

## Avances de Investigación

# Análisis de la productividad y la contribución financiera del componente arbóreo en pequeñas y medianas fincas ganaderas de la subcuenca del río Copán, Honduras<sup>1</sup>

A. Chavarría<sup>2</sup>, G. Detlefsen<sup>3</sup>, M. Ibrahim<sup>4</sup>, G. Galloway<sup>5</sup>, R. de Camino<sup>6</sup>

### RESUMEN

Se evaluó la productividad actual y potencial de los árboles maderables de sistemas silvopastoriles (SSP) en 35 fincas ganaderas (medianas y pequeñas), de la subcuenca del río Copán, Honduras, mediante un inventario de brinzales, latizales y fustales. Se encontró un total de 72 especies arbóreas pertenecientes a 62 géneros y 35 familias, de las cuales el 29% (21 especies), son consideradas maderables con valor comercial. El mayor potencial maderable comercial fue encontrado en el SSP de pasturas con árboles dispersos de *Pinus oocarpa*. Este SSP es el más abundante en las fincas estudiadas (77%), con una densidad promedio de latizales y fustales de 156 árboles ha<sup>-1</sup> y de 43 brinzales ha<sup>-1</sup>. De igual forma, presenta un volumen comercial promedio de 71,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. De las 35 fincas inventariadas se seleccionaron ocho al azar (cuatro pequeñas y cuatro medianas), para conocer la contribución del componente maderable en la rentabilidad de las mismas. Los análisis financieros mostraron que en el caso de las fincas medianas, la contribución del VAN fue de 384,8 USD ha<sup>-1</sup> y para las fincas pequeñas el aporte fue de 269,7 USD ha<sup>-1</sup>, equivalente a un 27 y 70% adicional a los ingresos obtenidos por la actividad ganadera, respectivamente.

**Palabras claves:** análisis financieros, análisis de sensibilidad, especies maderables de valor comercial, productividad, sistemas silvopastoriles

### ABSTRACT

Current and potential productivity of timber from silvopastoral systems (SPS) was evaluated in 35 cattle farms (medium and small) of the basin of Rio Copan, Honduras, through an inventory of seedlings, saplings and taper. It was found a total of 72 tree species belonging to 62 genera and 35 families, of which 29% (21 species) are considered commercially valuable timber. The greatest potential for commercial timber production was found in the SPS of pasture with scattered trees of *Pinus oocarpa*. This SPS is the most abundant in the farms studied (77%), with an average density of saplings and adult trees of 156 trees ha<sup>-1</sup> and 43 seedlings ha<sup>-1</sup>. It also possesses on average of 71.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> of standing commercial volume. Eight of the 35 farms were selected randomly (four small and four medium), to determine the contribution of timber to farm profitability. The financial analysis showed that in the case of medium sized farms, the contribution to NPV was 384.8 USD ha<sup>-1</sup> and for small farms 269.7 USD ha<sup>-1</sup>, equivalent to 27 and 70% additional NPV, respectively.

**Keywords:** financial analysis, sensitivity analysis, commercial timber species, productivity, silvopastoral systems

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito centroamericano, la ganadería es considerada como uno de los principales usos de la tierra que contribuye significativamente a la economía de los países. Se estima que alrededor de dos terceras partes de los terrenos con aptitud agrícola son destinados a la actividad ganadera. Sin embargo, dicha actividad también se ha venido desarrollando en terrenos de vocación forestal (Holmann y Rivas 2005), resultando con frecuencia en efectos negativos al ambiente.

Estudios recientes demuestran cómo la actividad ganadera ha generado incrementos dramáticos en las tasas de deforestación de la región (en Honduras la deforestación total oscila en alrededor de 150 mil ha año<sup>-1</sup>), lo cual trajo como consecuencia la degradación de suelos, la fragmentación de paisajes, las pérdidas de biodiversidad y además, la reducción en los niveles de productividad y rentabilidad de las fincas ganaderas (FAO 2008, Steinfeld 2002).

<sup>1</sup> Basado en: Chavarría O, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas Silvopastoriles de Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

<sup>2</sup> M.Sc. en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, Turrialba, CR, CATIE. 2010. Correo electrónico: chavarr@catie.ac.cr (autor para correspondencia).

<sup>3</sup> Profesor-investigador, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: gdetlef@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Profesor-investigador, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: mibrahim@catie.ac.cr

<sup>5</sup> Profesor-investigador, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: galloway@catie.ac.cr

<sup>6</sup> Profesor-investigador, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: rcamino@catie.ac.cr

Ante este contexto, se ha visto la necesidad de que la ganadería sea orientada hacia el desarrollo de sistemas de manejo más sustentables y amigables con el ambiente, y que además reduzcan la vulnerabilidad económica de los productores. Como respuesta a esto, han surgido los sistemas agroforestales (SAF), los cuales son formas de uso de la tierra donde interactúan los árboles y los arbustos con cultivos anuales, perennes, forrajeros o pasturas (Nair 1997, Jiménez y Muschler 2001). Dentro de los SAF, se han introducido los sistemas silvopastoriles (SSP) como una modalidad en la que se combinan plantas forrajeras, con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y usos complementarios (Murgueitio e Ibrahim 2004).

Los SSP pretenden hacer un uso activo y permanente de las variadas ventajas que ofrecen los árboles y los arbustos en las fincas ganaderas. Dentro de estos beneficios se pueden mencionar: madera, leña, follaje, frutos, sombra, regulación del microclima, estabilización de suelos, fijación de nitrógeno, enriquecimiento y reciclaje de nutrientes minerales, hábitat para la fauna, medicinas y miel, entre otros (Sánchez 2002). El objetivo principal de los SSP es aumentar la producción de los componentes vegetales y animales mediante el uso mínimo de recursos externos, a modo de conservar los recursos naturales y disminuir los impactos negativos en el ambiente (Murgueitio e Ibrahim 2004).

