

Muhammad Ibrahim



Ganadería SOSTENIBLE en trópico

Nota: La conferencia fue presentada por Diego E. Tobar L., Departamento de Investigación y Desarrollo de Programa de Ganadería y Manejo del Ambiente (GAMMA), Catie, Costa Rica.

Resumen

En Centroamérica, el área de pasturas representa el 46% (18,4 millones de hectáreas) del área total. Este uso de la tierra es uno de los más importantes en la zona y una de las principales fuentes de ingresos económicos de los productores ganaderos. Sin embargo, se estima que de las 18,4 millones de hectáreas, el 50% presentan procesos de degradación que conllevan a pérdidas en la productividad de las fincas y degradación de los recursos naturales. Para hacer frente a esta situación, se requiere desarrollar sistemas ganaderos verdes, altamente competitivos, basados en la

implementación de buenas prácticas ganaderas y en el uso de sistemas silvopastoriles que permitan el incremento de la productividad y la generación de servicios ecosistémicos.

Pero, existen barreras para adoptar estas tecnologías. Por tanto, se requiere que los productores reciban información oportuna y apropiada y que, además, existan esquemas disponibles de incentivos innovadores que les permitan incrementar la adopción de dichas tecnologías y generar sistemas de producción ganadera más verde y sostenible. A continuación, se presentan algunos resultados de investigación del Programa de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE (Costa Rica), que busca la generación de una ganadería verde en el trópico.

Abstract

In Central America, the pasture area represents 46% (18.4 million hectares) of the total area. This land use is important in this area and the major source of economic income for livestock farmers. However, the 50% of total of pasture area could be found with degradation processes that lead to significant losses in farm productivity and natural resources degradation. For this situation, it is required to develop green livestock systems, highly competitive, based on the implementation of

Muhammad Ibrahim

Ph.D. en Agronomía de Pasturas
- Universidad Agrícola de
Wageningen, Holanda.

M.Sc. en Producción Animal con
énfasis en Nutrición de
Rumiantes - Catie, Costa Rica.
Ingeniero Agrónomo y
Zootecnista - Universidad
de Guayana, Guayana.

Director Programa de Ganadería
y Manejo del Ambiente
(GAMMA), y profesor
investigador del Catie.
Trabaja los temas de sistemas
silvopastoriles con el medio
ambiente, creación de incenti-
vos para la generación de
servicios ambientales en fincas
ganaderas.

mibrahim@catie.ac.cr
Costa Rica

good livestock practices and the silvopastoral systems. They could permit increased productivity and produce a good ecosystem service.

But we know there are barriers to adoption a new technology. For this reason, the farmers need to receive appropriate information about the different incentive (PES, green credit, certification) to promote the green livestock production. Some results of research GAMMA Program at Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE (Costa Rica) are presented in this field.

Introducción

En América Central, el área en pasturas representa un 46% del total (18,4 millones de hectáreas). Este uso de la tierra es uno de los más importantes en la zona y una de las principales actividades en la región (Kaimowitz, 2001). Sin embargo, en esta área de pasturas se estima que alrededor de un 50% sufren procesos de degradación (Szott et al., 2000; Wassehaar et al., 2007).

En consecuencia, hay pérdidas significativas en la productividad de las fincas y degradación de los recursos naturales. Holmann et al. (2004), en un estudio realizado en Honduras, estimaron pérdidas en producción de leche y carne por efecto de la degradación de

pasturas de 130,9 y de 95 millones de dólares al año respectivamente. Por su parte, Betancourt et al. (2006) encontraron en el norte de Guatemala pérdidas económicas de productos animales cercanas a los 82,5 dólares por hectárea por año debido a la degradación de pasturas. Ellos indicaron que las pérdidas son mayores cuando se internalizan las externalidades negativas como la erosión de los suelos o la disminución en la biodiversidad. FAO (2006) reporta que el 18% de las emisiones de gases de efecto de invernadero antropogénicas totales se le atribuyen a la actividad ganadera. FAO (2009) reporta que entre los años 1995 y 2007 el consumo de carne de vacunos se incrementó en 7.690.000 toneladas a nivel mundial y se espera que continúe esta tendencia.

Para hacer frente a las situaciones antes mencionadas, se requiere desarrollar sistemas ganaderos verdes, altamente competitivos, basados en buenas prácticas ganaderas y sistemas silvopastoriles (SSP) que permitan conservar los recursos naturales y el ambiente, mejorar la productividad, reducir la dependencia de insumos exógenos en las fincas y mejorar la sostenibilidad de los medios de vida de las personas a largo plazo. El objetivo de este trabajo es presentar experiencias reali-

zadas por el Programa Ganadería y Manejo del Ambiente - GAMMA del CATIE, sobre la contribución de los sistemas silvopastoriles a la productividad y al mejoramiento del ambiente en diferentes territorios ganaderos en Latinoamérica.

A continuación se presentan algunas experiencias en ganadería verde, realizadas mediante el desarrollo e implementación de diferentes sistemas silvopastoriles.

1. Árboles dispersos en potreros

► Impactos en producción

En Centroamérica, las fincas ganaderas presentan o incluyen usos de la tierra con sistemas silvopastoriles, como los árboles dispersos en potreros y las cercas vivas, los cuáles se encuentran en más del 80% de las fincas según estudios llevados a cabo en diferentes zonas agroecológicas (Souza, 2000; Villanueva et al., 2004; Ruiz et al., 2005). En ambos sistemas, los productores manejan abundante conocimiento local sobre los atributos de las especies seleccionadas y retenidas en la finca. Ellos prefieren especies que produzcan sombra, madera (leña y postes) y alimento para el ganado

(follajes y frutos) (Villanueva et al. 2007).

En las diferentes zonas agroecológicas los productores mantienen entre 68 y 107 especies leñosas (Villanueva et al., 2004; Ruiz et al., 2005; Villanueva et al., 2007). Desde el punto de vista económico, el efecto de la sombra incrementa la producción de leche dentro de un rango de 10 a 22% en comparación a potreros sin árboles.

Bajo la copa de los árboles, hay aumento en producción de leche porque allí se presenta una menor temperatura y, por tanto, los animales encuentran condiciones de mayor confort, lo cual hace que disminuya la tasa respiratoria, se reduzca el gasto energético y aumente el consumo de alimento (Tablas 1 y 2) (Souza, 2002; Betancourt et al., 2003).

Además de la sombra, algunas especies de árboles dispersos en potrero producen frutos que son consumidos por los animales en la época seca, cuando se reduce la disponibilidad y calidad del pasto. En general, la calidad de los frutos de los árboles es superior a la de los pastos en el periodo seco (Casasola et al., 2001).

► Impacto económico

Souza et al. (2002), en la Fortuna San Carlos (Costa Rica), evaluaron el impacto de la sombra sobre la producción de leche en vacas Jersey y la rentabilidad de las fincas, incluyendo la producción de leche, carne y madera. Para entender el efecto de la sombra sobre la producción de leche en una finca, fueron selec-

cionados 20 potreros, los cuales fueron divididos en dos parcelas iguales, una con árboles y otra sin árboles, con un área promedio de 5.000 metros cuadrados por parcela. Los potreros fueron manejados con un periodo de ocupación de 1,5 días y de descanso de 28,5 días. También, fueron utilizadas 16 vacas Jersey con edades que variaron entre 3,5 y 5 años, en su segunda o tercera lactancia y con un periodo de lactancia promedio de 118 días.

