



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

**Desafíos de la legislación forestal para el aprovechamiento del recurso
maderable en sistemas silvopastoriles del Cayo, Belice**

por

Adriano Rosa Cruz

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

Turrialba, Costa Rica, 2010

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

FIRMANTES:

Guillermo Detlefsen, M. Sc.
Consejero Principal

Muhammad Ibrahim, PhD.
Miembro del Comité Consejero

Ronnie de Camino, PhD.
Miembro del Comité Consejero

Glenn Galloway, PhD.
Miembro del Comité Consejero

Fernando Casanoves Ph.D
Unidad de Biometría

Glenn Galloway, PhD.
Decano de la Escuela de Posgrado

Adriano Rosa Cruz
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres, Túlio Roberto Rosa Cruz y
Heloisa Maria Soraggi Cruz.
Por el amor, el incentivo y la dedicación plena.

AGRADECIMIENTOS

A los proyectos Forests and Forest Management in Central America (Finnfor) y Manejo Sostenible de la Tierra en América Central (MesoTerra) que bajo la dirección del centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) apoyó la financiación de esta investigación.

A mi consejero principal Guillermo Detlefsen, por la paciencia en revisar mi portuñol y por sus valiosos aportes a este documento.

A mis profesores consejeros Muhammad Ibrahim, Ronnie de Camino y Glenn Galloway por su confianza, paciencia y acertados consejos que permitieron el buen desarrollo de este estudio.

A mis amigos y compañeros de la promoción 2008-2009, con quienes además de estudiar compartí un aprendizaje cultural, y me brindaron su apoyo en los buenos y malos momentos: Ariel Amoroso; Francisco Bascope (Chico, no polite!); Antonio Chavarría (Chava); William Speer (Shapiro); Pedro Árgenal (El Loco); Jesús Chi; Leonardo Durán (Leo); Abdiel Marcelino; Wladimir Illescas (Wlad); Donal Lopez; Javier Montoya; Mauricio Herrera; Felipe Veluk; Johanna Romero; Julia Stuchi; Jhenny Salgado; Diana Lara; Tanya Santos; Laura Villalobos y Angela Sastoque.

A mis amigos de otras promociones en especial Sergio Vilchez, por las horas de charlas y consejos acerca de la vida, de la tesis, etc. Un gran abrazo mi amigo Chule! Además, Boris Arévalo por los consejos de su país, Belice. A Carla A. Flores Noya por el apoyo y toda la ayuda, Grimaldo Quiroga (Grimi), Michel Saini, Eleni Marinidou, Tatiana Espinosa; Luz Astrid Pulido y la gran querida Adina Chain Guadarrama.

Agradezco a otras personas de CATIE que estuvieron presentes en momentos importantes en estos años: Olivier Deheuvels por las escaladas y horas de charlas mientras construíamos el muro deportivo; Danilo Pezo por sus consejos y aportes de vida en Belice; Fernando Casanoves por su paciencia con el Menino; Bryan Finegan; Raffaele Vignola, Jimena Esquivel y su perrito Toto.

A Elías de Melo y Marilyn Villalobos, por el incentivo en hacer la maestría y el apoyo brasileño/tico en Costa Rica.

A todas las personas en Belice que hicieron que mi trabajo fuera posible, especialmente a Lizandro Queiroz y su familia por el gran apoyo por todo el tiempo que estuve realizando mi trabajo de campo. A mi ayudante de campo, Orlando Vásquez. A todos del Departamento Forestal, en especial Tanya Santos, German Novelo, Wilber Sabido, Ms. Flores, George Hanson, Roberto y Usher.

A todos que por alguna razón se me olvidó mencionar, pero que contribuyeron de diferentes maneras a mi formación en CATIE.

BIOGRAFÍA

El autor nació en Curitiba, Paraná, Brasil, el 06 de noviembre de 1983. En el año del 2007, se graduó en la Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), obteniendo el título de Ingeniero Forestal con la tesis intitulada “Estructura de la comunidad vegetal arbórea del Parque Natural Municipal Fazenda Atalaia, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil.”

Durante el periodo 2004–2007, laboró en el Instituto de Agronomía, Departamento de Suelos (con beca del CNPq) y en el Instituto de Forestales, Departamento de Ciencias Ambientales.

En enero del 2008, ingresó a la maestría de Agroforestería Tropical en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
BIOGRAFÍA.....	VI
CONTENIDO.....	VII
RESUMEN.....	X
SUMMARY.....	XII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XVII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 Objetivos del estudio.....	4
2.1.1 Objetivo general.....	4
2.1.2 Objetivos específicos.....	4
2.2 Preguntas de investigación.....	4
2.2.1 Objetivo específico 1.....	4
2.2.2 Objetivo específico 2.....	5
2.2.3 Objetivo específico 3.....	5
3 MARCO CONCEPTUAL.....	6
3.1 Los Sistemas Agroforestales.....	6
3.2 Los Sistemas Silvopastoriles.....	7
3.2.1 Tipos de Sistemas Silvopastoriles.....	8
3.3 Potencial de los Sistemas Silvopastoriles.....	8
3.3.1 Servicios ambientales.....	9
3.3.2 Conservación de la biodiversidad.....	10
3.3.3 Forraje.....	10
3.3.4 Madera.....	11
3.3.5 Potencial del mercado para la ganadería y la madera.....	12
3.4 La regeneración natural.....	14
3.5 Política forestal, marco institucional y legal de Belice.....	15
3.6 La no observancia de las leyes forestales – la ilegalidad y sus implicaciones.....	17
3.6.1 La tala ilegal en Belice.....	18
3.7 Revisión bibliográfica.....	20
4 ARTÍCULO 1. EVALUACIÓN BIOFÍSICA DEL POTENCIAL DEL RECURSO MADERABLE DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CAYO, BELICE.....	26
4.1 Introducción.....	27
4.2 Antecedentes del país de estudio.....	28

4.3	Preguntas de investigación.....	29
4.4	Metodología.....	29
4.4.1	Descripción del área de estudio	29
4.4.2	Identificación y selección de fincas.....	30
4.4.3	Evaluación biofísica	31
4.4.3.1	Establecimiento de unidades de muestreo.....	31
4.4.3.1.1	Árboles dispersos	31
4.4.3.1.2	Árboles en línea.....	31
4.4.3.2	Regeneración natural.....	32
4.4.3.3	Cobertura arbórea.....	32
4.4.4	Cálculo del volumen de los árboles dispersos y en línea	33
4.4.5	Composición florística	33
4.4.6	Composición florística y diversidad taxonómica	33
4.5	Resultados y discusión.....	33
4.5.1	Información general de las fincas muestreadas	33
4.5.2	Composición florística y diversidad taxonómica	34
4.5.3	Distribución por clases diamétricas	36
4.5.4	Regeneración natural	37
4.5.5	Volumen del recurso maderable.....	40
4.5.6	Cobertura arbórea.....	42
4.6	Conclusiones.....	43
4.7	Referencias Bibliográficas.....	44
5	ARTÍCULO 2. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL POTENCIAL DEL RECURSO	
	MADERABLE EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CAYO, BELICE.....	48
5.1	Introducción.....	49
5.2	Objetivo.....	50
5.2.1	Preguntas de investigación.....	50
5.3	Metodología.....	50
5.3.1	Identificación y selección de fincas.....	50
5.3.2	Evaluación financiera	51
5.3.3	Forma de aprovechamiento del componente arbóreo en fincas SSP.....	51
5.3.3.1	Estimación del crecimiento y volumen de las especies.....	52
5.3.3.2	Crecimiento en diámetro y altura	52
5.3.3.3	Cálculo del volumen de los árboles dispersos y en línea	53
5.3.3.4	Estructura de ingresos y costos	53
5.3.3.5	Determinación de la tasa de descuento del proyecto.....	54
5.3.3.6	Precios de la madera en Belice.....	54
5.3.3.7	Indicadores financieros	55
5.3.3.7.1	Valor Actual Neto (VAN).....	56
5.3.3.7.2	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	56
5.3.3.7.3	Relación Beneficio Costo (B/C).....	57

5.3.3.8	Plantación forestal en linderos	57
5.3.4	Análisis de sensibilidad.....	58
5.4	Resultados y discusión.....	59
5.4.1	Evaluación biofísica	59
5.4.2	Evaluación financiera	61
5.4.2.1	Estructura de costos e ingresos.....	61
5.4.2.2	Escenario “sin proyecto”, situación actual de la finca	62
5.4.2.3	Escenario “con proyecto”, incluyendo la propuesta de aprovechamiento del recurso maderable	63
5.4.3	Plantación maderable en linderos en SSP	65
5.4.4	Análisis de sensibilidad.....	66
5.4.4.1	Precio de madera en los diferentes escenarios de aprovechamiento..	66
5.4.4.2	Diferentes tasas de descuento para la rentabilidad en escenario “con proyecto”	68
5.5	Conclusiones	70
5.6	Referencias Bibliográficas	72
6	ARTÍCULO 3. IMPLICACIONES DE LA POLÍTICA Y LEGISLACIÓN FORESTAL DE BELICE PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO MADERABLE EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CAYO, BELICE.....	75
6.1	Introducción	76
6.2	Objetivo.....	77
6.2.1	Preguntas de investigación.....	77
6.3	Metodología	78
6.4	Resultados y discusión.....	78
6.4.1	Información general de las fincas muestreadas	78
6.4.2	Marco político-legislativo del sector forestal de Belice.....	79
6.4.3	Visión general del Departamento Forestal de Belice.....	81
6.4.4	Aprovechamiento forestal en Belice.....	82
6.5	Pautas técnicas para diversificar y garantizar la sostenibilidad de la producción maderable en sistemas silvopastoriles del Distrito del Cayo, Belice.....	86
6.6	Conclusiones	89
6.7	Referencias Bibliográficas	90
	ANEXOS	93

RESUMEN

Rosa Cruz, A. 2010. Desafíos de la legislación forestal para el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles del Cayo, Belice. Turrialba, CR. CATIE, Tesis Mag. Sc. 108 p.

Palabras Clave: análisis financieros; árboles dispersos; árboles en línea; política forestal; regeneración natural.

El presente estudio fue realizado en el Distrito de El Cayo, Belice con el objetivo de analizar el marco legislativo y político vigente en el sector forestal del país en relación al aprovechamiento maderable en fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles (SSP) y promover el aprovechamiento del recurso maderable como fuente adicional de ingresos a los ganaderos. Se seleccionaron 35 fincas representativas de los SSP con alto potencial maderable de El Cayo y se establecieron muestreos en parcelas de 1 ha. En cada parcela se realizó un censo de todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) \geq 5 cm, así como un muestreo de brinzales y latizales. Además, se hizo una revisión y análisis del marco político-legislativo vigente del sector forestal del país con relación al aprovechamiento maderable en fincas ganaderas, incluyendo las percepciones de los productores y de algunos otros actores clave del sector forestal. Se establecieron 73 parcelas temporales de muestreo con un promedio de $27,48 \pm 4,56\%$ de representatividad de las áreas SSP por finca, encontrando 4265 individuos arbóreos de 63 especies, dentro de 52 géneros y 17 familias. Según el IVI, las especies maderables más importantes fueron *Cedrela odorata* (100,61%), *Enterolobium cyclocarpum* (13,52%) y *Piscidia piscipula* (13,35%). El promedio de la cobertura arbórea en las parcelas muestreadas fue $20,80 \pm 1,79\%$. La correlación Spearman entre la cobertura arbórea y el número de especies fue 0,31 ($p < 0,0001$). *C. odorata*, *Piscidia piscipula*, *Tectona grandis*, *Metopium brownei*, *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia rosea*, constituyen un 58,51% del volumen comercial total (en promedio $8,35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), siendo *C. odorata* responsable de la mayor parte de ese volumen de especies comerciales (66,5% del total). Esto puede representar un ingreso económico importante a los propietarios. En ocho fincas (cuatro pequeñas y cuatro medianas) de las 35 analizadas en todo el Distrito de El Cayo se encontró que con el manejo actual siete fincas poseen flujos de caja con Valor Actual Neto

(VAN) positivo (de US\$530,34 hasta US\$129.201,60) y una relación Beneficio/Costo por encima de cualquier otra alternativa de inversión (entre 0,98 y 1,41). El escenario “con proyecto”, mostró incrementos importantes en el VAN para fincas pequeñas (de 7,87 hasta 114,01%) y fincas medianas (de 0,93 hasta 75,59%). Al hacer un análisis de sensibilidad del precio de la madera puesta en la finca o en los sitios de demanda con valor agregado (aserrada) se observó que los productores de fincas pequeñas y medianas obtendrían mayores ingresos netos (respectivamente hasta un 52% y 45%). Por otro lado, el análisis de sensibilidad tomando en cuenta diferentes tasas de descuento mostró que cuanto más altas sean esas tasas, más pequeña será la rentabilidad (hasta -US\$174,55 para fincas pequeñas y hasta -US\$263,40 para fincas medianas). El marco político-legal resalta que el aprovechamiento del recurso maderable en los SSP de Belice se realiza mediante mecanismos simplificados por medio de un permiso pequeño, sin implicar grandes costos de transacción para los productores. Se concluye que un gran porcentaje (80%) de fincas poseen recursos maderables considerables que pueden contribuir a diversificar la producción en SSP y también como una fuente alternativa de ingresos, pero que actualmente existen pocos individuos en la categoría de latizales y por lo tanto se requiere mejorar el manejo para garantizar el reclutamiento hacia clases mayores y de esa forma, obtener un manejo forestal sostenible dentro del sistema de árboles maderables en pasturas de la zona de estudio. Tomando en cuenta las premisas legales del permiso pequeño que ya es simplificado, se propone incentivar pautas de manejo sostenible para garantizar el aprovechamiento maderable sustentable y la creación de fincas piloto para difundir el manejo sostenible de la regeneración natural del recurso maderable en SSP.