La idea que existe de que la ganadería es un pésimo negocio (principalmente cuando se practica en suelos de mala calidad) y una actividad depredadora de los recursos naturales, ha llevado a una serie de pronunciamientos políticos por parte de organizaciones internacionales para promover su remplazo por otras actividades más sostenibles. Sin embargo, se ha demostrado que existen estrategias de ganadería como los SSP que pueden hacer factible la actividad ganadera como un agronegocio rentable y amigable con el ambiente. Mediante dichas estrategias se pueden internalizar los criterios, las exigencias y las oportunidades de carácter ambiental, con la intención de bajar costos, aumentar la eficiencia e incrementar la rentabilidad de las fincas (Pomareda 2000).

El presente estudio pretende evaluar el potencial maderable existente en los SSP y cómo dicho recurso puede contribuir financieramente a la rentabilidad de las pequeñas y medianas fincas ganaderas de Copán, Honduras. Los resultados de dicho estudio pueden servir como base para que tomadores de decisiones promue-

van estrategias productivas mediante la formulación y la aplicación de políticas que permitan mantener o incrementar el componente arbóreo a través de un manejo y un aprovechamiento sostenible de dichos recursos. Estas estrategias, además de lograr una reducción en las presiones hacia el bosque, pueden contribuir al mejoramiento directo de la calidad de vida de las comunidades.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del área de estudio**

El área de estudio está localizada en el departamento de Copán, Honduras, específicamente en la subcuenca del río Copán, perteneciente a la cuenca del río Motagua (cuenca binacional compartida entre Honduras y Guatemala). Además, forma parte del territorio de gestión que corresponde al Plan Trifinio (Honduras, Guatemala y El Salvador). Dicha área de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas 14°43'-14°58' latitud norte y 88°53'-89°14' longitud oeste (MANCORSARIC 2006).

Esta región presenta zonas de vida que van desde un bosque húmedo tropical, hasta un bosque seco tropical, (Holdridge 1978). La zona muestra un relieve de fuertes pendientes, con una altitud entre los 600 y 1.600 msnm y una precipitación media anual de 1.637 mm. La temperatura promedio anual es de 20 °C y la humedad relativa de 82% (MANCORSARIC, 2006).

La extensión territorial de la subcuenca del río Copán se estima en 619,14 km<sup>2</sup>, en la cual se emplea un sistema de producción de subsistencia en laderas, predominando los cultivos de café, maíz, frijol, arroz y hortalizas como tomate, cebolla, chile y repollo (MANCORSARIC 2006). La ganadería se realiza principalmente en las regiones más planas de la zona. Sin embargo, también es frecuente la ocurrencia de actividades ganaderas en laderas. El tipo de ganadería predominante en la región es de doble propósito (Pérez, 2007, Trautman 2007).

### **Selección de fincas y caracterización del componente arbóreo**

Se seleccionaron en forma aleatoria estratificada 35 fincas ganaderas (pequeñas y medianas con un área total de 1.214,78 ha). En dichas fincas se llevó a cabo un muestreo de brinzales, latizales y fustales existentes en los SSP. Las variables de medición fueron: altura total, altura comercial, diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro de copa, defectos de forma e identificación de la especie. Con estas variables se estimó la densidad arbórea, el volumen total y comercial por



Pino (*Pinus oocarpa*) con pasturas naturales en Copán, Honduras. Foto: Guillermo Detlefsen

especie, la riqueza, la abundancia, la dominancia y la frecuencia de especies. Con los valores de abundancia, dominancia y frecuencia relativa fue calculado el índice de valor de importancia (IVI) de las especies encontradas.

#### Estimación de volumen y cobertura

Para el volumen por árbol individual de la especie de pino (*Pinus oocarpa*) se utilizaron las ecuaciones:  $VC = 0,0000243 \times dap^2 \times H = 0,0113$  ( $dap < a 30 \text{ cm}$ ) y  $VC = -0,0394927 + 0,00002475 \times dap^2 \times H - 0,00005902 \times dap^2$  ( $dap \geq 30 \text{ cm}$ ); en donde VC = volumen comercial en  $m^3$ , dap = diámetro medido a la altura del pecho en cm y H = altura total en metros. Estas ecuaciones poseen un índice de utilización de 15 cm, las cuales fueron desarrolladas por el Proyecto de Inventario Forestal Nacional (INFONAC) en 1981 (Ferreira, 2005a).

Para determinar el volumen total por árbol de la especie Eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) se usó la siguiente ecuación de volumen total, generada por Ferreira 2005:  $VT = 0,00739 + 0,00002636 \times dap^2 \times H$ ; donde VT = volumen total en  $m^3$ , dap = diámetro medido a la altura del pecho en cm y H = altura total en metros. Para la conversión de volumen total a volumen comercial fue utilizado un factor de castigo de 0,5. Este factor fue considerado de acuerdo a los rendimientos obtenidos en aserraderos consultados.

Para las demás especies, en vista de no tener ecuaciones ajustadas para las mismas, se utilizó una función generalizada, la cual fue corregida mediante un factor de forma. La función utilizada fue la siguiente  $VC = 0,7854 \times dap^2 \times HC \times FF$ ; donde VC = volumen comercial en  $m^3$ , dap = diámetro medido a la altura del pecho en cm, HC = altura comercial en metros y FF = factor de forma de 0,6.

Para la estimación de cobertura (en todas las especies) se utilizó la ecuación:  $C = ((0,7854 \times D^2 \times N) / 10.000) \times 100$ ; donde C = cobertura en porcentaje, D = diámetro promedio de copa en metros y N = número de árboles  $há^{-1}$ .

#### Análisis estadísticos

Se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (LSD Fisher) para la abundancia y la riqueza de especies entre los diferentes tipos de pasturas (naturales y mejoradas).

#### Análisis financieros

Para conocer el potencial de contribución financiera del componente arbóreo dentro de las fincas ganaderas, de las 35 fincas muestreadas, fueron seleccionadas al azar cuatro fincas pequeñas y cuatro medianas para un total de ocho fincas. Para la modelación de los análisis financieros se establecieron dos escenarios: uno denominado

“sin proyecto”, el cual se refiere a la situación financiera en donde no se contemplan los costos e ingresos generados por el componente arbóreo; y el segundo escenario denominado “con proyecto”, en el cual si se consideran los costos e ingresos potenciales generados por el aprovechamiento de árboles maderables.

