

# “BENEFICIOS FINANCIEROS E INCIDENCIA DE LA LEGISLACIÓN FORESTAL DEL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE ÁRBOLES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DE AMÉRICA CENTRAL”

Mauricio Scheelje. M. Sc. [scheelje@catie.ac.cr](mailto:scheelje@catie.ac.cr) Telf.: 506-25582606 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Sede Central, CATIE 7170 - Turrialba, Costa Rica. [www.catie.ac.cr](http://www.catie.ac.cr)

## RESUMEN

En los últimos 25 años se ha deforestado más de 3 millones de km<sup>2</sup> en el mundo, siendo la producción agropecuaria considerada en varios foros como dañina para el medio ambiente, donde los ganaderos centroamericanos han sido acusados de estar entre los principales causantes del proceso de deforestación, desertificación y contaminación ambiental de la región. Estudios de investigación realizados en diferentes países de Centroamérica, han generado información útil sobre la productividad actual y potencial de madera en potreros activos, analizando los beneficios financieros, y las bondades y limitaciones de la legislación forestal para el aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas. Como resultado se han obtenido volúmenes promedio de madera comercial de 19,23m<sup>3</sup>/ha (Esparza, Costa Rica), 13,04m<sup>3</sup>/ha (El Cayo, Belice) y 13,02m<sup>3</sup>/ha (Copán, Honduras) con coberturas promedio de 12,44% ha<sup>-1</sup>, 20,46% ha<sup>-1</sup> y 16,10% ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Se encontró que el tamaño de las fincas no tuvo influencia en el volumen y cobertura arbórea. También se encontró una alta variabilidad de especies (latizales, fustales y brinzales), pudiendo obtener ingresos adicionales desde un 6% a 48% en promedio. Sin embargo, los ganaderos no se ven atraídos para la producción de árboles maderables en sus potreros y por lo tanto, no se garantiza la permanencia de varias especies a futuro, debido, entre otras causas, a que las políticas forestales nacionales han sido en buena medida las responsables del uso insostenible de las áreas agropecuarias en la región, imponiendo un alto costo de oportunidad para extracción de madera, no utilizando los ganaderos los recursos forestales en forma comercial a precio de mercado.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 25 años se ha deforestado una superficie boscosa equivalente al territorio de la India (3.287.590,00 km<sup>2</sup>), culpándose a América Central y Sur por la expansión de los pastizales como una de las causas de esta enorme destrucción. En el decenio de 1990 la superficie forestal mundial se redujo unos 94.000 Km<sup>2</sup> al año, superficie equivalente a Portugal. En América Latina, en particular, casi todas las tierras deforestadas se convirtieron en pastizales para criar ganado en sistemas extensivos de pastoreo, causando la deforestación daños ambientales incalculables al liberar miles de millones de toneladas de bióxido de carbono en la atmósfera y causando la extinción de especies todos los años (FAO 2006).

Por muchas décadas se fomentó la deforestación en la región como parte de las políticas de colonización de nuevas tierras a fin de volverlas “productivas” y de acuerdo a FAOSTAT (2009), la cobertura agropecuaria de la región se incrementó un 15% en 30 años (de 1975 al 2005), puesto que las áreas agropecuarias (cuadro 1) pasaron de ocupar el 46% del total del territorio centroamericano en 1975 (241,124 km<sup>2</sup>) al 61% en 2005 (319,751 km<sup>2</sup>).

El área de pastizales en Centroamérica ocupa actualmente alrededor de 136,440 km<sup>2</sup> (26% de la superficie territorial), mientras que a finales de los ochentas en Centroamérica existían alrededor de 90,000 km<sup>2</sup> de pastos, lo cual indica que en quince años se ha producido un incremento de alrededor de 46,440 km<sup>2</sup> de pastizales (Detlefsen y Pomareda 2008).

Como consecuencia de estos cambios de uso y casos de abandono de pasturas degradadas, en Centroamérica los paisajes han sido transformados en agropaisajes, quedando en algunos ecosistemas tropicales poco del bosque original y lo remanente está muy fragmentado, dentro de un mosaico complejo de varios usos de la tierra, dominados por una matriz de potreros y pasturas que aún retienen alguna cobertura arbórea dispersa en forma de pequeños parches remanentes de bosques, y áreas que van desde prácticamente ninguna cobertura arbórea, hasta complejos sistemas agroforestales (SAF), donde no sólo se mantiene un alto grado de cobertura forestal, sino también de especies arbóreas maderables (Boshier et ál. 2004; Gascón et ál. 2004; Sánchez et ál. 2005).

