

## Capítulo XXXI

### Utilización de los sistemas silvopastoriles en la Ganadería Doble Propósito

Haydee J. Delgado Gómez

Los Sistemas Agroforestales Pecuarios (SAFP) representan una alternativa para incrementar o mantener la productividad de los Sistemas de Ganadería Doble Propósito (GDP) y reducir el impacto ambiental. Con esa idea, se han propuesto las prácticas de los SAFP con el uso de los Sistemas Silvopastoriles (SSP), los cuales ayudan a incrementar la sostenibilidad y productividad de las fincas ganaderas (Devendrá & Ibrahim, 2004; Kallenbach *et al.*, 2006; Ramírez-Avilés & Delgado Gómez, 2011).

Las numerosas experiencias de productores, campesinos y empresarios ganaderos han facilitado la construcción de un nuevo modelo de productividad sostenible, que aprovecha el potencial de los SSP de las diferentes regiones para obtener ventajas socioeconómicas, como la diversificación de los productos generados en la finca como madera, postes, leña y frutos, que mejoran la productividad animal y que proveen alimentos de alto valor nutritivo, especialmente durante la época seca (Pezo & Ibrahim, 1998; Delgado-Gómez & Ramírez-Avilés, 2008).

Además, los SSP aumentan la generación de los servicios ambientales, debiéndose realizar al mismo tiempo, un manejo sostenible de los recursos naturales, con el propósito de lograr la conservación de la biodiversidad vegetal y animal, la protección de las cuencas hidrográficas, la captura del carbono y la belleza escénica (Ibrahim *et al.*, 2000). Por estas razones, los SSP constituyen una práctica silvopastoril de uso amigable de la tierra que permite la restauración, el mantenimiento y la sostenibilidad de los recursos naturales en los paisajes ganaderos. En consecuencia, se convierten en una opción para reducir la pobreza en el sector rural, ya que ofrecen oportunidades de empleo, sus productos tienen un valor agregado y se pueden comercializar como productos orgánicos producidos en armonía con el medio ambiente.

#### **LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES (SSP)**

Los SSP incluyen especies leñosas en callejones, cercas vivas, cortinas rompevientos, bancos de proteínas, pastoreo en plantaciones de árboles maderables, pasturas asociadas con árboles dispersos en potreros y/o frutales integrados con animales.

## Árboles diversos en potreros

En Suramérica, el uso de los árboles dispersos en potreros y cercas vivas son prácticas tradicionales utilizadas en fincas ganaderas para dar sombra al ganado y forraje y frutos que contribuyen a incrementar la productividad ganadera. Algunos beneficios incluyen la obtención de madera, leña, postes e ingresos económicos adicionales por la venta de estos productos (Beer *et al.*, 2003). Desde el punto de vista ambiental, los SSP sirven como corredores biológicos para la vida silvestre e incrementan la conectividad del paisaje; además, proveen servicios ambientales como el almacenamiento de carbono, protección de fuentes de agua y conservación de la biodiversidad (Harvey, 1999). En la actualidad, los sistemas más estudiados y los que tienen mayor número de publicaciones han sido los sistemas asociados con árboles y/o arbustos leguminosos, en donde se da un mayor número de interacciones entre los componentes.

Entre las especies arbustivas investigadas en Colombia, consideradas como potenciales por su alto valor nutritivo o servicios multipropósito en los SSP, se encuentran como las especies forrajeras más utilizadas: acacias (*Acacia sp*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*), Poró (*Erythrina poeppigiana*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Algarrobo (*Prosopis juliflora*), Chachafruto (*Eythrina edulis*), Pízamo (*Erythrina fusca*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Matarratón (*Gliricidia sepium*), orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Flor amarillo (*Cassia spectabilis*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (Mahecha *et al.*, 2002). Estas especies son cultivadas muchas veces, como bancos mixtos de forrajes, al poseer porcentajes altos de proteína que contribuyen al mejoramiento de la calidad nutricional de los animales de producción de leche y carne, logrando una reducción en los costos originados por la compra de alimentos concentrados y suplementos nutricionales.