La modelación del componente arbóreo en el escenario “con proyecto” se desarrolló mediante la venta de madera aserrada puesta en la industria. Para comparar estos análisis se utilizaron como indicadores financieros el valor actual neto (VAN), la relación beneficio-costos (B/C) y el valor esperado de la tierra (VET). Las tasas de interés utilizadas fueron: 10,2% como una tasa activa sobre préstamos y 4,58% como una tasa de interés nominal pasiva sobre depósitos a plazo fijo (BCH 2009), (el tipo de cambio utilizado fue de 19,02 Lps. por 1,00 USD).

#### Supuestos del modelo

Para el desarrollo de los modelos se consideraron los siguientes supuestos: i) todos los precios e insumos son conocidos durante el periodo del análisis; ii) los rendimientos de la producción son conocidos y libres de riesgos biológicos y ambientales; iii) la tierra es un bien que puede ser vendida, comprada y rentada en un mercado perfecto; iv) el mercado de capitales es perfecto, donde las tasas son conocidas, es decir, existe una única tasa de interés para prestar y arrendar dinero y no hay racionamiento de capital; v) la carga animal y las áreas por tipo de uso permanecen constantes durante el periodo de análisis; vi) los costos de manejo como deshierbes, limpieza y podas del componente arbóreo son atribuidos a la actividad ganadera.

#### Estrategia de manejo

Para el manejo sostenible del componente arbóreo dentro de los SSP, se propone un modelo basado en el manejo de la regeneración natural (brinzales y latizales), en el cual el productor debe mantener una cantidad mínima de brinzales, latizales y fustales dentro del SSP, a fin de que reemplacen los árboles extraídos.

#### Estimación de costos e ingresos

Los costos e ingresos fueron determinados mediante una entrevista aplicada al propietario o administrador de la finca. Los costos de manejo del componente arbóreo (deshierbes, limpiezas y podas) se atribuyen a la actividad principal del sistema (ganadería), ya que generalmente se realizan en forma simultánea con las chapas de los potreros. No obstante, los costos de trasplantes, raleos y

aprovechamiento se consideran como costos del componente forestal. Todos los precios (gastos de producción y venta) son a nivel de finca y sin ajuste por inflación.

#### Análisis de sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad para varios escenarios descritos a continuación: i) diferentes costos en los trámites para el aprovechamiento comercial de madera (aprovechamiento mediante la tramitología actual vs. la aplicación de un marco político-legal facilitador que reduce y simplifica los trámites necesarios); ii) diferentes escenarios de aprovechamiento (venta de madera en rollo puesta en la industria, venta de madera en rollo en vacadilla o finca, venta de madera en pie y venta de madera aserrada puesta en la industria); iii) diferentes tasas de descuento (4,58, 10,2, 12, 15 y 30%); y iv) aplicación del marco político-legal facilitador del aprovechamiento en combinación con incentivos económicos denominados pagos por servicios ambientales (PSA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización del componente arbóreo dentro los SSP

En la subcuenca del río Copán, Honduras, los SSP más comunes son las pasturas con árboles dispersos de *P. oocarpa* (77%), pasturas con árboles dispersos de especies latifoliadas (29%), cercas vivas (25,7%) y pasturas con árboles dispersos de *Quercus* spp. (20%). El Cuadro 1 muestra valores promedios por cada uno de los SSP.

Como se muestra en el Cuadro 1, los SSP de pasturas bajo árboles dispersos de pino tienen el mayor potencial maderable. En este SSP, el cual representa un 26% (283,7 ha), del área total de las fincas evaluadas, cuenta con valores promedios de 156 árboles ha<sup>-1</sup>, dap promedio de 35,42 cm, alturas comerciales medias de 19 m y un volumen comercial promedio de 71,51 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (valor encontrado entre un rango de 21,22 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a 120,34 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).

En las cercas vivas se muestreó un total de 18,8 km, compuestas de madreaje (*Gliricidia sepium*) en un 63%, pito (*Erythrina* spp.) en un 18%, eucalipto (*Eucalyptus* spp.) en un 13% y las cercas poliespecíficas con un 6%. En las cercas vivas existe un gran potencial para fomentar la incorporación de especies maderables. Como ejemplo, las tres fincas con cercas vivas de eucalipto presentaron valores promedios de 196 árboles km<sup>-1</sup>, dap de 28 cm y alturas de 18,9 m, generando así un volumen comercial promedio de 100,2 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>. Claramente, las cercas vivas son una buena opción para incrementar los ingresos provenientes del componente arbóreo de las fincas.



**Cuadro 1.** Resumen de sistemas silvopastoriles encontrados en la subcuenca del río Copán, Honduras

SSP	AM (ha)	Frec	Frec (%)	Densidad (árb ha <sup>-1</sup> )	Dap (cm)	H (m)	VC (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Cobertura copas (%)
Pasto bajo árb. dispersos de <i>P. Oocarpa</i>	283,7	27	77	156	35	19	71,51	42,94
Pasto bajo <i>Quercus</i> spp.	35,5	7	20	161	23,8	10	38,01	38,62
Árboles dispersos latifoliados	108,3	10	29	74	19	9	13,02	16,1
Cercas vivas (valores km <sup>-1</sup> )	18,8	9	25,7	328	19	12	12,53	-

AM = área muestreada  
 Frec. = frecuencia  
 H = altura total  
 VC = volumen comercial

El SSP de pasturas con árboles dispersos de especies latifoliadas representa el 9% (108,3 ha) del área total muestreada. En dicho SSP se encontraron valores promedio de 74 árboles ha<sup>-1</sup>, dap de 19 cm y alturas totales promedio de 9 m, lo que equivale a 13,02 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Este SSP se caracterizó por una baja frecuencia de especies maderables de alto valor comercial.