Por otro lado, la producción de plántulas en viveros, la construcción de cercas de protección para el establecimiento de los árboles en campo definitivo o el retiro temporal de animales para facilitar la regeneración natural, son estrategias que muy difícilmente son adoptadas por los productores, debido a que limitan las actividades ganaderas y exigen altas inversiones económicas y de mano de obra (Viana et al. 2001). Sumado a esto los atrasos en los trámites para el aprovechamiento de madera en fincas agropecuarias (los cuales pueden llegar a imponer un costo de oportunidad alto), se motivan extracciones maderables ilegales para salvaguardar las necesidades e intereses de algunos productores (Navarro et ál. 2006). Consecuentemente los ganaderos de algunos países de América Central no utilizan los recursos forestales de sus fincas en forma comercial a precio de mercado. En tal sentido es necesario proponer alternativas de manejo y comercialización para mejorar la contribución de la cobertura arbórea en la rentabilidad de las fincas, elaborando además normativas y políticas para el

aprovechamiento maderable simplificado, pero sostenible, en fincas agropecuarias.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Explorar la viabilidad financiera del manejo maderable comercial mediante regeneración natural en potreros activos, en donde la información generada incentive a productores ganaderos, técnicos de campo e instituciones de la región para la generación de estrategias de desarrollo dirigidas a la creación de políticas simplificadas para el aprovechamiento de árboles maderables en sistemas ganaderos.

### **Específicos**

- Analizar la productividad actual y potencial de madera en potreros activos de fincas ganaderas representativas de tres países en América Central, que además de pasturas y ganado cuentan con árboles maderables y de servicios dentro de las mismas.
- Analizar los beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas bajo mecanismos simplificados.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de Estudio**

La presente investigación se llevó a cabo en América Central, realizándose un diagnóstico biofísico y análisis financiero del potencial maderable en fincas ganaderas de tres países: Costa Rica, Honduras y Belice. La metodología utilizada fue la misma en los tres casos salvo algunas variaciones como se muestran en el cuadro 2, debido a las diferencias políticas, geográficas, culturales y biofísicas de los tres países.

### **Evaluación Biofísica**

Para la evaluación Biofísica se seleccionaron 35 fincas al azar en forma estratificada en cada uno de los lugares del estudio. La estratificación se realizó de acuerdo al tamaño de las fincas clasificándose en pequeñas, medianas y grandes, variando las áreas en cada país como se muestra en el cuadro 3. El tamaño de las parcelas utilizado fue de 100 x 100 m en donde se midieron todos los árboles > 5 cm de diámetro a la altura del pecho (dap), tomando los siguientes datos: especie, diámetro del fuste (a 1,3 m), altura comercial y total, diámetro de copa mayor y menor. Realizándose además un conteo de todos los brinzales (regeneración natural) presentes en los potreros (cuadro 4). En el caso de Honduras y Belice para el conteo de brinzales se instalaron dentro de cada parcela de 1 ha 16 subparcelas circulares de 50 m<sup>2</sup>.

Para la estimación del volumen comercial de madera en cada una de las fincas evaluadas se utilizaron las fórmulas que se presentan en el cuadro 5, las cuales varían en cada país, debido a la diversidad de especies que se encontraron y a las legislaciones de los mismos.

La cobertura arbórea de cada individuo se obtuvo tomando en cuenta el promedio del diámetro de copas mediante la siguiente ecuación (Esquivel 2007): Área de Copa =  $(\pi * D1 * D2) / 4$

### **Análisis financiero del aprovechamiento maderable en SSP**

Con la finalidad de explorar la factibilidad de la incorporación de SSP con árboles maderables en las fincas ganaderas en los tres países, se realizó un análisis ex - ante, siguiendo la metodología propuesta por Gittinger (1982) y Navarro (2003), en donde se consideró la situación “con proyecto” (sistemas con aprovechamiento de árboles en potreros) vs. “sin proyecto” (sistema actual de manejo), para poder calcular el incremento del beneficio neto del sistema. El modelo se elaboró para ocho fincas de las seleccionadas, en cada uno de los tres países, pero representativas en cuanto al manejo y niveles de producción. El modelo general utilizado para todas las fincas fue el de manejo de regeneración natural de árboles dispersos en pasturas con producción ganadera activa en el sistema. La información financiera detallada sobre las inversiones, los ingresos y los costos de las actividades productivas de cada finca fue obtenida mediante entrevistas semi-estructuradas aplicadas a cada dueño de la finca.

### **Supuestos de la actividad maderera**

En los tres países, para todas las especies registradas en cada finca, se calculó el diámetro, área basal, altura total y comercial y volumen total de madera. En el caso de Costa Rica y Belice se utilizó un incremento medio anual (IMA) promedio en diámetro y altura por agrupación de especies según su categoría de crecimiento (lento, mediano y rápido), proyectando su crecimiento para un horizonte de 10 años. En el caso de Costa Rica se modeló la cobertura arbórea  $ha^{-1}$ , para modelar el crecimiento de plántulas de la regeneración natural, trabajando con una cobertura de especies maderables del 17%<sup>i</sup>  $ha^{-1}$ , conforme a lo expuesto por Esquivel (2007), Villanueva et ál. (2007) y Scheelje (2009), dejando 10%  $ha^{-1}$  de cobertura para el manejo de otras especies con fines no maderables; para esto se determinaron ecuaciones de predicción de área de copa (cuadro 6), con lo cual se pudo modelar el número de brinzales con los cuales se tenía que iniciar el manejo de regeneración natural  $ha^{-1}$  para cada finca.