Entre los SSP en Costa Rica reportados por Ibrahim *et al.* (2007), los árboles dispersos en potreros mostraron una riqueza que varía entre 72 y 107 especies y una cobertura arbórea que fluctúa entre 6,8 y 16,5%. Además, las cinco especies más abundantes representan el 55% del total de individuos (Cuadro 1).

Los patrones de riqueza de especies en el potrero podría estar relacionados con la adaptación a las condiciones edafoclimáticas, al manejo de la pastura y las preferencias de los productores, lo cual se refleja con la presencia de especies comunes en zonas de vida similares, tales como: roble (*T. rosea*, 12,8%), guácimo (*G. ulmifolia*, 12,6%), laurel (*Cordia alliodora*, 12,0%), coyol (*Acrocomia aculeata*, 10,2%), changunga (*Byrsonima crassifolia*, 7,4%) y matarratón (*G. sepium*, 6,4%).

Con respecto, a la densidad de los árboles, esta dependerá de la historia de uso de la tierra de los potreros, los sistemas de producción, la demanda del recurso, el tamaño de la finca y el manejo de las pasturas con mecanización agrícola y con el uso de herbicidas. Los beneficios de la incorporación y retención de árboles en potreros se encuentran entre 15 y 35% (Holmann & Estrada, 1997). Algunos estudios han mostrado la estrategia de algunas fincas ganaderas en utilizar follajes y frutos de los árboles dispersos en potreros en la alimentación animal, especialmente en la época seca que coincide con una reducción en la disponibilidad y calidad del recurso pasto. Entre las especies señaladas están el Guácimo (*G. ulmifolia*), Matarratón (*G. sepium*), Cenízaro (*Pithecellobium saman*) y Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) (Zamora *et al.*, 2001).

**Cuadro 1**  
**Composición de especies de árboles dispersos en potreros (diámetro mayor de 10 cm) en Cañas, Río Frío y Matiguás**

Variable	Cañas, Costa Rica (5896 árboles en pasturas)	Río Frío, Costa Rica (2482 árboles en pasturas)	Rivas, Nicaragua (2297 árboles en pasturas)	Matiguás, Nicaragua (7994 árboles en pasturas)
Zona Ecológica Principal	Bosque Seco Tropical (BST)	Bosque Húmedo Tropical	BST	BST a BHT
Sistema de Producción Ganadera	Ganadería de Carne	(BHT) de Leche y Carne	Ganadería Doble Propósito y Agricultura	Ganadería Doble Propósito
Densidad de Árboles Promedio (árboles ha <sup>-1</sup> )	10,36 + 1	21,34 + 3	16,22 + 5,1	32,31 + 5,8
Cobertura Arbórea Prom. (%)	6,8 + 1	16,5 + 2	6,3 + 5,8	11,8 + 2,1
Nº Especies Promedio por Fincas	28,46 + 3,8	26,60 + 1,85	24,88 + 2,6	36,03 + 2,9
Nº total de Especies Arbóreas en el Paisaje	101	107	72	101
5 Especies más comunes (%) del total de Árboles Inventariados	<i>T. rosea</i> (12,8%) <i>Guazuma ulmifolia</i> (12,6%) <i>Cordia alliodora</i> (12%) <i>Acrocomia aculeata</i> (10,2%) <i>Eyssonima ccrassifolia</i> (7,4%)	<i>C. alliodora</i> (26%) <i>Psidium guayaba</i> (22%) <i>Pentaclethra macroloba</i> (4,7%) <i>Citrus sinensis</i> (4,7%) <i>Citrus limon</i> (3,1%)	<i>C. alliodora</i> (22%) <i>G. ulmifolia</i> (15,2%) <i>T. rosea</i> (7%) <i>B. crassifolia</i> (6,6%) <b><i>G. sepium</i> (6,4%)</b>	<i>G. ulmifolia</i> (35,7%) <i>C. alliodora</i> (12,9%) <i>T. rosea</i> (5,8%) <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (5,7%) <b><i>Samanea saman</i> (4,9%)</b>

Fuente: Ibrahim et al. (2007).

