

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Factibilidad económica de la asociación maíz-pasto en el establecimiento de un sistema silvopastoril en el piedemonte llanero de Colombia[♦]

Economic feasibility of the corn-pasture association in the establishment of a silvopastoral system in the plain foothills of Colombia^{♦♦}

V. Sánchez¹, G. Delreal², C. Plazas¹ y G. Pérez⁴

¹Grupo de Investigación en Agroforestería, Universidad de los Llanos, km 12 vía a Puerto López, Villavicencio, Meta, Colombia

²Universidad de los Llanos, Colombia

⁴Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Centro Agroindustrial del Meta El Hachón, Villavicencio, Colombia

Correo electrónico: vladimirsanchez@unillanos.edu.co

RESUMEN: El objetivo de la investigación fue evaluar financieramente una alternativa para el establecimiento de un sistema silvopastoril de sombra (SSP-S) con leguminosas arbóreas nativas, conjuntamente con la producción de ensilaje de maíz y la renovación de praderas degradadas. Para ello se plantaron árboles en surcos y entre estos se sembró maíz, que fue cosechado para ensilar. Se seleccionaron tres especies nativas adaptadas a las condiciones de acidez del suelo (4,6), y se utilizó un arreglo factorial en bloques al azar con cuatro tratamientos, constituidos por las tres especies arbóreas a evaluar y el testigo: T₀: testigo, T₁: *Piptadenia flava* (acacia flava), T₂: *Cassia moschata* (cañafistol) y T₃: *Mimosa trianae* (yopo), con cinco repeticiones por tratamiento, para un total de 20 unidades experimentales. Posteriormente se volvió a sembrar maíz, pero asociado con pasto, y se cosechó el maíz para ensilar, con lo que se renovó la pradera y se obtuvieron ingresos por concepto de ensilaje. Estos ingresos por la venta del ensilaje amortizaron los costos de la fase de establecimiento y generaron ganancias que hicieron viable económicamente el proyecto durante dicha fase, al lograr una utilidad neta por hectárea de USD 714, un valor presente neto (VPN) de USD 407 y una tasa interna de retorno (TIR) de 31,63 %. En otro tipo de SSP el costo de establecimiento puede llegar a más de USD 2 500 por hectárea y el retorno de la inversión puede tardar más de cuatro años.

Palabras clave: agroforestería, análisis financiero, árboles, ensilaje

ABSTRACT: The objective of the study was to financially evaluate an alternative for the establishment of a shade silvopastoral system (SPS-S) with native tree legumes, along with the production of corn silage and the renovation of degraded grasslands. For such purpose, trees were planted in rows and corn was sown between them, which was harvested to be ensiled. Three native species adapted to the conditions of soil acidity (4,6) were selected for this work and a factorial arrangement was used in randomized blocks with four treatments, constituted by the three tree species to be evaluated and the control: T₁: *Piptadenia flava*, T₂: *Cassia moschata*, T₃: *Mimosa trianae* and T₀: control, with five repetitions per treatment, for a total of 20 experimental units. Afterwards, corn was sown again, in association with pasture, and the corn was harvested to be ensiled; therefore, the grassland was renovated and incomes were obtained for the silage. These incomes for the silage sale amortized the costs of the establishment stage and generated profits that made the project economically viable during such stage, by achieving a net profit per hectare of USD 714, a net present value (NPV) of USD 407 and an internal return rate (IRR) of 31,63 %. In another type of SPS the establishment cost can be more than USD 2 500 per hectare and the return of the investment can take more than four years.

Key words: agroforestry, financial analysis, trees, silage

♦ Proyecto financiado por el Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana (IIOC) y cofinanciado por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

♦♦ Project funded by the Institute of Research of the Colombian Orinoquia (IIOC) and co-funded by the National Learning Service (SENA)

INTRODUCCIÓN

La baja rentabilidad de los sistemas ganaderos convencionales conlleva la formulación de una alternativa que permita renovar praderas degradadas, establecer un sistema silvopastoril de sombra (SSP-S) sin dejar áreas improductivas, y, finalmente, evaluar los beneficios económicos y ambientales durante la fase de establecimiento (un año).

En condiciones tropicales, la falta de sombra en los potreros genera un estrés térmico en los rumiantes que no les permite expresar su potencialidad productiva, pues una parte de la energía la gastan en disipar calor, lo que aumenta su tasa cardíaca y respiratoria para regular su temperatura e implica un mayor gasto de energía que podría utilizarse en producir leche o aumentar de peso (Ferreira *et al.*, 2011; Ramírez *et al.*, 2012). Por otra parte la reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales (Góngora y Hernández, 2010).