SUMMARY

Rosa Cruz, A. 2010. Challenges of forest legislation for timber use in silvopastoral systems of Cayo, Belize. M. Sc. Thesis. Turrialba, CR, CATIE, 108 p.

Keywords: Financial analysis; forest policy; natural regeneration; planted trees in lines; scattered trees.

This study was carried out in El Cayo District, Belize, with the aim of analyzing the existing legislation and policy framework of the forest national sector in relation to timber harvesting in agroforestry farms. Emphasis was placed on silvopastoral systems (SPS) to promote the use of timber as an additional source of income to farmers. 35 farms were selected as representative of SPS with high potential for timber in pasture areas of El Cayo and established sampling plots of 1 ha. Within each plot, a census of all trees was conducted with a diameter at breast height (dbh) ≥ 5 cm, and also with a sampling of seedlings and saplings. A review and analysis of existing legislative and political framework of the country's forestry sector in relation to wood harvesting on ranches (including the perceptions of producers and some other key actors in the forestry sector) was carried out. In total 73 sample plots were surveyed with a mean of $27.48 \pm 4.56\%$ of representation in areas of SPS per farm, and found 4265 individual trees of 63 species within 52 genera and 17 families. In total. According to the importance value index (IVI), the most important timber species were *Cedrela odorata* (100.61%), *Enterolobium cyclocarpum* (13.52%) and *Piscidia piscipula* (13.35%). The average tree cover in the sample plots was $20.80 \pm 1.79\%$. The Spearman correlation between tree cover and the the number of species was 0.31 ($p < 0.0001$). *C. odorata*, *Piscidia piscipula*, *Tectona grandis*, *Metopium brownei*, *Swietenia macrophylla* and *Tabebuia rosea*, constitute 58.51% of the total trade volume (average $8.35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), where *C. odorata* is responsible for most of the volume of commercial species (66.5% of total). This may represent an important income to the farmers. In eight farms (four small and four medium) of the 35 surveyed across the Cayo District, was found that with the current management in seven farms have cash flow with the Net Present Value (NPV) positive (from US\$ 530.34 up US\$ 129,201.60) and a Benefit / Cost ratio above any other investment alternative (between 0.98 and 1.41). The scenario "with project" showed significant increases in the NPV for small farms (7.87 to

114.01%) and medium-sized farms (0.93 to 75.59%). Analysis of the price sensitivity of wood placed on the farm or at sites of value-added demand (sawn) found that producers of both small and medium-sized farms would receive higher net returns (respectively 52 and 45%). Furthermore, the sensitivity analysis taking into account different discount rates showed that the higher those rates are, the smaller the cost (up to US\$ 174.55 for small farms and to US\$ 263.40 for medium-sized farms). The political and legal framework highlights that the use of timber resources in SPS of Belize is done through simplified mechanisms and through a small allowance, without involving large transaction costs for producers. It was concluded that a large percentage of farms (80%) have significant timber resources that can help diversify production in SPS and that can also act as an alternative source of income. However, currently there are few individuals in the category of saplings that require better management to ensure the recruitment to higher classes and thus, obtain sustainable forest management within the system of timber trees within pastures in the study area. Taking into account the legal premises of the small permits (“petty permits”) that are already simplified, it is proposed to encourage sustainable management guidelines to ensure sustainable timber harvesting and the establishment of pilot farms to spread the sustainable management of natural regeneration of timber resources in SPS.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Inventario de forestal y de regeneración natural para los árboles dispersos en potreros en cada unidad de muestreo del Distrito del Cayo, Belice.	31
Cuadro 2. Volumen promedio de madera según su clasificación comercial en las parcelas de muestreos de las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice ($m^3 ha^{-1}$).	41
Cuadro 3. Incremento medio anual por clases diamétricas y altura para especies maderables nativas del Distrito del Cayo, Belice.	53
Cuadro 4. Precios de la madera en el Distrito del Cayo, Belice ($US\$ m^{-3}$).	55
Cuadro 5. Costos del establecimiento de un kilómetro de plantación de <i>Cedrela odorata</i> en linderos para el Distrito del Cayo, Belice.	58
Cuadro 6. Resumen biofísico de las 8 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice. .	60
Cuadro 7. Estructura de ingresos y costos promedio para fincas pequeñas del Distrito del Cayo, Belice ($US\$ año^{-1}$).	61
Cuadro 8. Estructura de ingresos y costos promedio para fincas medianas del Distrito del Cayo, Belice ($US\$ año^{-1}$).	62
Cuadro 9. Indicadores financieros de cuatro fincas pequeñas y cuatro medianas “sin proyecto” en el Distrito del Cayo, Belice.	63
Cuadro 10. Indicadores financieros en fincas pequeñas bajo el escenario “sin proyecto” y “con proyecto” en el Distrito del Cayo, Belice.	64
Cuadro 11. Indicadores financieros en fincas medianas bajo el escenario “sin proyecto” y “con proyecto” en el Distrito del Cayo, Belice.	64
Cuadro 12. Indicadores financieros para una finca pequeña y una finca mediana bajo el escenario (a) “sin proyecto”, (b) “con proyecto” y (c) “con proyecto y plantación en linderos maderables de <i>Cedrela odorata</i> ” en el Distrito del Cayo, Belice.	66
Cuadro 13. Leyes que rigen en materia forestal en Belice.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio en el Distrito del Cayo, Belice.....	30
Figura 2. Diseño de las sub-parcelas temporales para el muestreo del regeneración natural de árboles dispersos en pasturas en el Distrito del Cayo, Belice.....	32
Figura 3. Número de especies por familia encontrado en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.....	35
Figura 4. Las diez especies con mayor IVI en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.....	35
Figura 5. Frecuencia de los individuos de todas las especies y de <i>Cedrela odorata</i> en las ocho clases diamétricas en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.	37
Figura 6. Frecuencia relativa por clase diamétrica incluyendo la regeneración natural en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.....	38
Figura 7. Frecuencia relativa de la clase diamétrica incluyendo la regeneración natural según su valor en el mercado local en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.	39
Figura 8. Clase volumétrica de las especies comerciales en las parcelas de muestreos de las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice ($m^3 ha^{-1}$).....	41
Figura 9. Comparación del VAN bajo diferentes escenarios para fincas pequeñas y medianas en el Distrito del Cayo, Belice ($US\$ ha^{-1}$).	65
Figura 10. Comparación del VAN en diferentes escenarios de aprovechamiento del recurso maderable para fincas 4 pequeñas en el Distrito del Cayo, Belice.	67
Figura 11. Comparación del VAN en diferentes escenarios de aprovechamiento del recurso maderable para fincas 4 medianas en el Distrito del Cayo, Belice.....	68
Figura 12. Análisis de sensibilidad bajo diferentes tasas de descuento para 4 fincas pequeñas en el Distrito del Cayo, Belice.....	69
Figura 13. Análisis de sensibilidad bajo diferentes tasas de descuento para 4 fincas medianas en el Distrito del Cayo, Belice.....	69
Figura 14. Jerarquía del Departamento Forestal de Belice y sus funciones.....	81
Figura 15. Jerarquía del Departamento Forestal de Belice.....	82

Figura 16. Procedimientos para el aprovechamiento maderable bajo el permiso pequeño (Petty Permit) en Belice. 85

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

BZ\$: Dólares beliceños
dap: diámetro a altura del pecho
DF: Departamento Forestal de Belice
DMC: Diámetro mínimo de corta
ha: hectáreas
IMA: Incremento medio anual
km²: Kilómetros cuadrados
m²: metros cuadrados
m³: metros cúbicos
PIB: Producto Interno Bruto
pt: pie tablar
Relación B/C: Relación Beneficio Costos
SAF: Sistema agroforestal
SI: Statutory Instruments
SIB: Instituto Estadístico de Belice
SSP: Sistema silvopastoril
TIR: Tasa Interna de Retorno
US\$: Dólares estadounidenses
VAN: Valor Actual Neto

1 INTRODUCCIÓN

La ganadería en Centroamérica, como en todas partes del mundo, busca satisfacer una demanda creciente por carne y leche, lo cual pone gran presión sobre los limitados recursos naturales. Otro factor que interviene en la cantidad y el tipo de productos animales consumidos en forma paralela al crecimiento de la población es que los productos animales tienen una alta elasticidad por el aumento de los ingresos en los países en desarrollo, de modo que el gasto en estos bienes aumenta más que proporcionalmente (Steinfeld *et al.* 2006).

Cerca del 22% (11,2 millones de hectáreas) del área de Centroamérica está constituida por tierras destinadas a pastoreo altamente fragmentadas (FAOSTAT 2009). El uso de la tierra para sistemas de pastoreo intensivo se incrementó durante las últimas décadas principalmente de la conversión de tierras de bosque y en el caso de donde se ha hecho un mal manejo, se ve necesario buscar usos más sostenibles, como el caso de los sistemas silvopastoriles (SSP).

En Centroamérica, las cercas vivas junto con los árboles dispersos en pasturas son de los sistemas más comunes dentro de los SSP (Camargo *et al.* 2000, Galindo y Murgueitio 2003, Harvey *et al.* 2005), ya que proveen sombra y alimentos para los animales, y generan ingresos a través de la venta de madera y frutales. Además, los SSP pueden ser una mejor alternativa en relación a los sistemas extensivos de ganadería, aportando servicios ambientales como la captura de carbono, protección del suelo, conservación de la biodiversidad, facilitar el flujo genético entre áreas de bosques, conservando genotipos particulares encontrados en las mismas y mantener la viabilidad mínima de las poblaciones, entre otros (Camero *et al.* 2000, Beer *et al.* 2003, Areskoug 2001, Harvey *et al.* 2005).

Según Detlefsen *et al.* (2008), las legislaciones y políticas forestales de Centroamérica, en general, han sido desarrolladas para garantizar que se evite una explotación descontrolada de los bosques. Sin embargo, los procedimientos para el aprovechamiento maderable son muy difíciles para que los pequeños y medianos productores puedan cumplir con todos los requisitos que exigen las leyes, reglamentos y normativas forestales. Una consecuencia preocupante es que ellos subestiman el valor de los árboles maderables, por lo que tienden a conservar únicamente los mínimos necesarios para su uso doméstico.

Por otro lado, debido a que con frecuencia los pequeños y medianos productores no pueden vender sus excedentes maderables de forma legal por el carácter restrictivo de la mayor parte de las legislaciones y políticas forestales, lo hacen de forma ilegal, a un precio que no promueve inversiones

para restablecer el componente arbóreo. Esto contribuye a que la cobertura arbórea de Centroamérica siga reduciéndose, debido a los trámites complicados y burocráticos para el aprovechamiento forestal (Detlefsen *et al.* 2008).

En consecuencia, la tala ilegal aumenta la oferta de madera en el mercado y tiende a reducir su precio de venta. Además, puede provocar otros impactos económicos como la pérdida de ingresos al fisco por el impuesto para el aprovechamiento de madera; aumento de la degradación forestal; pérdida de servicios ambientales; pérdida de biodiversidad; costo económico de los conflictos sociales generados por la producción incontrolada (que en ocasiones degeneran en actos violentos); y la pérdida de inversiones privadas en el manejo forestal por el clima de inseguridad imperante. Al final, la suma de todas estas pérdidas es indudablemente enorme, generando un déficit de millones de dólares en los ingresos de un país (Del Gatto 2008).

Por otra parte, en los últimos años el destino de los recursos forestales pasó por diferentes políticas y estrategias de Estado con el objetivo de tratar de solucionar la problemática que conlleva la disminución de la cobertura forestal. Así, los sistemas agroforestales y en especial los SSP, pueden ser una alternativa que contribuya a solucionar la problemática forestal actual. No obstante, las políticas forestales son en general, poco efectivas para que pequeños productores agropecuarios establezcan o utilicen más recursos maderables en sus fincas.

