

Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima

Productivity and preferences by forage of dairy cows grazing an intensive silvopastoral system from high Andean area of Roncesvalles, Tolima.

Carlos A. Cárdenas, MVZ¹; Cristina Rocha, MVZ¹; Jairo Mora Delgado, PhD²

¹ Investigadores jóvenes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima,

² Profesor asociado, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Departamento de Producción Pecuaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima

caturo1402@hotmail.com

Resumen

*Se evaluó la productividad de vacas lecheras y la preferencia de forraje en un sistema silvopastoril (SSP) de sauco (*Sambucus nigra*) asociado con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en una area alto andina del Tolima. Se confirmó una buena interacción de las especies en el SSP, bajo las condiciones climáticas de la zona, pues mostraron características productivas similares a otras zonas, reportadas en artículos científicos. Las vacas prefirieron la gramínea respecto al sauco, pero la producción de leche mostró diferencias significativas entre tratamientos, revelando efectos benéficos del SSP sobre la producción de la leche.*

Palabras clave: sauco, aliso, kikuyo, sistema silvopastoril, producción de leche.

Abstract

*Productivity of dairy cows and preferences by forage were evaluated in a silvopastoral system (SSP) of elderberry (*Sambucus nigra*) with kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) in a high Andean area from Tolima. Results confirm a good interaction between these species in SSP, under specific climate conditions of the area, because the SSP showed productive characteristics similar to other areas, reported in scientific papers. Cows preferred intake grasses rather than elderberry forage, but milk production was better in SSP than Control, suggesting benefic effects of SSP on milk production.*

Keywords: elderberry, alder, kikuyu grass, silvopastoral system, milk production

Introducción

El estudio de los sistemas silvopastoriles ha sido mucho mayor en el trópico bajo, por lo cual es importante ampliar este campo de investigación, buscando determinar cuáles pueden ser las mejores especies a utilizar y sus efectos en el área alto andina. Los sistemas silvopastoriles se presentan como una alternativa a mediano y largo plazo, pues se convierten en sistemas productivos más sostenibles tanto biológica como económicamente. Los árboles en las pasturas, no solo ofrecen forraje de buena calidad, sino que pueden ser utilizados como barreras rompevientos, controlan la erosión y mejoran la fertilidad de los suelos. También pueden proporcionar leña, madera y frutos que pueden brindarle al productor una mayor estabilidad económica (Gilet al., 2005).

La región de Ronesvalles en el Tolima, tiene un potencial ganadero muy importante, tanto que la ganadería ocupa el renglón principal dentro de su economía. Pero, por otro lado es muy importante garantizar la protección de sus ambientes y en muchos casos la ganadería riñe con la protección medioambiental.

El manejo de la ganadería en esta región es en su gran mayoría tradicional, las pasturas por su mal uso están degradadas y esto hace que la carga animal que ellas resisten sea mínima. Por otro lado, la poca oferta forrajera, hace que en muchos casos se destruya el bosque primario para ampliar las pasturas. Sin dejar pasar por alto, que los animales que se alimentan en pasturas degradadas, tienen una mayor producción de gases de efecto invernadero, particularmente gas metano. Por lo tanto los sistemas silvopastoriles se muestran como una alternativa para contrarrestar estos problemas.

La interacción que logran los árboles y los animales es muy importante para mejorar la producción. Los árboles les permiten a los animales disminuir el stress por calor causado por la radiación directa y así mismo se disminuyen los efectos del frío, dándoles la posibilidad a los animales de aumentar los tiempos de pastoreo y así mismo mejorar la producción (Gallo, 2006).

El reporte de Millán y Moreno (2005) determina que el Sauco y el Aliso tienen una mejor calidad nutricional que las otras especies que se utilizan como forrajeras en clima frío. Por tal razón estas fueron las especies escogidas para este ensayo, buscando determinar sus características fenológicas, su relación y su efecto en el suelo y la producción de leche que se podría alcanzar con el consumo de su forraje, así como su aceptación por parte de los animales.

