



ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS SILVOPASTORILES EN GANADERÍAS DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO SECO DE NICARAGUA

Juan Carlos Suárez Salazar, Muhammad Ibrahim & Cristóbal Villanueva

Artículo recibido el 28 de Julio de 2010, aprobado para publicación el 22 de Noviembre de 2010.

Resumen

Debido al grado avanzado de degradación en las regiones ganaderas de Centroamérica caracterizado por tener baja rentabilidad y efectos ambientales negativos como degradación de suelos es necesario promover tecnologías alternativas que sean financieramente rentables y que disminuyan el impacto al ambiente. Entre estas tecnologías se destacan los sistemas silvopastoriles los cuales además de aumentar la producción presta servicios ecosistémicos. El objetivo de este trabajo fue demostrar mediante análisis ex – ante la viabilidad económica del uso de diferentes alternativas silvopastoriles a partir de sistemas convencionales de pastoreo. Los resultados del análisis financiero indican que la utilización del forraje para alimentación de vacas doble propósito fue rentable, con un valor actual neto (VAN) incremental de US\$474 y una tasa interna de retorno (TIR) del 22,32%. De acuerdo al análisis de sensibilidad, con la reducción de precio de la leche, se encontró que en todos los modelos la TIR fue afectada y más en el caso de los sistemas de corte y acarreo que son alto demandantes de mano de obra. Por lo anterior, las tecnologías evaluadas en este estudio son una alternativa para mejorar la eficiencia de producción y rentabilidad de las fincas ganaderas mediante el aumento del ingreso neto. Se concluyó que el uso de sistemas silvopastoriles con pasturas mejoradas y de corte acarreo contribuye a mejorar la rentabilidad de las fincas, comparado con el manejo convencional.

Palabras Claves: Análisis, ex – ante, sensibilidad, sistemas.

ADOPTION OF SILVOPASTORAL TECHNOLOGIES IN DUAL PURPOSE FARMS IN THE DRY TROPIC OF NICARAGUA

Abstract

Due to the advanced degree of degradation in many farming regions of Central-America characterized by low profitability and negative environmental effects, it is necessary to promote alternative technologies that are financially profitable and that reduce the impact to the environment. These technologies include silvopastoral systems which increase production and also provides ecosystem services. The objective of this study was to demonstrate by means of ex - before analysis the economic feasibility of using alternatives silvopastoriles from conventional grazing systems. Financial analysis results indicate that the use of forage for food in dual purpose cows was profitable, with a net present value (NPV) of additional US\$ 474 and an internal rate of return (IRR) of 22.32%. According to sensitivity analysis, with the reduction in price of milk, it was found that the IRR was affected in all models, and more in the case of cut and carry systems that are high labor requiring. Therefore, the technologies evaluated in this study are an alternative to improve production efficiency and profitability of dual purpose farms by increasing net income. It was concluded that the use of silvopastoral systems with improved pastures and cut and carrying helps to improve the profitability of farms, compared with conventional management.

Key words: Analysis, ex -before, sensitivity, systems.

Introducción

La degradación actual de áreas de pasturas en regiones de Centroamérica donde la ganadería de doble propósito es una de las principales actividades económicas, se ha visto afectada (Betancourt *et al.*, 2003) en los indicadores de rentabilidad. Por lo anterior, se requiere incorporar prácticas y tecnologías que permitan mejorar el sistema de producción al aumentar la oferta en forraje (no solo en pasturas con monocultivo) y que contribuyan en la conservación de los recursos naturales (Pezo *et al.*, 1999). Dentro de las opciones para intensificar el uso de la tierra en zonas ganaderas se encuentran los sistemas silvopastoriles, los cuales han demostrado ser una alternativa productiva con beneficios ambientales como fijación de carbono (Ibrahim *et al.*, 2007; Ruiz 2002; Andrade, 1999), conservación de la biodiversidad (Frankie *et al.*, 2001; Harvey y Haber, 1999) y mejoramiento de la productividad de leche y carne (Holmann y Estrada, 1997; Botero *et al.*, 1999; Price, 1995; Restrepo, 2002; Ibrahim *et al.*, 2000; Souza, 2002; Zamora *et al.*, 2001; Betancourt *et al.*, 2003).