En el caso de Honduras dependiendo de la especie se utilizaron diferentes parámetros para la estimación de crecimiento: para el *P. oocarpa* se utilizó una ecuación ajustada de los estudios realizados por Cornelius Grothusen sobre tablas de rendimiento y proyección de dap para los bosques de pino de Honduras (Ferreira 2005).

## **RESULTADOS**

Se encontraron un total 32 (54 géneros y 62 especies), 17 (52 géneros y 63 especies) y 35 familias (62 géneros y 72 especies) en los potreros activos evaluados en Costa Rica, Belice y Honduras respectivamente. Pertenecientes a los tres estados de desarrollo, lo cual representa una alta variabilidad de especies en este tipo de sistemas.

---

<sup>i</sup> Cobertura media alcanzada por los potreros de Esparza, Costa Rica.

Tanto para Costa Rica como para Belice las variables promedio calculadas para los potreros inventariados se muestran en el Cuadro 7 y 8 respectivamente, pudiendo observarse que existieron potreros que llegaron a alcanzar un volumen de  $54,46 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , con un promedio total de  $14,3 \pm 1,17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para Costa Rica, y de  $126,59 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  con un promedio de  $13,04 \pm 2,25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para Belice.

En el caso de Honduras los SSP más comunes son las pasturas con árboles dispersos de pino (77%), mostrándose las variables promedio calculadas para los potreros inventariados según el tipo de ssp en el cuadro 9, pudiendo observarse que existieron potreros que llegaron a alcanzar un volumen de  $120,34 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , siendo el promedio total de  $71,52 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

En los tres países al realizar un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95%, se encontró que no existieron diferencias significativas para el volumen  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$  y número de fustales  $\text{ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$ , con el tamaño de las fincas evaluadas.

En el caso de Costa Rica el porcentaje de cobertura para las ocho fincas  $\text{ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$  varió entre 5.8 a 13.2% (cuadro 10). La variación del número de fustales fue muy amplia, entre 20.71 a 6.25 árboles  $\text{ha}^{-1}$ , de la misma manera se puede observar que los brinzales tuvieron una variación entre 2.33 a 17.71 plántulas  $\text{ha}^{-1}$ . Los latizales variaron entre las fincas de 0.33 a 7.5 latizales  $\text{ha}^{-1}$ , lo cual nos indica que existe un número muy reducido de latizales, debido al manejo actual que se viene desarrollando en las fincas (Scheelje 2009).

En Honduras y Belice las ocho fincas evaluadas en cada país a nivel de SSP presentan altas densidades tanto de brinzales como de latizales y fustales, lo cual puede permitir la aplicación de un sistema de manejo y aprovechamiento de árboles maderables sin comprometer la sostenibilidad del componente arbóreo dentro del SSP. Las densidades encontradas en las fincas evaluadas son mayores a las encontradas en otros estudios realizados en Costa Rica donde Esquivel (2005) encontró densidades de 38 árboles  $\text{ha}^{-1}$  y Sousa et ál. (2000) densidades máximas de 22 árboles  $\text{ha}^{-1}$ . Las altas diferencias pueden estar referidas a que en las fincas evaluadas en este estudio, para el caso de Honduras, los SSP predominantes son las pasturas con árboles dispersos de pino (fincas 1, 2, 4, 5 y 8) y pasturas con árboles dispersos de *Quercus* spp. (Fincas 3 y 7), en donde normalmente los productores ganaderos de la zona, generalmente socolan<sup>ii</sup> los parches de bosque de pino y de *Quercus* spp. para el establecimiento de nuevas pasturas (Chavarría 2010). En los tres países se presentó un número muy reducido de latizales a pesar de la existencia de un gran número de individuos en el estado de crecimiento de brinzales y fustales, infiriendo este hecho a las prácticas de manejo que los productos en los tres países vienen realizando (Figura 1).

---

<sup>ii</sup> Socolar: cortar el dosel inferior (Brinzales y latizales) de un bosque

## **Análisis financiero**

Los resultados de la modelación para las ocho fincas se presentan en el cuadro 11, en el cual se puede observar el VAN incremental de la situación sin y con proyecto.

De las 24 Fincas evaluadas en los tres países solo 5 de ellas presentaron un VAN incremental negativo en la situación con proyecto, tres de ellas se encontraron en Costa Rica y dos en Honduras. Esto se debió en el caso de Costa Rica a que las fincas 1 y 2 solo contaban con 6,25 y 10,7 fustales  $\text{ha}^{-1}$  respectivamente, por lo que en ambas fincas no fue posible aprovechar un número mayor a 3 árboles  $\text{finca}^{-1} \text{año}^{-1}$ , en comparación al resto de fincas que tenían un número superior a 15 árboles  $\text{ha}^{-1}$ . Mientras tanto las fincas 3 y 7 de Honduras, a pesar que contaban con árboles suficientes para su aprovechamiento, estos eran de bajo valor comercial, en donde la especie a aprovechar fue el *Quercus spp.* la cual es utilizada solo para leña.