El estudio tuvo una duración de 6 meses, cubriendo ambas épocas: lluviosa y seca. Las variables principales medidas fueron la producción de leche, la temperatura rectal y la tasa respiratoria. Estas últimas son bajas en potreros con sombra, lo cual indica reducción del estrés calórico que se relaciona con mayor producción de leche.

Para conocer el aporte de los árboles en los ingresos totales de las fincas, fueron seleccionadas 10 fincas de diferentes sistemas de producción: cuatro mixtas, tres especializadas de leche y tres de doble propósito. En estas fueron inventariados los árboles en potrero, luego se estimó el volumen anual de madera comercial aprovechado por las fincas y su respectivo valor económico. Se estimaron que los costos

Ecosistema	Sistema de producción	Cobertura arbórea (%)	Producción de leche (kg/vaca/día)	Referencias
Bosque subhúmedo tropical	Doble propósito	Baja (0 – 7%)	3,1	Betancourt et al., 2003
		Alta (22 – 30 %)	4,1	
Bosque húmedo tropical	Leche	Media (10 – 15%)	12,7	Souza, 2002
		Sin sombra (0%)	11,1	

Tabla 1.

Influencia de la sombra de árboles dispersos en potrero sobre la producción animal en época seca.

Indicador	Potreros con sombra	Potreros sin sombra
Tasa respiratoria (respiraciones por minuto)	65	80
Temperatura ambiental (°C)	26,3	27,2

Tabla 2.

Tasa respiratoria de vacas lecheras y temperatura ambiental bajo sombra de árboles y a pleno sol en potreros (Souza, 2002).

de establecimiento y mantenimiento de la pastura mejorada equivalieron a 298 y 51 dólares por hectárea respectivamente.

Las fincas mostraron una relación positiva de costo beneficio, que refleja lo que ganan las fincas por cada dólar invertido. El menor valor en fincas de lechería especializada (0,88) se debe a la baja productividad de las vacas, las cuáles no logran expresar su potencial genético de producción por las condiciones climáticas difíciles, desencadenantes de estrés calórico y parásitos. En cambio, los sistemas mixtos (1,09) y de doble propósito (1,36) manejan vacas con genética lechera más cebú, que contribuyen con una mayor adaptación a la zona y, por ende, a un menor costo por litro de leche producido.

2. Cercas vivas

► Impacto en la producción

Las cercas vivas presentes en potreros aportan sombra para el ganado, la cual mejora el confort de los animales y la respuesta de los mismos en términos fisiológicos y productivos. Villanueva et al., 2012 reportaron en Turrialba (Costa Rica) que, durante la época seca, la temperatura rectal de vacas Jersey en potreros sin sombra de cercas vivas fue de 39 grados centígrados y la tasa respiratoria de 74,3, mientras en

potreros con sombra de cercas vivas la temperatura rectal fue de 38,8 grados centígrados y la tasa respiratoria de 71 respiraciones por minuto.

Por su parte, durante la época lluviosa, la temperatura rectal de vacas Jersey en potreros sin sombra de cercas vivas fue de 39,2 grados centígrados y la tasa respiratoria de 80,94. En cambio, en potreros con sombra de cercas vivas la temperatura rectal fue de 38,9 grados centígrados y la tasa respiratoria de 76,2 respiraciones por minuto. Durante los seis meses del estudio, la producción de leche promedio fue mayor en los potreros con cercas vivas (varió de 15,02 a 18,11 kilos por vaca por día) en comparación a los potreros sin cercas vivas (osciló entre 14,77 y 17,9 kilos por vaca por día).

► Impacto económico

El establecimiento de una cerca viva nueva, o a partir de cerca muerta, tiene un costo aproximado de 1.047 y 537 dólares por kilómetro respectivamente (Villanueva et al., 2012). Estos montos se cubren con el ingreso extra debido al incremento de leche, producto del beneficio de la sombra que reduce el estrés calórico. De acuerdo con los resultados del presente estudio, se logró un

litro extra de leche por vaca por día como efecto de la sombra. Como la finca tuvo un lote de 100 vacas en producción en 40 hectáreas, ingresaron 435 dólares por hectárea por año.

Con el monto anterior se cubre el costo del establecimiento de una cerca viva a partir de una cerca muerta, que ronda en los 215 dólares por hectárea, el costo de mantenimiento anual (reparaciones y podas) que alcanza los 32 dólares por hectárea y aporta un ingreso extra para la finca. Incluso si el caso fuera una cerca nueva (419 dólares por hectárea), también estaría cubierto por el ingreso extra como beneficio de la sombra para el ganado.

3. Bancos forrajeros y su importancia en la suplementación animal

► Impacto en la producción

En la época seca, la disponibilidad de pastos varía según la especie mejorada, nativa o naturalizada. En el caso de las primeras, la especie del género *Brachiaria spp* presenta valores de 900 kilogramos de materia seca por hectárea y en el segundo grupo la especie *Hyparrhenia rufa* ofrece 640. En ambos casos

representan el 20% de la disponibilidad de pasto lograda en la época de lluvias (Holmann, 2001).

En algunas regiones de Centroamérica, los pastos nativos o naturalizados detienen totalmente su producción (se secan) y entran en un estado de letargo o descanso fisiológico a causa de la ausencia de agua y flujo de nutrientes. Este será un período crítico para el productor si no cuenta con estrategias de alimentación complementarias a las pasturas, porque posiblemente se verá afectado por la muerte de animales. Este fenómeno se ha incrementado en los últimos años y se le conoce como efecto del alargamiento de los períodos secos en algunos sitios.

En el trópico húmedo la situación es crítica, por la ocurrencia de lluvias continuas en períodos largos de tiempo que saturan los suelos, fenómeno que tiende a repetirse con mayor intensidad como parte del cambio climático en los últimos años.

En estas épocas, la compactación del suelo por el ganado es significativa, además la producción de leche del ganado se reduce más del 20% porque los animales no logran cubrir los requerimientos nutricionales por bajo consumo de materia seca a causa del alto contenido de agua o contaminación de pasto con pantano (mezcla de suelo y agua).

En el período seco, las leñosas forrajeras (**Tabla 3**) tienen la capacidad de producir forraje en calidad y cantidad suficientes para cubrir los requerimientos nutricionales del ganado, ya sea para mantenerse y producir leche o carne de manera satisfactoria, o al menos para evitar la muerte, según la dieta basal a base de pasturas. Los bancos forrajeros constituyen una alternativa para reducir la presión del pastoreo que desencadena la degradación de las pasturas, tanto en época seca como cuando ocurren períodos de mucha lluvia (Turcios, 2008).

Los bancos forrajeros pueden ser utilizados bajo corte y acarreo, ramoneo y ramoneo más pastoreo (Cruz & Nieuwenhuys, 2008). El consumo de materia seca en

las diferentes modalidades puede llegar hasta el 0,5% del peso vivo de los animales (Mahecha et al., 2005).