La producción de leche es parte importante del sustento de la población del municipio de Ronesvalles (Tolima), por lo tanto lograr implementar sistemas que permitan

mejorar la oferta forrajera y la producción de leche tendría una gran influencia a nivel social, dándoles la posibilidad a sus habitantes de mejorar sus ingresos.

Este trabajo fue realizado siguiendo el objetivo general de evaluar un sistema silvopastoril como fuente de suplemento para la producción lechera. Los objetivos específicos a comprobar fueron las variaciones en la producción de forraje y en los valores bromatológicos de las especies incluidas en el sistema, comparándolas con una pastura de kikuyo. Así como la determinación de indicadores productivos de leche tanto en el sistema silvopastoril, como en la pastura de kikuyo.

Materiales y métodos

Se estableció un sistema silvopastoril a 2800 msnm, en la finca la Estrella (03°59.139' W075°37.674'), municipio de Ronesvalles (Tolima), correspondiente a la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo. La finca la Estrella está ubicada en la vereda Cucuanita, aproximadamente a 8 km de la cabecera municipal. Su régimen de lluvias está principalmente distribuido entre los meses de marzo-abril- mayo y septiembre-octubre-noviembre con una precipitación anual entre los 2000 y los 2500 mm. Su topografía es irregular pues cuenta con zonas planas y de ladera con pendientes cercanas a los 20%. Su temperatura oscila entre los 18 a 12°C durante el día y puede descender hasta 5 o 6 °C durante la noche. Sus pasturas están establecidas con una mezcla entre pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y pasto falsa poa (*Holcus lanatus*).

Establecimiento del sistema

El sistema silvopastoril evaluado con pasturas en callejones estaba compuesto por tres estratos predominantes: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) asociado con pasto falsa poa (*Holcus lanatus*) en el primer estrato y un componente arbustivo constituido por Sauco (*Sambucus nigra*) y un componente arboreo de Aliso (*Alnus acuminata*).

El arreglo silvopastoril fue adecuado en una hectárea previamente establecida con las gramíneas a la cual se introdujeron las especies leñosas. La topografía del lote es predominantemente plana, con una pequeña área inclinada con 7 % de pendiente. *Sambucus nigra* fue plantado en surcos a una distancia entre arbustos de 1 m. y a cuatro metros entre callejones; el aliso (*Alnus acuminata*) fue plantado en cercas vivas alrededor de la hectárea, y otra línea en la mitad de esta.

Para la siembra del componente leñoso se excavaron hoyos de 20 cm de largo y de ancho y 20 cm de profundidad. El suelo fue inoculado con 70 g de micorriza por hoyo y 3 kg de porquinaza. La sobrevivencia de las dos

especies sembradas se determinó mediante una cuenta del número total de árboles sembrados de cada especie versus los árboles muertos (figura 1).



Figura 1. Diseño del sistema silvopastoril

Evaluación de la productividad y calidad forrajera

Inicialmente, desde el momento de la siembra con una frecuencia bimensual fue medida la altura total de los árboles, buscando determinar su desarrollo. Se realizó una evaluación de la productividad forrajera del componente leñoso a los 16 meses de edad, cuando los arbustos ya habían alcanzado el tamaño para ser ramoneados, por ello fueron seleccionados al azar 6 plantas de Sauco a las cuales se les cosechó el forraje. Para la evaluación del componente herbáceo, se realizó un aforo de la gramínea a tres distancias de la base del tallo de los 6 arbustos anteriores: 50, 100 y 150 cm. Para el aforo se usó un marco de 50 x 50 cms.

Análisis bromatológicos se realizaron al forraje de sauco y de gramínea a tres distancias del árbol, buscando determinar la influencia de este sobre la calidad del forraje, también se determinó biomasa. Así mismo se realizó en el lote control, constituyendo tres tratamientos (las distancias a la base del arbusto de sauco) con 6 repeticiones (cada arbusto) en el SSP y un control con tres repeticiones en el potrero control, en un diseño desbalanceado completamente aleatorizado. Se hizo ANDEVA con el programa estadístico Infostat.