Botero *et al.* (1999); Holmann (2002); Gobbi y Casasola (2003) y Holmann *et al.* (1992) han demostrado que la factibilidad de la inversión en la incorporación de sistemas silvopastoriles está directamente relacionada a mejoras en los parámetros productivos y reproductivos del hato trayendo consigo un aumento en la rentabilidad de las fincas y por consiguiente un aumento de la calidad de vida. Como se evidencia en diferentes estudios la importancia de los SSP desde el punto de vista ambiental y económico, también es necesario realizar modelamientos que permitan demostrar el impacto de los ingresos en las fincas para que sean adoptados por diferentes tipos de productores. Por lo tanto el objetivo de este trabajo es demostrar mediante análisis ex – ante la viabilidad económica del uso de diferentes alternativas a partir de sistemas convencionales de pastoreo en fincas de doble propósito de Nicaragua.

Materiales y métodos

Descripción de la zona de estudio

El estudio se localizó en fincas ganaderas con sistemas de producción de doble propósito en el departamento de Matagalpa, Nicaragua. La zona es una área del trópico sub-húmedo de Nicaragua (Holdridge, 1976) con precipitación media anual de 1549 mm año⁻¹ y un período de sequía de seis meses. La altura varía de 266 a 314 msnm., los suelos son vertisoles con propiedades “verticas” y los inceptisoles se encuentran en “cerros” y otras elevaciones. La especie de pasto dominante es *Panicum maximum* localizado en terrenos de planicies onduladas y partes bajas del departamento de Matagalpa (Velásquez, 2005). Desde el punto de vista de utilización de la tierra, la ganadería presenta el mayor porcentaje con una carga animal relativamente baja de 0,4 a 0,9 UGG. La ganadería presenta una genética con dominancia de cruces entre razas criollas con Brahman (*Bos indicus*) y con razas lecheras europeas (*Bos taurus*) (Betancourt *et al.*, 2005).

Construcción de modelos

La construcción se realizó a partir de las metodologías propuestas por Brown (1979) y Gittinger (1982) para una finca representativa de la zona de estudio, que representó el manejo y niveles de producción, con ganadería de doble propósito de leche y carne. Para esto se consideró la situación “sin” la implementación de las tecnologías silvopastoriles, la cual representa el costo de oportunidad, a partir del sistema ganadero convencional o propio en la zona, versus la situación “con” las tecnologías silvopastoriles para obtener las ganancias incrementales debido a la implementación de la inversión. Lo anterior se desarrolló con la información dada por los productores sobre los costos de la implementación tecnológica ya que ellos dan las mismas pautas de cambio para las fincas.

Para la realización de los modelos se identificaron los montos de la inversión asociada al establecimiento de cada una de las tecnologías silvopastoriles (Cuadro 1) y los

Cuadro 1. Costos de establecimiento de las tecnologías silvopastoriles propuesto para la finca representativa en el trópico seco de Nicaragua.

Componente de costo	Pastura natural	SSP + Pastura mejorada	SSP + Pastura mejorada en asocio con leguminosa	SSP + Pastura mejorada suplementada con banco de proteína
Establecimiento de la tecnología				
Jornales	0,0	97,9	133,0	311,4
Insumos (US\$)	0,0	87,2	112,0	305,0
Total (US\$)	0,0	153,1	245,0	616,4
Mantenimiento de la tecnología				
Jornales año ⁻¹	5,6	20,8	21,0	25,2
Insumos año ⁻¹ (US\$)	7,1	11,3	12,0	18,0
Total anual (US\$)	12,7	185,2	278,0	659,6