Con respecto a la producción de leche, las vacas doble propósito suplementadas con forraje de leñosas pueden producir hasta 6,0 kilos por vaca por día en la época seca (Ibrahim et al., 2001; Lobo & Acuña, 2001) y hasta 7,4 kilos por vaca por día en la época lluviosa (Camero et al., 2001) (**Tabla 4**).

► Impacto económico

Los análisis financieros de los bancos forrajeros, en términos de tasa interna de retorno, son positivos y varían entre 17 y 35% (Jansen et al., 1997; Jiménez, 2007, Sánchez, 2007; Turcios, 2008). Lo anterior refleja el potencial de los bancos

Especie	Zona de vida ¹	Proteína cruda (%)	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%)	Rendimiento de forraje (toneladas de materia seca por hectárea por año)
<i>Cratylia argentea</i>	bh-T, bsh-T	19 - 22	48	8 - 124
<i>Leucaena leucocephala</i>	bsh-T, bs-T	19 - 26	56	3,3 - 18,95
<i>Guazuma ulmifolia</i>	bsh-T, bs-T	13 - 17	48	10 - 126
<i>Gliricidia sepium</i>	bh-T, bsh-T, bs-T	15 - 22	60	5,5 - 207
<i>Erythrina poeppigiana</i>	bh-T	27	50	11 - 208
<i>Erythrina berteroana</i>	bht-T, bsh-T, bs-T	23	56	20,99
<i>Albizia lebeck</i>	bsh-T, bs-T	20 - 29	58	1,7 - 3,7

1bh-T: bosque húmedo tropical.

bsh-T: bosque subhúmedo tropical.

bs-T: bosque seco tropical.

Tabla 3.

Especies leñosas de uso común como bancos forrajeros para la alimentación animal (Adaptado de Holguín & Ibrahim, 2005).

Ecosistema	Suplementación	Producción de leche (kg / vaca / día)	Época	Referencia
Bosque subhúmedo tropical (1)	King grass verde, <i>C. argentea</i> y madero negro	4,6	Seca	Chuncho et al., 2012
Bosque subhúmedo tropical (2)	Pollinaza + melaza	5,9	Seca	Ibrahim et al., 2001
	Caña de azúcar + pollinaza + salvado de trigo	6,0		
	Caña de azúcar + <i>C. argentea</i> + salvado de trigo	6,1		
Bosque subhúmedo tropical (3)	Caña de azúcar + pollinaza + semolina	5,3	Seca	Lobo y Acuña, 2001
	Caña de azúcar + <i>C. argentea</i> fresca + semolina	5,5		
	Caña de azúcar + <i>C. argentea</i> ensilada + semolina	5,1		
Bosque húmedo tropical	<i>Erythrina poeppigiana</i>	7,3	Lluviosa	Camero et al., 2001
	<i>Gliricidia sepium</i>	7,4		

Tabla 4. Producción de leche en vacas en sistemas doble propósito, alimentadas con forraje de leñosas y otros suplementos.

forrajeros de leñosas para adaptarse al cambio climático en fincas ganaderas, en especial durante las sequías prolongadas, y para mantener una rentabilidad del sistema. Con estas características sobresalen las especies leñosas *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea* y *Albizia lebbek*.

Servicios ambientales generados por los sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Centroamérica

Los sistemas silvopastoriles, tales como las cercas vivas, los árboles dispersos en los potreros y los bancos forrajeros, entre otros, pueden generar una serie de servicios ambientales entre los que figuran la conservación de la biodiversidad, la captura de carbono (enfocado a la reducción de emisiones de gases de efecto

de invernadero a la atmósfera) y a la conservación de la calidad, y el aseguramiento de la continuidad del agua en las fincas ganaderas.

► Impacto de los sistemas silvopastoriles en el recurso hídrico

Andrade (2007), en su estudio realizado en el trópico seco de Costa Rica, evidenció que la presencia de árboles (*Pithecellobium saman*, *Diphysa robinoides* y *Dalbergia retusa*) en potreros no afectaba la producción de agua de las pasturas (*Brachiaria brizantha*, y *Hyparrhenia rufa*). Los resultados indicaron una posible coexistencia de estos árboles y especies de pasto, que aumentaba la eficiencia del uso del agua.

En investigaciones llevadas a cabo en Costa Rica y Nicara-

gua, para conocer el comportamiento hidrológico en sistemas ganaderos tradicionales y silvopastoriles, se encontró que pasturas nativas sobrepastoreadas presentan una escorrentía superficial de 4 a 5 veces mayor al rastrojo o matorral, 2 a 3 veces mayor a la pastura mejorada con árboles y de 7 a 11 veces mayor al banco forrajero (Tabla 5).

Lo anterior sugiere que las pasturas arboladas, con una buena cobertura herbácea a través del año, son eficientes en la captación de agua de lluvia, debido a que incrementan la infiltración y presentan menor escorrentía superficial (Ríos et al., 2007).

Con respecto a la calidad del agua, se ha encontrado que en las fincas ganaderas este recurso es afectado por los diferentes usos de suelo. Los que presentan mejores índices de calidad son aquellos cuerpos de agua que cuentan con mayor cobertura vegetal, como los bosques riparios y áreas de menos intervención humana como los nacimientos (Figura 1) (Auquilla, 2005).

Sistema	Escorrentía superficial (%)		Infiltración promedio (centímetros por hora) ¹	
	Nicaragua	Costa Rica	Nicaragua	Costa Rica
Pastura nativa sobrepastoreada ²	27	48	0,03	0,07
Pastura mejorada con árboles ³	15	14	0,81	0,23
Banco Forrajero ⁴	4	5	0,46	0,75
Bosques secundario intervenido	7	10	0,96	3,54

1. Infiltración promedio a una hora de iniciada la prueba.

2. Sistema sin árboles y pastoreo continuo.

3. Con una densidad de árboles mayor o igual a 30 árboles por hectárea y una riqueza que va de 4 a 30 especies de árboles.

4. Nicaragua: pasto king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. tiphoides*) y Costa Rica: la leñosa *Cratylia argentea*.

Tabla 5.

Infiltración y escorrentía superficial en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica (Ríos et al., 2007).

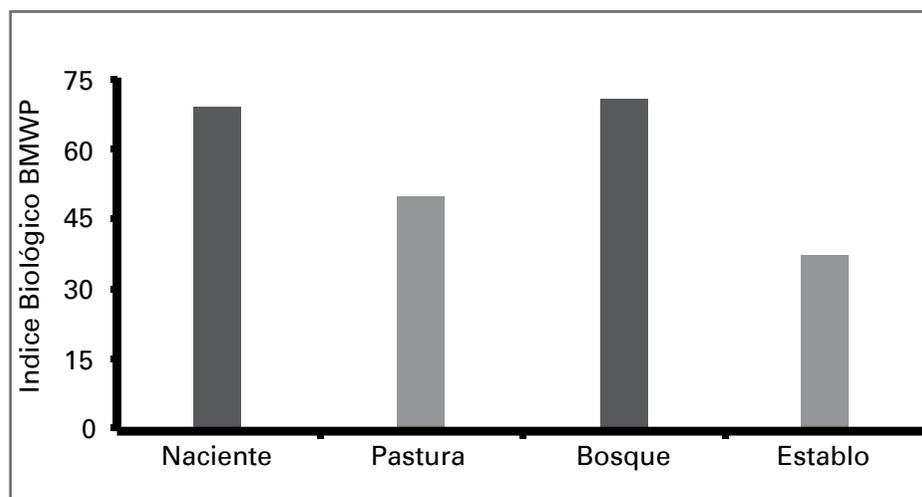


Figura 1.