Para el caso de Belice, históricamente los recursos maderables fueron muy importantes para su economía hasta el año 1940, cuando constituían alrededor del 80% del total de productos de exportación. En 1963 este recurso solo representó 15% de las exportaciones y desde entonces este valor sigue disminuyendo debido al crecimiento de la actividad agrícola, basada en productos para la exportación (caña de azúcar, cítricos, mango, papaya, banano, cacao). Entre los años de 1950 y 1980 la caoba (*Swietenia macrophylla*) representó entre 30 y 50% de las exportaciones de madera del país (Sabido 2007).

Hoy día en Belice los bosques han sido altamente degradados, con la presión sobre las especies más valiosas, quedando las de menor valor. Además, hay una fuerte presión interna y externa para cambiar los remanentes de bosques hacia otros tipos de uso de la tierra (Sabido 2007). Además la Política Forestal fue desarrollada en 1954, época en la cual el sector forestal contribuía con más del 60% al Producto Interno Bruto (PIB) del país, de tal forma que existe una necesidad de una revisión de la legislación forestal existente por la aparición de nuevos modelos de desarrollo, debido al creciente interés por la sostenibilidad de los ecosistemas.

Por tal razón, la presente investigación hace énfasis en una revisión y análisis del marco legislativo y político vigente del sector forestal de Belice en relación al aprovechamiento maderable en fincas ganaderas, así como al análisis biofísico y financiero de fincas representativas con sistemas silvopastoriles tradicionales del Distrito del Cayo. Con este análisis se espera generar nuevos esquemas para el aprovechamiento maderable sostenible que permita a pequeños y medianos productores agropecuarios del país utilizar los recursos arbóreos de sus fincas como una fuente adicional de ingresos.

2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1 Objetivo general

Analizar el marco legislativo y político vigente del sector forestal de Belice en relación al aprovechamiento maderable en fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles para promover el recurso maderable como fuente adicional de ingresos a los ganaderos del Cayo.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar el potencial del recurso maderable en fincas con sistemas silvopastoriles, así como la regeneración natural como potencial herramienta para la manutención de dichos sistemas en el Distrito del Cayo, Belice.
- Analizar las implicaciones de la política y legislación forestal de Belice para el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles y desarrollar pautas técnicas para diversificar y garantizar la sostenibilidad de la producción maderable en fincas agropecuarias del Cayo.
- Analizar la viabilidad financiera del potencial del recurso maderable en fincas con sistemas silvopastoriles como ingreso adicional del componente ganadero en el Distrito del Cayo, Belice.

2.3 Preguntas de investigación

2.3.1 Objetivo específico 1

- ¿Las fincas agropecuarias del Distrito del Cayo poseen árboles maderables?
- ¿Los recursos maderables de los SSP tienen relevancia económica y potencial para su aprovechamiento sostenible?
- ¿La regeneración natural arbórea en los SSP del Distrito del Cayo, Belice garantiza el manejo y aprovechamiento maderable sostenible?

2.3.2 Objetivo específico 2

- ¿Los recursos maderables de los sistemas silvopastoriles del Distrito del Cayo, Belice tienen importancia económica y potencial para un aprovechamiento sostenible?
- ¿Cuál es la rentabilidad financiera del aprovechamiento actual y potencial de los árboles en los SSP de los pequeños y mediano productores del Cayo, Belice?
- ¿Cuál sería la rentabilidad financiera de los sistemas silvopastoriles con la aplicación de una nueva propuesta de manejo del recurso maderable?
- ¿Cuáles serían las diferencias socioeconómicas entre el marco político-legal actual con la nueva propuesta?

2.3.3 Objetivo específico 3

- ¿Los árboles maderables en fincas agropecuarias constituyen un recurso forestal que no está siendo aprovechado de acuerdo a su potencial debido a los altos costos de acceso a la legalidad que desincentivan la presencia de más árboles maderables?
- ¿Cuáles son las implicaciones del marco político y legislativo del sector forestal, en cuanto al aprovechamiento de madera en SSP?
- ¿Cuáles son los costos de transacción que los propietarios de SSP del Cayo, Belice tienen que enfrentar para acceder a legalidad del aprovechamiento maderable en sus fincas?
- ¿Es factible el diseño de pautas técnicas que aprovechen los esquemas normativos y/o político-legales actuales para mejorar el aporte maderable sostenible de los SSP del Cayo, Belice?

3 MARCO CONCEPTUAL

3.1 Los Sistemas Agroforestales

La historia de los sistemas agroforestales (SAF) es muy peculiar. Según Torquebiau (2000), se inició hace miles de años como una práctica de cultivos del tipo tumba y quema o utilización de árboles en el período de barbecho para recuperar la fertilidad del suelo. Además, cuando se hacía la tala de un bosque para el cultivo, era costumbre sembrar o dejar árboles dispersos en el período de barbecho (Nair 1993), así como combinar el cultivo con árboles en el mismo espacio de tierra.

Varios sistemas de producción agrícola surgieron de alguna forma con el manejo de la tumba y quema (Mazoyer y Roudart 1997), pero dada la gran presión del aumento de la población, hoy en día este sistema no puede ser considerado como sostenible en zonas de alta densidad poblacional. No obstante, este tipo de agroforestería puede ser descrito como el modelo original y primario de la agricultura. Aunque la agricultura fue desarrollada en diferentes civilizaciones del mundo, el consorcio de los árboles (especies leñosas) con el cultivo nunca fue la primera opción de los agricultores, prevaleciendo el monocultivo. Aunque la tumba y quema existió en Europa hasta inicios del siglo pasado (Nair 1993), el monocultivo fue el sistema de cultivo predominante en las regiones templadas, con excepción de algunas situaciones en las que se tenían árboles corta vientos y cercas vivas para delimitar las fincas. Recientemente los beneficios de los árboles fueron resaltados y utilizados en combinación con cultivos y en algunos casos, incluidos en modernas prácticas de agricultura (Torquebiau 2000).

Definir la agroforestería, no es una labor fácil, debido a varios factores como las diferentes concepciones para abordar el análisis y la aplicación del término “agricultura” en tierras tropicales. Además, no es sencillo deslindar con precisión la agroforestería de otros usos del suelo y disciplinas afines (silvicultura, agricultura / agronomía y zootecnia / zootecnia) (Ante 2004).

Los primeros intentos para definir la agroforestería datan de 1977-1979 (Bene *et al.* 1977; Combe y Budowski 1979). Así, Combe y Budowski (1979) mencionaron que: “la Agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de tierras, que implica la combinación de árboles forestales, ya sea con ganadería, o con cultivos agrícolas”.

Lundgreen y Raintree (1982) clasificaron los SAF como: “Nombre colectivo para los sistemas y tecnologías del uso de la tierra, donde los perennes leñosos (árboles, arbustos, palmas, etc.) son usados deliberadamente en las mismas unidades de manejo de la tierra, junto con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal”.

Nair (1985) definió los SAF de la siguiente forma: “La agroforestería representa un enfoque en el uso integral de la tierra, que involucra una mezcla o retención deliberada de árboles y otras leñosas perennes en el campo de la producción agropecuaria, que la misma se beneficie de las interacciones ecológicas y económicas resultantes”. Siendo ésta una definición muy citada en los últimos años.

Somarriba (1992) definió los SAF como “una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: 1) existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne y 3) al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo pastos)”. Somarriba (1998) agrega que los SAF deben ser una forma de uso de la tierra que pueden incrementar la productividad, diversificar la producción y mejorar la sostenibilidad ecológica. Estos beneficios se alcanzan cuando las recomendaciones agroforestales responden a las condiciones particulares de cada finca, de cada sistema de producción y de cada productor.

El componente arbóreo maderable presente en los SAF puede ser un recurso valioso que brinda diferentes beneficios como sombra a cultivos y ganado, madera y leña, además de prestar servicios ambientales como la captura de carbono, protección del suelo y conservación de biodiversidad, entre otros (Pezo e Ibrahim 1999; Barrance *et al.* 2003; Albertin y Nair 2004).

Adicionalmente, los SAF pueden proporcionar otros beneficios directos e indirectos, tales como: aumento de la seguridad en los alimentos (con diversidad de productos sembrados), aumento de los ingresos de los agricultores (con productos madereros, secundarios – no madereros y posible ingreso por pago por servicios ambientales), disminución de la erosión de los suelos (además de ayudar mantener calidad del agua), y la restauración y mantenimiento de la biodiversidad en estratos por encima y por debajo de los suelos (también pueden funcionar como corredores biológicos). Beer *et al.* (2003) y Schoeneberger *et al.* (2003) describen con más detalle cómo los sistemas agroforestales pueden contribuir con cada uno de esos beneficios.

3.2 Los Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son sistemas de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, con el objetivo de obtener una producción sostenible

desde el punto de vista social, económico y ecológico, por lo cual permite reducir el impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción (Mahecha 2002).

Los SSP constituyen un ambiente adecuado para la producción animal por métodos sostenibles y a la vez se obtienen producciones de los árboles (sombra, madera, y frutas) (Pinheiro 2004). También ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural, constituirse como sumideros de carbono y hábitat de diversos organismos o corredores que permiten la conectividad entre ecosistemas más estables (por ejemplo entre bosques ribereños) (Ibrahim 2005).

La presencia de árboles en los potreros pueden cumplir un papel importante en el incremento de la rentabilidad de las fincas ganaderas, al ofrecer beneficios económicos adicionales como madera, postes y suplementos de alta calidad nutricional, como forrajes y frutos (Camero *et al.* 2001, Navas *et al.* 2001).

3.2.1 Tipos de Sistemas Silvopastoriles

Los SSP pueden ser divididos según su arreglo sistemático o no (natural o tradicional). El primero se subdivide en bancos forrajeros, pasturas en callejones, pastoreo en plantaciones y cortinas rompe vientos. El segundo se subdivide en árboles dispersos en potreros y bosques o vegetación natural (Mahecha 2002).

En las pasturas existen árboles dispersos o agrupados provenientes de la regeneración natural y/o remanentes de la vegetación original (Villanueva *et al.* 2007) o en pocos casos plantados. En general pueden contribuir para diversificar la productividad de la finca así como proveer servicios para el ganado y el medio ambiente. Además, los árboles pueden mejorar el bienestar e incrementar la productividad animal (Betancourt *et al.* 2003). El mantenimiento y arreglo espacial de los árboles en potreros depende de diversos factores socioeconómicos, culturales y biofísicos (Muñoz *et al.* 2003).

3.3 Potencial de los Sistemas Silvopastoriles

En Centroamérica, las cercas vivas junto con los árboles dispersos en pasturas son de los sistemas más comunes dentro de los SSP (Camargo *et al.* 2000, Galindo y Murgueitio 2003, Harvey *et al.* 2005). Las cercas vivas desempeñan papeles tales como: delimitación de propiedades, divisiones y protección de los diferentes usos del suelo dentro de la finca. Además, los árboles pueden incrementar la producción y el contenido de nitrógeno (N) de las gramíneas asociadas, e incorporan materia orgánica al suelo, mejorando su estructura y permeabilidad (Cerrud *et al.* 2004).

Mantener o incrementar árboles dispersos en potreros representa una opción viable para incrementar la productividad y sostenibilidad de las fincas ganaderas. Esta estrategia permite la diversificación de productos y brinda otros beneficios productivos y ambientales (Villanueva *et al.* 2007).

Muchos productores mantienen árboles en sus potreros como fuente de capital financiero, para aprovecharlos cuando surgen problemas de liquidez (Souza de Abreu *et al.* 2000). Como por ejemplo, productores con SSP en Cayo, Belice, obtuvieron mayores beneficios financieros comparado con fincas sin árboles (aumentando beneficios netos, relación ingreso/costo y valor esperado de la tierra) (Alonzo *et al.* 2001).

3.3.1 Servicios ambientales

Los SSP pueden proveer muchos servicios ambientales, tales como: secuestro de carbono (Albrecht y Kandji 2003, Beer *et al.* 2003), disminución de la escorrentía superficial e incremento de la infiltración del agua en el suelo, embellecimiento del paisaje, conservación del agua (cantidad y calidad) y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados (Beer *et al.* 2003).

Ríos *et al.* (2007) mencionan que las pasturas nativas sobrepastoreadas presentaron mayor escorrentía superficial, cuatro a cinco veces más alta que la del tacotal; dos y tres veces mayor que la de la pastura mejorada con árboles; y siete y once veces más que la del banco forrajero en Costa Rica y Nicaragua, respectivamente. Además, el tacotal mostró la mayor capacidad de infiltración en comparación con los demás sistemas, mientras que las pasturas arboladas tuvieron mayor infiltración que las pasturas nativas sobrepastoreadas.