Como se puede observar en el Cuadro 12, al realizar un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95%, se encontró que no existieron diferencias significativas para el incremento del VAN en porcentaje con el tamaño de las fincas en los tres países evaluados, pudiendo decir que el factor determinante para la rentabilidad del proceso fue el número de individuos comerciales encontrados  $\text{ha}^{-1}$  en cada finca y el valor comercial de las especies que poseían.

Una vez efectuados los análisis financieros se llevó a cabo un análisis de los factores que afectan la rentabilidad de los sistemas evaluados. Para ello se desarrolló un análisis *ceteris paribus* para evaluar diferentes factores en los tres países: (1) la tasa de descuento (HN-BE-CR); (2) el precio de la madera (CR); (3) pago por incentivos (HN-CR); (4) Costo de tramitología (HN); (5) destino Final de la madera (BE).

En el Cuadro 13 se pueden observar los incrementos del VAN para los cuatro análisis de sensibilidad realizados en las fincas evaluadas de Costa Rica y se puede observar que para el análisis 1 (Con incentivo<sup>iii</sup>), la actividad es rentable para todas las fincas incluyendo aquellas donde la densidad de fustales  $\text{ha}^{-1}$  fue menor a 10 árboles.

## **Conclusiones**

La excesiva regulación para la solicitud de trámites de aprovechamiento y al control específico sobre la actividad forestal legal, ha ocasionado que la actividad maderera sea poco atractiva para el productor, repercutiendo esto en la disminución del número de individuos en la categoría de latizales encontrados en los tres países en comparación al número de brinzales y fustales reportados, no garantizando la permanencia de varias especies a futuro, lo cual refleja el estado actual e histórico de manejo por parte de los productores en las zonas evaluadas (chapeas, aplicación de pesticidas, extracción de productos) así como las interacciones del ganado (ramoneo, pastoreo, etc).

---

<sup>iii</sup> Incentivo calculado en base a una quinta parte del pago que realiza FONAFIFO para plantaciones forestales distribuido en 10 años ( $\$ 15,51 \text{ ha}^{-1}$  al año).

Existe una alta variabilidad de especies dentro de los potreros evaluados en las tres zonas de estudio, la cual es posible mantener bajo un esquema de manejo adecuado, aprovechando los distintos productos maderables y no maderables en forma sostenida, ya que actualmente existen especies que son capaces de regenerar y mantener sus poblaciones bajo el esquema de manejo e interacciones actuales que se vienen dando, pudiendo favorecerse otras con un adecuado manejo de las actividades ganaderas y el conocimiento y uso que los productores puedan dar a las diferentes especies presentes.

El aprovechamiento de madera en fincas ganaderas es una actividad rentable y sostenible que puede ser implementada por los productores como una fuente de ingresos adicional al sistema que vienen manejando, siempre y cuando hagan un manejo sostenible de la regeneración natural.

Al no consumir la madera proveniente de potreros no es la forma de poder proteger su existencia, por el contrario se desvaloriza la madera y con el tiempo tiende a disminuir. Debemos posicionar a la madera como un bio-material, que se produce de forma limpia y que su transformación requiere de poca energía. La sociedad centroamericana debe empezar a consumir madera, reconocer los árboles como capital, y por ende a los árboles dispersos en potreros como inversiones competitivas de la tierra, incrementando su presencia en el paisaje.

En los SSP evaluados existe un alto potencial de árboles maderables, los cuales pueden contribuir significativamente al aumento de la rentabilidad de las fincas ganaderas. Encontrando volúmenes promedios de 13.02, 13,04 y 14,30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de madera en SSP con árboles dispersos en Honduras, Belice y Costa Rica respectivamente. Aunque los mayores potenciales de madera se encontraron en los SSP de pasturas con árboles dispersos de pino (*P. oocarpa*) en Honduras con volúmenes maderables promedios de 71.51 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Los SSP evaluados, presentan una importante productividad actual y potencial que puede contribuir significativamente al aumento de la rentabilidad de las fincas ganaderas. Según los análisis financieros realizados para las 24 fincas estudiadas en los tres países (8 en cada país), el componente forestal puede generar un aumento en la rentabilidad de la finca entre un 6% a 48% adicional promedio de los ingresos que actualmente poseen los productores. Lo cual depende directamente de las especies y número de individuos presentes en los SSP.

## **Referencias Bibliográficas**

- Boshier, D; Gordon, J; Barrance, A. 2004. Prospects for Circa situm tree conservation in Mesoamerican dry-forest agro-ecosystems. In: Biodiversity conservation in Costa Rica: learning the lessons in a seasonal dry forest. Frankie, GW; Mata, A; Vinson, SB (eds). University of California Press.
- Chavarria, 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, Costa Rica. 195 p.
- Cruz, A. 2010. Desafíos de la legislación forestal para el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles del Cayo, Belice. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 125 p.