Las especies con mayor abundancia y frecuencia se calificarían como árboles de servicio, o sea, especies que se utilizan para leña, forraje, protección, conservación de biodiversidad y sombra. Se puede concluir que este tipo de SSP tiene poco potencial maderable. Las especies más comunes encontradas fueron: guayabo (*Psidium guajaba*), nance (*Byrsonima crassifolia*), zapotillo (*Clethra macropylla*), con (*Perymenium strygosum*), manzano (*Eugenia jambos*), copalillo (*Compositae*) y guamo (*Inga* spp.), entre otras.

El SSP de pasturas con árboles dispersos de *Quercus* spp. representa un 3% (35,5 ha), del área total muestreada. Este SSP presenta valores promedios 161 árboles ha<sup>-1</sup>, dap de 23,8 cm y alturas comerciales promedios de 10 m.

Considerando que el área muestreada (35,5 ha) representa un volumen comercial total aproximado de 1.349,36 m<sup>3</sup>, que corresponden a 38,01 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. A nivel local y nacional, este tipo de sistema no posee un alto valor para la industria de la madera. Sin embargo, es de mucha importancia ya que constituye una de las principales fuentes de extracción de leña. Según Pérez (2007), en la zona el consumo de leña promedio es de 17 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> familia<sup>-1</sup>.

### Composición florística en los SSP

Se encontró un total 72 especies arbóreas pertenecientes a 62 géneros y 35 familias. La diversidad de

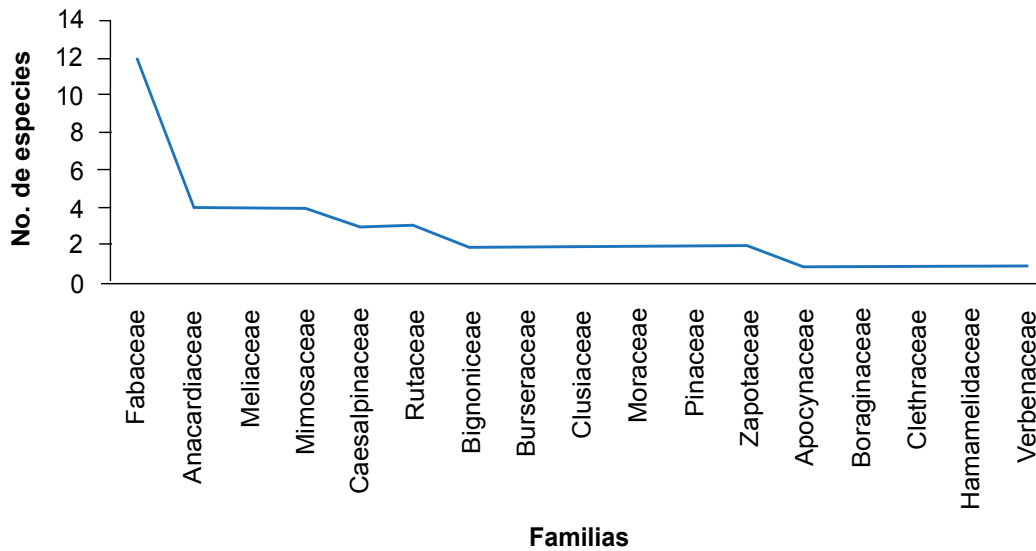
especies en los SSP de la subcuenca del río Copán fue levemente mayor a la encontrada por Villanueva *et al.* (2007), en el Pacífico Central de Costa Rica (68 especies). Sin embargo, el número de familias era igual (35 familias). Por el contrario, la riqueza de especies en el presente estudio fue levemente menor a lo reportado por Gillespie *et al.* (2000), en el Pacífico Seco de Costa Rica, donde se encontró un total de 75 especies. De igual forma, fue menor de la encontrada en Muy Muy, Nicaragua, donde se reportó un total de 85 especies de 36 familias (Esquivel 2005, y Esquivel *et al.* 2008).

Del total de especies encontradas se observaron latizales y fustales en solo 59 especies (82%), 53 géneros (85%) y 33 familias (94%); y brinzales en solo 39 especies (51%), 37 géneros (60%) y 27 familias (77%). Varias especies, géneros y familias solo se encuentran en latizales y fustales, pero no en los brinzales.

Las familias que cuentan con mayor cantidad de especies maderables son: Fabaceae (12 especies); Mimosaceae, Anacardiaceae y Meliaceae (cuatro especies); Caesalpinaceae y Myrtaceae (tres especies); seguidas por Bignoniaceae, Burseraceae, Clusiaceae, Moraceae, Pinaceae y Zapotaceae (dos especies). Las demás familias de importancia maderable se limitan a una sola especie (Figura 1). Hay que destacar que las familias de importancia maderable representadas por varias especies son poco abundantes. Por el contrario, las familias como Pinaceae y Fagaceae, representadas por una o dos especies fueron las más abundantes.

### Índice de Valor de Importancia (IVI) para latizales y fustales

Mediante el IVI se logró determinar las 10 especies de latizales y fustales con mayor importancia ecológica en los SSP de la zona de estudio (Cuadro 2).



**Figura 1.** Riqueza de especies de las familias de mayor importancia maderable en los SSP de la subcuenca del río Copán, Honduras

El IVI muestra que a nivel de latizales y fustales las especies más predominantes son las siguientes: *Pinus oocarpa* (pino ocote), *Quercus oleoides* (encino), *Byrsonima crassifolia* (nance), *Quercus* spp. (roble), *Clethra macrophylla* (zapotillo) y *Perymenium strigilosun* (con). Es de esperar la alta dominancia, la frecuencia y la densidad del pino, tomando en cuenta que en el paisaje de la zona abundan bosques de coníferas, especialmente en laderas donde se ubican las fincas ganaderas medianas y pequeñas. Por otro lado, frecuentemente los SSP de pasto, bajo árboles dispersos de pino, que se encuentran en el 77% de las fincas, se asocian con especies de *Quercus* spp., *B. crassifolia* y *C. macrophylla*. A menor altitud la cobertura más

común son los árboles dispersos de *Quercus* spp., en rodales puros o en asociación con *P. oocarpa* y/o *B. crassifolia*.