El Cuadro 2 presenta los resultados del efecto de los árboles dispersos en potreros sobre la producción animal. La sombra de los árboles en pasturas está asociada a incrementos en la producción de leche y ganancia de peso entre el 13 y 28%, lo cual se atribuye a la reducción del estrés calórico e incremento en el consumo voluntario de los animales (Souza de Abreu, 2002; Betancourt *et al.*, 2003; Restrepo *et al.*, 2004). En los últimos años se ha observado un incremento en la extracción de madera en las fincas ganaderas, esto se relaciona posiblemente con el alto precio pagado por la madera fina extraída de los potreros como el *P. saman* y *Cordia alliodora*. En la zona de Esparza, Costa Rica, se encontró que la extracción de árboles maderables de fincas pequeñas (40 ha), medianas (40–100 ha) y grandes (100 ha), fue de 1,35, 0,55 y 0,13 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Cuadro 2**  
**Influencia de los árboles dispersos en potreros sobre la producción animal**

Ecosistema	Sistema de Producción	Cobertura Arbórea (%)	Respuesta por Animal	Época	Referencia
Bosque Subhúmedo Tropical	Ganadería D. Propósito	Baja (0-7 %)	3,1 kg L d <sup>-1</sup>	Seca	Betancourt <i>et al.</i> , 2003
		Alta (22-30 %)	4,1 kg L d <sup>-1</sup>		
Bosque Seco Tropical	Carne*	Baja (7 %)	101/777 g d <sup>-1</sup>	Seca	Restrepo <i>et al.</i> , 2004
		Media (14 %)	160/768 g d <sup>-1</sup>		
		Alta (27 %)	93/893 g d <sup>-1</sup>	Lluvia	
Bosque Húmedo Tropical	Leche**	Media 10-15%	12,7/9 kg L d <sup>-1</sup>	Seca	Souza de Abreu, 2002
		Sin Sombra (0%)	11,1/9,2 kg L d <sup>-1</sup>	Lluvia	

Fuente: Ibrahim *et al.* (2007).

\* Potreros con 19, 8 y 8 árboles ha<sup>-1</sup>, respectivamente. \*\* Potreros con 9 árboles ha<sup>-1</sup>.

Debido a la importancia de la actividad forestal en la generación de ingresos adicionales, se ha observado una tendencia de incremento de la densidad de árboles maderables en potreros. Sin embargo, los ganaderos no tienen herramientas prácticas para manejar la regeneración natural de especies valiosas para establecer y proteger a los árboles en los potreros.

### Cercas vivas

La siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades (cercas vivas) es una práctica tradicional en América Central. Con frecuencia en ellas se utilizan leguminosas arbóreas tales como el madero negro (*Gliricidia sepium*) y poró (*Erythrina berteroana*, *E. costarricensis* y *E. fusca*) en las zonas húmedas, mientras que en las zonas secas *Leucaena leucocephala* y especies no leguminosas como *Bursera simaruba* y *Spondias purpurea* son frecuentes (Ivory, 1990). En los últimos años, el sistema cercas vivas ha tomado mayor relevancia económica y ecológica, no sólo porque su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales. Además, logra reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, y representa una forma de introducir árboles en los potreros (Holmann *et al.*, 1992).

En Centroamérica, las cercas vivas presentan una densidad que oscila entre 67 y 242 árboles  $\text{km}^{-1}$  y la riqueza estuvo entre 27 y 85 especies (Harvey *et al.*, 2005). La mayoría de las especies encontradas fueron nativas, lo cual reflejó su importancia para la conservación de la biodiversidad. Además, es importante considerar la integración de especies maderables y/o frutales para aumentar el valor de estos sistemas en conjunto con los productores ganaderos. En el trópico húmedo de Costa Rica, se realizaron estudios agronómicos en el manejo de podas de cercas vivas de poro y madero negro, con el fin de incrementar la producción de forraje. Con podas tres veces por año produjeron 3500 a 6000 kg MS  $\text{km}^{-1}$   $\text{año}^{-1}$ , con un nivel de DIVMS de 56 a 65% y PC de 20 a 26 % (Romero *et al.*, 1993). No obstante, a pesar de la buena información generada sobre la producción de forraje en cercas vivas, en pocas fincas se hace uso de este recurso para la alimentación animal.