- Detlefsen, G; Pomareda, C; Ibrahim, M; Pezo, D. 2008 La legislación forestal debe ser revisada para fomentar y aprovechar el recurso maderable en fincas ganaderas de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Síntesis para Decisores. 4 p. (Policy Brief No. 01).
- Esquivel Mimenza, H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica Tesis Ph. D. CATIE, Turrialba, Costa Rica 161 p.
- Esquivel Sheik, M.J. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua Tesis, Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 142 p.
- FAO 2006. Políticas Pecuarias 03. Ganadería y Deforestación. Subdirección de Información Ganadera y De Análisis y Política del Sector Dirección de Producción y Sanidad Animal. Roma. 8 p.
- FAOSTAT. 2009. Base de datos estadísticos. (en línea). Consultado el 6 de Nov. 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org>
- Ferreira, O. 2005. Herramientas para el manejo de bosques: Manual de inventarios forestales. Siguatepeque, Honduras. 74 p.
- Gascón, C; Da Fonseca, G.A.B; Secherest, W; Billmark, K.C; Sanderson. 2004. Biodiversity conservation in deforested and fragmented tropical landscapes: An overview. In Schroth G; Da Fonseca, GAB; Harvey, C; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac AM N. Agroforestry and Biodiversity conservation in tropical landscapes. Island press, Washington. pp 15-32.
- Gittinger, JP. 1982. Economic analysis of Agriculture Projects, 2ed. The World Bank, The Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA. 505 p.
- Navarro, G; Bermudez, G. 2006. INFORME Análisis económico del impacto de las restricciones técnicas y legales sobre la rentabilidad del manejo bosques naturales y su competitividad respecto a otros usos de la tierra en Costa Rica. Proyecto Fortalecimiento Institucional para la Ejecución de la Estrategia Nacional de Control de la Tala Ilegal de Recursos Forestales en Costa Rica SINAC-FAO- TCP/COS/3003 -SEGUNDO INFORME. 51 p.
- Navarro, GA. 2003. A Re-examining the theories supporting the so-called Faustmann Formula. In: Recent Accomplishments in Applied Forest Economics Research. F. Helles et ál.. (eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 19 – 38.
- Sánchez Merlos, D; Harvey, C.A; Grijalva, A; Vílchez, S; Hernández, B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Rev. Biol. Trop. 53 (3-4): 387-414.
- Scheelje, JM. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 157 p.
- Viana, V; Mauricio, R; Machado, R; Pimienta, I. 2001. Management of natural regeneration for introduction of livestock Agroforestry systems. In Ibrahim, M. (editor) 2001. International Symposium on Sylvopastoral systems. Second congress on Agroforestry and livestock production in Latin America. San José, Costa Rica, pp. 75-78.
- Villanueva, C. Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, J; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas. 45:12-20.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto Finnfor, Bosques y Manejo Forestal en América Central y al proyecto Manejo Sostenible de Territorios Agropecuarios en Mesoamérica (Mesoterra) del CATIE, por el aporte financiero brindado para el desarrollo de esta investigación.

*Cuadro 1. Superficies agrícolas y de pasturas por país de 1975 a 2005 para América Central.*

País	Superficie (en 1000 ha)	Año			
		1975	1985	1995	2005
<b>Belice</b>	Superficie del país	2297	2297	2297	2297
	Superficie agrícola	<b>85</b>	101	146	<b>152</b>
	Praderas y pastos permanentes	37	48	50	50
<b>Costa Rica</b>	Superficie del país	5110	5110	5110	5110
	Superficie agrícola	<b>2122</b>	2803	2855	<b>2895</b>
	Praderas y pastos permanentes	<b>1630</b>	2280	<b>2340</b>	<b>2340</b>
<b>El Salvador</b>	Superficie del país	2104	2104	2104	2104
	Superficie agrícola	<b>1308</b>	1377	1605	<b>1704</b>
	Praderas y pastos permanentes	610	620	750	794
<b>Guatemala</b>	Superficie del país	10889	10889	10889	10889
	Superficie agrícola	<b>2888</b>	3785	4512	<b>4652</b>
	Praderas y pastos permanentes	<b>1250</b>	2000	2602	<b>2602</b>
<b>Honduras</b>	Superficie del país	11249	11249	11249	11249
	Superficie agrícola	3135	3278	3480	2936
	Praderas y pastos permanentes	1500	1500	1530	1508
<b>Nicaragua</b>	Superficie del país	12949	12949	12949	12949
	Superficie agrícola	<b>3630</b>	3855	4553	<b>5326</b>
	Praderas y pastos permanentes	<b>2400</b>	2450	2683	<b>3165</b>
<b>Panamá</b>	Superficie del país	7820	7820	7820	7820
	Superficie agrícola	<b>1806</b>	1995	2132	<b>2230</b>
	Praderas y pastos permanentes	1260	1400	1477	1535
<b>América Central</b>	Superficie de América Central	52418	52418	52418	52418
	Superficie agrícola	14974	17194	19283	19895
	Praderas y pastos permanentes	8687	10298	11432	11994