En estudios de pago por servicios ambientales (PSA) en Colombia, Nicaragua y Costa Rica varios autores (Zapata *et al.* 2007, Marín *et al.* 2007, Casasola *et al.* 2007) encontraron que los finqueros incrementaron las áreas de pasturas mejoradas con árboles, así como la longitud y complejidad de las cercas vivas, además de haber incorporado bancos forrajeros en sus fincas. En algunos casos, con estos cambios se redujo hasta 20% del área de pasturas degradadas y se incrementó el área de pasturas mejoradas con árboles un 36% en las mismas.

Los datos reportados por Molina (2005), demuestran que el carbono total almacenado en los SSP con especies maderables en Cañas, Costa Rica tuvieron valores entre 104,4 y 133,2 Mg C ha⁻¹ año⁻¹ con tasas de fijación (para las especies maderables con 4 años de edad) entre 0,15 y 1,05 Mg C ha⁻¹ año⁻¹. Ramos (2003) en la zona de Esparza (Costa Rica) encontró que en las pasturas mejoradas de tres años con árboles fue de 173,1 Mg C ha⁻¹, siendo superiores a las pasturas degradadas con

134,7 Mg C ha⁻¹. Andrade (2007), encontró un promedio de 110,3 Mg C ha⁻¹ almacenado en un sistema silvopastoril después de 41 meses de haber sido plantados los árboles, con una tasa de fijación de 2,8 Mg C ha⁻¹ (siendo 95% mayores en relación a monocultivo de pasturas).

3.3.2 Conservación de la biodiversidad

Con el creciente aumento del uso del suelo destinado a pasturas, se debe hacer una mejora en estos sistemas para que haya un significativo cambio en la productividad y sostenibilidad de la región, pues una de las principales causas de la fragmentación y degradación del paisaje es la producción bovina (Kaimowitz 2001), donde de acuerdo a FAOSTAT (2009) se ha aumentado de 8,7 a 12,0 millones de ha el área de praderas y pastos permanentes en Centroamérica y, el inventario bovino ha pasado de 10,7 a 13 millones de cabezas en las últimas tres décadas.

Diversos estudios han demostrado que los SSP pueden ayudar a disminuir la presión mediante el uso de pasturas mejoradas, además de contribuir a mejorar la conectividad de la biodiversidad entre fragmentos de bosques (Sáenz y Menacho 2005, Harvey *et al.* 2005, Enríquez-Lenis *et al.* 2007).

Dentro de los SSP más importantes para la conservación de la biodiversidad están los árboles dispersos en potreros, proporcionando importantes hábitats y recursos alimenticios para animales y plantas del bosque dentro del agropaisaje (Galindo y Murgueitio 2003).

En Esparza (Costa Rica), se encontró que las cercas vivas fue el uso del suelo con mayor abundancia de individuos de aves migratorias y residentes. Además, las cercas vivas son de gran importancia para las aves residentes y migratorias, especialmente en la época seca, cuando los árboles están en floración y atraen a muchos polinizadores que pueden servirles de alimento (Sáenz y Menacho 2005). De igual manera, las cercas vivas y árboles dispersos pueden servir como corredores biológicos, además de facilitar el manejo de la finca y el ganado para obtener productos y servicios específicos, como por ejemplo, provisión de sombra y la protección contra el viento (Harvey *et al.* 2005) y proporcionar recursos y hábitat a la avifauna, para el mantenimiento de las poblaciones de aves dependientes de bosque (*Ramphastos sulfurato*, entre otros), las cuales son generalmente especies prioritarias para la conservación (Enríquez-Lenis *et al.* 2007).

3.3.3 Forraje

Con el aumento de los precios del petróleo y consecuentemente de los concentrados, se debe buscar formas para una producción ganadera más sostenible. Así, algunos de los SSP cuentan con

leñosas perennes o forrajeras herbáceas que sirven de alimento para el animal. El elevado valor nutritivo del forraje de los SSP reduce la necesidad y el costo de comprar concentrados comerciales. Y el uso de plantas que fijan nitrógeno se traduce en la reducción del gasto en fertilizantes que contengan este elemento. Estas plantas suelen ser cultivadas en bancos forrajeros, los cuales son bloques compactos y a alta densidad (40000 y 160000 plantas ha⁻¹) para maximizar la producción de fitomasa con buena calidad nutritiva (Flores y Tinajero 2008, Ibrahim *et al.* 1999, Navas *et al.* 2002).

El follaje de las especies arbóreas sembradas debe contener más de 15% de proteína cruda para que el sistema se denomine “banco de proteína”. No obstante, si el follaje posee alto niveles de energía (70%), es denominado “banco energético-proteico”. Además, se puede complementar la alimentación con estos insumos producidos en la finca para superar la escasez de pasto durante esa época (Holguín *et al.* 2003).

Restrepo-Sáenz *et al.* 2004, al investigar con potreros con cobertura alta (27%), media (14%) y baja (7%) de árboles en función de los cambios de peso en novillas Brahman, la selectividad de especies forrajeras y la calidad de la dieta en la zona seca del Pacífico de Costa Rica encontraron que en la época lluviosa, el mayor crecimiento animal ocurrió bajo la cobertura alta (893 g animal⁻¹ día⁻¹), superior en 13-14% a la cobertura media y baja, determinado por la mayor selección de *Brachiara brizantha* y la calidad nutricional superior del pasto (DIVMS > 60%) bajo la cobertura alta. Durante la época seca, las novillas bajo cobertura alta perdieron menos peso (93 g animal⁻¹ día⁻¹) que los animales bajo cobertura media (160 g día⁻¹), pero fueron similares a los animales bajo cobertura baja (104 g día⁻¹).

En el cantón de Puntarenas, Costa Rica, se encontró que en la época seca existió una mayor disponibilidad en el sistema de *Brachiaria* spp. en asocio que en monocultivo (una diferencia de 1.120,12 kg⁻¹ ha⁻¹). También se encontró que existe un mayor contenido en relación al monocultivo de materia seca (11,63 y 9,73 kg⁻¹ ha⁻¹), proteína cruda (39,76 y 34,36 kg⁻¹ ha⁻¹) y digestibilidad *in vitro* de materia seca (54,38 y 55,60 kg⁻¹ ha⁻¹) (Trujillo 2007).

3.3.4 Madera

La plantación y/o manejo de la regeneración natural de especies maderables en pasturas puede representar una buena oportunidad para diversificar los ingresos, principalmente en épocas de la caída del precio de la leche y la carne. La siembra de árboles de alto valor comercial en combinación con forrajes puede proveer ingresos diversificados en el mismo terreno (NAC 2000).

Se ha encontrado que con SSP hay un mayor valor actual neto (VAN) de US\$ 213 ha⁻¹ en comparación con los US\$ 46 de la ganadería convencional. Esta situación solo se alcanza si se ofrece un incentivo los dos primeros años equivalentes al costo de la tierra mientras crecen los árboles (Camero *et al.* 2000). En una plantación de pino se reportó un aumento del 30% en los ingresos por medio de SSP en relación a una plantación pura de dicha especie (Sharrow 1999). Además, diversos estudios han evidenciado el efecto positivo de los árboles en potreros sobre la productividad animal (Souza de Abreu 2002, Restrepo-Sáenz *et al.* 2004).

3.3.5 Potencial del mercado para la ganadería y la madera

Cerca del 22% (11,2 millones de hectáreas) del área terrestre de Centroamérica está constituida por tierras de praderas y pastos permanentes (FAOSTAT 2009), pues grandes áreas de bosque tropical han sido taladas para el establecimiento de pastizales. Esta expansión ha llevado a la pérdida y fragmentación de bosques y a la creación de paisajes que constituyen mosaicos de potreros, bosques y cultivos (Kaimowitz 2001). El grado de fragmentación de los ambientes con vegetación natural modifica la disponibilidad de recursos bióticos y abióticos, y altera los procesos biológicos involucrados en la regeneración natural de árboles y por tanto, la distribución de la vegetación arbórea a diferentes escalas de paisaje (Esquivel 2005).

Como actividad económica, el sector de la ganadería genera 1,4% del Producto Interno Bruto (PIB) del Mundo (Steinfeld *et al.* 2006) y es considerada como una de las actividades productivas más importantes dentro del sector agropecuario (Holmann y Rivas 2005). El sector ha aumentado 2,2% en los últimos 10 años (de 1995 a 2005). Actualmente, el sector ganadero corresponde al 40% promedio del PIB del sector agrícola y presenta una tendencia de crecimiento del 50-60% en los países industrializados. La ganadería contribuye a los ingresos de 987 millones de personas pobres en áreas rurales (Ashley *et al.* 1999).

Debido al aumento poblacional y aumento del poder de compra en muchos países en desarrollo, el consumo de carne *per capita* se duplicó pasando de 14 kg en 1980 a 28 kg en 2002. El consumo mundial de carne aumentó de 39,8 millones de tm año⁻¹ en 1973 a 60,1 millones de tm año⁻¹ en 2003 y el consumo de la leche 177,4 millones de tm año⁻¹ en 1973 a 289 millones de tm año⁻¹ en 2003 (FAOSTAT 2009).

En América Central en el año 2003, Guatemala poseía mayor consumo de carne (68,6 mil tm año⁻¹) y Costa Rica con la leche (621,3 mil tm año⁻¹). Sin embargo, Belice presentó un crecimiento de más del 100% en el consumo de carne (1.094 tm año⁻¹ en 1973 a 2.166 tm año⁻¹ en 2003) y cerca del

90% en el consumo de la leche (8.939 tm año⁻¹ en 1973 a 16.487 tm año⁻¹ en 2003) entre el período de 1973 y 2003 (FAOSTAT 2009).

El Banco Central de Belice en 2007 mostró que el sector que más empleo generó en el sector industrial en el país fue la agricultura (22.144 personas, 19,8% del total). Belice poseía una superficie de 85.000 ha de tierras agrícolas en 1975 con un aumento de casi 80% en 2005 (152.000 ha). Luego, la superficie de praderas y pastos permanentes en 1975 era de 37.000 ha y alcanzó 50.000 ha en 1995, manteniéndose en dicha área hasta 2005. La cantidad de cabezas de ganado creció casi 20% de 1977 a 2007 (49.000 en 1977 y 58.500 en 2007). No obstante, en 2005 el país importó 1 tonelada de carne de vacuno (US\$ 4.000) y 461 toneladas de leche fresca (US\$ 539.000) y no exportó ninguno de los ítems en el mismo año (FAOSTAT 2009). Se estima un aumento al 10% del sector agrícola debido al crecimiento constante de la ganadería (Banco Central de Belice 2007).

En relación al recurso forestal, más de 25% de la población mundial (1,6 billones), lo tiene como su medio de vida y cerca de 1,2 billones viven en extrema pobreza (Banco Mundial 2001). Además, desde la década de los setenta hasta la fecha, el comercio forestal mundial se ha caracterizado por una tendencia creciente. En el período 1992–2000 el comercio forestal mundial creció en promedio 5,3% al año (ALADI 2002).

En el año 2006 Centroamérica produjo 1,4 millones de m³ de madera aserrada y 43,7 millones m³ de madera en rollo. La región exportó US\$ 54,05 millones de madera aserrada y US\$ 16,85 millones de madera en rollo en ese mismo año. Por otro lado, en 1996 la importación de madera aserrada fue de 121,32 millones m³ y la importación de madera en rollo fue de 21,34 millones de m³, por lo cual se tuvo que pagar US\$ 23,17 millones por importación de madera aserrada y US\$ 2,57 millones por madera en rollo (FAOSTAT 2009).

Por lo tanto, Centroamérica posee un mercado potencial para la producción de madera con fines comerciales, pues hay un déficit de 216,86 millones m³ de madera en rollo año⁻¹. Así, árboles con fines comerciales en sistemas silvopastoriles pueden ser una buena opción como fuente alternativa de ingresos para pequeños finqueros en épocas de inestabilidad de los mercados de la leche y la carne y los altos costos de producción en sistemas convencionales.

Con respecto a Belice, los recursos maderables fueron muy importantes para su economía hasta el año 1940, cuando constituía alrededor del 80% del total de sus productos de exportación. De 1940 a 1950 representó 25 a 30% y en 1963 representó 15%. Hasta hoy este valor sigue disminuyendo (actualmente el sector forestal representa 0,5% de la economía del país). Entre los años

de 1950 y 1980 la caoba (*Swietenia macrophylla*) representó entre el 30 y 50% de sus exportaciones (Sabido 2007).

La actividad forestal para la economía de Belice ha disminuido en los últimos 40 años debido al crecimiento de la actividad agrícola, basada en productos para la exportación (caña de azúcar, cítricos, mango, papaya, banano y cacao, entre otros). A pesar de la importancia de la actividad forestal en el pasado, la extracción maderera fue muy selectiva. Es decir, se concentraba solamente en las especies con mejores precios en el mercado (a razón de dos a tres árboles acre⁻¹). Por eso, aproximadamente un 70% del territorio beliceño permanece aún con cobertura boscosa (FAO 2000).