parámetros de producción y gastos para las situaciones “con” y “sin” la implementación de las tecnologías silvopastoriles. A su vez se estimaron los gastos de producción y venta para ambas situaciones y se crearon flujos de caja para cada una de las tecnologías silvopastoriles propuestas con una vida útil de 10 años. El flujo de caja se hizo para un período de 10 años y con el fin de identificar los beneficios netos incrementales de la adopción de las diferentes tecnologías silvopastoriles, se estimó el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) donde se consideró la situación de la finca con tecnologías silvopastoriles comparado a la situación de la finca con áreas de pastura natural. Se realizó un análisis de sensibilidad para las diferentes opciones silvopastoriles y se utilizaron como variables fluctuantes costo de la mano de obra, precio de la leche y cambios en los indicadores de producción. Los precios de insumos y ventas de productos fueron a nivel de finca y están expresados en dólares estadounidenses donde la tasa de cambio fue de 20 córdobas por dólar.

Resultados y discusión

Análisis de ingresos y rentabilidad

Para el modelo de suplementación con banco de proteína, de los costos de establecimiento, se encontró que el 51% corresponde a la mano de

obra, inferior a los reportados por Sánchez (2007). En la región pacífica de Costa Rica, Holmann y Estrada (1997) encontraron que el alto costo de la mano de obra, es una barrera para la adopción de bancos de proteína con *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze. En general la tecnología de bancos forrajeros es intensiva en la demanda de mano de obra (López *et al.*, 2007) por lo tanto puede ser una limitante para la adopción de un banco de forraje de leñosas debido al costo de la misma, pero en el caso de Nicaragua pueda ser una oportunidad.

El análisis económico de los modelos donde se incluyó pastura mejorada, como el mulato o toledo (*Brachiaria* híbrido cv. mulato) en monocultivo y asociada con leguminosa rastrera arroja una tasa interna de retorno de 13,56 y 17,86% para la especie en monocultivo y asociada con *Arachis pintoi* Krap. y Greg. nom. nud. En el caso de la suplementación con una fuente proteica obtenida a partir de *Arachis pintoi* comparada con la ofrecida por la pastura mejorada se encontró que la TIR fue de 22,32%.

Al analizar el período de repago de estas tecnologías, se observa que entre el primer y segundo año se reintegra el dinero debido al aumento en los indicadores de producción animal en comparación con la pastura naturalizada. En este sentido, bajo un sistema

tradicional con pastura naturalizada el finquero obtiene un ingreso de US\$ 159,9 por concepto de venta de leche y carne, pero esta decae desde los tres años de implementada debido a la reducción de la capacidad agronómica de la misma. Por otro lado, al implementar los modelos alternativos se genera un costo inicial que hace que en el año uno los ingresos sean negativos, al cabo de 2 años de ser adoptados los sistemas pasan a 267,4; 336,2 y US\$ 474 para pastura mejorada del género *Brachiaria*, asociada con *Arachis pintoi* y suplementación con forraje obtenido de banco de proteína para corte y acarreo, respectivamente (Figura 1).

Para el modelo en el que se incluye una leguminosa rastrera como *Arachis pintoi* al mejorar la oferta de forraje de calidad reduce la presencia de malezas, en la época de sequía, resiste la escasez de agua y permite mantener la humedad del suelo. Al analizar los ingresos netos en los dos modelos propuestos, el incremento fue del 30%; lo anterior debido al mejoramiento en los indicadores de producción (Holmann *et al.*, 2004) por el aumento de la oferta de forraje de calidad y cantidad. Resultados similares son reportados por Barrera-Mosquera *et al.* (2004) quienes evidenciaron un aumento equivalente en

producción al 27% entre las pasturas mejoradas (9,5 kg vaca⁻¹ día⁻¹) y la pradera natural (7,5 kg vaca⁻¹ día⁻¹) y de beneficios netos de 40%.