Respuesta animal

Una vez que los arbustos alcanzaron la altura (1,5 m) y el desarrollo adecuado de los saucos (*Sambucus nigra*) se procedió a evaluar la respuesta de los animales en pastoreo. Para ello se utilizó un lote de tres vacas en producción de raza Normando, pastoreando dentro del sistema silvopastoril. Tres vacas adicionales pastoreando un potrero aledaño sin árboles fue evaluado como Control, en un diseño completamente aleatorizado con

dos tratamientos y cuatro unidades de análisis determinadas por las cuatro semanas que duró el ensayo.

A las hembras seleccionadas para el ensayo se les hizo un seguimiento de producción de leche durante un mes antes de iniciar el experimento, pastando en un lote de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Una vez finalizado este periodo, tres de estas hembras fueron ingresadas al lote silvopastoril, donde tuvieron un periodo de acostumbramiento de cinco días. Los animales fueron manejados con una cuerda eléctrica que se corría dos veces al día, después de cada ordeño.

Para determinar la preferencia de las vacas por el tipo de forraje ofrecido en el sistema silvopastoril, se realizó una prueba de cafetería para determinar el número de bocados por minuto y la distribución de estos en el consumo de gramínea y forraje de sauco. Para ello se observó, después del ordeño de la mañana, durante lapsos de 15 minutos y se cuantificó el número de bocados por minuto de gramínea y de sauco. Sin embargo, las vacas permanecían en el sistema el resto del tiempo. Esto permitió determinar la preferencia del animal por el tipo de forraje en el sistema. Los resultados se expresaron en número de bocados por minuto y en proporciones (%) de bocados de gramínea y sauco, respectivamente.

Durante un mes fue medida la producción diaria de leche en el grupo tratamiento y en el grupo control, en un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y cuatro réplicas, que corresponden a las semanas evaluadas.

Resultados y discusión

Indicadores de sobrevivencia: La sobrevivencia de esta plantación fue muy satisfactoria pues en el caso del aliso fue de 99,35 % y el sauco 98,6 %. Según Vásquez (2001) la mortalidad debe ser inferior al 20 %, mostrando que en este caso se obtuvieron muy buenos resultados. Estos resultados son aún más importantes, si se considera que el sauco no es un árbol propiamente nativo de la región, pues sus poblaciones más grandes están en otras partes del país.

Parámetros de desarrollo del componente leñoso: los alisos alcanzaron una altura de 217,2 cm en 401 días en una tendencia de crecimiento de tipo lineal hasta la fecha de evaluación. Si bien los árboles tienen una tendencia de tipo exponencial, como lo afirma Petit (2005), esta tendencia no fue expresada debido a que hasta la fecha de evaluación la planta estaba en una edad temprana de su desarrollo, considerando que esta alcanza hasta 30 metros en 10 años (Cordero y Boshier, 2003). Sin embargo, la tasa de crecimiento diario del aliso fue mayor al reportado, pues alcanzó hasta 0,463 cm, mientras que la literatura reporta 0,239 cm por día (Piragautae et al., 2007).

Las ramas del aliso en su primera medida mostraron 10,15 cm para alcanzar 85,6 cm en la última medida. La tendencia de crecimiento fue de tipo lineal, siendo esto explicado por el gran tamaño que alcanzan las ramas de este árbol.

Los saucos alcanzaron en 388 días una altura de 122,2 cm con una tendencia de crecimiento de tipo exponencial, sugiriendo que el árbol está en una fase de rápido crecimiento. Según (Villarreal, 2008) este árbol alcanza hasta 6 m de altura en su edad adulta. Sin embargo su tasa de crecimiento diario fue menor al reportado en la literatura pues sólo alcanzó 0,25 cm comparado con la tasa de 0,52 cm por día, reportada por Piragautae et al. (2007).