En algunos países, como Costa Rica y Panamá, el costo de mano de obra para el corte y acarreo probablemente representa una limitante en su uso. Sin embargo, se espera que estas tecnologías tengan más importancia en la alimentación animal con el incremento en precios de insumos como el concentrado, y con las exigencias para la producción de leche, carne orgánica y beneficios que se tienen por servicios ambientales. La integración de árboles maderables en cercas vivas o en linderos, es uno de los escenarios que más está evolucionando en América Central, debido a la demanda de madera y las necesidades para diversificar la producción ganadera. Sin embargo, hay que investigar el comportamiento y el manejo silvicultural de especies maderables plantadas en cercas vivas o en linderos de potreros.

### Banco de proteína y/o energía

En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas (leguminosas y no leguminosas) en bloques compactos y a alta densidad, con el fin de maximizar la producción de fitomasa para la suplementación animal en diferentes sistemas de producción. En condiciones de trópico húmedo bajo, el CATIE demostró que varias especies de *Erythrina* (*E. berteriana*, *E. poeppigiana*, *E. cocleata*) y *G. sepium* son las mejores opciones para su manejo en bancos de proteína; así como, *Acacia angustissima*, *Albizia sp* y *Calliandra calothyrsus*. Estudios realizados durante cuatro años en el trópico húmedo muestran que un banco de *Erythrina berteriana* produce cerca de 6,0 t  $\text{ha}^{-1}$   $\text{año}^{-1}$  de proteína cruda, lo cual alcanzaría para aportar durante un año el 30% de los requerimientos de proteína de 46 vacas de 400 kg de peso y con una producción de 8,0 kg leche  $\text{vaca}^{-1}$   $\text{día}^{-1}$ .

El establecimiento de bancos de morera en zonas altas como suplemento alimenticio para vacas en sistemas intensivos de producción de leche, ha dado como resultado niveles de producción de leche ligeramente inferiores o similares a los que se han observado con el uso de concentrado, no obstante los análisis económicos muestran una ventaja a favor del uso de morera (Benavides, 1995). También, es importante en Costa Rica, donde se promueve el establecimiento de bancos forrajeros en laderas de zonas altas, con manejo bajo un sistema de corte y acarreo para suplementación en rumiantes.

Basado en estas experiencias, en El Salvador se han tomado estas recomendaciones. En zonas con un período seco bien definido, los resultados del uso de leñosas en

bancos forrajeros para suplementación animal han sido significativamente mejores en productividad con el uso de *Cratylia argentea* en zonas secas. Se espera que los bancos forrajeros sean más atractivos para los ganaderos de países como Nicaragua, Honduras y El Salvador, donde el costo de mano de obra es bajo. Los resultados muestran que el uso de *Cratylia argentea* como suplemento para vacas de doble propósito, puede suplir un 80% de los requerimientos de proteína del animal que normalmente es suplido con gallinaza y tiene un potencial para producir entre 7 y 9 L/vaca/día (Ibrahim *et al.*, 2001). Además, la siembra de *Cratylia* en zonas frágiles puede tener beneficios indirectos como el mejoramiento de suelo y el control de erosión.

### Pasturas en callejones

Otra modalidad de sistemas agroforestales que se ha estudiado son las pasturas en callejones, lo que involucra la siembra de forrajeras herbáceas entre las hileras de árboles o arbustos. Su objetivo es proveer a los animales mayor producción de forraje durante todo el año, mejorar la calidad del suelo y reducir los procesos de erosión. En el trópico húmedo de Costa Rica se investigó sobre la siembra de *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana* en hileras cada cinco metros, dentro de pasturas de *Brachiaria brizantha* bajo pastoreo. Durante los cinco años de evaluación, la *E. berteroana*, tuvo mayor sobrevivencia (90%), comparada con *G. sepium* (3%), que prácticamente desapareció en la pastura. En muchos de estos sistemas de “cultivo en callejones” faltan evaluaciones económicas para determinar su rentabilidad.

En el estudio de Janzen *et al.* (1996) se evidenció que debido a los altos costos de establecimiento de la *E. berteroana*, la tasa interna de retorno (TIR) para un sistema *B. brizantha/A. Pintoi/E. berteroana* era menor (TIR=35%), que el obtenido para el asocio *B. brizantha/A. pintoii* (TIR=135%), pero no se evaluaron los posibles beneficios ecológicos por la introducción de la leguminosa arbórea. En este sistema, la integración de árboles maderables en bajas densidades dentro de las hileras de las forrajeras, puede contribuir en mayores beneficios económicos para los productores; sin embargo, hay que estudiar métodos de siembra, arreglos espaciales, competencia entre las especies y beneficios económicos para hacer recomendaciones a los productores.