Las especies tratadas en el párrafo anterior también son las más frecuentes en la regeneración natural, por lo que se consideran especies de fácil manejo dentro de las fincas. En este estudio y los de Pérez (2007), Trautman (2007) y Cruz (2007), dichas especies son las principales fuentes de madera (*P. oocarpa*), postes y leña (*Quercus* spp., *P. strigilosun*, *B. crassifolia* y *C. macrophylla*), razón por la cual los ganaderos las conservan en sus fincas. Lo anterior confirma que la utilización maderable de las especies arbóreas es uno

**Cuadro 2.** Densidad, dominancia, frecuencia relativa e IVI de las 10 especies más comunes en los SSP de la subcuenca del río Copán, Honduras

NV	NC	Familia	Dap (cm)	DR	DR	FR	IVI
Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	Pinaceae	35,42	44,81	71,75	9,29	125,85
Encino	<i>Quercus oleoides</i>	Fagaceae	20,32	12,41	6,54	9,29	28,24
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	13,5	11,13	2,59	10,26	23,97
Roble	<i>Quercus</i> spp.	Fagaceae	27,25	9,02	8,55	5,77	23,34
Zapotillo	<i>Clethra macrophylla</i>	Clethraceae	16,87	3,81	1,38	5,45	10,64
Con	<i>Perymenium strigilosun</i>	Compositae	15,05	5,48	1,59	3,21	10,27
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	11,76	0,90	0,16	3,85	4,91
Guamas	<i>Inga</i> spp.	Mimosaceae	20,94	0,96	0,54	3,21	4,70
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	17,08	1,89	0,71	1,60	4,20
Chaperno	<i>Lonchocarpus</i> spp.	Meliaceae	27,86	0,45	0,45	2,24	2,92

NV = nombre vulgar  
 NC = nombre científico  
 DR = dominancia relativa  
 FR = frecuencia relativa  
 IVI = índice de valor de importancia

de los principales criterios que los ganaderos usan para dejar un árbol en los potreros (Muñoz *et al.* 2003).

De las especies de mayor IVI (Cuadro 2), solamente el *P. oocarpa* (primer lugar) y el *C. alliodora* (noveno puesto), son especies que tienen importancia comercial en la zona. Por otro lado, las especies denominadas de color, es decir, las especies de alto valor comercial (*Cedrella odorata*, *Swietenia macrophylla* y *Guarea* spp.) son muy escasas, por lo que podrían desaparecer de las fincas de la zona si no se les presta atención. Su escasez actual se podría deber a malas prácticas de manejo que eliminan la regeneración natural (chapias constantes, limpiezas químicas y hasta quemas).

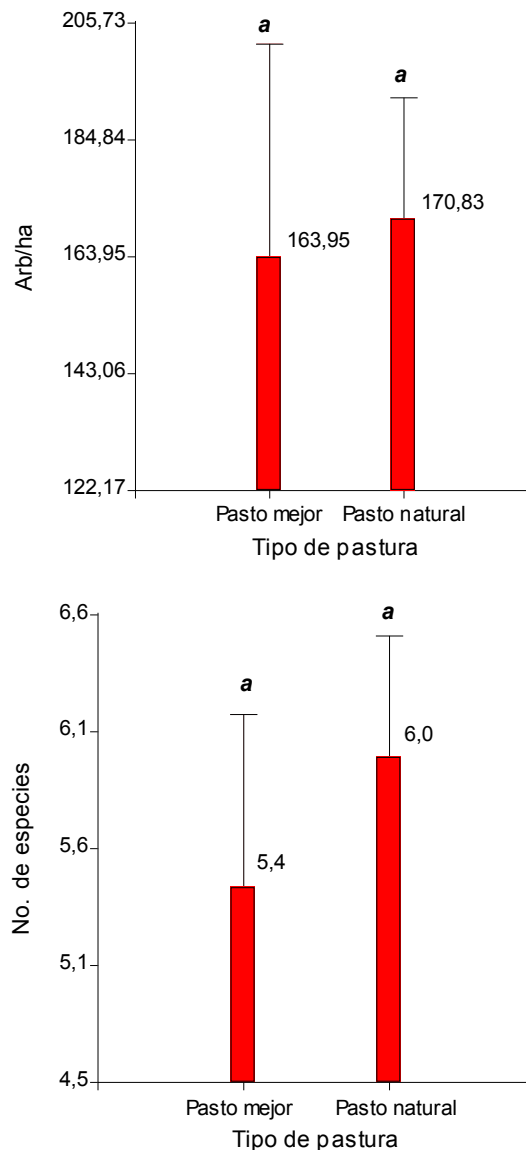
Por otro lado, los productores indicaron que las especies de color han sido sujetas a una extracción intensa y continua. Según Esquivel *et al.* (2008) e Ibrahim y Camargo (2001), las prácticas indicadas son las principales causas de la reducción en la abundancia y la riqueza de especies maderables en los SSP.

Tomando en cuenta estos resultados, es necesario implementar estrategias apropiadas para las condiciones biofísicas o socioeconómicas de estas fincas que favorecerían la restauración de las especies escasas o en vías de extinción local (principalmente las especies de alto valor comercial). Una estrategia podría ser la utilización de incentivos económicos destinados a productores que aumentan, o al menos mantienen, la biodiversidad arbórea en sus fincas. El proyecto GEF-SSP que se ejecutó en la zona de Esparza, Costa Rica, aplicó con éxito esta estrategia (Casasola *et al.* 2006). Otra estrategia importante sería la asistencia técnica y transferencia de tecnología silvopastoril, la cual es vital para fomentar el manejo y mantenimiento del recurso arbóreo en las fincas ganaderas. Se considera que lo ideal sería la combinación de las dos alternativas para lograr un mayor éxito en la incorporación de árboles en las fincas.

### Efecto del tipo de pastura en la densidad arbórea en los SSP

Un análisis estadístico de comparación de medias (Figura 2), mostró que no existen diferencias estadísticas entre la abundancia y la riqueza de especies maderables presentes en pasturas naturales vs. pasturas mejoradas de las fincas evaluadas.

Aunque existe una mayor abundancia de árboles en los pastos naturales que en los pastos mejorados, las diferencias no son estadísticamente significativas ( $p = 0,8667$ ).