Los árboles generan un reciclaje de nutrientes que beneficia al suelo y mejora la pradera, y además producen servicios ambientales (Gonçalves *et al.*, 2012) como: sombra, leña, madera, alimento, captura de carbono, etc., que preparan al productor para afrontar los retos del cambio climático y la globalización de los mercados (Nieuwenhyse, 2010; Abril, 2011; Iglesias *et al.*, 2011).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) estimulan la micro-, la meso- y la macrofauna benéfica del suelo, las cuales degradan rápidamente el estiércol con la consiguiente disminución de la incidencia de parásitos (Soca *et al.*, 2005), descompactan y mejoran el suelo y las pasturas, y ayudan en el secuestro de carbono (Montagnini, 2010; Pagano y Cabello, 2011). La sombra de los árboles en los potreros puede mejorar la producción de leche y carne en un 15-20 % (Ibrahim *et al.*, 2007).

La información relacionada con los SSP-S para el piedemonte llanero es escasa y son pocos los estudios que comparan el desempeño de especies arbóreas leguminosas nativas entre sí dentro de este tipo de arreglo, por lo que se seleccionaron para este trabajo tres especies nativas adaptadas a las condiciones de acidez del suelo (4,6): acacia flava (*Piptadenia flava*), falso yopo o guayacán yopo (*Mimosa trianae*) y cañafistol llanero (*Cassia moschata*). Una de las principales dificultades para introducir árboles para sombra en los potreros ha sido la necesidad de protegerlos, por lo menos durante un año, del comportamiento depredador del ganado, razón por la cual generalmente esas áreas que se quieren convertir en SSP quedan improductivas por

algún tiempo; además, la inversión es alta y muchas veces el ganadero no adopta esta tecnología debido a que el retorno de la inversión suele ser a largo plazo.

Considerando lo antes expuesto, la investigación tuvo como objetivo evaluar la factibilidad financiera de una alternativa para introducir árboles en los potreros y renovar las praderas, sin dejar áreas improductivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El trabajo se realizó en el Centro Agroindustrial del Meta El Hachón, del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), ubicado en Villavicencio (Colombia), a 350 msnm; las características de la localidad son las siguientes: topografía plana, temperatura promedio de 28 °C, humedad relativa de 79 % y precipitación anual media de 2 876 mm (Peña y Orduz, 2010).

Diseño experimental. Se utilizó un arreglo factorial en bloques al azar con cuatro tratamientos, constituidos por las tres especies arbóreas a evaluar y el testigo: T₁: acacia flava, T₂: cañafistol, T₃: yopo, y T₀: testigo, con cinco repeticiones por tratamiento, para un total de 20 unidades experimentales.

Procedimiento experimental. Se delimitó un terreno de 5,7 ha que correspondían (según la distribución interna) a los potreros no. 3, 4 y 5, donde se ubicaron las áreas experimentales, y el lote testigo que pertenecía al potrero no. 2 en el que no se sembraron árboles. Se preparó el terreno con cincel vibratorio (un pase) y rastra (dos pases), y se aplicó, por hectárea: 1,5 t de compost, 150 kg de calfos, 200 kg de cal dolomita, 100 kg de fósforo diamónico (DAP), 50 kg de KCl, 60 kg de urea y 20 kg de mezcla de elementos menores. En la primera siembra de maíz, después del último control de arvenses, se plantaron los árboles en surcos, a partir de posturas de 40 cm de altura. La distancia de siembra de acacia flava, falso yopo o guayacán yopo y cañafistol llanero fue de 7 x 7 m (densidad de 204 árboles/ha), con el fin de permitir el paso de la maquinaria para las posteriores cosechas y siembra de maíz, lo que además, favoreció la iluminación solar entre los surcos al orientarse de oriente a occidente.

Después de la primera cosecha de maíz para ensilaje se hizo una segunda siembra de esta gramínea, pero mezclada con semilla sexual de pasto mombasa (*Panicum maximum* cv. Mombasa), el cual fue elegido por su adaptabilidad a la sombra moderada. La preparación del terreno y la aplicación de enmiendas al suelo fueron similares a los de la primera siembra. Una vez cosechado el maíz para

ensilaje quedó establecida la pradera, con un aprovechamiento total del terreno para lograr una mayor productividad y rentabilidad. La fase de establecimiento del SSP duró un año y se realizó un análisis económico.