El área foliar del sauco mostró una tendencia de crecimiento lineal y según lo reportado en literatura, sus hojas aun no habían llegado al tamaño de una hoja adulta. Según Calle et al. (2009), las medidas que alcanza a hoja de *Sambucus spp* oscilan entre 4 y 16 cm de largo y 3 a 7 cm de ancho, en este ensayo en el momento de la última medida (388 días) el largo promedio de hoja fue de 10,6 cm y 4,4 cm de ancho.

Producción de biomasa: La producción de biomasa del Sauco fue de 3.245 kg de forraje verde/ha correspondiente a 775 kg de forraje seco/ha, considerando un porcentaje de materia seca de 23,9%. Esto representa una producción de 1298 g de forraje verde por árbol, es decir 310 g/MS/planta. Dicha producción es mayor a la reportada en la literatura (Cárdenas, 2003) en donde *Sambucus nigra* a una altura de 1,2 m y 15 meses de edad (similar altura a la que se determinó la producción de biomasa en este ensayo) tuvo una producción de 116 g/MS/planta. Esto sugiere que la producción de forraje

seco bajo las condiciones de suelo de Roncesvalles y bajo las condiciones climáticas específicas del ensayo, fue mayor que las obtenidas en ensayos realizados en la Sabana de Bogotá.

La incidencia del componente leñoso en la productividad y calidad del componente herbáceo es evidente. La biomasa de Kikuyo fue mucho mayor en el lote control con 3545 g/forraje seco por m² versus 1676 g/forraje seco a 50 cm del sauco, 1758 g/forraje seco a 100 cm de distancia del sauco y 2001 g/forraje seco a 150 cm del arbusto mostrando diferencias significativas ($P \leq 0,05$) respecto al sistema silvopastoril. Esto concuerda con lo reportado por Giraldo y Bolívar (1999) quienes dicen que la producción de biomasa de las gramíneas en los sistemas silvopastoriles intensivos es menor, respecto al monocultivo. Sin embargo, el contenido de materia seca del kikuyo fue mayor dentro del sistema silvopastoril y en todos los casos fue mayor al reportado en la literatura (Bernal, 2003). Igualmente, la materia seca de saucos fue mayor que el reportado en la literatura de 17,8% (Jaramillo, 2006).

Calidad del forraje.

La calidad del forraje se determinó mediante indicadores bromatológicos. El kikuyo mostró valores de proteína cruda mayores dentro del sistema silvopastoril que en el lote control, valores que concuerdan con los reportados en la literatura (Bernal, 2003; Laredo y Cuesta, 1988; Apráez y Moncayo, 2000) donde la proteína varía entre 11,4 y 16,6% , pero más bajo al reportado por otros autores en Antioquia (Osorio 1999, Naranjo 2002) de 20,5% y el hallado por León et al. (2007) en el departamento de Cundinamarca (22,9%) (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados bromatológicos para el sauco y el kikuyo tanto en el lote control como en el sistema silvopastoril.

		MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	
	Especies					
	Distancia del arbusto (cm)					
Tratamientos						
Control	kikuyo	28,0	13,9	62,1	39,2	
	Saucos	23,9	25,2	42,8	38,7	
SSP	50	31,4	16,6	64,9	44,7	
	kikuyo	100	25,7	14,7	67,5	44,2
	150	31,4	13,4	67,6	44,9	
	Promedio	29,5	14,9	66,7	44,6	

La proteína cruda encontrada en sauco fué mayor que la reportada por Millán y Moreno (2005) de 15,3 % y por Jaramillo (2006) de 23,36 %. Sin embargo su digestibilidad posiblemente se vea afectada por una alta proporción de FDN y de FDA que en ambos casos son mayores los valores que en la literatura en donde FDN es de 35,2 y FDA es de 20,3 (Millán & Moreno, 2005).

