol. 120, (2005); p. 179-201.

RAMÍREZ RESTREPO, C. et al. Use of Lotus corniculatus containing condensed tannins to increase reproductive efficiency in ewes under commercial dryland farming conditions. In: Animal Feed Science and Technology. Vol. 121, (2005); p. 23-43.

ROMERO, N. y COVAS, G. Manejo de pasturas asociadas basadas en alfalfa. En: Jornada de actualización técnica en pasturas implantadas, Sumidea, Argentina. 2005. 6 p.

SIERRA, J. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Medellín: universidad de Antioquia, 2002.

TIENMANN, T. et al. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs. In: Animal. Vol.2, (2008); p. 790-799.

VAN SOEST, P. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. 1994. 476 p.

WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - Progress and challenges. In: Animal Feed science and Technology. Vol.147, (2008); p. 116-139.

WAGHORN, G; SHELTON, I and THOMAS, V. Particle breakdown and rumen digestion of fresh ryegrass (*Lolium perenne* L.) and lucerne (*Medicago sativa* L.) fed to cows during a restricted feeding period. In: British Journal of Nutrition. Vol. 61, (1989); p. 421-423.

WOODWARD, S; WAGHORN, G and LABOYRE, P. Condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduced methane emissions from dairy cows. In: Proc. NZ Soc. Anim. Prod. Vol. 64, (2004); p. 160-164.



Trébol blanco.

Foto: Juan M. Cerón A.