Ramírez *et al.* (2008) en modelos realizados para fincas en la Amazonia colombiana bajo sistemas mejoradas encontraron VPN de US\$199,9, lo cual es muy similar a los encontrados en los modelos para el presente estudio. Así mismo al realizar los modelos en fincas de los andes de Colombia y Costa Rica, los mismos autores, encontraron VPN para pasturas mejoradas asociada con *Arachis pintoi* de US\$244 y US\$217 para pasturas mejoradas con árboles, respectivamente. Gierend (2000) reporta valores superiores a US\$200 en VPN para pasturas mejoradas asociadas con leguminosa en países como Bolivia, Venezuela y Brasil; entretanto, White *et al.* (2000) reporta valores bajos para pasturas tradicionales y pasturas mejoradas de US\$21 ha⁻¹, US\$-4 ha⁻¹, respectivamente. Lo anterior posiblemente pueda estar dado al incremento en los costos de mano de obra y a la diferencia en 5 puntos porcentuales en la tasa de descuento.

A nivel de los ingresos netos que se perciben con las pasturas mejoradas, Lemus (2008) generó escenarios donde la alimentación se

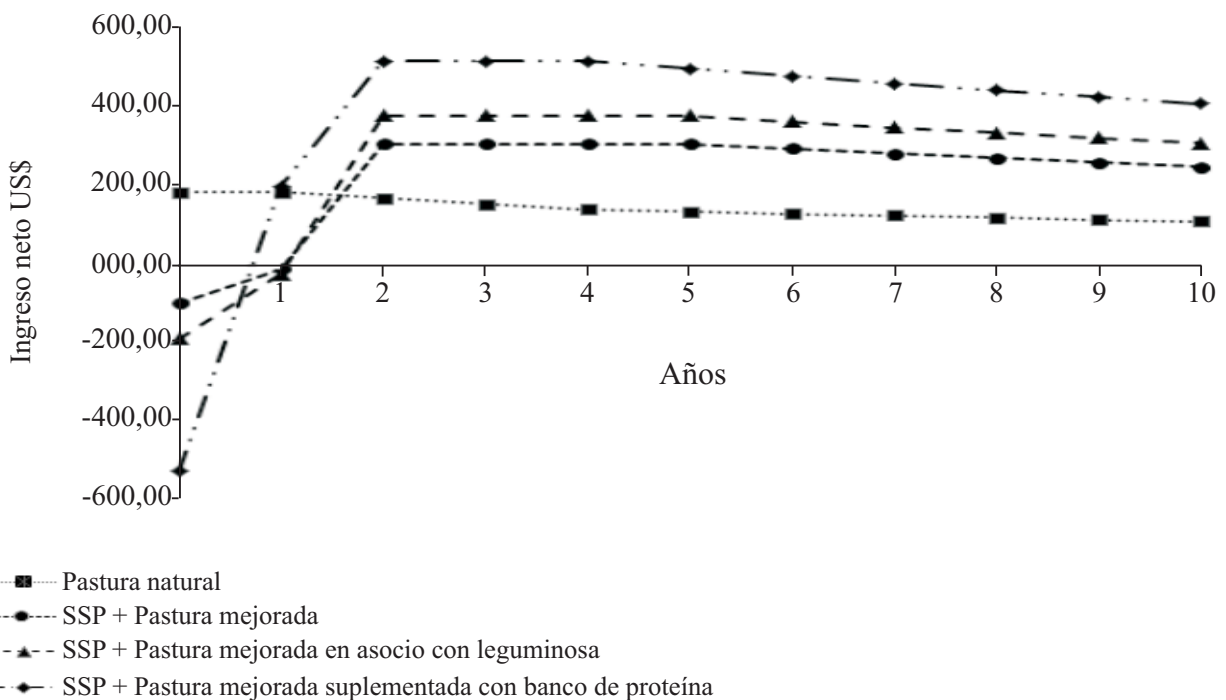


Figura 1. Ingreso neto anual en US\$ ha⁻¹ obtenidos en los diferentes usos del suelo.

basó solo en pasturas mejoradas lo que correspondió a US\$ 147,8, y para pasturas naturales US\$52,6. Así mismo, Holmann y Estrada (1997) reportan la misma tendencia para aquellos finqueros que tienen pasturas nativas asociadas con pasturas mejoradas. Lo anterior muestra que estos sistemas de producción no son suficientes para generar ingresos netos positivos debido a los niveles de producción de forraje.

