

## Costos de establecimiento de un sistema silvopastoril de sauco (*Sambucus nigra*) y Kikuyo (*Penisetum clandestinum*) en Roncesvalles (Tolima).

Costs for establishment of a silvopastoral system of Sauco (*Sambucus nigra*) and Aliso (*Penisetum clandestinum*) in Roncesvalles (Tolima).

Cristina Rocha<sup>1</sup>, Carlos Arturo Cárdenas<sup>1</sup> y Jairo Mora Delgado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.Sc Ciencias Pecuarias; Universidad del Tolima; <sup>2</sup> Profesor asociado Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales pecuarios, Universidad del Tolima.  
jrmora@ut.edu.co

### Resumen

Los sistemas silvopastoriles se presentan como una excelente oportunidad para mejorar la nutrición de los bovinos, la calidad de los suelos y aminorar el impacto ambiental. El municipio de Roncesvalles en el departamento del Tolima es de gran influencia ganadera, por lo cual se requieren especies arbustivas forrajeras de trópico alto. Por esta razón se implementó un diseño intensivo, con *Sambucusnigra*, *Alnusacuminata* y *Penisetumclandestinum*. El costo de establecimiento de una hectárea del sistema silvopastoril es de \$3.322.500 millones con una producción de 2574 Kg/MS/Ha, donde el 45% corresponde a la mano de obra. El costo de establecimiento de una hectárea de *Pennisetumclandestinum* en monocultivo es de \$1.526.000 con una producción de 3545 kg/MS/Ha. El porcentaje de sobrevivencia de los Alisos fue de 99.35% mientras que el de los Saucos fue de 98.6%. Si bien los costos de establecimiento del sistema son mayores, son importantes los beneficios obtenidos en el largo plazo.

**Palabras clave:** Agroforestería, forraje, ganadería, banco forrajero

### Abstract

Silvopastoral systems are an excellent option to improve the cattle nutrition, the soils quality and to decrease de environmental impact. The municipality of Roncesvalles, in Tolima department has a big livestock influence, therefore it is needed arboreal species adapted to high tropic. By this reason, we implement an intensive design with *Sambucusnigra*, *Alnusacuminata* and *Pennisetumclandestinum*. The cost of an established hectare of silvopastoral system was \$3.322.500 with a dry matter (DM) production of 2574 kg//ha. 45% of the costs correspond to the labor. The establishment of a *Pennisetumclandestinum* monoculture was \$1.526.000 with a DM production of 3545 kg/DM/Ha. The survival percentages of the alders were 99.35%, while the elderberry shows 98.6%. Even if the establishment cost of the system were higher, there were important benefits in long term.

**Keywords:** Agroforestry, forage, livestock, fodder bank

## Introducción

Los sistemas ganaderos afrontan factores limitantes, como el precio de los insumos (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, semillas) que incide en el precio final para el consumidor, alejándolo de la posibilidad de acceder a un consumo básico de leche, especialmente a sectores de escasos recursos. También lo pone en desventaja frente a los productos pecuarios subsidiados de otros países (Garay et al, 2005; Salazar, 2013). Si se tiene en cuenta que los costos por alimentación en los sistemas de producción bovina representan hasta el 45% de los costos totales, y los gastos de la alimentación concentrada constituyen la mayor parte de este porcentaje (Holmann *et al.*, 2003), se entiende por qué la preocupación de los productores de bajar este porcentaje manejando adecuadamente los recursos alimentarios.

Los sistemas silvopastoriles representan una alternativa de manejo para la ganadería tradicional, pues le permiten al ganadero brindarle al animal una mayor variedad en su alimentación y una mejor oferta forrajera. Así mismo, tal y como lo reporta Mahecha (2002) estos sistemas son la oportunidad para mejorar los rendimientos productivos, pero garantizando la conservación del medio y llevando al mínimo el impacto ambiental que tiene la ganadería.

Los sistemas silvopastoriles brindan una interacción importante entre el suelo, la planta y el animal. Las raíces de los árboles le dan al pasto una mayor oferta de nutrientes con la ayuda de las raíces profundas, nutrientes que de otra manera no podría utilizar la gramínea. Así mismo la hojarasca logra aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, manteniendo la fertilidad. Estos efectos, le dan al suelo una mayor durabilidad, pues evitan la erosión. De igual manera, estos sistemas le permiten al animal disminuir el stress calórico o el efecto que les causan los vientos fríos (Gil, Espinoza

& Obispo, 2005). Además, adicionar algunos árboles nativos alto andinos (15 a 20 por hectárea) como arrayán, gaque, sauce, roble, sietecueros, palma de cera, arboloco, cedro de altura y otros, enriquecen el arreglo atrayendo fauna (Uribe et al 2012).