Calidad del agua según el índice BMWP-CR en sistemas evaluados en la Subcuenca del Río Jabonal, Esparza, Costa Rica. Donde BMWP-CR: Biological Monitoring Working Party, modificado para Costa Rica (Adaptado de Auquilla, 2005).

Impacto de los sistemas silvopastoriles sobre la captura y almacenamiento de carbono en fincas ganaderas

En un estudio realizado en Esparza (Costa Rica) se encontró que las pasturas degradadas presentaron valores significativamente menores en su

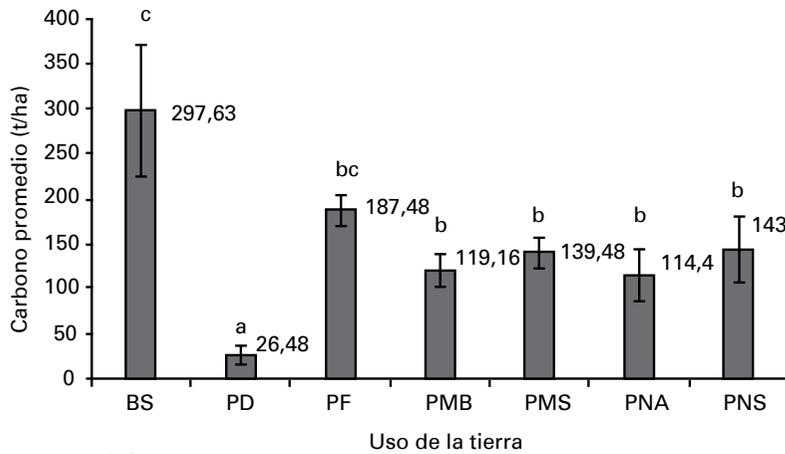
contenido total de carbono ($26,5 \pm 10,9$ tonelada por hectárea) en comparación con los otros usos de la tierra. En tanto que los bosques secundarios mostraron significativamente los mayores valores ($297,6 \pm 72,6$ toneladas por hectárea). Los otros usos de la tierra, excepto las pasturas degradadas, fueron significativamente similares en su contenido total de carbono,

como se observa en la próxima página en la **Figura 2**.

Impacto de los sistemas silvopastoriles sobre la biodiversidad presente en el paisaje ganadero

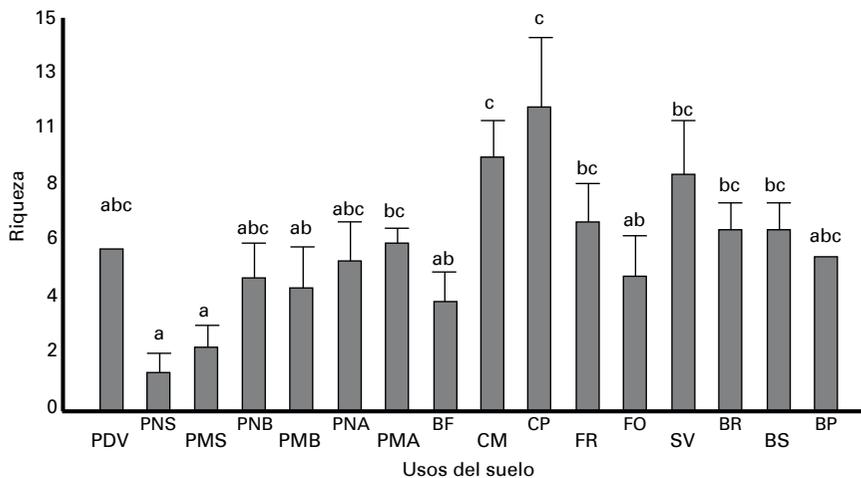
En un estudio en Esparza (Costa Rica) sobre el número total de especies de aves en la zona, el resultado fue de 111 (**Figura 3**), se encontró que el 60,5% de las especies observadas necesitan fragmentos de bosques para sobrevivir; un 33,2 % depende de cobertura boscosa y un 6,3% tiene poblaciones reducidas (Stiles, 1985). Se encontraron diferencias significativas entre los usos del suelo para la variable riqueza de aves en Esparza ($p=0,004$).

En otro estudio, en Cañas (Costa Rica), se encontraron 80 especies pertenecientes a 29 familias. Las que albergaron el mayor número de especies fueron: pasturas con alta densidad de árboles, rastrojeras o matorrales y las cercas vivas permanentes (45, 45 y 42, respectivamente). De las especies mencionadas, cerca del 40% dependen del bosque o fragmentos de bosques para su supervivencia (Cárdenas et al., 2003). De igual manera, en otro agro paisaje, Vílchez et al. (2004) encontraron 83



BS: bosque secundario.
 PD: pastura degradada.
 PF: plantación forestal de teca.
 PMB: pastura mejorada baja densidad de árboles.
 PMS: pastura mejorada sin árboles.
 PNA: pastura natural alta densidad de árboles.
 PNS: pastura natural sin árboles.
 Letras diferentes indican diferencias significativas según prueba de LSD Fisher $p \leq 0,05$.
 Las barras indican el error estándar.

Figura 2. Almacenamiento de carbono total en diferentes usos del suelo en Esparza (Costa Rica) en 2004.



BS: bosque secundario.
 BR: bosque ripario.
 SV: sucesión vegetal.
 CP: cerca viva permanente.
 CM: cerca viva manejada.
 BF: banco forrajero.
 PNA: pastura natural con alta cobertura de árboles.
 PMA: pastura mejorada con alta cobertura de árboles.
 PNB: pastura natural con baja cobertura de árboles.
 PMB: pastura mejorada con baja cobertura de árboles.
 FR: frutales.
 FO: plantaciones forestales.
 PNS: pastura natural sin árboles.
 PMS: pastura mejorada sin árboles.
 PDV: pastura degradada con vegetación.
 Letras distintas sobre las barras indican diferencias entre los usos del suelo según Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Figura 3. Riqueza de especies de aves en distintos usos del suelo en Esparza, Costa Rica. (Sáenz et al., 2007).

especies de aves, de las cuales el 58% se localizó en bosques secundarios, 51% en matorrales y 48% en cercas vivas y pasturas con alta densidad de árboles. En estos estudios, se evidencia la importancia de los sistemas silvopastoriles como cercas vivas y pasturas arboladas en la conservación de avifauna, ya que albergan un número de especies semejante a los remanentes de bosque secundario y ripario inmersos en la matriz ganadera.