Análisis financiero. La información económica fue sometida a estadística descriptiva en Microsoft Excel® para calcular medidas de tendencia central e indicadores financieros, como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN), y así realizar un análisis de viabilidad financiera del proyecto y del periodo de recuperación de la inversión. El VPN y la TIR son dos indicadores muy utilizados para calcular la viabilidad de un proyecto, que se basan en la tasa de descuento como factor clave y en la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los costos generales de establecimiento del sistema (5,7 ha), los cuales

totalizaron USD 12 604. Por su parte, en la tabla 2 se muestra el flujo de ingresos por concepto de venta del ensilaje producido (USD 16 675) y la inversión o egreso (USD 12 604) durante el establecimiento del SSP en el primer año.

Para facilitar una mejor comprensión y la estandarización de los datos, los costos e ingresos en la fase de establecimiento del SSP se calcularon para una hectárea. En la tabla 3 se puede observar la inversión requerida en el transcurso del tiempo, de la que se detallan los flujos ingreso y egreso y la utilidad por hectárea.

En la tabla 4 se presentan los resultados del análisis financiero del proyecto, asociado a la TIR, la tasa de interés de oportunidad (TIO) y el VPN. Para que un proyecto sea viable financieramente, la TIR debe ser superior a la tasa de descuento; además el VPN debe ser mayor a cero (0). La TIR determina la rentabilidad del proyecto y basado en el

Tabla 1. Costos de establecimiento del sistema silvopastoril (SSP).

Materiales, equipos y otros costos	(USD)
Análisis de suelo y fertilizantes químicos y orgánicos	2 700
Semilla de maíz certificada	1 920
Semilla de pasto mombasa certificada	684
Productos para control de plagas y arvenses	480
Posturas de árboles	500
Materiales e insumos para la fabricación del ensilaje	300
Mano de obra	2 160
Transportes varios	400
Siembra de árboles con barrena (incluida mano de obra)	750
Mecanización y combustible	2 600
Fertilizantes para árboles	110
Total	12 604

Tabla 2. Flujo de ingresos y egresos durante el establecimiento del SSP para 5,7 ha.

Ítem	Ensilaje	Ingresos (USD)	Egresos (USD)
Siembra de árboles y maíz (1ra cosecha)			6 640
Ingreso por ensilaje de maíz (1ra cosecha)	75 t (USD 115/t)	8 625	
Siembra de maíz-pasto (2da cosecha)			5 964
Ingreso por ensilaje de maíz (2da cosecha)	70 t (USD 115/t)	8 050	
Total egresos			12 604
Total ingresos		16 675	
Utilidad			4 071

Tabla 3. Flujo de ingresos y egresos durante el establecimiento del SSP para una hectárea.

Ítem	Ensilaje	Ingresos (USD)	Egresos (USD)
Siembra de árboles y maíz (1. ^a cosecha)			1 165
Ingresos por ensilaje de maíz (1. ^a cosecha)	13,15 t (USD 115 /t)	1 513	
Siembra de maíz-pasto (2. ^a cosecha)			1 046
Ingresos por ensilaje de maíz (2. ^a cosecha)	12,28 t (USD 115 /t)	1 412	
Total egresos			2 221
Total ingresos		2 925	
Utilidad			714

Tabla 4. Cálculos financieros del primer año de establecimiento del SSP para una hectárea.

Ítem	Valor (USD)
Flujo	
1er trimestre	-1 165 ^A
2do trimestre	1 513
3er trimestre	-1 046
4to trimestre	1 412
Tasa de descuento o tasa de interés de oportunidad TIO	10 %
Utilidad neta	714
VPN	407
TIR	31,63 %

^A Inversión inicial.

TIO: tasa de interés de oportunidad, VPN: valor presente neto, TIR: tasa interna de retorno

VPN se conoce si esta rentabilidad realmente está generando riqueza o destruyéndola, puesto que si es inferior a cero quiere decir que sería inviable iniciar el proyecto; por el contrario, si el VPN es positivo es una gran herramienta para la toma de decisiones por parte del inversionista (Meza, 2010; Mankiw, 2012).