Sin embargo, 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 trópico alto. La literatura reporta densidades de 1500 arbustos forrajeros/ ha, con surcos cada 12 m con una distancia entre plantas 0,50 m. Es importante asociar árboles fijadores de nitrógeno como el Aliso *Alnus Acuminata* y acacia japonesa *Acacia melanoxylon*, también puede asociarse a árbol loco *Montanoa quadrangularis* en una cantidad de 30 a 100 árboles por ha (Urbe et al 2012).

La región de Roncesvalles en el Tolima, tiene un potencial ganadero muy amplio, tanto que la ganadería ocupa el renglón más importante dentro de su economía. Pero, por otro lado es vital 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 muy degradadas y esto hace que la carga animal que ellas resisten sea mínima. La poca oferta forrajera, hace que en muchos casos se destruya el bosque primario para ampliar las pasturas y que la producción de metano por parte de los animales sea mayor. Según lo reportado por la literatura las dietas de baja calidad, aumentan en gran medida las emisiones de metano (Carmona, Bolívar & Giraldo, 2005).

## Materiales y métodos

Se estableció un sistema silvopastoril a 2800 msnm, en la finca la Estrella (coordenadas geográficas N03°59.139'

W075°37.674'), ubicada en la vereda Cucuanita, aproximadamente a 8 km de la cabecera municipal de Roncesvalles (Tolima). La finca básicamente está dedicada al levante de hembras de raza Normando y Holstein, que luego son enviadas a otras fincas de la región y cuenta con un pequeño lote de hembras en producción. Su régimen de lluvias está principalmente distribuido entre los meses de marzo-abril- mayo y septiembre-octubre- noviembre, aunque en el último año la época de lluvias se prolongó hasta el mes de Diciembre. Su topografía es algo irregular pues cuenta con zonas bastante planas y otras de ladera con pendientes cercanas al 20%. Su temperatura oscila entre los 18 a 12°C durante el día y puede descender hasta 5 o 6 °C durante la noche. Las pasturas están establecidas con una mezcla entre pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y pasto falsa poa (*Holcus lanatus*).

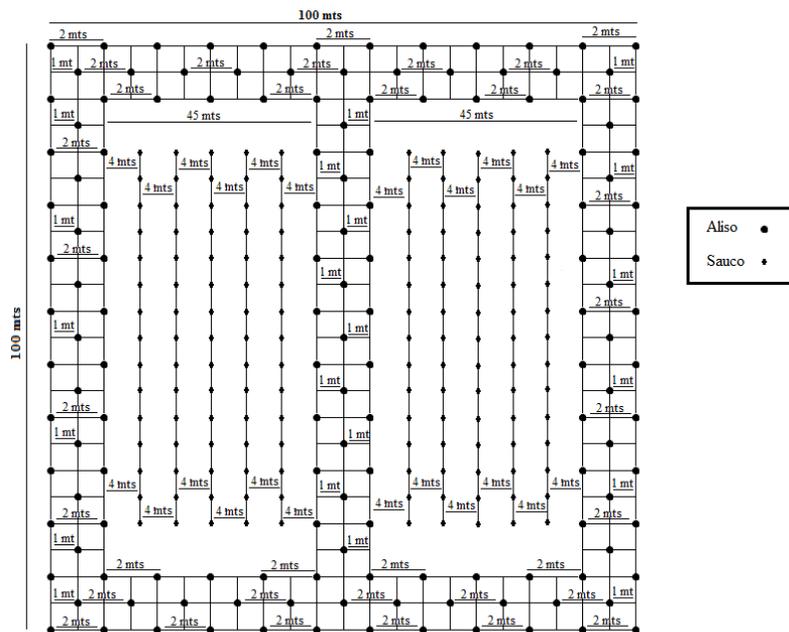
**Establecimiento del sistema**

El sistema silvopastoril está compuesto por tres especies: una mezcla de gramíneas, en este caso kikuyo (*Pennisetum*

*clandestinum*) mezclado con falsa poa (*Holcus lanatus*) en asocio con una especie arbustiva y forrajera como el Sauco (*Sambucus spp.*) y una especie arbórea y maderable como el Aliso (*Alnus acuminata*).