Belice posee un total de 1,653 millones de ha de cobertura forestal (159 millones de metros cúbicos de madera), con 612.000 ha de bosques primarios (FRA 2005). Del 70% de la cobertura forestal de Belice, el bosque latifoliado es el que ocupa la mayor cantidad del área (61%) y el pino ocupa el segundo lugar (7,64%). El área restante se compone de bambusales, vegetación arbustiva, manglares y palmas. Según la última evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA, sigla en inglés) en 2005, las especies maderables más comunes del país eran: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela mexicana*, *Pinus caribaea*, *Virola koschnyi*, *Calophyllum brasiliense*, *Terminalia amazonia*, *Lonchocarpus castollii*, *Vochysia hondurensis*, *Astronium graveolems*, *Cordia dodecandra* y *Cordia alliodora*.

De acuerdo al Banco Central de Belice, en 2007 el sector forestal empleaba 1.246 personas (1,11% del total). No obstante, en 2006, el país produjo 35,3 mil m³ de madera aserrada y 187,6 mil m³ de madera en rollo, mientras que las importaciones para ambos productos forestales fueron mayores que las exportaciones (8,6 contra 1,9 mil m³ de madera aserrada año⁻¹ y 1,8 mil contra 230 m³ de madera en rollo año⁻¹) (FAOSTAT 2009).

3.4 La regeneración natural

Existe una tendencia hacia la reducción de la riqueza, abundancia y diversidad de árboles en potreros, debido a la selectividad animal y al manejo que realizan los productores en sus potreros activos (Villanueva *et al.* 2007). Por tal razón, es importante conocer los mecanismos de desarrollo de los árboles en estas áreas.

Generalmente, los árboles crecen por regeneración natural y en el menor de los casos son plantados. No obstante, para su regeneración natural las especies arbóreas deben tener atributos, tales como: alta producción de semillas viables y amplia distribución, rápido desarrollo de las plántulas,

sistema radicular largo y profundo, y la posibilidad de recuperarse después de haber sido defoliados (Archer 1995). También requieren de un manejo adecuado, como por ejemplo, control de especies no deseadas en las pasturas y manejo de la carga animal, entre otros, para poder establecerse en áreas de potreros (Ibrahim y Camargo 2001b).

La dinámica de la regeneración natural de árboles en potreros puede dividirse en varios momentos o etapas biológicas: lluvia y dispersión de semillas, banco de semillas, banco de plántulas, árboles juveniles (brinzales, latizales y fustales) y árboles adultos (en madurez reproductiva). La dispersión y post-dispersión de semillas, su germinación, el establecimiento de plántulas y el crecimiento de los árboles son procesos biológicos que junto con la predación de semillas y la herbivorita, articulan de forma dinámica cada uno de estos momentos. En paisajes naturales, estos procesos son influenciados por factores bióticos y abióticos tales como las características y movilidad de agentes dispersores, las características del suelo, las condiciones ambientales y micro-climáticas del sitio, la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento, la intensidad de la predación de semillas y la herbivorita, y la competencia con la vegetación preexistente. Estas interacciones determinan en un paisaje natural la disponibilidad y distribución espacial de las semillas en el suelo, el tamaño del banco de plántulas y la abundancia de juveniles y árboles adultos (Esquivel 2005).

Según Ibrahim y Camargo (2001a) en condiciones del bosque húmedo tropical de Costa Rica, un área con pastura con densidad de 265 latizales ha^{-1} de laurel (*Cordia alliodora*), con promedio de 70% de sobrevivencia, se le recomienda un raleo del 30%. Aproximadamente entre los 5 y 8 años; después se propone otro raleo (para evitar competencia entre el pasto e intra-específica). Finalmente, se llegaría una población de alrededor de 60 árboles ha^{-1} . Si se conserva el 10% para garantizar el ciclo de regeneración y utilizando como referencia un dap de 30 cm, una altura de 30 m y un factor de volumen comercial de 0,45, se obtendrían 26 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de madera en pie. De acuerdo al precio con que se paga la madera de laurel en Costa Rica, se pueden obtener ingresos brutos totales de alrededor de US\$ 1.500 ha^{-1} sin tener en cuenta costos de manejo y posibles efectos en otros, incluyendo el de las pasturas. Por lo tanto, el manejo de la regeneración natural es una actividad cíclica que se puede replicar a más áreas de la finca y es adicional a la producción ganadera.

3.5 Política forestal, marco institucional y legal de Belice

En la década de 1920, el Fondo Forestal (Forest Trust) se convirtió en el Departamento Forestal (Forest Department) y estableció la primera reserva forestal y el primer programa forestal

basado en la extracción del recurso forestal. El 2 de septiembre de 1945 fue aprobada y publicada la “Política Forestal de la Honduras Británica” (hoy Belice) que permanece hasta hoy como la base de la actual política forestal, implementada por la Ley Forestal (Forest Act) (FAO 2007a).

“La política se ocupa de determinar y expresar un plan de acción para el logro de un objetivo específico. Así, la política forestal se encarga del modo en que deberían manejarse los recursos forestales para cubrir las necesidades humanas y satisfacer las demandas de la sociedad en cuanto a los bienes y servicios que puede ofrecer la silvicultura, así como a los valores no materiales que representan los árboles y los bosques” (Dembner 1993).

La Política Forestal de Belice fue hecha para estimular el uso del bosque y sus recursos a través de planificación apropiada. Dicha política fue desarrollada en una época en que el sector forestal contribuía con más del 60% al PIB del país. Según los datos del Instituto Estadístico de Belice (SIB) para el año 2007 la actividad forestal y el aprovechamiento maderable contribuyó con el 0,5% del PIB nacional, lo cual representa 6,5 millones de dólares americanos del PIB a precios constantes.

“La legislación tiene por objetivo orientar y controlar la actuación de los grupos e individuos con respecto a una política establecida. Las leyes y los reglamentos fijan incentivos para el cumplimiento de los objetivos de las políticas y sanciones para desalentar las actuaciones que se oponen a su consecución. También atribuyen a uno o varios organismos ejecutivos las responsabilidades de su aplicación” (Dembner 1993).

La Legislación Forestal fue promulgada el primero de enero de 1927 con el nombre de Ley Forestal (Forests Act) y ha sido revisada principalmente para ajustar la coherencia con el lenguaje actual. En 1995 la Ley fue revisada para ajustar las tarifas sobre la extracción de la madera. No obstante, el principio rector se mantuvo inalterado. El Departamento Forestal pasó a formar parte del Ministerio de Recursos Naturales y del Medio Ambiente desde 1995 y desempeña las actividades del ámbito forestal que son controladas básicamente por tres leyes (Ley Forestal, Ley de Áreas Protegidas y Ley de Vida Silvestre).

En 2003 se hizo una revisión en la Ley Forestal (Forest Act Subsidiary), en cuanto a su regulación y consolidación: ordenación de las reservas forestales; regulación forestal (protección de los árboles); ordenación de los impuestos de exportación forestal; reglamento forestal; delegación de poderes para la licencia forestal; regulación de la protección de manglares; aplicación de la Ley de tierras privadas; poderes de la proclamación del oficial forestal; y regulación de los caminos

forestales. Según el Programa Forestal Nacional 2007 (FAO 2007a), actualmente el Departamento Forestal opera con políticas informales y a veces no escritas para los actores sociales.

El aprovechamiento maderable se realiza con base a licencias que el Gobierno emite mediante un proceso de diligencia. Dentro de este proceso se verifica la capacidad que el postulante tiene para aprovechar la madera (plan de manejo) y la capacidad que el bosque tiene para un aprovechamiento forestal.

3.6 La no observancia de las leyes forestales – la ilegalidad y sus implicaciones

La superficie del Mundo aún está cubierta con alrededor de 29% de bosques (cerca de 39,373 billones de ha). Los bosques proveen comida, abrigo, ropa y salud para una cantidad significativa de personas que los utilizan y dependen de ellos para sobrevivir. Además, los árboles sirven para generar ingresos, excedentes y servicios (FAO 2007b). Los ecosistemas forestales de Mesoamérica, con su alta biodiversidad y por su valor socioeconómico, brindan servicios ambientales a 195 mil personas en el sector formal (FRA 2005). No obstante, se encuentran gravemente amenazados por procesos de deforestación y degradación, siendo la frontera agrícola una de las mayores causas junto con la tala y comercio ilegal de productos forestales (TRTCIMG 2007). En Mesoamérica, al igual que en el resto del mundo, una proporción de madera cuya magnitud se desconoce, se tala, elabora y comercializa ilegalmente (FAO 2006). Por otro lado, la ilegalidad priva a los gobiernos de Mundo de billones de dólares en impuestos de sus ingresos (Kaimowitz 2003).

Las actividades ilegales en el sector forestal se favorecen por una serie de causas subyacentes, tales como un marco normativo y jurídico deficiente, insuficiencia de la información sobre los recursos forestales y las operaciones ilegales, escasa capacidad de aplicación de la ley en los países productores y una demanda elevada de madera barata (FAO 2006). Además, la corrupción en los sectores público y privado está intrínsecamente vinculada con la tala ilegal y el comercio asociado.

Para plantear la discusión de la ilegalidad, se debe contextualizar en primer lugar lo que es ilegal o no. Lo que en un país puede ser ilegal en otro puede no serlo. Por lo tanto, no hay un solo patrón con relación a las reglas y leyes para distinguir si un acto es ilegal o no. Bajo la definición de tala ilegal se caracteriza a la madera explotada sin autorización, violando leyes y reglamentos previamente establecidos (FAO 2005). Las ilegalidades podrían incluir:

- La tala ilegal (corte en áreas protegidas, ausencia de licencias y otros aspectos).
- El transporte ilegal de madera.

- El comercio ilegal (madera contrabandeada, comercio de especies de madera prohibidas por ley y otras).
- El procesamiento ilegal de productos forestales.
- Los precios de transferencia entre empresas de un mismo grupo.
- Las prácticas ilegales de contabilidad.
- Los delitos financieros y prácticas de corrupción (sobornos, retención de información pública y otros).

No hay una receta que pueda ser utilizada para reducir las actividades forestales ilegales. Sin embargo, varios estudios mencionan prácticas para rebajar la no observancia de las leyes. Según el Taller Regional sobre la Tala y Comercio Ilegal de Madera y Gobernabilidad (TRTCIMG 2007) donde se reunió a los representantes de los sectores forestales de los países de Centroamérica, se reconoce que hay muchas acciones que se podrían hacer para disminuir la ilegalidad, tales como: desarrollar y preparar una estrategia dentro de la política sectorial y marco legal que sean claros, coherentes, racionales y transparentes; mejorar y fortalecer las estructuras institucionales y promover la participación social; y mejorar la tecnología y socialización de la información.

Además otros estudios (FAO 2005 y Contreras-Hermosilla y Global Witness 2003) indican la necesidad de mejorar la interface entre el gobierno y el sector privado para detectar delitos forestales de una manera efectiva y más rápida, organizar una rápida y determinada acción para suprimir acciones ilegales, y prevenir acciones ilegales cambiando sistemas de incentivos (positivo o negativo) a cambio de un mejor comportamiento.

El sector privado considera que además de la estructura normativa, otro importante factor que aumenta las actividades ilegales es la ineficacia del gobierno y la burocracia asociada a los permisos necesarios para operar en el sector forestal. La demora en el proceso tiene costos altos que impactan la producción e incentivan la corrupción. Las prácticas ilegales pueden, por ejemplo, volverse una opción para una empresa que necesita generar dinero para mantener en funcionamiento sus operaciones (FAO 2005).

3.6.1 La tala ilegal en Belice

Ocurre en todas las regiones del país, en áreas protegidas o no. A donde la motosierra puede llegar y las autoridades no están, ocurre la tala ilegal. Así muchas especies valiosas como *Swietenia*

macrophylla, *Cedrela* spp. y *Dalbergia retusa* son cortadas ilegalmente. El comercio ilegal de la madera tiene como principal destino el mercado local, como por ejemplo las tiendas de muebles, construcciones de lujo (de hoteles y casas) y pequeños aserraderos (Sabido 2008).

Para el Departamento Forestal es difícil cuantificar el volumen preciso de madera extraída por la deficiencia en el sistema de documentación y manejo de informaciones de actividades ilegales (Hunter y Santos 2008). Se cree que la mayoría de los casos de tala ilegal en el país no son detectados. Por ejemplo, para el año 2005, el Departamento Forestal reportó apenas un total de 35 m³ de madera de *Swietenia macrophylla* y se desconoce la cantidad de dinero por impuestos que se deja de percibir por la explotación ilegal de madera en el país (Hunter y Santos 2008).