► Barreras de adopción de los sistemas silvopastoriles en la ganadería del trópico

Considerando que la producción ganadera tradicional contribuye al efecto invernadero y, por ende, al calentamiento global, las medidas que aseguren la reducción de este efecto son de importancia significativa en la actualidad y para las futuras generaciones. Paralelamente, los consumidores actuales demandan productos provenientes de fuentes inocuas y que generen mayor seguridad a su salud, especialmente cuando son de origen animal. La incorporación de prácticas silvopastoriles contribuye a incrementar la productividad agropecuaria, favorece el manteni-

miento de las pasturas activas por más tiempo que las pasturas con manejo tradicional, promueve la provisión de servicios ecosistémicos relevantes en el ámbito local, nacional y mundial, y reduce la presión hacia los bosques (Calle et al., 2009).

Sin embargo, la adopción de SSP es baja debido principalmente a: 1) los costos de su establecimiento que pueden ser altos, mientras que la disponibilidad de capital y fuentes de financiamiento no son alternativas de fácil acceso para los productores (Sepúlveda et al. 2007), 2) el manejo silvopastoril puede ser complejo, por lo que su adopción es un riesgo cuando no se cuenta con información y asistencia técnica suficientes (Ibrahim et al., 2006; Murgueitio et al., 2006) y 3) la toma de decisiones y percepciones de los productores sobre las nuevas tecnologías.

Hoy en día, los consumidores son cada vez más exigentes en los productos agropecuarios, principalmente de manejo orgánico o con buenas prácticas de manejo que contribuyan a conservar el ambiente y que sean de calidad.

Lo anterior representa una gran oportunidad para una reconversión sostenible de la producción ganadera en la región, que igual exige nuevas formas de producción más eficiente y con mayores estándares de calidad.

El programa GAMMA viene trabajando en el desarrollo de incentivos y herramientas que contribuyan a una mayor adopción de las tecnologías silvopastoriles. De esta manera, los productores podrán, además de incrementar su producción, mejorar los indicadores ambientales y alcanzar mayores beneficios económicos a través de la obtención de un valor agregado a su producción.

A continuación presentaremos un breve resumen de los tres principales mecanismos de incentivos que se promueven como una forma de incrementar la adopción de las tecnologías silvopastoriles: 1) el pago de servicios ambientales, 2) los créditos verdes y 3) la certificación sostenible de fincas ganaderas.

El pago de servicios ambientales

El pago de servicios ambientales (PSA) es un instrumento económico diseñado para incentivar a los usuarios del suelo a continuar aumentando los servicios ambientales (ecológicos) que benefician a la sociedad como un todo. En algunos casos, los pagos buscan que los usuarios del suelo adopten prácticas de uso que garanticen la provisión de un servicio ambiental (por ejemplo la siembra de árboles con fines de secuestro de carbono o la protección de bosques) (Ruíz, 2007).

Los servicios ambientales

son considerados como la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos útiles para el hombre, entre los que se pueden citar la regulación de gases (producción de oxígeno y secuestro de carbono), la belleza escénica y la protección de la biodiversidad, suelos y agua (Wunder, 2005). Mediante buenas prácticas de manejo e incorporación de tecnologías SSP, se pueden generar estos servicios pero en menor proporción que las áreas de bosque (Murgueitio et al., 2003; Pagiola, 2007).

El proyecto de “Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas” realizado con ganaderos de Colombia, Nicaragua y Costa Rica durante los años 2003 al 2007, es una experiencia de PSA. En él se desarrolló un índice ecológico como herramienta para el pago, basado en el potencial de cada uso de la tierra para secuestrar carbono y conservar la biodiversidad. Los resultados mostraron que el pago por servicios ambientales condujo a una disminución del área de pasturas degradadas (20,5% en Nicaragua y del 13% en Costa Rica). Por otro lado, se incrementó el área de pasturas mejoradas con árboles (15,1% en Nicaragua y 36,4% en Costa Rica), las cercas vivas multiestratos (143,8 kilómetros en Nicaragua y

196,7kilómetros en Costa Rica) y el área con bosques (1,1% en Nicaragua y 0,9% en Costa Rica).

En el proyecto se llegó a la conclusión que el PSA motivó la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas por medio de pasturas mejoradas, árboles y cercas vivas, lo cual permitió mejorar la producción animal y lograr un ingreso extra por medio de la venta de servicios ambientales (Ibrahim et al., 2006).

Créditos verdes

Otro incentivo que se ha venido promoviendo en la región es el de créditos condonables, del proyecto “Mercados centroamericanos para la biodiversidad” (CAMBLo). CAMBLo es una iniciativa tripartita del GEF (Fondo Mundial para el Medio Ambiente Mundial), el PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo), con el apoyo financiero del BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica).

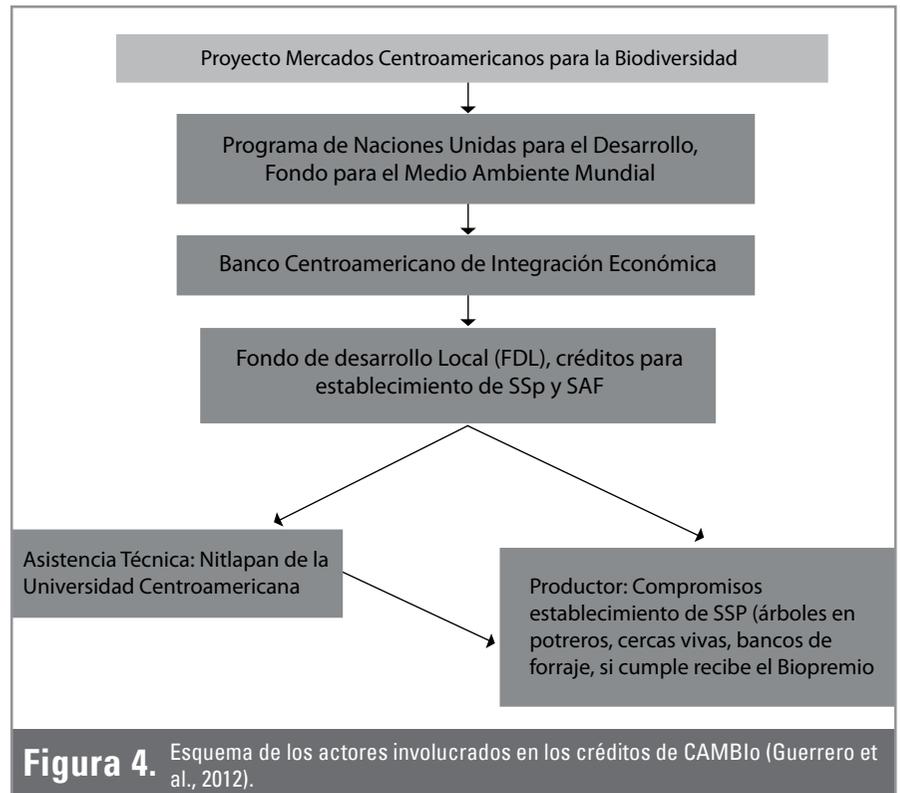
En Nicaragua el proyecto trabaja con la microfinanciera FDL (Fondo de Desarrollo Local) y NITLAPAN, entidades que brindan asistencia técnica a los productores. El proyecto ubicó el área de trabajo en las zonas de amortiguamiento del Corredor Biológico Mesoamericano. Estas áreas han sido consideradas en Centroamérica como zonas de alto valor para la conservación de la biodiversidad (Mendoza et al., 2011).