El arreglo fue realizado en una hectárea previamente establecida con las gramíneas, en donde fueron plantadas dos especies leñosas en lote de 100 x 100 m. Se realizó un análisis de suelos para determinar si cumplía con los requerimientos de las especies a sembrar. El lote posee una topografía distribuida entre una zona plana y otra de ladera cercana al 7% de pendiente.

El sauco (*Sambucus nigra*) fue plantado en líneas, con una distancia entre árboles de 1 m y callejones de cuatro metros. El aliso (*Alnus acuminata*) fue plantado en el borde interno del lote, en un arreglo en forma de rombo con distancias entre árboles de un metro y una línea en la mitad del potrero con el mismo arreglo. Este diseño fue establecido teniendo en cuenta las experiencias de la región que dan certeza de un mejor desarrollo del árbol cuando es plantado en grupo.

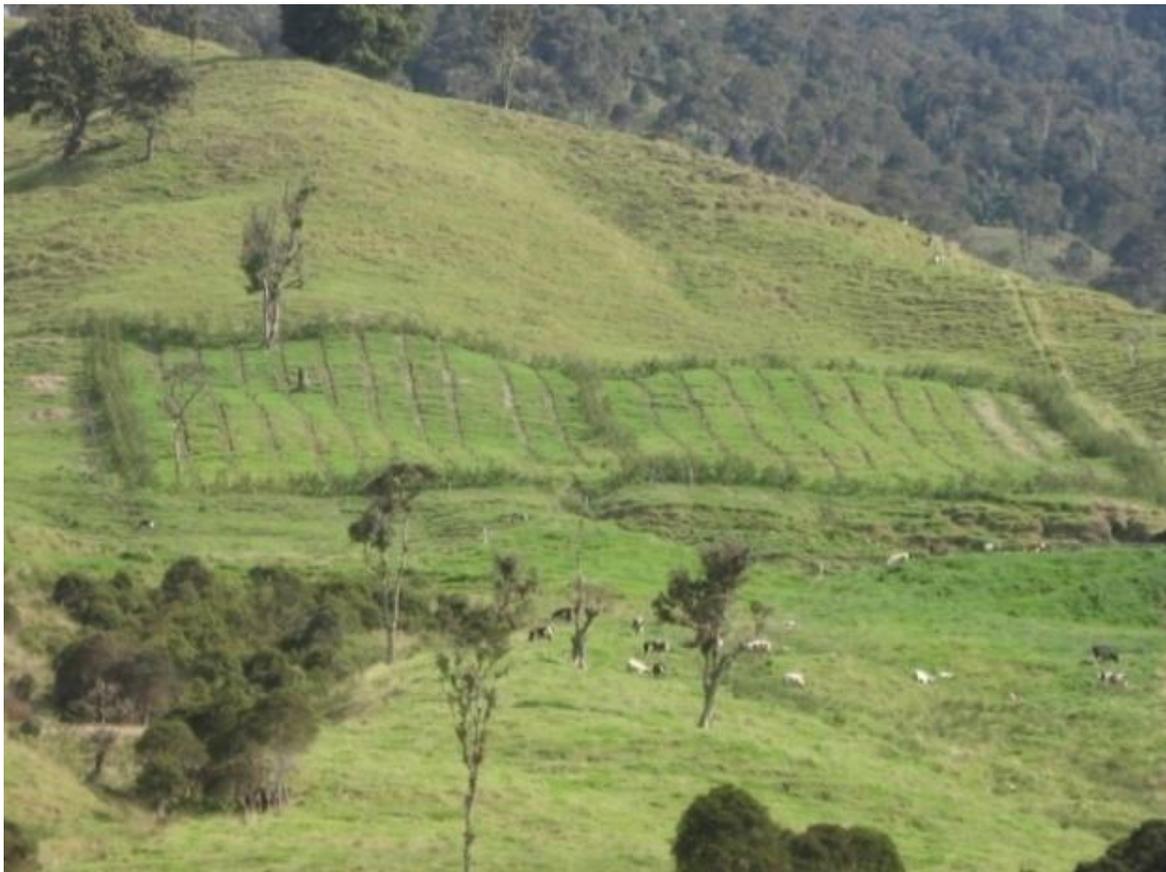


**Figura 1.** Esquema del diseño del sistema silvopastoril en Roncesvalles (Tolima).

Fueron utilizados 1071 alisos (*Alnus acuminata*) y 2500 saucos (*Sambucus spp.*). Los Alisos fueron adquiridos en un vivero de la región especializado en producir este tipo de árboles a un costo de 300 pesos por planta. Se plantaron con una altura promedio de 31,3 cm el 28 de julio del año 2009. Los arbustos de Sauco (*Sambucus spp.*) fueron adquiridos en la región a un costo de 300 pesos por planta. Se sembraron con una altura promedio de 27,2 cm el 15 de septiembre del año 2009.