De esta forma quedó establecido el sistema silvopastoril con un rápido retorno de la inversión. Existió un bajo rendimiento en la cosecha de maíz para ensilar (12,7 t/ha, como promedio de las dos cosechas), debido principalmente a factores climatológicos (escasa lluvia); sin embargo, el sistema es viable económicamente, con una TIR de 31,63 % y un VPN de USD 407/ha.

La TIR fue superior a la tasa de descuento de 10 % y el VPN superior a cero, lo que demostró que los índices financieros fueron viables y excelentes para el proyecto. El inmediato retorno de la inversión, con una alta utilidad al ser comercializado el ensilaje de maíz, generó un gran flujo de caja durante el establecimiento. Ello permitió, con

una baja inversión inicial por hectárea (USD 1 165), continuar el establecimiento del sistema de manera sostenible desde el punto de vista económico. Los resultados de la investigación evidenciaron una alta viabilidad financiera del proyecto, lo que lo convierte en una oportunidad para establecer SSP con bajo costo y una inversión inicial, que redundan en una alta tasa financiera de retorno de esta.

El cultivo de maíz tiene gran potencial para la producción de forraje en el piedemonte llanero y en la altillanura; su cosecha se realiza entre los 75 y 85 días, con rendimientos de 25 a 35 t/ha de forraje verde en la altillanura (Colina, 2009) y más de 40 t/ha en el piedemonte, donde es posible obtener dos cosechas al año (Pérez, 2008; Rincón y Ligareto, 2008). La asociación maíz-pasto es una estrategia para descompactar suelos, renovar praderas degradadas e introducir árboles para dejar establecido el sistema silvopastoril, con una baja inversión respecto a otros modelos y un rápido retorno de lo invertido.

A pesar del bajo rendimiento en las dos cosechas de maíz (12,7 t/ha), los resultados indican

que se puede aumentar la rentabilidad del sistema al incrementar los rendimientos del cultivo, lo que haría aún más viable el proyecto. Los resultados del análisis financiero le confieren una alta viabilidad, ya que se recupera la inversión en el primer año, con una rentabilidad apreciable.

Los costos para establecer un SSP suelen ser demasiado altos y el retorno de la inversión puede durar muchos años, hasta que la madera o la leña puedan aprovecharse o los beneficios del SSP se reviertan en ganancias por el aumento de la producción ganadera, lo cual el productor en muchas ocasiones no lo aprecia como una opción. En los llanos orientales de Colombia, Bueno (2012) determinó que el establecimiento de una hectárea de árboles, a una distancia de 5 x 5 m, tiene un costo de USD 4 209; por otro lado, Lotero (citado por Murgueitio, 2007) indicó que la relación beneficio-costos (B/C) en la ganadería es de 1,20 y el VPN de USD 186,7 /ha/año, mientras que la reforestación con especies nativas tiene una relación B/C de 1,05 y un VPN de USD 46,34. Por esta razón ningún ganadero estaría dispuesto a dejar su actividad por una menos rentable (Murgueitio, 2007).

Sin embargo, el silvopastoreo mediante el uso de la sucesión vegetal puede generar una relación B/C de 1,31 y un VPN de USD 213,48/ha/año, si se ofrece un incentivo los dos primeros años equivalente al costo de oportunidad de la tierra, mientras crecen los árboles. Esta alternativa, que parece la más interesante, tiene el inconveniente de presentar un flujo negativo en los seis primeros años, cuando se empiezan a obtener ingresos por productos maderables (vigas y postes), por lo que se requieren líneas especiales de crédito de mediano plazo. Todas las opciones se calcularon con una tasa de descuento del 10 %. Según Londoño (citado por Murgueitio 2007), en las plantaciones forestales de zonas bajas el pastoreo contribuye con el pago de la mitad de los costos, controla la invasión de pastos y deja utilidades adicionales.

Los elevados costos iniciales que acarrea el establecimiento de la mayoría de los SSP ponen en duda la opinión tradicional de que la ganadería tropical es una actividad de escasas inversiones. Aunque las inversiones pueden recuperarse al cabo de un periodo relativamente breve (3-4 años), la mayor parte de los productores, técnicos y banqueros no ha asimilado aún este nuevo planteamiento de la ganadería. El costo medio de aplicación de un SSP en la región seca de Colombia es de USD 2 500 y un cuarto de esta cantidad (USD 625) corresponde

a costos de mano de obra (Solarte *et al.*, citados por Murgueitio *et al.*, 2012).