En cuanto al kikuyo se pudo determinar que la FDN es mayor dentro del SSP que en el lote control. En el primero el promedio de FDN se encuentran dentro del rango reportado por Miles et al., (2000) quienes señalan que el contenido de FDN en este pasto se encuentra en un rango que va desde 42,3 hasta 84% de la MS y por Correa et al., (2008). La FDA fue similar entre tratamientos pero en todos los casos es mayor a los valores reportados en la literatura pues Bernal (2003) dice que a los 40 días el valor es de 36,64% y Correa et al. determinaron FDA entre 28,3 y 32,8.

Respuesta animal

El consumo de sauco por los animales no asciende a más de 2 bocados. Pero fue aumentando con paso de los días, sin embargo, es notoria la preferencia por la gramínea, aunque al finalizar el ensayo los árboles estaban completamente sin hojas. Esto sugiere un consumo aceptable del forraje de sauco, contrario a lo que reporta Callet et al., (2009), quienes afirman que Sauco (*Sambucus nigra*) es poco palatable, no obstante esta afirmación requiere de estudios adicionales para su comprobación o refutación.

La tasa de bocados por minuto fue de 25 de gramínea y 2 de sauco, tasa que es muy baja respecto a la reportada por Balocchiet al., (2000) en Chile de 58 bocados por minuto, esto posiblemente se deba a la menor succulencia de la gramínea y altos contenidos de FDN que adquieren las gramíneas bajo condiciones tropicales. Sin embargo, en pruebas dentro de sistemas silvopastoriles, se estableció que la cantidad de bocados por minuto oscilaba entre 33 y 37 bocados por minuto, anotando que la toma y tasa de bocado depende de la morfología y la forma de crecimiento de la planta (Ortegaet al., 2009) (figura 2).

Al respecto, Ortegaet al., (2009) reportan que el tamaño de bocado de un bovino es de 0,46 g con lo cual se podría estimar que en un minuto las vacas en el sistema silvopastoril consumen 0,22 g de materia seca de sauco y 3,14 g de materia seca de kikuyo. Así mismo con esta cantidad de materia seca consumida por minuto, se puede decir que consumen 55,4 mg de proteína cruda, proveniente del sauco y 467 mg de proteína cruda del kikuyo.

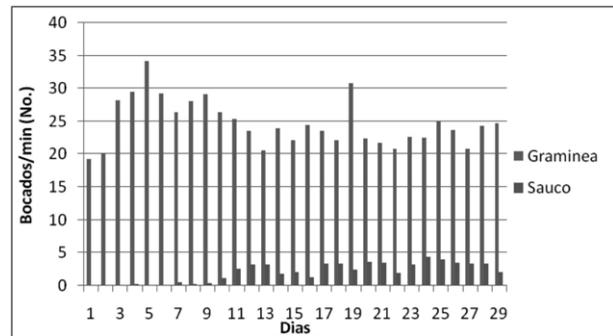


Figura 2. Promedio de bocados por minuto en la prueba de cafetería realizada dentro del sistema silvopastoril.

Es notorio que en los primeros siete días se da la mayor tasa de bocados por minuto y es justamente cuando comienza a notarse el consumo del forraje de sauco. Esto posiblemente esté relacionado con una pérdida de la succulencia de la gramínea y por ende disminución de la palatabilidad, ya que a medida que la planta envejece disminuye la palatabilidad (Flores, 2005) lo que reduce la energía transferida a los animales de pastoreo (Principe, 2008), también se puede ver afectado por el tiempo de acostumbramiento. Es en ese momento, cuando el animal comienza a buscar el forraje tierno del componente arbóreo.