Para la siembra, las líneas donde serían sembrados los arboles fueron limpiadas y

plateadas, intentado sacar la mayor cantidad de raíces del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Luego se hicieron hoyos de 20 cm de lado y 20 cm de profundidad. En cada hoyo se sembró un sauco y se adicionó 70 g de Micorriza y luego de cubrir las raíces, cada árbol fue abonado con 3 kg de porquinaza. Uribe et al, 2012 recomiendan adicionar en el fondo del hoyo 0,25 kg de materia orgánica, 30 g de micorrizas o 50 g de fertilizante completo y apisonar bien la tierra alrededor, para evitar bolsas de aire y aporcar para que el cuello de la raíz quede bien cubierto.



**Figura 2.** Fotografía del sistema silvopastoril en Roncesvalles (Tolima).

**Resultados**

**Costos de establecimiento del sistema silvopastoril**

Los costos de establecimiento de una hectárea del sistema silvopastoril están consignados en la tabla 1 los cuales constituyen valores locales para la época de

realización del estudio. Todos los valores se expresan en pesos colombianos. Cabe advertir que el establecimiento del sistema se hizo con fines investigativos, por lo cual algunos gastos se conciben en el diseño de un arreglo experimental, pero no necesariamente representan una práctica usual entre los productores de la zona.

**Tabla 1.** Costos del establecimiento del sistema silvopastoril Roncesvalles (Tolima).

Actividad	Unidad	Costo Por Unidad	Costo Total \$/ha
Varillas Para Cercado	200	500	100.000
Tubos Para Cercado	16	700	11.200
Alambre De Púas Para Cercado	2 bultos	105.000	210.000
Arboles De Aliso ( <i>Alnus Acuminata</i> )	1071	300	321.300
Arboles De Sauco ( <i>Sambucus Spp.</i> )	2500	300	750.000
Abono Específico Para Sauco ( <i>Sambucus Nigra</i> )	10 bultos	10.000	100.000
Micorriza	4.3 bultos	60.000	258.000
Porquinaza	30 bultos	2.000	60.000
Mano De Obra Para Cercado	2 jornales	24.000	48.000
Mano De Obra Limpia Y Plateo	12 jornales	24.000	288.000
Mano De Obra Hoyado	12 jornales	24.000	288.000
Mano De Obra Siembra	8 jornales	24.000	192.000
Mano De Obra Plateos De Arboles	25 jornales	24.000	600.000
Mano De Obra Abonada	4 jornales	24.000	96.000
Subtotal Materiales			1'810.500
Subtotal Mano De Obra			1'512.000
Total			3'322.500

Este costo incluye el mantenimiento que se debe hacer luego de la siembra, buscando un ambiente adecuado para el crecimiento de los árboles, así como un abonamiento previo a la siembra. Así mismo, se tiene en cuenta el cercado, la mano de obra y los materiales requeridos.

El porcentaje más importante del costo tiene que ver con la mano de obra, pues corresponde al 45,5%. El costo de los árboles corresponde al 32%. Sin duda alguna si se lograra disminuir el costo de la mano de obra, el costo global de una hectárea de sistema silvopastoril disminuiría notablemente.

La biomasa total que produce este sistema es de 2574 kg/MS/Ha, repartido en 774 kg/MS/ha de Sauco (*Sambucusnigra*) y 1.800

kg/MS/Ha de Kikuyo (*Pennisetumclandestinum*). Por lo tanto el costo por kg de forraje producido depreciado a 10 años, considerando el tiempo de recuperación del Sauco de 150 días y del Kikuyo de 75 días, es de 41 pesos por kilo.

#### Costos de establecimiento de kikuyo en monocultivo

Los costos de establecimiento de una hectárea de monocultivo de kikuyo (*Pennisetumclandestinum*) dependen de si este es establecido por semilla o con estolones. En la Tabla 2 se muestra el costo de establecimiento de una hectárea de kikuyo (*Pennisetumclandestinum*) con semilla.