**Figura 2.** Comparación de la regeneración natural en pasturas naturales y pasturas mejoradas en SSP de la subcuenca del río Copán, Honduras

Las letras diferentes indican diferencias significativas ( $\alpha = 5\%$ ).

También, aunque la riqueza de especies en las pasturas naturales es mayor que en los pastos mejorados, tampoco son diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,5567$ ), es decir, los tipos de pastura no influyen en la abundancia y la riqueza de especies arbóreas en los SSP de la zona. Sin embargo, el manejo posterior sí afectará la abundancia y la riqueza, pues el manejo deberá orientarse a las especies que den mayor renta y no sólo a las escasas o en peligro de extinción.

**Análisis financieros**

**Contribución financiera del componente maderable en fincas ganaderas**

Los análisis financieros (Figura 3) demuestran que el aprovechamiento de árboles maderables en fincas ganaderas aumenta su rentabilidad. El componente arbóreo genera un aumento en el VAN medio de 384,8 USD ha<sup>-1</sup> en las fincas medianas y en 269,7 USD ha<sup>-1</sup> en las fincas pequeñas. Estos valores son superiores a los encontrados por Camero *et al.* (2000), quienes reportaron un aumento en el VAN de 213 USD ha<sup>-1</sup> para SSP de altas pendientes.

En promedio, el componente arbóreo aumentó el VAN en un 52% en las fincas medianas y arriba del 100% en las fincas pequeñas. Estos resultados indican que el aprovechamiento de maderables genera un aporte proporcionalmente mayor en las fincas pequeñas que en las fincas medianas. Dado que en las fincas pequeñas la rentabilidad de la actividad ganadera es más baja que en las fincas medianas, la captación de ingresos adicionales por medio del aprovechamiento arbóreo representa una opción atractiva en dichas fincas.

Como ejemplo, los valores de los indicadores financieros para la finca seis en el escenario “sin proyecto” resultaron negativos (VAN = -38,9, VET = -1,1), lo cual indica que la actividad ganadera como tal no es rentable. Sin embargo, agregando el aporte del componente arbóreo (“con proyecto”) los valores se vuelven

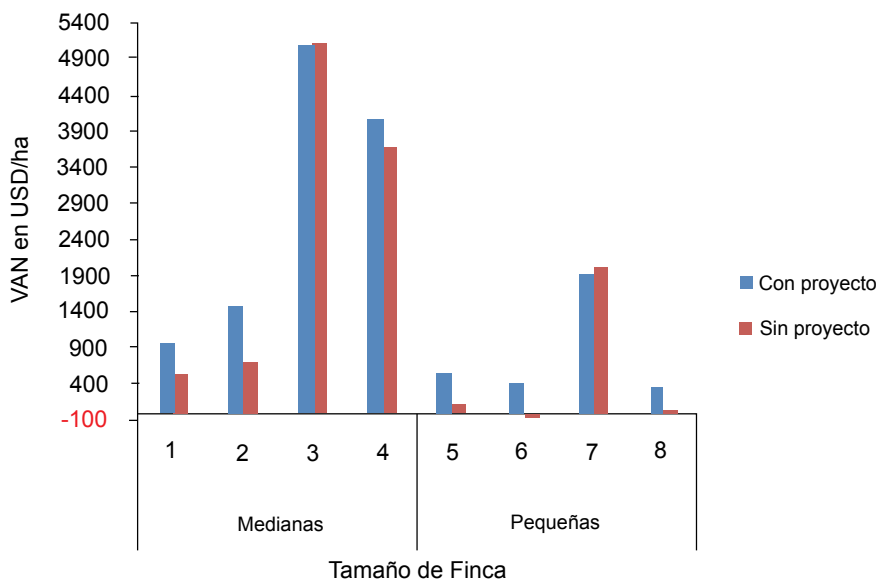
positivos (VAN = 376,1, Rel. B/C = 1,2 y VET = 212,9). La finca dos, es otro ejemplo demostrativo en la cual el VAN de la finca “sin proyecto” es de 694,8 USD, pero con el escenario “con proyecto” el VAN sube a 1.465,2 USD, es decir, un incremento en la rentabilidad del 111%. Estos ejemplos destacan el potencial del componente arbóreo para hacer la actividad ganadera una opción mas competitiva.

**Análisis de sensibilidad**

**Costos de trámites legales para el aprovechamiento maderable**

En Honduras el aprovechamiento comercial de madera exige un plan de manejo forestal, el cual debe ser aprobado por las oficinas centrales del Instituto de Conservación Forestal (ICF) (Decreto 98-2007, Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre).

En un área de 50 ha con un volumen comercial total de 400 m<sup>3</sup>, esta exigencia requiere una inversión total de 8.687,4 USD (21,7 USD m<sup>-3</sup>). Aparte de este costo, el productor tiene que realizar un trámite legal que conlleva más de 40 pasos y tiene que esperar entre seis a ocho meses para el otorgamiento del permiso. Para reducir estas trabas burocráticas que suben los costos del aprovechamiento, lo cual desmotiva a los productores, se desarrolló una propuesta de un marco político-legal facilitador que reduce el número de trámites, los costos y el tiempo de espera para el otorgamiento del permiso.



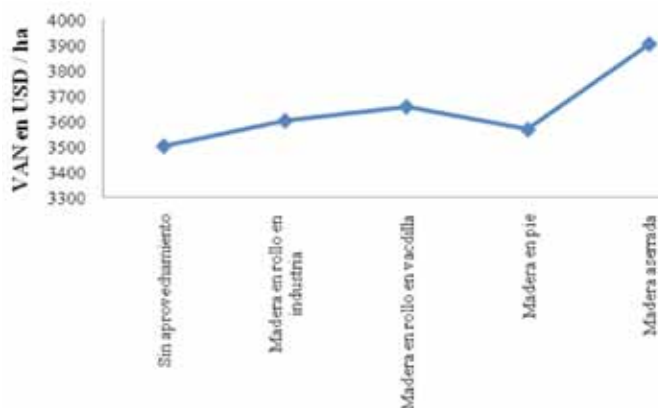
**Figura 3.** Contribución financiera del componente maderable en ocho fincas ganaderas de Copán, Honduras



Con la aplicación de este modelo, la inversión total a 10 años es de 1.167,2 USD, o sea, 5,84 USD m<sup>-3</sup>, y el tiempo de espera sería apenas entre 20 a 30 días (siete veces menos que en la actualidad). Estas medidas aumentarían el VAN en promedio en 105,63 USD ha<sup>-1</sup> (7%) en las fincas medianas y en las fincas pequeñas en 206,8 USD ha<sup>-1</sup> (17%), demostrando que la reducción de los trámites y el tiempo para sacar los permisos es extremadamente importante para los productores pequeños.