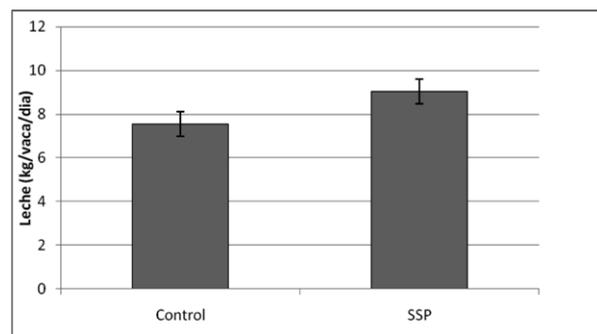


Figura 3. Promedios de la producción de leche en el tratamiento control y en el sistema silvopastoril

Los promedios de producción de leche mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre tratamientos, presentando un mayor promedio dentro del sistema silvopastoril que en el lote control (figura 3). Ensayos que han hecho uso de la harina de Sauco (*Sambucus nigra*) también han encontrado aumento significativo en la producción de leche (Rodríguez et al., 2005). En un estudio realizado por Giraldo y Bolívar (1999) en trópico de altura con kikuyo y Acacia (*Acacia decurrens*), la producción de leche fue menor en el sistema de alta densidad de árboles, diferente a lo que ocurrió en este ensayo, pues aunque el sistema tenía una alta densidad de árboles el promedio fue mayor que en el sistema de manejo tradicional.

Conclusiones

Según los resultados del estudio los árboles de sauco (*Sambucus nigra*) mostraron índices de crecimiento y de desarrollo de sus hojas similares a los reportados en la literatura, por lo tanto se puede decir que son especies promisorias para ser cultivadas en sistemas silvopastoriles en esta región. La relación entre el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y el sauco es positiva, pues si bien la producción de biomasa es mayor en el lote control, las medidas tomadas de las hojas del kikuyo, corresponden a las que se reportan en la literatura, concluyendo de tal manera que el sauco no ejerce influencia negativa sobre la gramínea, aunque ésta última muestra algunos cambios fisiológicos relacionados con una mayor presencia de sombra en el sistema.

Los resultados de los análisis bromatológicos muestran al sauco como una alternativa nutricional interesante, pues tiene un alto porcentaje de proteína con bajas cantidades de fibra, beneficiando el consumo voluntario y la digestibilidad. Sin embargo, se recomienda realizar un

análisis del tiempo de rebrote o si tal vez esta planta tiene potencial para banco de proteína. La prueba de cafetería muestra que el sauco es apetecido por los animales, por lo tanto sería interesante determinar porcentajes de inclusión del sauco en dietas de bovinos.

Finalmente, los promedios de producción de leche en los lotes demuestran claramente una influencia muy positiva del consumo del sauco sobre la producción de leche, aunque sería importante estimar el consumo promedio de sauco. Sin embargo, el sauco se muestra como una alternativa de alimentación para bovinos en una región en donde las opciones son limitadas y se requiere garantizar la oferta forrajera para los bovinos, buscando que la ganadería no vaya en detrimento del medio ambiente

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones y desarrollo científico de la Universidad del Tolima por el financiamiento de este estudio.

Referencias

Apráez, E., Moncayo OA., 2000. Caracterización agronómica y bromatológica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) sometida a rehabilitación mediante labranza y fertilización orgánica y/o mineral. <http://www.virtualcentre.org/es/enl/keynote14.htm> (consultado el 15 mayo 2006).

Balocchi, O., Pulido, R., Fernández, J., 2000. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile. <http://www.monografias.com/trabajos906/comportamiento-vacas-lecheras/comportamiento-vacas-lecheras.shtml> (consultado 3 mayo 2010).

Bernal, J., 2003. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. (4ta Ed.) Colombia. Ideagro.

Cabezas – Gutiérrez, M., Peña, F., Duarte, H., Colorado, J., Lora, R., 2009. Un modelo para la estimación del área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. Revista U.D.C.A. Actualidad y divulgación científica. 12: 1

Calle, Z., Naranjo, J., Murgueitio, E., 2009. El tilo: puerta de entrada a los silvopastoriles en el trópico alto. Carta Fedegan. 110: 118 – 121.

Cárdenas, E. 2007. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. http://mvz.unipaz.edu.co/textos/lecturas/generalidades/file_evento-senti10332.pdf (consultado el 11 mayo del 2010).