**Tabla 2.** Costo de establecimiento de una hectárea de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a partir de semilla en Roncesvalles (Tolima).

Actividad	Unidad	Costo Por Unidad	Costo \$/ha
Análisis de suelo	1	80.000	80.000
Mecanizado de suelo	8 horas con retovo de cuchillas curvas	40.000	320.000
Corrector de suelo	6 bultos de cal dolomita	11.000	66.000
Esparcida de corrector de suelo	4 horas	5.000	20.000
Mecanizado de repaso	5 horas con retovo de cuchillas rectas	40.000	200.000
Pre abonado	1,5 bultos de 19-25-5	60.000	90.000
Mano de obra abonamiento	3 horas	5.000	15.000
Semilla ( <i>Pennisetum clandestinum</i> )	3 kgs	50.000	150.000
Mano de obra esparcida semilla	3 horas	5.000	15.000
Tapado material de siembra	1 hora de tractor	40.000	40.000
Abono	5 bultos 22-3-14	60.000	300.000
Mano de obra abonada	6 horas	5.000	30.000
<b>TOTAL</b>			<b>1.290.000</b>

En este caso el costo de cada kilogramo de gramínea considerando que se obtuvieron 3545 kg/MS/Ha, con el costo depreciado a diez años y considerando un tiempo de recuperación del kikuyo de 75 días, es de 7.58 pesos por kilo.

Si la hectárea de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se siembra a partir de estolones, el costo puede verse en

la tabla 3, considerando que el terreno había sido previamente un cultivo de kikuyo y por lo tanto se disminuyen los costos por transporte y mano de obra, puesto que los estolones se extraen del cultivo anterior.

**Tabla 3.** Establecimiento de una hectárea de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a partir de estolones en Roncesvalles (Tolima).

Actividad	Unidad	Costo/Unidad	Costo\$/ha
Análisis de suelo	1	80.000	80.000
Mecanizado de suelo	8 horas con retovo de cuchillas curvas	40.000	320.000
Corrector de suelo	6 bultos de cal dolomita	11.000	66.000
Esparcida de corrector de suelo	4 horas	5.000	20.000
Mecanizado de repaso	5 horas con retovo de cuchillas rectas	40.000	200.000
Pre abonado	1,5 bultos de 19-25-5	60.000	90.000
Mano de obra abonamiento	3 horas	5.000	15.000
Abono	5 bultos 22-3-14	60.000	300.000
Mano de obra abonada	6 horas	5.000	30.000
<b>TOTAL</b>			<b>1.121.000</b>

Según estos costos teniendo en cuenta también una producción de 3545 kg/MS/Ha, el costo por kg es de 6.58 pesos, considerando un tiempo de depreciación a diez años y un periodo de recuperación del kikuyo de 75 días. Cabe aclarar que en este caso el estolón no tiene costo porque se hace una resiembra en un lote de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

El análisis de suelo realizado reportó pH de 5,1, Materia Orgánica de 8,2%, contenidos altos de P, Fe y B, contenidos medios de Ca y Mg y contenidos bajos de K, Cu y Zn. Estos resultados eran concordantes con los requerimientos de los árboles, por lo que se explica la baja tasa de mortalidad reportada.

#### Indicadores de sobrevivencia del material vegetal.

Una vez plantados los árboles, los indicadores de sobrevivencia en el caso de los alisos (*Alnus acuminata*) fue de un 99,35%, pues se debieron reemplazar 7 árboles de un total de 1071 que se sembraron inicialmente. En cuanto a los saucos (*Sambucus spp.*) el porcentaje de sobrevivencia fue de 98,6% pues se resembraron 35 árboles de 2500 plantados al inicio.

Estos datos están dentro de los criterios para conocer el estado actual de una plantación de acuerdo al porcentaje de sobrevivencia se considera bueno, cuando existe un 80% o más sobrevivencia; regular, cuando existe entre 40 y 80% de sobrevivencia y malo, cuando la sobrevivencia es menor de 40%. (González y López (2006)

Estos porcentajes son bastante altos en ambos casos, pero cabe resaltar que el aliso (*Alnus acuminata*) por ser un árbol nativo tiene una facilidad de adaptación un poco mayor que en el caso del sauco (*Sambucus spp.*), porque si bien el sauco (*Sambucus spp.*), también se encuentra en la región su presencia es notablemente menor.