El objetivo fundamental del proyecto es priorizar la conservación de la biodiversidad mediante un uso más sostenible en las actividades de las micro, pequeñas y medianas empresas, con mecanismos financieros que faciliten la adopción de tecnologías que posibiliten la transformación de las prácticas productivas y que contribuyan a la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos.

Si el productor cumple con los indicadores es apto para recibir el Biopremio que corresponde al 14% del total del crédito el cual se entrega en efectivo al ganador (Figura 4).

Inversiones de los productores con el proyecto CAMBLo.

Entre las estrategias del proyecto se encuentra la búsqueda de que los productores mejoren su productividad, al hacer de ella una ganadería más sostenible y proteger los recursos naturales mediante la adopción de SSP. El incremento de la cobertura arbórea en las fincas contribuye a la obtención de un hábitat apropiado para la conservación de la biodiversidad y para el movimiento de la fauna en usos agropecuarios. Los productores están implementando las siguientes tecnologías con ayuda del crédito de CAMBLo y la asesoría técnica de NITLAPAN (Tabla 6).



Tecnología SSP	Implicaciones para la biodiversidad y el sostenimiento del manejo de la tierra
Bancos forrajeros	Recuperación de áreas degradadas Reduce la presión del pastoreo del ganado sobre bosques y zonas frágiles (altas pendientes) Almacenamiento y fijación de carbono
Cercas vivas multiestrato	Protección de cuerpos de agua y bosque ribereños Corredores biológicos Almacenamiento y fijación de carbono Provee de hábitat para la biodiversidad Incrementa la conectividad estructural y funcional
Árboles dispersos en potreros	Protección de escorrentía superficial Conservación de biodiversidad Conectividad estructural y funcional Almacenamiento y fijación de carbono
Protección de bosques ribereños	Hábitat y refugio para la fauna y flora silvestre
	Corredores biológicos Reducción de la erosión hídrica Conservación del agua.

productores “Testigos”, cuyos cambios se han enfocado en cambio de pasturas mejoradas en monocultivo.

Los cambios realizados por los productores bajo el proyecto han sido motivados por el Biopremio, que ha favorecido el incremento de la cobertura arbórea mediante los sistemas silvopastoriles (Guerrero et al., 2012).

La norma para certificación de sistemas sostenibles de producción ganadera

En la actualidad, la ganadería sostenible representa una alternativa para asegurar que las fincas ganaderas controlen su impacto sobre los recursos naturales, logren una mayor articulación de las comunidades en los territorios ganaderos de la región y fortalezcan a los actores que están involucrados en la cadena de producción y distribución de productos como leche, carne y otros subproductos. Dadas las oportunidades para el desarrollo de la ganadería sostenible y la necesidad de avanzar en el tema de mercados en la cadena de distribución de los productos pecuarios, el programa GAMMA del Catie, a finales de 2006, en el marco del proyecto Gef Silvopastoril y en consenso con la Red de Agricultura Sostenible (RAS), creó una alianza institucional para

Tabla 6. Beneficios que se obtienen de las tecnologías implementadas en las fincas.

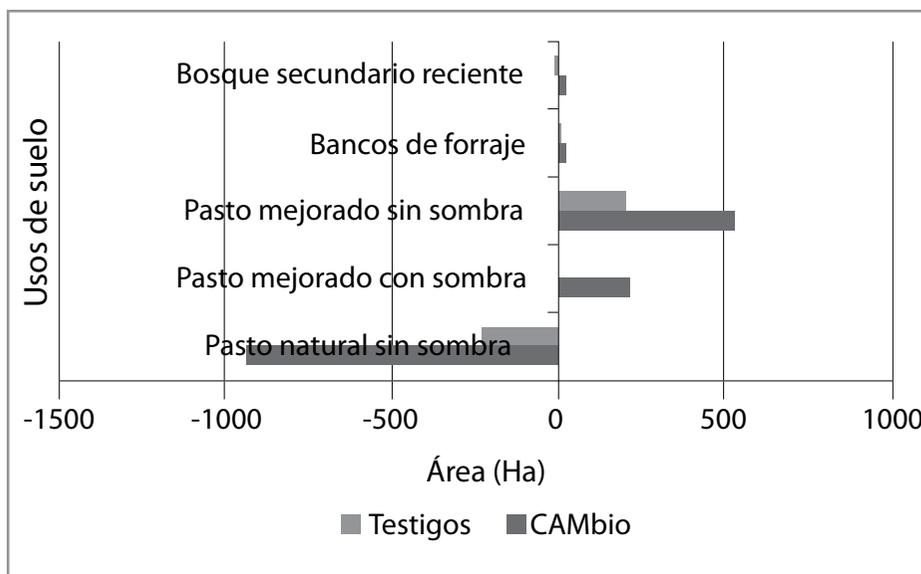


Figura 5. Cambios en los usos de suelo de productores de la región central norte de Nicaragua.

Adopción de sistemas silvopastoriles con el crédito de CAMBIO.

Durante los tres años que se ha ejecutado el proyecto en la Zona Central Norte de Nicaragua, los cambios han sido muy positivos. Se ha logrado un incremento en las cercas vivas

de 491 kilómetros lineales y el aumento en la cobertura arbórea de las fincas (Figura 5). También se ha visto un incremento de las pasturas mejoradas asociadas con árboles y cercas vivas, que son las tecnologías más adoptadas por los productores del proyecto, a diferencia de los

generar la normativa de certificación de fincas ganaderas, la cual tiene que ser cumplida por los productores si quieren tener el sello de certificación sostenible: Rainforest Alliance Certified™.

La certificación sostenible es considerada como una fase intermedia entre los sistemas de producción tradicional extensiva y una situación ideal de certificación orgánica. De la misma manera puede ser considerada como una guía para poder implementar buenas prácticas de desempeño social, productivo y ambiental en las fincas ganaderas.

Para la implementación del sistema de certificación sostenible de fincas ganaderas se tomó como base la Norma para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance. Esta norma contiene 94 criterios técnicos y 14 criterios críticos, agrupados en 10 principios:

- ▶ Sistema de gestión social y ambiental.
- ▶ Conservación de ecosistemas.
- ▶ Protección de la vida silvestre.
- ▶ Conservación de recursos hídricos.
- ▶ Trato justo y buenas condiciones para los trabajadores.
- ▶ Salud y seguridad ocupacional.
- ▶ Relaciones con la comunidad.

- ▶ Manejo integrado del cultivo.
- ▶ Manejo y conservación del suelo.
- ▶ Manejo integrado de desechos.

Adicionalmente, los productores ganaderos deben cumplir con los criterios de la Norma para Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera (RAS 2010). Estos dos documentos constituyen la Norma para Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera de la Red de Agricultura Sostenible.

La siguiente es la lista de los cinco criterios adicionales de ganadería sostenible, los cuales se suman a los 10 de la norma general. En total, para la norma de ganadería serían 15 principios.