En fincas de Nicaragua y de Centroamérica se destaca la tenencia de mayor cantidad de área de su finca en pasturas nativas lo que genera una baja rentabilidad y efectos ambientales negativos (Gobbi y Casasola, 2003) como compactación. Por lo anterior, es necesario adoptar nuevas tecnologías como pasturas mejoradas para aumentar la productividad y la rentabilidad de las fincas. Al comparar los ingresos que se obtienen al suplementar con un banco de proteína, estos son menores a lo reportado por Turcios (2008). Esto podría estar dado por el tipo de genética animal que no permite obtener mayores rendimientos por animal.

Al incrementar la tasa de descuento se observa que el tipo de sistema con banco de proteína tiene mayor sensibilidad al compararlo con los modelos propuestos para pasturas mejoradas. Al aumentar la tasa de descuento de 5 a 20% se observa una reducción de más de US\$400 en el VPN. Estudios demuestran que la suplementación manejada bajo corte y acarreo es rentable para las fincas con sistemas de doble propósito. Así, resultados del análisis financiero realizado por Sánchez (2007) indican que el uso como suplemento para vacas doble propósito en época seca es rentable, con un valor actual neto (VAN) incremental de US\$ 362,2. Según Turcios (2008) la implementación de un pastoreo con acceso a banco de proteína con *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit es una opción viable tanto a nivel de productividad animal como económica, lo que permite recuperar la inversión en el primer año (VPN de US\$ 508.27 y TIR del 22%). El valor de TIR fue más alto al reportado por Holmann y Estrada

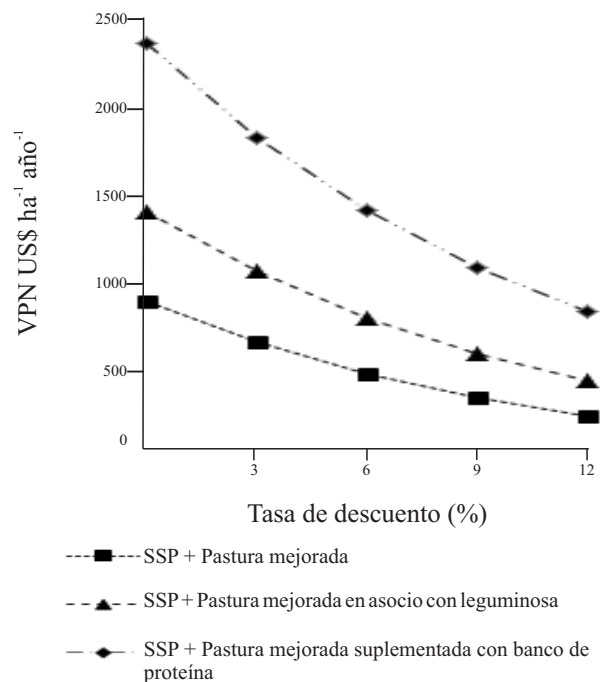


Figura 2. Análisis de rentabilidad en cuanto a Valor Presente Neto ante diferentes tasa de descuento.

(1997) para bancos forrajeros de corte y acarreo (TIR: 14%). De acuerdo al análisis financiero realizado el manejo de fincas es rentable independientemente del modelo, pero al implementar un modelo de pastura mejorada suplementada con banco de proteína se logra una mayor rentabilidad comparado al monocultivo (Figura 2).

A una tasa de descuento de 5% todos los modelos presentaron un TIR mayor de 15%, existiendo una reducción progresiva a medida que la tasa de descuento aumenta (Figura 3). White *et al.* (2000) encontró que la TIR en pasturas en monocultivo fue de 12%, mientras tanto para la asociación *Brachiaria cv toledo-Arachis pintoi* osciló entre 10,1% en Costa Rica y 19% para Colombia.