### Cortinas rompevientos

Las cortinas rompevientos son SSP muy frecuentes en fincas con producción intensiva de leche. En Costa Rica, el viento está asociado con baja producción de leche y alta tasa de degradación de tierras; además, hay reducción en la producción de pasto. Los resultados muestran que la siembra de cortinas rompevientos como el *Cupressus lusitancia*, se asocia con un aumento en la producción de leche y una reducción de la mortalidad de terneras (Harvey, 1998).

### Plantaciones forestales

El manejo de pastoreo dentro de plantaciones forestales en fincas ganaderas, ha recibido mucha atención debido a la necesidad de generar ingresos en el corto plazo y por su importancia en la reducción del riesgo de incendios. CATIE ha hecho varios estudios sobre especies herbáceas que puedan tolerar sombra y mantener un alto nivel

de producción en SSP. El comportamiento agronómico de ocho especies de gramíneas mejoradas fue evaluado bajo pleno sol y en asociación con *E. poeppigiana*, manejada con podas cada seis meses. Seis de las ocho gramíneas evaluadas tuvieron mayor producción (10 a 53%) en el sistema silvopastoril con poró (Bustamante *et al.*, 1998). Las especies más productivas fueron *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 y *Panicum maximum* CIAT 16061.

Otro estudio realizado en Turrialba buscó las relaciones entre la producción del pasto *Panicum maximum* y densidades de *Pinus caribaea*, utilizando modelos lineales y no-lineales. Los resultados muestran que la relación de área basal del árbol (x) y *P. maximum* (y) genera un mejor rendimiento en el pasto cuando  $y = 28,76 - 1.08x$ . Es recomendable hacer estudios similares utilizando especies maderables que tengan estructura diferente a *Pinus caribaea*.

## CONCLUSIONES

El desarrollo pecuario en América Tropical debe estar orientado a incrementar la producción animal a un nivel que le permita cubrir la demanda de alimentos para una población que crece de manera acelerada. Rehabilitar las pasturas degradadas, prevenir el deterioro de los recursos naturales y asegurar que los productores locales puedan competir con ventaja ante la apertura de mercados, es una forma. En este sentido, conceptualizar la producción animal en el contexto de los SSP constituye un enfoque válido y necesario para el mejoramiento de la actividad pecuaria. Las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales son abundantes y muy diversas. Muchas de ellas forman parte de los ecosistemas tropicales, como las cercas vivas, árboles maderables y/o frutales dispersos en potreros, cortinas rompevientos, banco de proteína y de energía, etc.

Los SSP constituyen una práctica silvopastoril del uso amigable de la tierra que permite la restauración, el mantenimiento y la sostenibilidad de los recursos naturales en los paisajes ganaderos y ser capaces de mejorar la productividad animal. Estos sistemas de producción diversifican los productos como leche, carne, cueros, madera, postes y leña, brindan sombra, mejoran la dieta de los animales y reducen la utilización de fertilizantes químicos y de concentrados, todo lo cual se traduce en una menor utilización de insumos externos a la finca.

En los SSP es importante la evaluación de los modelos y las prácticas aplicadas para lograr la sostenibilidad en las fincas ganaderas. Las autoridades ambientales, los gremios y las asociaciones ganaderas deben trabajar en conjunto, con el propósito de elevar la productividad animal y conservar los recursos naturales para las futuras generaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beer J, Harvey CA, Ibrahim M, Harmand JM, Somarriba E, Jiménez F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas. 10 (37): 80-87.
- Benavides J. 1995. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas. 2 (7): 27-30.