Fuente: FAOSTAT 2009

**Cuadro 2.** Ubicación, características climáticas y características de fincas seleccionadas para el estudio.

	<b>Costa Rica</b>	<b>Honduras</b>	<b>Belice</b>
<b>Ubicación</b>	53 fincas de la Región Pacífico Central, Provincia de Punta Arenas, Esparza, Costa Rica, en el área de influencia del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el	35 fincas del Departamento de Copán, Honduras, en la subcuenca del Río Copán, cuenca del Río Motagua. (14° 43’ N, 88° 53’ O) (MANCORSARIC 2006)	35 fincas (1135,71 ha) del Distrito de El Cayo, Belice (17° 9’ N - 89° 3’ W), el cual ocupa un área de 5.196 Km <sup>2</sup>
<b>Clima y zonas de vida</b>	T° promedio anual de 27 °C; pp anual entre los 1500 a 2000 mm año <sup>-1</sup> , altitud de 50 a 1000 msnm. Zona de vida Bosque Subhúmedo Tropical (BsH-T) (Holdridge 1978),	T° promedio anual de 20 °C; pp media anual de 1,637 mm año <sup>-1</sup> , altitud entre los 600 y 1,600 msnm. Zona de vida bosque húmedo tropical (bhT) hasta un bosque seco tropical (bsT) (Holdridge 1978), la humedad relativa de 82% (MANCORSARIC, 2006).	T° anual entre 17,9 y 34,7 °C; pp anual 1632 mm año <sup>-1</sup> .
<b>Área de Fincas</b>	36 ha promedio, variando entre 2,7 a 261,6 ha. Sistema de producción ganadería extensiva, trabajando con ganado de engorde y leche (Cerrud	Fincas ganaderas representativas de los municipios de Santa Rita, Copán Ruinas, Cabañas y San Jerónimo pertenecientes a la “MANCORSARIC”	Las fincas, en su mayoría, son para subsistencia con pocas cabezas de ganado < 20.

**Cuadro 3.** Tamaño de fincas según estratificación realizada en cada País.

	<b>Costa Rica</b>	<b>Honduras</b>	<b>Belice</b>
<b>Tamaño de Fincas</b>	Pequeñas (≤ 25 ha) Medianas (25-50 ha) Grandes (≥ 50 ha)	Pequeñas (≤ 40 ha) Medianas (40 -100 ha)	Pequeñas (≤ 25 ha) Medianas (40 -160 ha).

**Cuadro 4.** Categorías de crecimiento inventariadas en el muestreo de la vegetación arbórea en potreros de Esparza, Costa Rica.

<b>Categorías</b>	<b>Categoría de crecimiento</b>
Brinzales	0,3 m ≥ h + dap < 5cm
Latizales	5 cm ≤ dap < 10 cm
Fustales y adultos	dap ≥ 10 cm

\*h=altura total de la planta; dap=diámetro a la altura del pecho.

**Cuadro 5.** Ecuaciones utilizadas para el cálculo del volumen comercial en las fincas evaluadas de Costa Rica, Honduras y Belice.

País	Especie	Ecuación	Donde
Costa Rica <sup>iv</sup>	Todas	$\text{Log } V = (2.03986 * \log \text{dap}) + (0.779 * \log \text{hc}) - 4.07682$	V = Antilog del Log V; hc = altura comercial (m); dap = diámetro a la altura del pecho (m); log = Logaritmo base 10; Constantes = 2.03986, 0.779; 4.07682
Honduras	Pino <sup>v</sup>	$\text{VC} = -0.0394927 + 0.00002475 \times \text{dap}^2 \times \text{H} - 0.00005902 \times \text{dap}^2$ <b>(dap ≥ a 30 cm)</b>	VC = volumen comercial en m <sup>3</sup> ; dap = diámetro a la altura del pecho (m); H=altura total (m); HC = altura comercial (m); FF = factor de forma (0.6)
	Resto	$\text{VC} = 0.0000243 \times \text{dap}^2 \times \text{H} - 0.0113$ <b>(dap &lt; a 30 cm)</b>	
Belice	Todas	<b>Volumen estimado = <math>\text{dap}^2 * h * \pi / 4 * \text{Ff}</math>.</b>	dap = diámetro a altura del pecho (m); h = altura comercial (m); Ff = Factor de forma general (0,45 para altura comercial).