En Belice se puede distinguir diferentes tipos de tala ilegal:

- Talar y/o convertir árboles sin permiso del Departamento Forestal y/o del propietario de la tierra; o sea sin tener una licencia.
- Talar más árboles o especies de lo permitido dentro de la licencia emitida por el Departamento Forestal.
- Talar árboles que no están incluidos dentro de la licencia y ocultar evidencias para evadir las tarifas.
- Traficar madera o cualquier otro producto forestal sin autorización.
- Convertir maderas duras, primarias y secundarias, y madera liviana (de coníferas) en madera aserrada utilizando motosierra o cualquier herramienta similar.

Los recursos del Gobierno de Belice destinados al Departamento Forestal han disminuido en los últimos cinco años (de US\$ 1.111.392 para el año 2003 a US\$1.040.086 año⁻¹ para el periodo 2008-2009), con lo cual se debilita cada vez más el control y monitoreo de las actividades forestales e indirectamente se incentiva para que los operadores incurran en actividades ilegales (Hunter y Santos 2008).

Con la política de la “Temporada Forestal” (Logging Season) en 2006 y con la reducción de licencias a corto plazo, la cantidad de madera primaria ha disminuido de manera brusca, aunque las tasas de ilegalidad aumentaron (Sabido 2007).

En promedio, los casos llevados a juicio con relación a tala ilegal de árboles y delitos comunes requieren de seis meses hasta dos años para delitos financieros. A escala nacional, solamente veinte casos por mes han sido llevados ante la corte, con una tasa de 50% de éxito (Hunter y Santos 2008).

Para enfrentar la explotación ilegal de madera en Belice, se ha instituido la “Temporada Forestal”; se ha aumentado el número actores involucrados en el Sur del país en el sector forestal; se han hecho revisiones a la política y ley forestal y de áreas protegidas; y se han establecido acuerdos de cogestión (Sabido 2007).

3.7 Revisión bibliográfica

- Albrecht, A; Kandji, ST. 2003. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99 (1-3):15-27.
- Albertin, A; Nair, PK. 2004. Farmers` perspectives on the role of shade trees in coffee productions systems: an assessment from the Nicoya Peninsula, Costa Rica. *Human Ecology* 32(4): 443-463.
- Alonzo, YM; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas* 8(30):24-27.
- Andrade, JHC. 2007. Growth and inter-specific interactions in young silvopastoral systems with native timber trees in the dry tropics of Costa Rica. Tesis PhD. Turrialba, CR. CATIE – UWB. 224 p.
- Ante, AO. 2004. Evolución de los Componentes Agroforestales. Valle del Cauca, Colombia, Fundación Ecovivero. 18 p.
- Ashley, S; Holden, S; Bazeley, P. 1999. Livestock in poverty-focused development. Crewkerne, UK. 95 p.
- Banco Central de Belice. 2007. Informe Anual del 2007. 129 p.
- Barrance, AJ; Flores, L; Padilla, E; Gordon, JE; Schreckenber, K. 2003. Trees and farming in the dry zone of southern Honduras I: campesino tree husbandry practices. *Agroforestry Systems* 59: 97-106.
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Service functions of agroforestry systems. In: World Forestry Congress. Quebec, Canadá, September 2003. 14 p.
- Bene, JG; Beal, HW; Côté, A. 1977. Trees, food, people: land managment in the tropics. IDRC, Ottawa, Canadá. 59 p.
- 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.
- Camero, A; Camargo, JC, Ibrahim, M; Schlönvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. Eds. Pomareda, C; Steinfeld, H. In Seminario Intensificación de la

- ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. 1 ed. Nuestra tierra. San José, CR. CATIE-FAO- SIDE. p. 177-198.
- 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.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Ramírez, E; Villanueva, C; Sepúlveda, C; Araya, JL. 2007. Pago por servicios ambientales y cambios en los usos de la tierra en paisajes dominados por la ganadería en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45: 79-85.
- Cerrud, R; Villanueva, C; Ibrahim, M; Stoian, D; Esquivel, H. 2004. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales del distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, Panamá. *Agroforestería en las Américas* (41-42): 43-49.
- Combe, J; Budowski, G. 1979. Classification of agro-forestry techniques. In: Proceedings. Workshop Agroforestry Systems in Latin América. (1º: 1979: Turrialba, CR). Turrialba: UNU-CATIE. 220 p.
- Contreras-Hermosilla, A; Global, Witness. 2003. Emerging best practices for combating illegal activities in the forest sector – *Governance and poverty impacts of the illegal timber trade in Central America*. DFID – World Bank – CIDA. 40 p.
- Del Gatto, F. 2008. Los impactos de la producción forestal no controlada en Honduras. (en línea). Consultado el 6 de Nov. 2008. Disponible en: <http://www.talailegal-centroamerica.org>
- Enríquez-Lenis, ML; Sáenz, JC; Ibrahim, M. 2007. Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje dominado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:49-57.
- Esquivel, MJ. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba, CR, CATIE. 142 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2000. Evaluación de los productos forestales no madereros en América Central. Roma, Italia, FAO. 104 p.
- FAO. 2005. National report Belize. Latin American Forestry Sector Outlook Study Working Paper - ESFAL/N/17, Belize Forest Department and FAO. Rome, Italy, FAO. 70 p.
- FAO. 2006. Las mejores prácticas para fomentar la observancia de la ley en el sector forestal. Estudio FAO: Montes 145. Roma, Italia, FAO. 142 p.
- FAO. 2007a. National Forest Program Facility (NFP) concept note; Belize Forest Department. Rome, Italy, FAO. 31 p.
- FAO. 2007b. State of the World's Forests. Rome, Italy, FAO. 156 p.

- FAOSAT. 2009. Base de datos estadísticos. (en línea). Consultado el 6 de Nov. 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org>
- Flores, FI; Tinajero, JJM. 2008. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en Marcha* 21(1):28-40.
- Galindo, WF; Murgueitio, E. 2003. Herramientas de manejo sostenible para la ganadería. *In* Galindo WF, Murgueitio E, Giraldo LU, Marín A, Berrío LF, Uribe F. 2003. Manejo sostenible de los sistemas ganaderos Andinos. Cali, Colombia, CIPAV. p. 19-88.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Saenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Sinclair, FL. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 111(1-4): 200-230.
- Holguín, VA; Ibrahim, M; Mora, J; Rojas, A. 2003. Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito de la región Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):40-46.
- 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, CO, CIAT. 70 p. (Documento de trabajo 202).
- Hunter, F Jr; Santos, T. 2008. National synthesis of governance in the forest sector of Belize. Belmopan, Belize, Forest Department. 38 p.
- Ibrahim, M; Camero, A; Camargo, JC; Andrade, HJ. 1999. Sistemas silvopastoriles en América Central: experiencias en el CATIE (en línea). Turrialba, CR. Consultado el 25 de Dic. 2005. Disponible en <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/IbrahimM.htm>
- Ibrahim, M. 2005. Degradación y recuperación de pasturas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.
- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's tropical forest? *In* Angelsen, C; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural technologies and tropical deforestation*. Wallingford, UK, CABI. p. 1-20.
- Lundgren, BO; Raintree, JB.1982. Sustained agroforestry. *In*: Nestel B (ed) *Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia*. ISNAR, The Hague, Netherlands. p. 37-49.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15(2):226-231.

- Marín, Y; Ibrahim, M; Villanueva, C; Ramírez, E; Sepúlveda, C. 2007. Los impactos de un proyecto silvopastoril en el cambio de uso de la tierra y alivio de la pobreza en el paisaje ganadero de Matiguás, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45:86-92.
- Mazoyer, M; Roudart, L. 1997. *Histoire des agricultures du monde*. Paris, Le Seuil. 705 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.
- Molina, JR. 2005. Secuestro de carbono y uso de agua en sistemas silvopastoriles con especies maderables nativas en el trópico seco de Costa Rica. Tesis. Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 87 p.
- NAC. 2000. Working trees for livestock. National Agroforestry Center, USDA. 6 p.
- Nair, PKR. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: 97-128.
- Nair, PKR. 1993. Classification of agroforestry systems. In: Nair, PKR. *An introduction to agroforestry*. Kluwer Academic, The Netherlands. p. 21-53.
- Navas, A; Patiño, H; Vargas, JE; Estrada, J. 2002. Producción de *Gliricidia sepium* (matarratón) en bancos de alta densidad. Universidad de Caldas, Colombia. Roma, Italia, FAO. 9 p.
- Navas, A; Restrepo, C; Jiménez, G. 2001. Ruminant function in sheep supplemented with *Pithecellobium saman* pods. In Ibrahim, M. ed. *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral Systems. San José, CR. p. 285-289.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. *Sistemas Silvopastoriles*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 276 p. (Materiales de Enseñanza CATIE No. 44).
- Pinheiro, MLC. 2004. *Pastoreo rotacional Voisín*. Tecnología agroecológica para el tercer milenio. 1° ed. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur. 336 p.
- Ramos, RAV. 2003. Fraccionamiento del carbono orgánico del suelo en tres tipos de uso de la tierra en fincas ganaderas de San Miguel de Barranca, Punta Arenas, Costa Rica. Tesis. Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 96 p.
- Restrepo-Sáenz, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Harmand, JM; Morales, J. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 41-42:29-36.
- Ríos, N; Cárdenas, AY; Andrade, HJ; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:66-77.

- Sabido, W. 2008. Industry comments on illegal logging in Belize. Comments on illegal logging in Belize. 2008. 2 p.
- Sabido, W. 2007. Informe del segundo taller regional sobre la tala y comercio ilegal de madera y gobernabilidad. San Pedro Sula, Honduras. Roma, Italia, FAO. 61 p.
- Sáenz, J; Menacho, RM. 2005. Riqueza y abundancia de las aves migratorias en paisajes agropecuarios de Esparza, Costa Rica. *Zeledonia* (9)1:10-21.
- Schoeneberger, M; Ruark, G; Nair, PK. 2003. Agroforestry—helping to achieve sustainable forest management. In *The role of planted forests in sustainable forest management: Reports and Papers of the UNFF Intersessional Experts Meeting*, 240-253; 25-27 March 2003, Wellington, NZ. Consultado el 8 de nov. 2008. Disponible en <http://www.maf.govt.nz/>
- Sharrow, SH. 1999. Silvopastoralism: competition and facilitation between trees, livestock and improved grass-clover pastures on temperate rainfed lands. In Buck, L; *et al.* (eds). *Agroforestry in sustainable agricultural systems*. p. 111-130.
- Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19:233-240.
- Somarriba, E. 1998. Diagnóstico y diseño agroforestal. *Agroforestería en las Américas* 5 (17-18): 68-72.
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in the humid Tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 105 p.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de la Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26):53-56.
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M, Hann, C. 2006. *Livestock's long shadow*. Roma, Italia, FAO. 408 p.
- Torquebiau, EF. 2000. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. *Life Sciences* 323:1009–1017.
- Trujillo, JAJ. 2007. Diseño de sistemas de producción ganaderos sostenibles con base a los sistemas silvopastoriles para mejorar la producción animal y lograr la sostenibilidad ambiental. Tesis MSc. Turrialba, CR, CATIE. 122 p.
- 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.

Zapata, A; Murgueitio, E; Mejía, C; Zuluaga1, AF; Ibrahim, M. 2007. Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia. *Agroforestería en las Américas* 45:86-92.

4 ARTÍCULO 1. EVALUACIÓN BIOFÍSICA DEL POTENCIAL DEL RECURSO MADERABLE DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CAYO, BELICE

Resumen

Los árboles dispersos en áreas de pasturas son los sistemas silvopastoriles más comunes en fincas ganaderas de Belice, donde los recursos maderables crecen por lo general, a través de regeneración natural inducida por el productor. En este tipo de sistemas es importante seleccionar las especies forrajeras que puedan adaptarse morfológica y fisiológicamente a bajas intensidades lumínicas. Por lo tanto, es necesario evaluar el potencial biofísico del componente arbóreo, así como la abundancia y riqueza de la regeneración natural arbórea en dicho tipo de sistemas. En el presente trabajo se seleccionaron 35 fincas con sistemas silvopastoriles en el Distrito de El Cayo y se establecieron muestreos en parcelas de 1 ha en áreas de pasturas con alto potencial maderable. En cada parcela se realizó un censo de todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ 5 cm, así como un muestreo de brinzales y latizales. Se determinó la abundancia, riqueza, diversidad, el Índice de Valor de Importancia (IVI), la cobertura de las copas de los árboles y la distribución de especies por sus clases diamétricas. Se realizaron 73 parcelas de muestreo temporales con un promedio de $27,48 \pm 4,56\%$ de representatividad de las áreas de pasturas por finca, con 1891 individuos de 63 especies, dentro de 52 géneros y 17 familias. Según el IVI, las especies maderables más importantes fueron *Cedrela odorata* (100,61%), *Enterolobium cyclocarpum* (13,52%), *Piscidia piscipula* (13,35%). Se muestreó más de 4265 individuos de regeneración natural y se encontró que más del 50% de los individuos pertenecen a las clases de 20 y 29 cm de dap. El IVI promedio de los brinzales fue $3,51 \pm 0,59$ y el de los latizales $8,70 \pm 2,25$. El promedio de la cobertura arbórea en las parcelas muestreadas fue $20,80 \pm 1,79\%$. La correlación *Spearman* entre la cobertura arbórea y el número de especies fue 0,31 ($p < 0,0001$). Se concluye que un gran porcentaje de fincas poseen recursos maderables considerables que pueden contribuir a diversificar la producción, pero que existen pocos individuos en la categoría de latizales que requiere mejorar el manejo para garantizar el reclutamiento hacia clases mayores y de esa forma, obtener un manejo forestal sostenible dentro del sistema de árboles maderables en pasturas de la zona de estudio.