La sobrevivencia de la plantación fue muy buena pues en el caso del Aliso (*Alnus acuminata*) alcanzó el 99,35% y en el caso del Sauco (*Sambucus nigra*) fue del 98,6%. Estos valores son importantes si se considera que Vásquez (2001) reporta que una plantación de 1.111 árboles tienen que tener una mortalidad inferior al 20%, y en este caso la mortalidad es mucho menor.

Estos datos son aún más relevantes si se tiene en cuenta que la presencia del Sauco (*Sambucus nigra*) en la región de Roncesvalles (Tolima) es poca, porque aunque este árbol es una especie de trópico alto, sus mayores poblaciones están en otras regiones del país.

Un estudio evaluó el efecto de árboles de *Alnus acuminata* sobre la producción de forraje de *P. clandestinum* en tres condiciones. Un SSP de siete años de establecido de la asociación *P. clandestinum* y *A. acuminata* con 624 árboles ha<sup>-1</sup> (T1), praderas en monocultivo de *P. clandestinum* fertilizadas con urea (T2) y *P. clandestinum* sin fertilización (T3). La producción de forraje verde fue de 5.407 kg ha<sup>-1</sup> para T1, 8.287 kg ha<sup>-1</sup> en T2 y 7.390 kg ha<sup>-1</sup> en T3. (Builes et al. 2004). En este estudio la proteína en los pastos con aliso fue de 20,7% frente a 15,8 y 16,6% en T2 y T3, pero se obtuvo una menor producción de pasto en bajo alta densidad de árboles.

### Conclusiones

Los sistemas silvopastoriles con diseños combinados le brindan la posibilidad al productor de obtener múltiples beneficios, pues los beneficios que se podrían obtener de cada una de las especies por separada se potencian al plantarlas en un mismo espacio. Si bien los costos de establecimiento del sistema silvopastoril son mayores, la biomasa y por tanto materia seca obtenida de este estudio presenta mejores cualidades nutricionales, situación que compensa la inversión inicial a partir del mejoramiento en parámetros productivos y reproductivos en el hato, reflejados al final en mayores utilidades. Las dos especies arbóreas, en cuanto a sobrevivencia se refiere, muestran niveles muy buenos dejando entrever que pueden ser utilizadas en esta región. Se sugiere para futuros estudios profundizar en la capacidad de rebrote de la especie forrajera, para lograr determinar cuál sería la edad de forrajeo óptima considerando la combinación de kikuyo y Sauco.

### Referencias

Builes, A., Gómez, C. M. 2004. Evaluación de la producción y calidad de kikuyo *Pennisetum clandestinum* asociado con árboles de Aliso *Alnus acuminata* en BMH- MB. Agrodocs. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Carmona, J., Bolívar, D., Giraldo, L. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Rev Col Cienc Pec.* 18. (1)

Carvajal, T. Lamela L y Cuesta A. 2012. Evaluación de las arbóreas *Sambucus nigra* y *Acacia decurrens* como suplemento para vacas lecheras en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Pastos y Forrajes*, Vol. 35, No. 4, octubre-diciembre, 417-430,

Garay LJ; Barbieri, F. Espinosa, A. 2005. La agricultura colombiana frente al tratado de libre comercio con Estados Unidos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, 557 p

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\\_1.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n9/arti/gil_1.htm). Consulta: 17 de febrero de 2012

González, E. y López, A 2006. Estudio del crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la Finca El Plantel. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. 62p

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

Salazar Arriaga, Héctor Carlos (Ed.) 2013. Las funciones del sector agropecuario y rural de México deben replantearse. *Revista Mexicana de Agro negocios.* vol. XVII, núm. 33 (Julio-Diciembre), 393-395 p.

Uribe, F.Zuluaga, AF. Murgueitio, E Valencia, LM. Zapata, A. Solarte LE. Cuartas. CA. Naranjo, JF.Galindo, WF. González, JG. Sinisterra, JA. Gómez, JC. Molina, CH. Molina EJ. Galindo, A. Galindo, VA. Soto, R. 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78p.

Artículos podrán ser enviados por vía E-mail o en medio físico a:  
Hernán Jair Andrade.  
Editor  
Revista Agroforestería Neotropical  
Universidad del Tolima  
Barrió Santa Elena, Ibagué, Colombia, Sur América  
Tel: 277 20 42, 277 12 12 Ext: 9231  
[hjandrade@ut.edu.co](mailto:hjandrade@ut.edu.co)  
[seminario.agroforestal@ut.edu.co](mailto:seminario.agroforestal@ut.edu.co)