**Cuadro 6.** Ecuaciones alométricas de predicción de área de copa en función del diámetro a la altura del pecho, para las condiciones encontradas en 105 potreros registrados en Esparza, Costa Rica.

especies	Ecuación	R <sup>2</sup>
<i>Swietenia macrophylla</i>	$\text{AC} = (1.63 + (\text{D} * 0.16))^2$	0,79
<i>Cedrela odorata</i>	$\text{AC} = (1.26 + (\text{D} * 0.19))^2$	0,81
<i>Myrospermum frutescens</i>	$\text{AC} = (2.51 + (\text{D} * 0.15))^2$	0,70
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	$\text{AC} = (1.716 + (\text{D} * 0.2681) - (\text{D}^2 * 0.0006))^2$	0,90
<i>Albizia guachepile</i>	$\text{AC} = (1.081 + (\text{D} * 0.369) - (\text{D}^2 * 0.002))^2$	0,75
<i>Cordia alliodora</i>	$\text{AC} = (2.12 + (\text{D} * 0.16))^2$	0,53
<i>Tabebuia rosea</i>	$\text{AC} = (0.554 + (\text{D} * 0.301) - (\text{D}^2 * 0.002))^2$	0,70

Dónde: AC = área de copa; D = diámetro a la altura del pecho

<sup>iv</sup> En m<sup>3</sup> utilizando la fórmula propuesta por la Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica (MIRENEM 1994).

<sup>v</sup> Ecuaciones autorizadas por el ICF para el cálculo del volumen comercial (VC), las cuales fueron desarrolladas por el proyecto de Inventario Forestal Nacional (INFONAC) en 1981 (Ferreira, 2005).

**Cuadro 7.** Valores promedios  $ha^{-1}$  calculados para los árboles maderables presentes en potreros activos de Esparza, Costa Rica.

Variable	Media	E.E. <sup>vi</sup>	Mín	Máx
Volumen ( $m^3$ )	14,3	1,17	0	54,46
Cobertura (%)	10,05	0,8	0	38,13
Brinzales (No.)	10,28	1,22	0	58
Latizales (No.)	3,18	0,47	0	23
Fustales (No.)	14,82	1,33	0	92

Fuente: Scheelje 2009

**Cuadro 8.** Valores promedios  $ha^{-1}$  calculados para los árboles maderables presentes en potreros activos de El cayo, Belice.

Variable	Media	E.E. <sup>vii</sup>	Mín	Máx
Volumen ( $m^3$ )	13,04	2,25	0,80	126,69
Cobertura (%)	20,46	0,02	6,77	49,46
Brinzales (No.)	3,51	0,59	0,43	26,81
Latizales (No.)	8,7	2,25	2,3	53,66
Fustales (No.)	25,90	2,41	4	106

Fuente: Cruz 2010

**Cuadro 9.** Densidad, volumen  $ha^{-1}$  y porcentaje de cobertura en los diferentes tipos de sistema silvopastoril encontrados en la subcuenca del Río Copán, Honduras.

SSP	Densidad (Arb $ha^{-1}$ )			Volumen ( $m^3 ha^{-1}$ )			Cobertura (%)		
	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max
Pasto bajo pino	<b>156</b>	82	289	<b>71.52</b>	21.22	120.34	<b>42.9</b>	23.5	78.3
Pasto bajo <i>Quercus</i>	<b>161</b>	77	253	<b>38.01</b>	15.88	67.82	<b>38.6</b>	21.8	70.5
Árboles dispersos	<b>74</b>	26	145	<b>13.02</b>	6.91	48.83	<b>16.1</b>	6.66	32.4
Cercas vivas (valores $km^{-1}$ )	<b>267</b>	196	365	<b>77.39</b>	54.42	100.19			
Promedio	<b>130</b>			<b>40.85</b>			<b>32.53</b>		

Fuente: Chavarría 2010

<sup>vi</sup> E.E: Error Estándar

<sup>vii</sup> E.E: Error Estándar

**Cuadro 10.** Número de productor, tipo y variables calculados para las ocho fincas inventariadas en cada uno de los tres países: Esparza, Costa Rica, El cayo, Belice y Copán, Honduras.

Costa Rica	Tipo Finca	Área total Finca (ha)	Área total Pasturas (ha)	Vol. m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Cobertura (%)	Brinzales (No. ha <sup>-1</sup> )	Latizales (No. ha <sup>-1</sup> )	Fustales (No. ha <sup>-1</sup> )
1	P	21.56	12.14	7	8.5	5	1.1	10.7
2	G	56.18	17.48	7	6.5	2	0.63	6.25
3	M	33.71	12.02	10	10.6	18	4.43	20.71
4	G	41.77	25.5	9	5.8	17	7.5	11.75
5	P	11.35	8.15	21	13.7	11	3.22	18.67
6	M	35.26	15.56	18	12	2	0.33	14.67
7	M	32.81	14.01	17	6.8	16	4.07	16.57
8	M	27.76	12.69	28	7.1	6	0.33	16.33

P= Finca pequeña; M = Finca mediana; G = Finca Grande

Honduras	Tipo Finca	Área total Finca (ha)	Área total Pasturas (ha)	Vol. m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Cobertura (%)	Latizales y fustales (No. ha <sup>-1</sup> )	Brinzales (No. ha <sup>-1</sup> )
1	M	57.8	51.6	101.63	32.6	93	33
2	M	68.9	49.4	105.20	28.6	82	44
3	M	47.6	47.6	67.82	31.14	151	37
4	M	78.8	54.9	56.92	32.0	115	20
5	P	39.5	30.4	78.09	47.6	217	27
6	P	14.7	7.7	16.67	21.4	91	15
7	P	18.7	17.7	60.14	57.1	253	112
8	P	35.1	24.5	104.97	51.8	200	40