El ingreso promedio por hectárea derivado de la ganadería extensiva aumentó de USD 237 a USD 888 en Colombia, Costa Rica y Nicaragua, como consecuencia de la adopción de prácticas silvopastoriles. Con la implantación de estos sistemas la capacidad de carga puede aumentar de 0,5 a 3 animales por hectárea. Asimismo, con una hectárea de estos sistemas es posible incrementar el ingreso en, al menos, USD 440/ha/año.

Una evaluación de las repercusiones económicas de este tipo de proyecto reveló que cuando se consideró la rentabilidad de la leche, la carne y las semillas de leucaena, la tasa de rentabilidad interna de estos sistemas pasó de 5-11 a 33,5 %. Los ingresos de los agricultores se quintuplicaron y los gastos de la explotación se duplicaron, con el consiguiente auge de la economía local. Además, después de la implantación de los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI), el valor de los terrenos se incrementó en un 33 % (González y Solorio, citados por Murgueitio *et al.*, 2012).

Comparada con otros estudios, la alternativa que se presenta en esta investigación permite al productor disminuir los costos de inversión para el establecimiento de un SSP, además, se recupera la inversión en el primer año con una rentabilidad apreciable, lo que facilita el proceso de transferencia tecnológica.

En la región de los llanos orientales de Colombia tiene mucha demanda la madera de yopo para la preparación de un plato tradicional llamado «mamona» o «ternera a la llanera», por lo que ha aumentado la extracción de esta especie y ello conlleva un incremento de su valor. En la tabla 5 se presenta una proyección de la producción de madera y su valor potencial de ingresos en el futuro (dentro de 5, 7 y 12 años), mientras que en la tabla 6 se muestran los ingresos por concepto de ganancia de peso en carne y madera de entresaca (a los 5 años).

En el futuro se espera aprovechar algunos árboles, mediante la realización de raleos cuando estos vayan creciendo y se necesite una mayor luminosidad en la pradera; se proyecta que quedarán finalmente a una distancia de 14 x 14 m —que es el área de copa que los árboles adultos pueden tener—, lo que permitirá un ingreso extra por concepto de madera y leña que beneficiará al productor durante varios años y así se justificará ampliamente la inversión.

Tabla 5. Proyección de producción de madera en el sistema silvopastoril con yopo.

Años	Cantidad de árboles/ha ^A	Cantidad de m ³ /árbol	Valor m ³ (USD)	Valor/árbol (USD)	Valor total/ha (USD)
12	190	7	35	245	46 550
7	190	3,5	35	122,5	23 275
5	190	2,5	35	87,5	16 625

^ADescontada una mortalidad de 7 %.

Tabla 6. Proyección de ingresos por carne y raleo de yopo.

Ganancia de peso/ha/año (kg) ^A	Valor de 1 kg de carne en pie	Ingresos por carne por hectárea, USD (1 año)	Ingresos por carne por hectárea, USD (5 años)
150 (en pradera degradada o antes de establecer el SSP)	1,65	247,5	1 237,5
300 (en pradera renovada o después de establecido el SSP)	1,65	495	2 475
Ingresos por raleo de yopo a los 5 años (95 árboles/ha a USD 87,5 cada uno)			8 312,5

^ATomado de: Rincón (2008); Rincón y Ligareto (2008); De Clerk (2010).