▶ **Manejo integrado del ganado bovino:** las fincas certificadas planean el uso de la tierra considerando la conservación de los ecosistemas y de las áreas vulnerables. Cada parcela lleva un control de los animales y cuenta con programas de salud animal y nutrición que respetan las sustancias prohibidas por la RAS. La alimentación del ganado es producida en las mismas fincas y las plagas en las instalaciones de este sitio son controladas con técnicas de manejo integrado de plagas.

▶ **Manejo sostenible de las pasturas:** en regiones tropicales, el manejo sostenible de pasturas resulta un elemento clave para asegurar la máxima eficiencia en las operaciones ganaderas. La parcela selecciona sus pasturas considerando parámetros agroecológicos, características como resistencia al pastoreo, valor nutricional y adaptabilidad para asegurar su óptimo crecimiento, disponibilidad y evitar su degradación.

▶ **Bienestar animal:** la finca vela por una cría responsable de los animales, por medio de un programa de bienestar animal que incluye el transporte seguro. Los animales no son maltratados en el campo o en las instalaciones, se les proporciona resguardo, alimento y agua en cantidad y calidad adecuadas para mantener la salud y la productividad. Las operaciones ganaderas tienen instalaciones físicas adecuadas para el tratamiento y manejo responsable de los animales.

▶ **Reducción de la huella de carbono:** las operaciones ganaderas certificadas buscan reducir las emisiones de los gases efecto invernadero a través del suministro de una dieta mejorada, la optimización de la productividad, el procesamiento de los desechos y excretas, y la implementación de los siste-

mas agroforestales para una mayor captura de carbono.

► **Requisitos ambientales adicionales:** las fincas certificadas minimizan el acceso del ganado a ecosistemas y establecen un balance para posibilitar la presencia de vida silvestre en conjunto con el hato. Las fincas disponen de los desechos peligrosos sin causar un impacto negativo sobre la salud humana o el medioambiente.

Grado de cumplimiento de la norma para sistemas de producción ganadera sostenible: Se realizaron dos estudios, el primero en la zona de Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua), con 63 productores de leche. Se tomaron como variables el área de la finca, el hato ganadero y la producción de leche. Los productores se agruparon en tres tipologías de fincas: pequeños, medianos y grandes.

Se evidenció que los pequeños y medianos productores obtuvieron un cumplimiento del 62% de todos los principios y criterios, mientras que los grandes productores obtuvieron un cumplimiento de 57%. Por lo tanto, las fincas medianas y pequeñas presentaron un mayor cumplimiento de los criterios relacionados con la conservación de los recursos naturales, pero en términos económicos las fincas pequeñas tienen mayores costos e inversiones para realizar por unidad de área, en compara-

ción con las fincas grandes y medianas. Sin embargo, estas últimas clases de fincas presentaron un mayor flujo neto por unidad de área que las demás tipologías, por lo que la implementación de tecnologías silvopastoriles no va a ser una limitante (Ochoa et al., 2010).

Resultados similares fueron obtenidos en Esparza (Costa Rica). No obstante, para facilitar que las fincas puedan lograr cumplir con el 80% de los criterios no críticos y la totalidad de los criterios críticos, los productores pueden recibir un PSA u optar por un crédito con bajo interés para poder implementar la adopción de SSP y acciones para poder aplicar a la certificación.

Actualmente, durante el mes de julio de 2012, cuatro fincas productoras ganaderas de la región de Matogroso (Brasil) obtuvieron la certificación sostenible. Por su parte, hoy en día en Guatemala se comercializa carne de búfalo tipo hamburguesa certificada. La finca lechera de Catie ha iniciado este proceso voluntario y espera concluirlo en 2013 con éxito. Se espera que esta iniciativa se pueda masificar en otros países.

Conclusiones

Los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos en

potreros o en cercas vivas le garantizan confort a los animales, lo que favorece un aumento entre un 15 y un 20% en la producción de leche y carne de animales que pastorean a pleno sol. De igual manera, vacas alimentadas con forrajes arbóreos presentan producciones más estables durante el año y mayores producciones que vacas alimentadas con base en pasturas solamente. Entre mayor es la cobertura arbórea de las leñosas en los potreros más se incrementan los servicios ecosistémicos.

La implementación de la ganadería sostenible, basada en la implementación de SSP y de buenas prácticas de manejo, contribuiría a reducir la deforestación y la presión sobre las áreas de bosques en los territorios ganaderos. Además, contribuiría positivamente al aumento de la productividad y rentabilidad, lo que también impactaría de forma benéfica a los medios de vida de las familias ganaderas para que obtuvieran mejores indicadores ambientales y sociales.

A pesar de las bondades reportadas de los SSP, existen barreras de adopción de tecnologías que están relacionadas con factores internos, más inherentes a los productores, y otros que tiene que estar más relacionados con aspectos externos como el financiamiento

disponible y el acceso a la información. Para resolver estas últimas barreras, los sistemas de incentivos como el Pago por Servicios Ambientales, créditos verdes y la certificación sostenible de fincas ganaderas son un instrumento para planificar, monitorear, documentar y garantizar las mejoras continuas en las fincas. Este puede considerarse como el vehículo para lograr múltiples beneficios en las fincas ganaderas, también le da la oportunidad a los productores de enlazar el manejo sostenible de la finca con la comercialización de un producto diferenciado de mejor calidad, el cual es producido en mayor armonía con el ambiente y con un mejor bienestar para los animales y las familias rurales.

Referencias

- Andrade, H. (2007). *Growth and water competition in silvopastoral systems with native timber trees in the dry tropics of Costa Rica: thesis*. Turrialba, CR, Catie.
- Aquilla, R. (2005). *Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la Subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica, tesis*. Turrialba, CR, Catie.
- 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.
- Betancourt, H., Pezo, D., Cruz, J. & Beer, J. (2006). *Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala*. Ponencia presentada en IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. Cuba.
- Calle, A., Montagnini, F. & Zuluaga, A.F. (2009). Farmer's perceptions of silvopastoral system promotion in Quindío, Colombia. *Bois et forêts des tropiques*, 300 (2), 79-94.
- Camero, A., Ibrahim, M. & Kass, M. (2001). Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. *Agroforestry Systems*, 51, 157-166.
- Cárdenas, G., Harvey, C., Ibrahim, M. & Finegan, B. (2003). Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10 (39-40), 78-85.
- Casasola, F., Ibrahim, M., Harvey, C. & Kleinn, C. (2001). Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotentente, Estelí, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 10 (30), 17-20.
- Chuncho, G., Sepúlveda, C., Ibrahim, M., Chacón, A., Benjamin, T. & Tobar, D. (2012). *Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio climático que implementan en la época seca los productores de leche en Río Blanco y Paiwas*. Nicaragua: Congreso latinoamericano.
- Cruz, J. & Nieuwenhuyse, A. (2008). *El establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína y sistemas en callejones*. Turrialba, CR: Catie.
- FAO (2009). *Estado mundial de la agricultura y la alimentación: la ganadería al examen*.
- Guerrero, Y., Tobar, D. & Ibrahim, M. (2012). *Impacto en conservación de biodiversidad de créditos verdes del proyecto CAMBio, mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de la Zona Central Norte de Nicaragua*. Congreso latinoamericano.
- Holguín, V. & Ibrahim, M. (2005). *Bancos forrajeros de especies leñosas, proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas*. Managua: Inpasa. (Serie Cuadernos de Campo).