Análisis de sensibilidad

Las condiciones de mercados generan cambios en los costos de los insumos y precios en los productos que afectan los indicadores de rentabilidad. Por lo tanto, el análisis de sensibilidad se realizó para determinar cómo los cambios en los parámetros claves afectarían

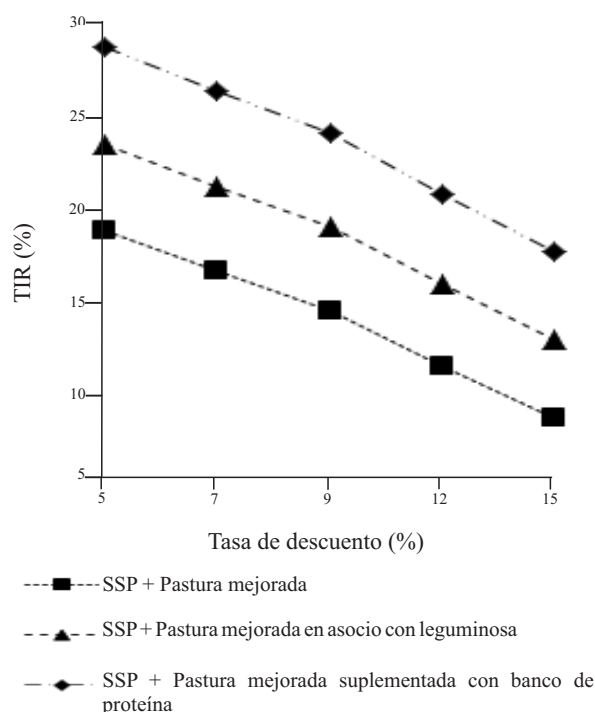


Figura 3. Variación de la tasa interna de retorno a partir de diferentes tasas de descuento.

los indicadores económicos a nivel de la tasa interna de retorno (Cuadro 2).

En cuanto a la mano de obra se encontró una reducción en los indicadores económicos en todas las tecnologías propuestas. Si bien esto ocurre, de manera progresiva el modelo que se ve más influenciado por este cambio es la que tiene un sistema de corte y acarreo como el de banco de proteína. Como reporta Tito (2004) en un estudio realizado en Muy Muy-Nicaragua,

Cuadro 2. Análisis de sensibilidad que muestra el efecto de los cambios en los parámetros clave sobre la rentabilidad en las diferentes tecnologías silvopastoriles propuestas (% TIR).

Variable	SSP + Pastura mejorada	SSP + Pastura mejorada en asocio con leguminosa	SSP + Pastura mejorada suplementada con banco de proteína
Mano de obra +5%	12,9	17,1	21,9
Mano de obra +25%	10,7	14,6	20,6
Precio de leche -5%	13,1	17,2	20,6
Precio de leche -25%	11,2	14,4	13,7
Producción de leche -5%	9,5	14,4	19,2
Producción de leche +5%	17,5	21,3	26,0

la oferta de mano de obra en la región está caracterizada por alta rotación, poca expectativa, reducción en la productividad e insuficiente conocimiento agropecuario. Lo anterior, son causas de posibles incrementos en el costo de la mano de obra lo que afecta las tecnologías en la rentabilidad. Entre los costos variables para la implementación de cualquier tecnología se requiere ciertas cantidades de jornales, por lo tanto los pequeños productores se enfrentan a una disponibilidad de mano de obra contratada reducida. Por lo tanto, la incorporación de tecnologías apropiadas permitiría aumentar la productividad, lo que incrementa los ingresos y así poder costear un posible aumento de la utilización de mano de obra.

En la actualidad debido a la demanda de leche existente para satisfacer los requerimientos de la industria y el mercado local, es posible que se genere un aumento del 10 o el 15% en el precio. En el cuadro 2 se observa una reducción en la TIR ante la caída del precio de la leche. Algo especial es la reducción entre la pastura mejorada asociada a la suplementación con el banco de proteína, posiblemente se deba al incremento en los costos que se incurren en mano de obra para cortar, acarrear y picar.