4.1 Introducción

Cerca del 22% (11,2 millones de hectáreas) del área de Centroamérica está constituida por tierras destinadas a pastoreo altamente fragmentadas (FAOSTAT 2009). El uso de la tierra para sistemas de pastoreo intensivo se incrementó durante las últimas décadas principalmente por la conversión de tierras de bosque. Esta expansión ha llevado a la pérdida y fragmentación de bosques y a la creación de paisajes que constituyen mosaicos de potreros, bosques y cultivos (Kaimowitz 2001). La ganadería en Centroamérica, como en otras partes del mundo, busca satisfacer una demanda creciente por carne y leche, lo cual pone gran presión en los limitados recursos naturales (Steinfeld *et al.* 2006).

En Centroamérica las cercas vivas junto con los árboles dispersos en pasturas son de los sistemas más comunes en las propiedades ganaderas (Camargo *et al.* 2000, Galindo y Murgueitio 2003, Harvey *et al.* 2005), ya que proveen sombra y alimentos para los animales y generan ingresos a través de la venta de madera y frutales. Según varios autores (Camero *et al.* 2000, Beer *et al.* 2003, Areskoug 2001, Harvey *et al.* 2005), la composición florística y diversidad taxonómica del componente arbóreo son de gran importancia en los SSP para la conservación de la biodiversidad, ya que tienen la capacidad de prestar servicios ambientales como la captura de carbono, protección del suelo, conservación de biodiversidad, facilitar el flujo genético entre áreas de bosques, conservando genotipos particulares encontrados en las mismas y mantener la viabilidad mínima de las poblaciones, entre otros.

Por otro lado, los árboles en SSP contribuyen a la restauración de pasturas degradadas como sumideros de carbono y como alternativa estratégica para reducir la presión sobre los bosques (Harvey y Harber 1999, Villanueva *et al.* 2003). También, ha sido reportado su papel facilitador en el movimiento de flujo genético de poblaciones arbóreas y su capacidad para ser un puente de conexión entre el bosque y el agropaisaje (Dunn 2000).

Los árboles en pasturas por lo general, crecen a través de regeneración natural y en menor proporción son plantados por el propietario (Mimenza 2007). La regeneración natural es la forma menos costosa para medianos y pequeños propietarios rurales. En áreas perturbadas, la regeneración natural y el potencial de colonización se han vinculado con aspectos como la dispersión de semillas, los tamaños de los fragmentos de bosque y la distancia entre ellos (Sothwood y Kennedy 1983). Para esto, es necesario que las especies arbóreas tengan algunos atributos, tales como alta producción de

semillas viables y amplias posibilidades de distribución, rápido desarrollo en las plántulas, sistema radicular largo y profundo, y la posibilidad de recuperarse después de haber sido defoliados (Archer 1995).

Una mayor cobertura arbórea puede llevar a la reducción de la producción de pasto y de la carga animal, pero también puede contribuir con la reducción del estrés calórico del animal y por consiguiente incrementar su productividad (Souza de Abreu *et al.* 2002).

El crecimiento y la calidad de pasturas están directamente relacionados con la disponibilidad de luz. Algunas especies de pastos, como *Panicum maximum*, ha sido reportada como de las más tolerantes a la sombra (Wong 1990; Bhatt *et al.* 2002); otras como *Brachiaria brizantha*, *B. mutica*, *B. decumbens* y *Cenchrus ciliaris* se adaptan bien a niveles medios de sombra (entre 35 y 65%) (Wong 1990; Bhatt *et al.* 2002; Carvalho *et al.* 2002). En este sentido, para la selección de pastos se debe tomar en cuenta las especies que puedan adaptarse morfológica y fisiológicamente a bajas intensidades lumínicas (Dias-Filho 2000).

Considerando estas características relevantes de los SSP, el objetivo del presente estudio es determinar el potencial biofísico tanto del componente arbóreo (composición, abundancia, riqueza, diversidad y estructura), así como la abundancia y riqueza de la regeneración natural arbórea en fincas privadas del Distrito del Cayo.

4.2 Antecedentes del país de estudio

Belice (la antigua Honduras Británica) está situada en la costa Este de Centroamérica frente al mar Caribe (15°53' - 18°30'N; 87°15' - 89°15'W), y limita al Oeste con Guatemala y al Norte con México. En su parte Oeste, Suroeste y Sur se ubica el macizo montañoso denominado “Montañas Mayas”; la costa entera y la parte norte del país corresponden a las “planicies bajas”. Su territorio cubre una superficie de 22.966 km² (el segundo país más pequeño de Centroamérica después de El Salvador con 21.040 km²). Desde su independencia en 1981, Belice ha logrado consolidar un sistema estable de gobierno de tres poderes. Su población actual es de 311.500 habitantes (SIB 2008). De éstos, 51% de la población está ubicada en áreas urbanas y 49% en zonas rurales. El país está dividido en seis distritos (Corozal, Orange Walk, Belize, Cayo, Stann Creek y Toledo). La economía de Belice es pequeña y depende principalmente de la agricultura, en particular de la producción de bananos, azúcar y cítricos (FAO 2005).

4.3 Preguntas de investigación

- ¿Las fincas agropecuarias del Distrito del Cayo poseen árboles maderables?
- ¿Los recursos maderables de los SSP tienen una alta relevancia económica y potencial hacia su aprovechamiento sostenible?
- ¿La regeneración natural arbórea en los SSP del Distrito del Cayo, Belice garantiza un manejo y aprovechamiento maderable sostenible?

4.4 Metodología

4.4.1 Descripción del área de estudio

Esta investigación se realizó en el Distrito del Cayo, Belice, ubicado en las coordenadas 17°9'N - 89°3'W (Figura 3) y a 35 km de la ciudad capital (Belmopan). El Distrito del Cayo es el más grande de los seis distritos administrativos de Belice y cubre 5.196 km². El clima de Belice es subtropical, moderado por la brisa que sopla a lo largo de la costa, caracterizado por una época lluviosa y otra seca. La temperatura anual varía entre 17,9 y 34,7°C, con valores mínimos de 20 °C y máximos de 31 °C. Las precipitaciones anuales son abundantes en la región Sur (4.064 mm) y disminuyen en el Norte (1.524 mm), alcanzando un promedio de 1.800 mm (Belize NMS 2008). Las lluvias ocurren en mayores densidades en la región Norte y central del país, entre enero y abril o mayo, con menos de 100 mm de lluvia mes⁻¹. La estación seca es menor al Sur, ocurriendo entre febrero y abril.

Se estima que el Distrito del Cayo tiene más de 70% de la tierra cultivada por pequeños finqueros en áreas ecológicamente frágiles. Además, la mayoría de estos productores utilizan la tumba y quema como un sistema de cultivo (Gibson y Cotrofeld 2004). Las fincas, en su mayoría, son para subsistencia con pocas cabezas de ganado. Sin embargo, según el Levantamiento Ganadero del Distrito del Cayo del 2006, los productores de ganado para carne, son pequeños y medianos finqueros que poseen menos de 20 y entre 20 y 80 cabezas de ganado, respectivamente. Siendo pocos los propietarios que poseen más de 80 cabezas de ganado vacuno.



Figura 1. Localización del área de estudio en el Distrito del Cayo, Belice.

4.4.2 Identificación y selección de fincas

Se realizó con base al levantamiento ganadero más reciente del Distrito del Cayo, hecho entre febrero y marzo del 2006 y en regiones donde la oficina del Departamento Forestal de San Ignacio tiene potestad administrativa. Fue allí donde se buscó representar un 30% de las comunidades y fincas con sistemas silvopastoriles definidas por los siguientes criterios:

- Características socioeconómicas: pequeños y medianos productores.
- Tipo del SSP: árboles dispersos en potreros y/o cercas vivas.
- Densidad de árboles: bajas y altas densidades de árboles maderables comerciales.
- Disponibilidad del finquero: una vez seleccionada la finca por las condiciones anteriores, se verificó la posibilidad y disposición que el propietario tenía para participar en la investigación.

Al final, las 35 fincas seleccionadas fueron geo-referenciadas en el campo con apoyo de un sistema posicionamiento global (GPS) para ubicación de las mismas en el mapa del Distrito y representaron un área de 1.135,71 ha.

4.4.3 Evaluación biofísica

Esta evaluación tuvo como objetivo analizar el componente arbóreo de las fincas con SSP. Después que las fincas fueron seleccionadas, se hizo un inventario tanto de los árboles como del potencial de regeneración natural.

4.4.3.1 Establecimiento de unidades de muestreo

Se colectó informaciones sobre especies, diámetro a la altura del pecho (dap), altura total, forma y defectos de los árboles. Se utilizó una cinta diamétrica para medición del dap y un clinómetro para medir la altura. También fueron considerados árboles con dap mínimo de 5 cm y altura mínima de 1,30 m, para inventariar brinzales y latizales.

4.4.3.1.1 Árboles dispersos

Para el inventario de árboles dispersos en potreros, se utilizaron unidades de muestreo con un total de 1 ha (100 m x 100 m). La ubicación de las parcelas fue dispuesta en áreas de pasturas con alto potencial maderable y de acuerdo al área de las pasturas, distribuidas según el Cuadro 1.

Cuadro 1. Inventario de forestal y de regeneración natural para los árboles dispersos en potreros en cada unidad de muestreo del Distrito del Cayo, Belice.

Área de pastura en la finca (ha)	Inventario forestal		Inventario de regeneración natural de latizales y brinzales	
	No. Parcelas	Área de la parcela (ha)	No. de parcelas circulares	Área de la parcela circular (m ²)
≤ 1	Censo		16	
1 – 5 ha	1	1	16	50
5 – 10	2		32	
> 10	3		48	

4.4.3.1.2 Árboles en línea

Para inventariar los árboles en línea (cortinas rompevientos y cercas vivas) se utilizaron unidades de muestreo (no necesariamente continuas) en transectos lineales de 100 m de longitud clasificados según la composición botánica de los árboles, composición estructural (tipo del dosel) y el tipo de suelo por el cual colinda. En dichos transectos se midieron los árboles para fines comerciales con dap mayores a 5 cm. Los transectos fueron establecidos en el centro de cada plantación lineal cuando estos tuvieron composición semejante. En situaciones en que los árboles en línea se encontraban en un mismo tipo de uso del suelo, se dividió los 100 m del muestreo en forma

equitativa (cuatro sub-transectos) a lo largo del segmento. En los casos donde las plantaciones lineales dividían dos diferentes usos del suelo, se hizo transectos para cada tipo de composición botánica. Para cercas con longitudes menores a 100 m, se midió todo el segmento.

4.4.3.2 Regeneración natural

El inventario de regeneración natural de árboles dispersos en áreas de pasturas (brinzales y latizales) se realizó mediante un muestreo de forma sistemática con 16 sub-parcelas circulares de 50 m² dentro de cada unidad de muestreo (1 ha). El número de parcelas para el inventario de regeneración por finca fue de acuerdo el total de transectos establecidos dentro de la misma (Cuadro 1 y Figura 2).