Holmann, F. (2001). Beneficios potenciales de nuevo germoplasma forrajero en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua. En Holmann, F. & Lascano, C. (eds). *Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras* (p. 75-87). Cali: Ciat.

Holmann, F., Argel, P., Rivas, L., White, D., Estrada, R., Burgos, C., Perez, E., Ramirez G. & Medina A. (2004). *¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras*. Cali: Ciat, Dicta, Ilri. (Documento de Trabajo 196).

Ibrahim, M.A., Franco, M., Pezo, D., Camero, A. & Araya, J.L. (2001). Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subhumid tropics of Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 51, 167-175.

Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F. & Rojas J. (2006). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 29 (4), 383.

Jansen, H., Nieuwenhuys, A., Ibrahim, M. & Abarca, S. (1997). *Evaluación económica de la*

incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas, comparada con sistemas tradicionales de alimentación en la Zona Atlántica de Costa Rica. 4 (15), 9-13.

Jiménez, A. (2007). *Diseño de sistemas de producción ganaderos sostenibles con base a los sistemas silvopastoriles (SSP) para mejorar la producción animal y lograr la sostenibilidad ambiental, tesis*. Turrialba, CR: Catie.

Kaimowitz, D. (2001). Will livestock intensification help save Latin America's Forest? En Angelsen, A. & Kaimowitz, D. (Eds) *Agroforestry Technologies and tropical deforestation*. Wallingford. UK: CBI Publishing.

Lobo, M. & Acuña, V. (2001). Efecto de la suplementación con *Cratylia argentea* cv. Veraniega fresca y ensilada sobre la producción de leche en vacas en sistemas doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. En Holmann, F. & Lascano, C. (eds.) *Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras* (p. 39-41). Cali: Ciat.

Mahecha, L., Rosales, M., Durán, C.V. Molina, C. H., Molina, E.J. & Uribe, F. (2005). *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. Extraído el 1 septiembre de 2006 de: [http://www.cipav.org.co/red agrofor/memorias99/SeminIn d.htm](http://www.cipav.org.co/red_agrofor/memorias99/SeminIn d.htm)

Mendoza, R., Dávila, O., Fonseca, F. & Cheaz, J. (2011). *Modelo de adaptación al cambio climático a través de la reconversión productiva y transformación territorial*. Proyecto CAMBio. Nicaragua: RIMISP.

Murgueitio, E., Ibrahim, M., Ramírez, E., Zapata, A., Mejía, C. & Casasola, F. (2003). *Uso de la Tierra en fincas ganaderas*. Cali: Cipav.

Murgueitio, E., Cuéllar, P., Ibrahim, M., Gobbi, J., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Zapata, A., Mejía, C. E., Zuluaga, A. F. & Casasola, F. (2006). Adopción de sistemas agroforestales pecuarios. *Pastos y Forrajes*, 29(4), 365-383.

Ochoa Gordillo, D.K., Ibrahim, M., Sepúlveda, C., Bach, O., Soto, G. & Chacón, A. (2010). *Análisis del grado de cumplimiento y estimación de costos para la implementación de la norma complementaria de ganadería sostenible en fincas productoras de leche en Paiwas y Río Blanco, Nicaragua*. En el Sexto 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. Resúmenes. Ibrahim, M. & Murgueitio, E. (Eds) (p 39-40). Turrialba, CR: Catie.

Pagiola, S., Ramírez, E., Gobbi, J., Haan, C., Ibrahim, M., Ruiz, J. & Murgueitio, E. (2007). *Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua ecological economics* (article in press).

Red de Agricultura Sostenible – RAS (2010). *Norma para Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera*. Extraído el 27 de junio de 2011 de: <http://sanstandards.org/sitio/subsections/display/11>

Ríos, N., Cárdenas, A., Andrade, H., Ibrahim, M., Jiménez, F., Sancho, F., Ramírez, E., Reyes, B. & Woo, A. (2007). Estimación de la escorrentía superficial e infiltración en sistemas de ganadería convencional y en sistemas silvopastoriles en el trópico sub- húmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 45, 66-71.

Ruiz, F., Gómez, R. & Harvey, C. (2005). *Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás*. Nicaragua. Managua: NI, Tropitecnica – Nitlapan.

Ruiz, J.P. (2007). Los incentivos generados por el pago de servicios ambientales favorecen la participación de los ganaderos en

la restauración ecológica de paisajes en el Neotrópico. *Agroforestería en las Américas*, 45, 4-5.

Sáenz, J.C., Villatoro, F., Ibrahim, F., Fajardo, D. & Pérez, M. (2007). Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agro-paisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 45, 37-48.

Sánchez, L.J. (2007). *Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica*, tesis. Turrialba, CR: Catie.

Sepúlveda, C., Marín, Y., Ibrahim, M. & Ramírez, E. (2007). El pago por servicios ambientales en fincas ganaderas: una percepción de los productores de Matiguás, Nicaragua. *Revista Encuentro*, (77), 53-69.

Souza de Abreu, M.H. (2002). *Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics: thesis*. Turrialba, CR: Catie.

Stiles, F.G. (1985). *Conservation of forest birds in Costa Rica: problems and perspectives*. En Diamond, AW; Lovejoy, TE. (Eds.) *Conservation of tropical forest birds* (p.141-168). International Council for

Bird Preservation. (Technical Publication 4).

Szott, L., Ibrahim, M., & Beer, J. (2000). *The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America*. Costa Rica: Catie. (Serie Técnica. Informe técnico/Catie, 313).

Turcios, H. (2008). *Evaluación del proceso de toma de decisiones para adopción de bancos de proteína de leucaena (Leucaena leucocephala) y su efecto como suplemento nutricional para vacas lactantes en sistemas doble propósito en el Chal, Petén, Guatemala*. Tesis. Turrialba, CR: Catie.

Vílchez, S., Harvey, C., Sánchez, D., Medina, A. & Hernández, B. (2004). *Diversidad de aves en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua*. Encuentro 68:24-48.

Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C., Sinclair, F., Gómez, R., López, M. & Esquivel, H. (2004). Tree resources on pastureland in cattle production systems in the dry pacific region of Costa Rica and Nicaragua. En Mannelje, L., Ramírez, L., Ibrahim M., Sandoval C., Ojeda N. & Ku J. (Eds). *The importance of Silvopastoral Systems for Providing Ecosystems Services and Rural livelihoods*. (p.183-188). Mérida, MX.

Villanueva, C., Tobar, D., Ibrahim, M., Casasola, F., Barrantes, J. & Arguedas, R. (2007). Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas del pacifico central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, (45), 12-20.

Villanueva, C., Vega, P., Ibrahim, M. & Casasola, F. (2012). *Contribución de las cercas vivas en la mitigación del estrés calórico en sistemas intensivos de producción de leche en el trópico de bajura*. Congreso latinoamericano.

Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, P.H., Rosales, M., Ibrahim, M. & Steinfeld, H. (2007). Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Chang*, 17, 86-104.

Wunder, S. (2005). *Pagos por servicios ambientales*. Indonesia: Cifor.



FOTO FERNANDO MEJÍA O.