La incertidumbre al adoptar los diferentes modelos con SSP radica en determinar el nivel en el que se impactará los indicadores de producción animal. En el caso de la leche, en el Cuadro 2 se analiza el aumento y disminución a nivel de producción de leche y la relación existente con la tasa interna de retorno. En general, cuando se impacta la dieta o se mejora en la suplementación, los indicadores económicos como la TIR mejoran ante los mayores ingresos.

La producción de leche es afectada por diferentes factores como genética animal, tipo de pastura, manejo y por las condiciones ambientales. En la actualidad la reducción en la productividad láctea puede estar generado por el impacto que tendría el cambio climático en la capacidad agronómica de las pasturas. Por lo anterior, los modelos que se presentan permitirían reducir la vulnerabilidad de los

sistemas ganaderos de producción porque se identifican tecnologías mejor adaptadas a posibles escenarios de aumento de sequía.

A partir de los análisis realizados se encontró que los sistemas ganaderos convencionales pueden obtener mayores ingresos a partir de las diferentes tecnologías de los sistemas silvopastoriles. El mayor beneficio financiero se obtuvo cuando se implementa SSP con pasturas mejoradas suplementado con forraje obtenido de bancos forrajeros de proteína, ya que se sustituye en un alto porcentaje el uso de insumos externos como alimentos concentrados por el producido al interior de la finca. El análisis de sensibilidad mostró que las variaciones en los niveles de producción y en los incrementos en el precio de la mano de obra, afectan la probabilidad de adopción de las tecnologías propuestas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa NESTLÉ S.A. por el otorgamiento de recursos económicos a través de beca para la financiación de la presente investigación, en el marco de tesis de grado en la Maestría en Agroforestería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Literatura citada

Andrade, HJ. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. M.Sc. CATIE, Turrialba - Costa Rica. 70 p.

Barrera-Mosquera, V; Grijalva-Olmedo, J; León-Velarde, C. 2004. Mejoramiento de los sistemas de producción de leche en la ecoregión andina del Ecuador. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 12(2): 43-51.

Betancourt, K; Ibrahim, M; Villanueva, C; Vargas, B. 2005. Caracterización del manejo

productivo de sistemas lecheros en la cuenca del río Bulbul de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Livestock Research for Rural Development 17(80) (en línea). Consultado 10 dic. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd17/7/beta17080.htm>.

Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 10(39-40): 47-51.

Botero, J; Andrade, H; Ibrahim, M; Bouman, B; Camargo, C. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. Agroforestería en las Américas 6(23): 48-50.

Brown, M. 1979. Farm budgets: from farm income analysis to agricultural project analysis. Baltimore, US, The World Bank. 142 p.

Frankie, I; De Melo, E; Ferreira, J; Alexander, V. 2001. Effect of shading by native tree legumes on chemical composition of forage produced by *Penisetum purpureum* in Acre western Brazilian Amazon. En: International symposium on silvopastoril systems. Silvopastoril systems for reforestation of degraded tropical pasture ecosystems (2001, San José, CR). Ed. M. Ibrahim. p. 197-202.

Gierend, A. 2000. Agropastoral Systems for the Savannas in Latin America: A Cost-benefit Analysis. En: Pachico, D. Impact Assessment, Annual report. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 342 p.

Gittinger, P. 1982. Economic Analysis of Agricultural Projects. The world bank, John Hopkins University Press, Baltimore, MD. 505 p.

Gobbi, J.; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. Agroforestería de las Américas. 10 (39/40): 52-60.