- 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.
- Bustamente J, Ibrahim M, Beer J. 1998. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poro (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 5 (19): 11-16.
- Delgado-Gómez H, Ramírez-Avilés L. 2008. Árboles y arbustos forrajeros como alternativa alimenticia para la ganadería bovina y su impacto sobre la productividad animal. En: Desarrollo Sostenible de la Ganadería Doble Propósito. González-Stagnaro C, Madrid Bury N, Soto-Belloso E (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Capítulo XXXII: 385-397.
- Devendra C, Ibrahim M. 2004. Silvopastoral Systems as a Strategy for Diversification and Productivity Enhancement of Livestock in the Tropics. In: International Symposium on Silvopastoral Systems (Yucatán, México). The Importance of Silvopastoral System in Rural Livelihoods to Provide Ecosystem Services. Mannelteje, L 't; Ramírez L, Ibrahim M, Sandoval C; Ojeda N, Ku J. (eds). Yucatán, México, Universidad Autónoma de Yucatán. 10-24 pp.
- Harvey CA, Haber WA. 1999. Remnant Trees and the Conservation of Biodiversity in a Pastures. *Agroforestry Systems* 44: 37-68.
- Harvey CA, Villanueva C, Villacís J, Chacón M, Muñoz D, López M, Ibrahim M, Taylor R, Martínez JL, Navas A, Sáenz J, Sánchez D, Medina A, Vilchez S, Hernández B, Pérez A, Ruiz F, López F, Lang I, Kunth S, Sinclair FL. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes in Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 111: 200-230.
- Holmann F, Estrada RD. 1997. Alternativas agropecuarias en la Región Pacífico Central de Costa Rica: un sistema de simulación aplicable a sistemas doble propósito. En: Conceptos y Metodologías de Investigación en Fincas con Sistema de Producción Animal de Doble Propósito. Lascano CE, Holmann F (eds). Cali, Colombia pp 134-152.
- 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, Abarca S, Flores O. 2000. Geographical Synthesis of Data on Costa Rica Pastures and their potential for Improvement. *Quantifying Sustainable Development. The Future of Tropical Economies*. Edite en Hall C. Academic Press. (U.S.A.) 423-448 pp.
- Ibrahim MA, Franco M, Pezo D, Camero A, Araya JL. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hypparrhenia ruffa* in the subhumid tropics of Costa Rica. *Agroforestry Systems* 51: 167-175.
- Ibrahim M, Villanueva C, Casasola P. 2007. Sistemas Silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. *Arch Latinoam Prod Anim* (15): 73-87.
- Ivory DA. 1990. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. En: Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals, Proc Workshop held in Denpasar. C. Devendra (ed.). Indonesia, July 24-29, 1989. IDRC, Ottawa, Canadá. pp. 22-38.
- Jansen HG, Nieuwnhuys A, Ibrahim M. 1996. Evaluación económica de sistemas mejorados de producción de ganado vacuno en la Zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 3.

Kallenbach RL, Kerley MS, Bishop-Hurley GJ. 2006. Cumulative Forage Production, Forage Quality and Livestock Performance From an Annual Ryegrass and Cereal Rye Mixture in a Pine-Walnut Silvopasture. *Agroforestry Systems* 66: 43-53.

Mahecha L, Rosales M, Duran CV, Molina CH, Molina EJ, Uribe F. 2002. Evaluación del Forraje y los Animales a Través del Año, en un Silvopastoril Conformado por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora* en el valle del Cauca. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99>

Pezo D, Ibrahim M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal N° 2. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 258 pp.

Ramírez-Avilés L, Delgado-Gómez H. 2011. Manejo y potencialidad de los sistemas silvopastoriles en la ganadería doble propósito. En: Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito. González-Stagnaro C, Madrid-Bury N, Soto Belloso E (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. XXVIII: 267-276.

Restrepo C, Ibrahim M, Harvey C, Harmand M, Morales J. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 11 (41-42): 29-36.

Romero F, Montenegro J, Chana C, Pezo D, Borel R. 1993. Cercas vivas y bancos de proteína de *Erythrina berteroana* manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. En: *Erythrina in the New and Old Worlds*. Westley SB, Powell MH (eds). NFTA, Paia, Hawaii, U.S.A. pp. 205-210.

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 humid tropics. PhD. Thesis. Turrialba, CR, CATIE.

Zamora S, García J, Bonilla G, Aguilar H, Harvey C, Ibrahim M. 2001. Como utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genizaro (*Pithecellobium saman*) y jícaro (*Crescentia alata*) en la alimentación animal. *Agroforestería en las Américas* 8 (31): 45-49.