Correa, HJ., Pabón, ML., Carulla, JE., 2008. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I - Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Livestock Research for Rural Development* 20 (4).

Estrada, J., 2001. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales. Universidad de Caldas.

Gallo, L. (2006). Sistemas silvopastoriles. Pasturas. www.planagro.com

com.uy/publicaciones/revista/R119/R119_30.pdf. Consulta: 10 de Febrero de 2011

Gil, J., Espinoza, Y., Obispo, N., 2005. Relaciones Suelo - planta - animal en sistemas silvopastoriles. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 9. http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n9/arti/gil_l.htm Consulta: 17 de febrero de 2011

Giraldo, L., Bolívar, D., 1999. Evaluación de un sistema silvopastoril de Acacia decurrens asociada con pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en clima frío de Colombia. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127115335_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf. Consulta: 27 de Febrero de 2011

Jaramillo, C., 2006. Evaluación nutricional y agronómica de *Morus alba* y *Sambucus nigra* y su utilización en alimentación de rumiantes y monogástricos. Revista de investigación. 6(002): 189 – 197.

Laredo, M., Cuesta, P., 1988. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Nutrición Animal. Santafé de Bogotá, Colombia. 77 pág.

León, J., Mojica, JE., Castro, E., Cárdenas, E., Pabón, ML., Carulla, JE., 2007. Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). *Rev Col Cien Pec. Trabajos presentados: Nutrición y alimentación animal (monogástricos)* Volume 20 (4): 615

Flores, A., 2005. Manual de pastos y forrajes alto Andinos. Oikos, Lima, 53 p.

Mahecha, L., 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Rev Col Cienc Pec.* 15(2): 226 – 231.

Millán, H., Moreno, F.W., 2005. Evaluación agronómica de arbóreas multipropósito en la sabana de Bogotá. Tesis de Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.

- Murgueitio, E., 2000. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/AGROF99/Murgueit.htm>. Consulta: 13 de Febrero de 2011
- Naranjo, H., 2002. Evaluación nutricional del pasto kikuyu a diferentes edades de corte; *Despertar Lechero* (Colombia). 20: 149 – 167
- Ortega, L., Castillo, J., Rivas, F., 2009. Conducta ingestiva de bovinos Cebú adultos en leucaena manejada a dos alturas diferentes. *Téc pecMéx.* 47(2): 125 – 134.
- Osorio, F., 1999. Efecto de la dieta sobre la composición de la leche; En: *Memorias, I Seminario Internacional sobre avances en nutrición y alimentación animal*, Medellín, marzo 18 – 19
- Principe, O. 2008. Manual de producción de pastos en sierra. Centro De Estudios Para El Desarrollo Y La Participación. CUSCA. 22 p.
- Petit, J. 2005. Crecimiento. <http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/silvicultura/TEMA%203.pdf>. Consulta: 15 de Febrero de 2011
- Piragauta, J., Suarez, F., Franco, M., Cárdenas, E., 2007. Evaluación del establecimiento de dos arreglos silvopastoriles en la región sabana occidente de Cundinamarca Colombia. *Rev Col CiencPec.* 20: 4. 653
- Rodríguez, C., Flórez, Y., Rodríguez, A., 2005. Evaluación del uso de un sistema silvopastoril a base de Morera (*Morus alba*) y Sauco (*Sambucus peruviana*) como fuente de suplementación en vacas Holstein. <http://www.cipav.org.co/pdf/red%20de%20agroforesteria/seminarios%20y%20congresos/Panama2010/Carlos.Eduardo.Rodriguez.pdf>. Consulta: 20 de Febrero de 2011
- Sierra, J. 2002. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Cordero, J y Boshier, D.F. 2003. Arboles de Centroamerica. Un manual para extensionistas. CATIE- FRP, Turrialba, Costa Rica CD-Rom
- Vásquez, A. 2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Tesis de grado obtenido no publicado. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- Villareal, J. 2008. Flora del valle de Tehuacán – Cuicatlán. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 