- Harvey, CA; Haber, W. A. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44:37-68.
- Holdridge, LR. 1976. *Ecología basada en zonas de vida*. San José. IICA. 276 p.
- Holmann, F; Rivas, L; Argel, P; Pérez, E. 2004. Impacto de la adopción de pastos *Brachiaria*: Centroamérica y México. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo No. 197. 31 p.
- Holmann, F. 2002. El uso de modelos de simulación como herramienta para la toma de decisiones en la promoción de nuevas alternativas forrajeras: el caso de Costa Rica y Perú. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 10(1): 35-45.
- Holmann, F; Estrada, R. 1997. Alternativas agropecuarias en la región Pacífico Central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de producción animal de doble propósito. En: Lascano C.; Holmann F. (eds), *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción de doble propósito*. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia. 285 p.
- Holmann, F; Romero, F; Montenegro, J; Chana, C; Oviedo, E; Baños, A. 1992. Rentabilidad de sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. *Turrialba* 42(1): 79-89.
- Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería de las Américas* 45: 27- 36.
- Ibrahim, M; Holmann, F; Hernandez, M; Camero, A. 2000. Contribution of Erythrina proteins banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. *Agroforestry Systems*. 49:245-254.
- Lemus, G. 2008. Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba - Costa Rica. 126 p.
- López, M; Pezo, D; Mora, J; Prins, C. 2007. El proceso de toma de decisiones en la adopción de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* por productores de doble propósito en Rivas, Nicaragua. *Pastos Forrajeros* 30 (1): 177-182.
- Pezo, D; Ibrahim M; Beer, J; Camero, L. 1999. Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central. CATIE (serie técnica. Informe técnico/CATIE No. 311). Turrialba, Costa Rica. 46 p.
- Price, C. 1995. Economic evaluation of financial and non-financial costs and benefits in agroforestry development and the value of sustainability. *Agroforestry Systems*. 30:75-86.
- Ramírez, BL; Cuellar, P; Gobbi, J; Muñoz, J. 2008. Socio-economic results. En: 't Mannelje, L; Amézquita, M; Buurman, P; Ibrahim, M (eds). *Carbon sequestration in tropical grassland ecosystems*. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. 221 p.
- Restrepo, C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 102 p.
- Ruiz, A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Turrialba, CR, CATIE. 106 p.
- Sánchez, LY. 2007. Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, C.R: CATIE. 113 p.
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in the Humid Tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 166 p.

Tito, MR. 2004. Efectos de la incorporación de tecnologías silvopastoriles sobre la demanda de mano de obra y la rentabilidad de las fincas ganaderas de Muy, Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, C.R, CATIE. 120 p.

Turcios, H. 2008. Evaluación del proceso de toma de decisiones para adopción de bancos de proteína de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) y su efecto como suplemento nutricional para vacas lactantes en sistemas doble propósito en el chal, Petén, Guatemala. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 141 p.

Velásquez, R. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 87 p.

White, D; Holmann, F; Fujisaka, S; Reátegui R; Lascano, C. 2000. Will intensifying pasture management in Latin America protect forests – or is it the other way around?. En: Angelsen A and Kaimowitz, D. (Eds.). Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. CAB International. Wallingford, UK. 271 p.

Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, CA; Ibrahim, H. 2001. Usos de frutos y follajes arbóreos en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 8(31): 31-38.

Juan Carlos Suárez Salazar

Ingeniero Agroecólogo, Universidad de la Amazonia (Colombia). M.Sc. en agroforestería tropical, CATIE (Costa Rica). Docente investigador Universidad de la Amazonia. Miembro activo del grupo de investigación GISAPA (Grupo de Investigación en Sistemas Pecuarios Amazónicos Sostenibles).

Autor para correspondencia
E-mail: juansuarez1@gmail.com

Muhammad Ibrahim

Ph.D. en sistemas silvopastoriles, Universidad Agrícola de Wageningen (Holanda). Líder del Programa de Ganadería y manejo del medio ambiente (GAMMA). CATIE (Costa Rica).

Cristóbal Villanueva

Zootecnista, Universidad de San Carlos (Guatemala). M.Sc. en agroforestería tropical, CATIE (Costa Rica). Investigador del Programa de ganadería y manejo del medio ambiente (GAMMA), CATIE (Costa Rica).