#### **La rentabilidad financiera bajo diferentes escenarios de aprovechamiento**

La manera en que se aprovecha y se vende la madera en los SSP influye en la rentabilidad de una finca. En nuestro análisis (Figura 4), la venta de madera aserrada puesta en la industria es el escenario de aprovechamiento más rentable. El escenario menos rentable es la venta de madera en rollo puesta en la industria. Esto significa que la madera aserrada tiene precios mayores que la madera en rollo por el valor agregado que se le da a los productos y los costos menores de transporte.



**Figura 4.** Análisis de sensibilidad para diferentes escenarios de aprovechamiento de madera en los SSP de Copán, Honduras.

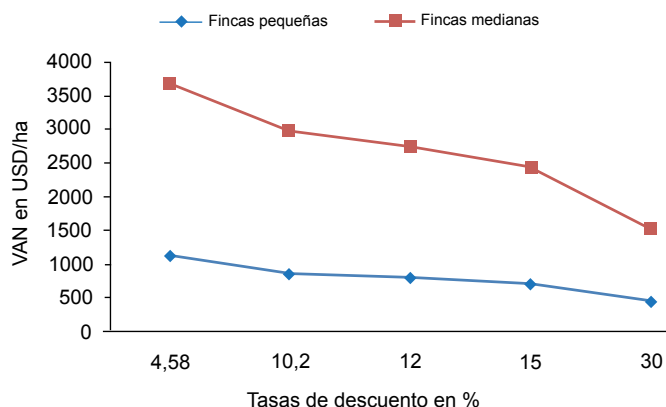
#### **Análisis de sensibilidad con diferencias en las tasas de descuento**

Las tasas de descuento reflejan las preferencias temporales únicas de cada inversionista respecto a la actividad que se está valorando. Según Fillus (1992), las tasas de descuento representan el costo de oportunidad del capital. Por lo tanto, las tasas bajas favorecen la inversión y las tasas altas reducen la rentabilidad del proyecto.

Al hacer un análisis de sensibilidad relacionado a las tasas de descuento (Figura 5), se ilustra efectivamente que en la medida en que se aumenta la tasa de des-

cuento se reduce la rentabilidad de las fincas. Aunque se usó una tasa máxima de 30%, la rentabilidad de las fincas siguió siendo positiva, lo que indica que la tasa interna de retorno (TIR) en las fincas es superior a dicho valor. De acuerdo a lo anterior, si un productor invierte en una finca, a una tasa de descuento de 4,58%, como un costo de oportunidad al depositar el dinero en una institución bancaria obtendría un VAN promedio de 2.412,7 USD ha<sup>-1</sup>, mientras que un productor sin dinero, quien tiene que prestar a una institución bancaria al 10,2%, obtiene un VAN promedio de 1.918,7 USD ha<sup>-1</sup>. Esto muestra que el productor con dinero estaría ganando 494,0 USD ha<sup>-1</sup> más que el productor sin dinero, así como la importancia de las tasas de descuento en la rentabilidad de un proyecto.

La Figura 5 demuestra además que en la medida en que aumenta el costo del capital se reduce la rentabilidad de las fincas. Cuando la tasa de descuento es apenas 4,58%, el VAN supera 1.000 USD/ha, monto que contrasta con el VAN que se obtiene aplicando una tasa de descuento de 30%.

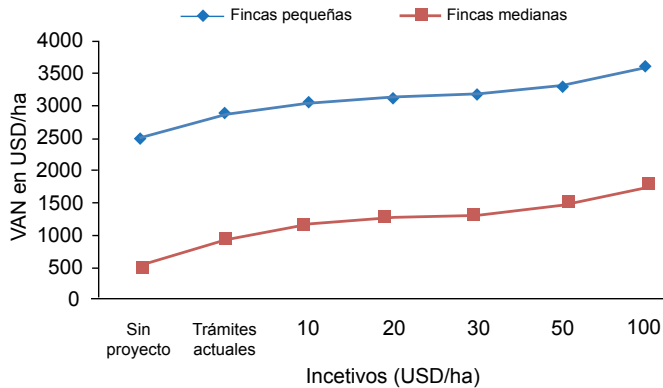


**Figura 5.** Análisis de sensibilidad del VAN para diferentes tasas de descuento en las ocho fincas evaluadas en Copán, Honduras.

#### **Análisis de sensibilidad con la aplicación de diversas tasas de incentivos y el pago por servicios ambientales (PSA)**

Cuando se trata de pequeños y medianos productores hasta incrementos pequeños en la rentabilidad de las fincas son de mucha importancia, debido a que dichos productores a menudo no cuentan con los recursos económicos necesarios para establecer y mantener un sistema productivo amigable con el ambiente. Por lo tanto, existen oportunidades para aplicar un incentivo económico pequeño (como en el caso de la Figura 6),

como estrategias para motivar al productor a implementar sistemas productivos más sostenibles. Se puede apreciar que con la aplicación de un incentivo módico el VAN de las fincas aumenta, tanto para las fincas pequeñas como para las medianas.



**Figura 6.** Análisis de sensibilidad en el VAN (USD ha<sup>-1</sup>), mediante la aplicación de un marco político-legal, más incentivos económicos por servicios ambientales (10, 20, 30, 50 y 100 USD ha<sup>-1</sup>).