CONCLUSIONES

La cosecha de maíz para ensilar amortizó los costos de inversión y dejó ganancias que permitieron recuperar la inversión durante el primer año de establecimiento del sistema silvopastoril de sombra, con una TIR de 31,63 % y un VPN de USD 407 por hectárea; la utilidad en la fase de establecimiento de este sistema fue de USD 714/ha.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Investigación de la Orinoquia Colombiana (IIOC), de la Universidad de los Llanos, por la financiación del proyecto; al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), sede Centro Agroindustrial del Meta El Hachón, y en especial a los instructores Edwin Javier Hernández Herrera y Ángela Patricia Bernal Parrado. También agradecen a los estudiantes que realizaron su pasantía en el proyecto: Jorge Eduardo Cala Amaya (de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de los Llanos) y Cindy Lulú Martínez Riaño (de Tecnología en Producción Ganadera, del SENA, sede Yopal Casanare), al resto del personal y a los estudiantes de diferentes programas que participaron en el acompañamiento de sus instructores en varios procesos del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, R. Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad ganadera de la Orinoquia Colombiana. *Sistemas de Producción Agroecológicos*. 2 (1):103-127, 2011.
- Bueno, G. A. Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos. *Sistemas de Producción agroecológicos*. 3 (2):56-83, 2012.
- Colina, M. A. *Producción de maíz amarillo (Híbrido Agri 344) para ensilaje en el Centro Internacional de Biotecnología Reproductiva (CIBRe Módulo la Gloria) en las condiciones climáticas de segundo semestre de la altillanura colombiana*. Tesis de Ingeniería Agronómica. Villavicencio, Colombia: Universidad de los Llanos, 2009.
- Clerk, F. de. Aplicaciones ecológicas para la adaptación al cambio climático en paisajes ganaderos. En: M. Ibrahim y E. Murgueitio, eds. *Memorias del VI Congreso Internacional de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos*. Panamá: CATIE, CIPAV. p. 6, 2010.
- Ferreira, R. A.; Castillo, L. H.; Thieébaud, J. T. L.; Granados, L. B. C. & Rodríguez, V. Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. *Ciênc. Agrotec. (Lavras)*. 35 (2):399-403, 2011.

- Gonçalves, P.; Alcobia, S.; Simões, L. & Santos-Reis, M. Effects of management options on mammal richness in a Mediterranean agro-silvo-pastoral system. *Agroforest. Syst.* 85 (3):383-395, 2012.
- Góngora, A. & Hernández, A. La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica.* 13 (2):141-151, 2010.
- Ibrahim, M.; Chacón, M.; Cuartas, C.; Naranjo, J.; Ponce, G.; Vega, P. *et al.* Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería de las Américas.* 45:27-36, 2007.
- Iglesias, J. M.; Funes Monzote, F.; Toral, Odalys; Simón, L. & Milera, Milagros. Diseños agro-silvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. *Pastos y Forrajes.* 34 (3):241-258, 2011.
- Mankiw, N. G. Principios de Economía. 6a. ed. Ciudad de México: Ediciones Paraninfo S.A., 2012.
- Meza, J. J. Evaluación financiera de proyectos. 2a. ed. México: Eco Ediciones. vol. 1, 2010.
- Montagnini, Florencia. Sistemas agrosilvopastoriles y mitigación del cambio climático: alternativas para aumentar la captura de carbono atmosférico. En: M. Ibrahim y E. Murgueitio, eds. *Memorias del VI Congreso Internacional de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos.* Panamá: CATIE, CIPAV, 2010.
- Murgueitio, E. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. Cali, Colombia: CIPAV, 2007.
- Murgueitio, E.; Calle, Z. & Chará, J. Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Unasylva.* 63:31-40, 2012.
- Nieuwenhyse, A. Lecciones aprendidas para recuperación de tierras en pasturas degradadas. En: M. Ibrahim y E. Murgueitio, eds. *Memorias del VI Congreso Internacional de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos.* Panamá: CATIE, CIPAV, 2010.
- Pagano, Marcela C. & Cabello, Martha N. Mycorrhizal interactions for reforestation: constraints to dryland agroforestry in Brazil. *ISRN Ecology*, 2011. <http://dx.doi.org/10.5402/2011/890850>.
- Peña, A. & Orduz, J. *Datos climatológicos en la Estación La Libertad, 1971 a 2009.* Villavicencio, Colombia, 2010.
- Pérez, O. *Cultivos forrajeros para alimentación animal.* Villavicencio, Colombia: Corpoica, Estación La Libertad, 2008.
- Ramírez, Bertha L.; Lavelle, P.; Orjuela, J. A. & Villanueva, O. Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 25:391-401, 2012.
- Rincón, A. Tecnologías para la intensificación de la producción pecuaria en sistemas integrados agrícola-ganaderos y su aplicación en las Sabanas Ácidas. En: *Memorias de la X Reunión de la CODEGALAC.* Brasilia, 2008.
- Rincón, A. & Ligareto, G. Fertilidad y extracción de nutrientes en la asociación maíz-pastos en suelos ácidos del piedemonte Llanero de Colombia. *Agronomía Colombiana.* 26 (2):322-331, 2008.
- Soca, Mildrey; Simón, L.; García, D. E.; Roque, E.; Soca, Maylín; Hernández, R. & Tápanes, H. Las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles comerciales. *Pastos y Forrajes.* 28 (4):311-318, 2005.

Recibido 10 de marzo de 2014

Aceptado 1 de diciembre de 2014