Fuente: Chavarría 2010

Belice	Tipo Finca	Área total Finca (ha)	Área total Pasturas (ha)	Vol. m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Cobertura (%)	Brinzales y Latizales (No. ha <sup>-1</sup> )	Fustales (No. ha <sup>-1</sup> )
1	P	11.33	10.92	3.07	13.41	96	14.55
2	P	21.24	12.95	0.13	5.54	69.5	7.49
3	P	19.02	15.37	0.22	3.52	36	5.14
4	P	12.04	4.86	1.24	11.14	13.33	13.39
5	M	44.51	28.32	0.1	0.9	158	0.92
6	M	39.17	28.32	0.15	2.09	107.33	3.46
7	M	40.46	16.99	4.09	19	140.33	15.83
8	M	141.61	121.38	0.08	1.34	44.33	0.92

Fuente: Cruz 2010

**Cuadro 11.** VAN Incremental para las ocho fincas ganaderas de cada país: Esparza, Costa Rica, El cayo, Belice y Copán, Honduras.

	No Finca	Tamaño Finca	Incremento VAN	% de Incremento
<b>Costa Rica</b>	1	P	-454,5	-24
	2	G	-767,6	-20,5
	3	M	-390,5	-11,4
	4	G	169,5	3,9
	5	P	227,2	32,7
	6	M	795,5	47,5
	7	M	1866,7	94,3
	8	M	3081,6	424,1
<b>Honduras</b>	1	M	256,7	21
	2	M	261,2	10
	3	M	-18,46	-1
	4	M	173,1	8
	5	P	330,5	21
	6	P	218	7
	7	P	-85,7	-5
	8	P	322,9	23
<b>Belice</b>	1	P	3718,04	118,11
	2	P	1339	71,63
	3	P	420,23	11,02
	4	P	1763,16	6,38
	5	M	601,44	0,72
	6	M	46,95	0,19
	7	M	7631,57	75,59
	8	M	18061,58	9,98

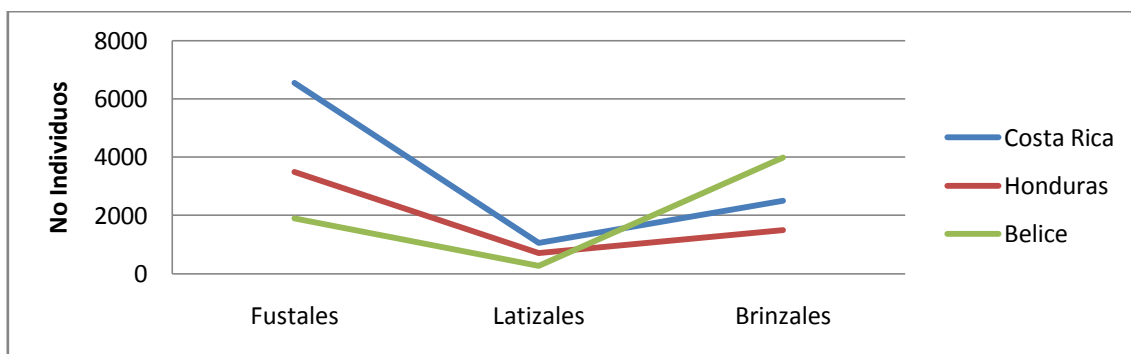
**Cuadro 12.** Análisis de variancia para el incremento del VAN en porcentaje, en función al Tamaño de la Finca en Esparza, Costa Rica. El cayo, Belice y Copán, Honduras.

País	Finca Pequeña	Finca Mediana	Finca Grande	F	P-valor
<b>Honduras</b>	11.75 ± 6.34	9.5 ± 4.52		0.08	0.7824
<b>Costa Rica</b>	4.35 ± 28.35	138.63 ± 97.68	-8.3 ± 12.2	0.85	0.4796
<b>Belice</b>	51.79 ± 26.64	21.62 ± 18.13		0.88	0.3853

**Cuadro 13.** Incrementos del VAN para cada finca según los cuatro análisis de sensibilidad realizados en el presente estudio en Esparza, Costa Rica.

Finca	1	2	3	4	5	6	7	8
1) Con incentivo	933.7	1231.2	984.0	3085.4	1159.1	2574.7	3468.7	4532.7
2) Con incentivo y Tasa 12%	629.5	957.6	664.9	2180.2	865.9	1926.8	2620.7	3521.2
3) Tasa 12%	(434.6)	(574.6)	(388.7)	(55.1)	151.5	562.8	1392.6	2408.8
4) Tasa 12% - En patio	587.8	975.1	525.1	2312.7	980.1	2336.9	3342.9	5341.9

Fuente: Scheelje 2009



**Figura 1.** Número de brinzales, latizales y fustales encontrados en las fincas evaluadas en Costa Rica, Honduras y Belice.