## CONCLUSIONES

Los SSP tienen un alto potencial para la producción de árboles maderables y contribuyen al aumento de la rentabilidad de fincas ganaderas. Las pasturas con árboles dispersos de pino (*P. oocarpa*), el SSP más común en la subcuenca del río Copán, Honduras,

poseen volúmenes promedio comerciales de madera de 71,51 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Aparte de la producción de este recurso importante, el componente forestal brinda una amplia gama de servicios ecosistémicos que contribuyen a la conservación del medioambiente.

El aprovechamiento de árboles maderables en SSP genera una importante contribución financiera a las fincas (los análisis financieros mostraron que en el caso de las fincas medianas, la contribución del VAN fue de 384,8 USD ha<sup>-1</sup> y para las fincas pequeñas el aporte fue de 269,7 USD ha<sup>-1</sup>, equivalente a un 27 y 70% adicional a los ingresos obtenidos por la actividad ganadera, respectivamente). No obstante, para que el aprovechamiento de árboles maderables en SSP sea una opción rentable las especies aprovechadas deben tener una alta demanda y precios atractivos de mercado. Cuando los precios de las especies aprovechadas son bajos la rentabilidad de la finca puede verse afectada negativamente, como en el caso de una finca en la que predominen especies de *Quercus* spp.

La aplicación de un marco normativo que facilite el aprovechamiento de árboles maderables en los SSP es importante ya que aparte de reducir el tiempo y costos de trámites para los aprovechamientos maderables, aumenta la rentabilidad de la actividad ganadera que serviría para motivar y aumentar el manejo del com-



Pasturas con árboles dispersos de pino en la comunidad de Santa Rita, Copán, Honduras. Foto: Antonio Chavarría

ponente arbóreo en las fincas. Facilitando el proceso los productores verían al componente arbóreo como una importante fuente de ingresos que mejora su condición de vida y no como un estorbo o barrera dentro de su finca.

La aplicación de un incentivo, aunque pequeño, como el PSA, aumenta la rentabilidad de las fincas con SSP, especialmente las fincas pequeñas. El fomento de los SSP requiere estrategias para la provisión de asistencia técnica y capacitación.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BCH (Banco Central de Honduras). 2009. Boletín estadístico. Vol. LIX. No. 1. Tegucigalpa, Honduras. 80 p. Disponible en: [http://www.bch.hn/boletin\\_estadistico.php](http://www.bch.hn/boletin_estadistico.php)
- Camero, A; Camargo, JC; Ibrahim, M; Schlonvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. In Pomareda, C.; Steinfeld, H. (eds). Seminario intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. 1ra ed. Nuestra Tierra. San José, CR, CATIE-FAO-SIDE. p. 177-198.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Villanueva, C; González, A. 2006. Efecto del pago de servicios ambientales sobre los cambios de los usos de la tierra en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. In IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible y III Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible (Cuba). Memoria. p. 102.
- Cruz, E. 2007. Estudio sobre la interacción entre la biodiversidad y el bienestar de los productores ganaderos para la implementación de SSP en Copán-Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 144 p.
- Esquivel, MJ; Harvey, CA; Finegan, B; Casanoves, F; Skarpe, C. 2008. Effects of pasture management on the natural regeneration of neotropical trees. *Journal of Applied Ecology* (45):371-380.
- Esquivel, MJ. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 158 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en Latinoamérica y El Caribe: lecciones a partir de casos exitosos. Santiago, CL, FAO. p. 101.
- Ferreira, O. (2005a). Herramientas para el manejo de bosques: manual de inventarios forestales. Siguetepeque, Honduras. 74 p.
- Ferreira, O. (2005b). Herramientas para el manejo de bosques: manual de Dasometría. Siguetepeque, Honduras. 74 p.
- Fillus AM. 1992. Investment analysis in forest management: principles and applications. Department of forestry. WAU. p.119-137.
- Gillespie, TW; Grijalva, A; Farris, CN. 2000. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology* (147):37-47.
- Holmann, F; Rivas, L. 2005. Los forrajes mejorados como promotores del crecimiento económico y la sostenibilidad: el caso de los pequeños productores de Centroamérica. Cali, Colombia, CIAT. 70 p.
- Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.
- Ibrahim, M; Camargo, JC. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería en las Américas* 8(32):1-7.
- Jiménez, F; Muschler, R. 2001. Introducción a la agroforestería. In Jiménez, F; Muschler, R; Kopsell, E. (eds). Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Turrialba, CR, CATIE. p. 1-23.
- MANCORSARIC (Mancomunidad de Municipios de Copán Ruinas, Santa Rita Cabañas y San Jerónimo). 2006. Plan de Cogestión de la subcuenca del río Copán. Mesa Sectorial de Ambiente y Producción. Copán Ruinas, Honduras. 78 p.
- Muñoz, D; Harvey, CA; Sinclair, FL; Mora, J; Ibrahim, M. 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):61-68.
- Murgueitio, E; Ibrahim, M. 2004. Ganadería y medio ambiente en América Latina. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2004. CIPAV-CATIE. p. 187-202.
- Nair, PKR. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, MX, Universidad Autónoma de Chapingo. 542 p.
- Pérez, E. 2007. Caracterización de SSP y su contribución socioeconómica en productores ganaderos de Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. p.101.
- Pomareda, C. 2000. Perspectivas en los mercados y oportunidades para la inversión en ganadería. In Pomareda, C.; Steinfeld, H. (eds). Seminario intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. 1ra ed. Nuestra Tierra. San José, CR, CATIE-FAO-SIDE. p. 177-198.
- Sánchez, M. 2002. Sistemas Silvopastoriles: el futuro sustentable de la ganadería tropical. *Agroforestería en las Américas* 9(33-34):4-5.
- Steinfeld, H. 2002. Producción animal y medio ambiente en Centro América. In FAO. ed. Intensificación de la ganadería en Centro América: beneficios económicos y ambientales. (en línea) FAO. Consultado 7 nov. 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/x6366s/x6366s00.HTM>
- Trautman, B. 2007. Factores que influyen en la implementación, diseño y manejo de SSP con características que favorezcan la conservación de la biodiversidad en Copán. Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. p. 160.
- Villanueva, C; Tobar, D; Casasola, F; Barrantes J; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería de las Américas* (45):1-9.