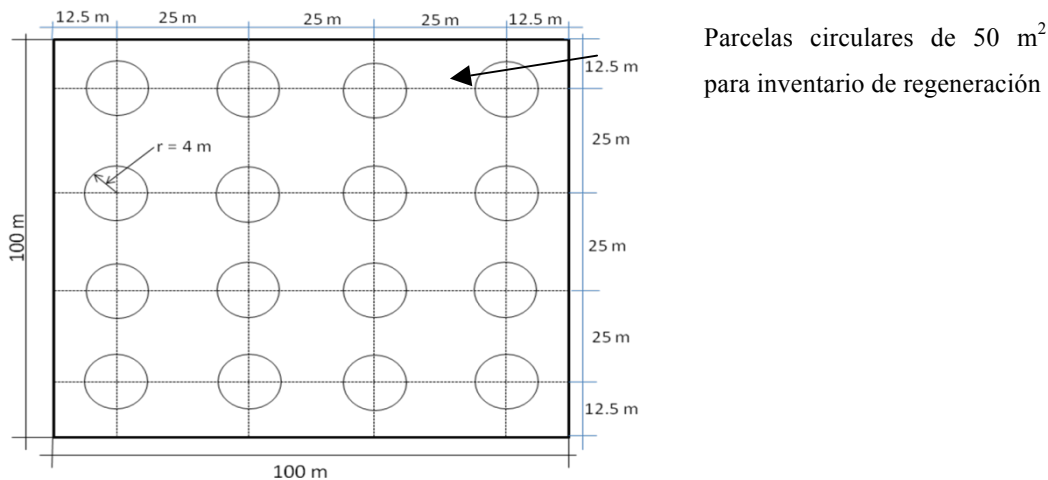


Figura 2. Diseño de las sub-parcelas temporales para el muestreo del regeneración natural de árboles dispersos en pasturas en el Distrito del Cayo, Belice.

4.4.3.3 Cobertura arbórea

La cobertura arbórea de cada individuo fue medida tomando en cuenta el promedio del diámetro de copa en dos direcciones perpendiculares. El cálculo se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Área de Copa} = (\pi * D1 * D2) / 4$$

Donde:

D1 = diámetro de copa 1

D2 = diámetro de copa 2

4.4.4 Cálculo del volumen de los árboles dispersos y en línea

La estimación del volumen de madera se realizó por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen estimado} = \text{dap}^2 * \text{h} * \pi / 4 * \text{Ff}$$

Donde:

dap = diámetro a altura del pecho (m)

h = altura comercial (m)

Ff = Factor de forma general (0,45 para altura comercial)

4.4.5 Composición florística

Se analizó el componente arbóreo y la regeneración natural mediante el IVI a partir de la suma de la abundancia (número de individuos parcela⁻¹), frecuencia (parcelas en las que las especies estuvieron presentes) y dominancia (área basal) (Curtis & McIntosh 1950, citado por Lamprecht 1990). La clasificación de las familias se basó en el *Angiosperm Phylogeny Group II* (APG II) (2003).

4.4.6 Composición florística y diversidad taxonómica

Para cada una de las parcelas se calcularon los siguientes parámetros estructurales: abundancia (número de individuos ha⁻¹) y área basal (m² ha⁻¹), cobertura arbórea (porcentaje ha⁻¹), distribución por clases diamétricas de la frecuencia relativa de los individuos del total de especies. Además, para determinar las relaciones entre el porcentaje de cobertura arbórea, número de individuos y el porcentaje y el número de especies se realizó un análisis de correlación *Spearman* con el programa InfoStat (2009).

4.5 Resultados y discusión

4.5.1 Información general de las fincas muestreadas

Se muestreó un total de 73 parcelas de 1 ha, con un promedio de 27,48 ± 4,56% de las áreas de pastura en 35 fincas con sistemas silvopastoriles con árboles dispersos o cercas vivas. El tamaño de las fincas varió entre 1,82 y 161,84 ha, siendo el promedio del área total de 32,45 ± 7,06 ha. Las áreas de las pasturas oscilaron entre 0,81 y 141,61 ha, siendo 19,51 ± 4,61 ha el promedio.

Los árboles dispersos se verificaron en todas las fincas estudiadas y los árboles en línea se midieron en 10 fincas (29% del total). Todos los propietarios afirmaron que los árboles se

establecieron por medio de regeneración natural, aunque un 14% indicó que además había plantado especies arbóreas en sus fincas.

El 83% de los propietarios mencionó que la abundancia de árboles cambió en los últimos años: un 37% dijo que se redujo el número de árboles desde que posee la finca, un 43% indicó que posee más árboles y 20% que no hubo cambios de gran importancia. El aumento de árboles sucedió debido a que los propietarios “dejaron crecer las especies arbóreas” al tener cuidado de no eliminarlas al hacer las chapeas. No obstante, la disminución arbórea en algunas fincas fue por el hecho que los propietarios necesitaban áreas para el ganado y/o cultivo, así como para su aprovechamiento comercial.

4.5.2 Composición florística y diversidad taxonómica

Fueron muestreados un total de 1891 individuos (árboles dispersos y cercas vivas) de 63 especies, dentro de 52 géneros de 17 familias (Anexo 1). El promedio de árboles en las parcelas muestreadas en las fincas fue de $25,90 \pm 2,41$ (con un máximo de 106 y mínimo de 4 árboles en las parcelas). Las familias mayormente representadas en las fincas según el número de especies fueron Fabaceae (S=5), Myrtaceae (S=3) y Sapotaceae (S=3) (Figura 3). Las especies con mayor número de individuos fueron *Cedrela odorata* (686), *Guazuma ulmifolia* (101), *Piscidia piscipula* (99), *Tectona grandis* (73), *Sapindus saponaria* (60) y *Pouteria reticulata* (56) (Anexo 1). El número de especies (63) del presente estudio resultó levemente menor al encontrado en 35 áreas de muestreo (70,5 ha, 68 especies), ubicadas en la región de Esparza, Costa Rica por Villanueva *et al.* (2007). No obstante, dos familias (Fabaceae y Myrtaceae) con mayor abundancia de especies resultó igual en el presente estudio.

El total de familias encontradas representa 9,77% del total de las reportadas para la Reserva Forestal Chiquibul localizada en el mismo Distritito del Cayo (Bridgewater *et al.* 2006). Sin embargo, las especies arbóreas representan 14,71% del total de la misma Reserva. La comunidad Menonita establecida en Upper Barton Creek introdujo *Melia azedarach* mediante semillas provenientes de Paraguay, así como otras especies tales como: *Eucalyptus citriodora* (maderable) y *Myrciaria cauliflora* (frutal).

De acuerdo a los resultados del IVI, el promedio de las especies fue $4,76 \pm 1,60$ (máximo de 100,61 y mínimo de 0,28). Las especies con mayor valor fueron *Cedrela odorata* (100,61%), *Enterolobium cyclocarpum* (13,52%), *Piscidia piscipula* (13,35%) y *Guazuma ulmifolia* (12,64%) (Anexo 1 y Figura 4). Estas especies se encontraron, en 32, 10, 11 y 18 de las 35 fincas muestreadas,

respectivamente. Además, las cuatro especies suman casi la mitad (131,6%) del IVI total de las especies.

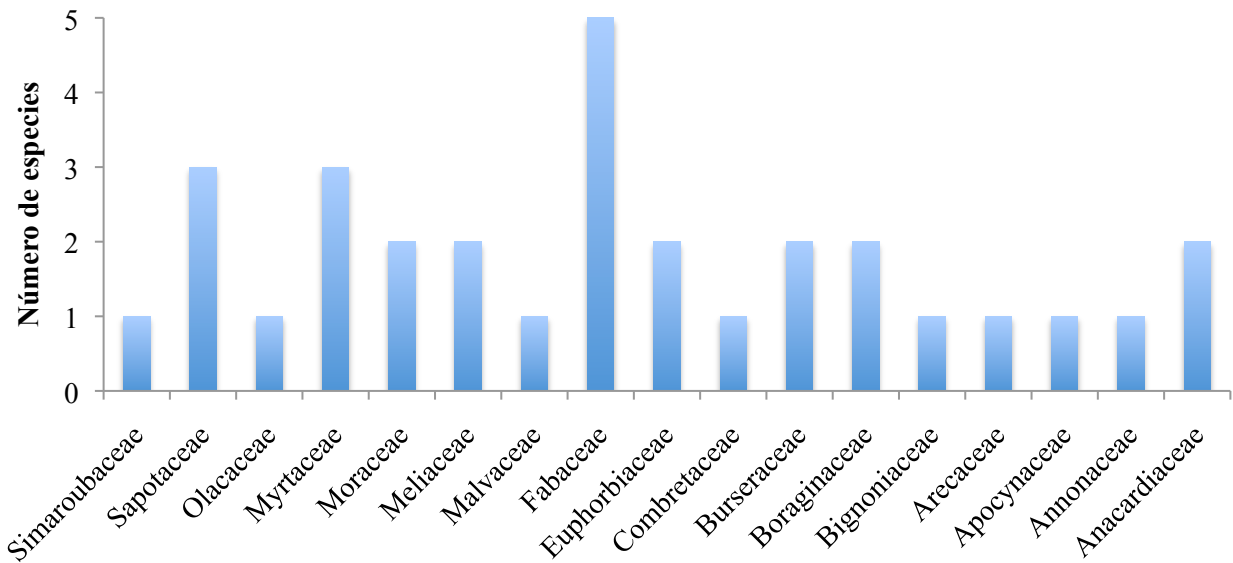


Figura 3. Número de especies por familia encontrado en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

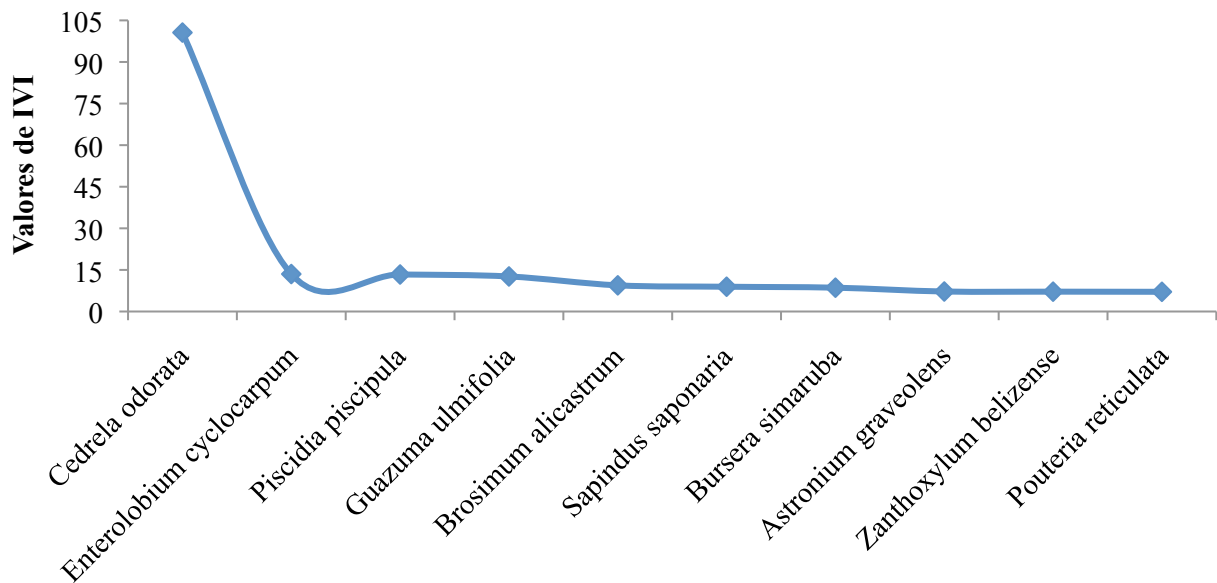


Figura 4. Las diez especies con mayor IVI en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

Un total de 28 especies (44% del total) obtuvieron un IVI menor a 2%; de éstas, algunas con valor comercial local medio, como por ejemplo *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora* y *Calophyllum brasiliense* (Anexo 1). Como menciona Esquivel *et al.* (2003) esta situación puede acarrear la pérdida de algunas especies valiosas en el futuro debido a su aprovechamiento. Su adecuada conservación requiere prácticas de manejo que favorezcan su regeneración y protección durante el reclutamiento a clases diamétricas superiores.

Otra especie como *Enterolobium cyclocarpum* presentó mayor IVI (Anexo 1 y Figura 4) en relación a especies con más individuos (como por ejemplo, *Piscidia piscipula* y *Brosimum alicastrum*), debido a sus elevados diámetros, dado que en general los propietarios que poseen dicha especie las mantienen, más que todo, para sombra de los animales.

4.5.3 Distribución por clases diamétricas

En la Figura 5 se observa una buena distribución de individuos en las diferentes clases diamétricas. Más de 50% de los individuos pertenecen a las clases 5-9 y 20-29 cm. Resultados de Villanueva *et al.* (2007) muestran el mismo patrón en la frecuencia de individuos en las mismas clases. No obstante, la proporción de individuos de la clase de 5-9 cm que pasaron a la clase posterior fue inferior en comparación con las demás clases. Morales y Kleinn (2001) en su estudio para Costa Rica mencionan que mientras los árboles de la clase juvenil no estén presentes, se corre el riesgo de que su manejo no sea sostenible.

Al analizar la presencia de *Cedrela odorata*, se observa el mismo patrón presentado por los otros individuos de las mismas clases diamétricas (Figura 5), indicando un posible manejo no sostenible de la población por la carencia de individuos jóvenes. Tal especie, que es muy común en el Distrito del Cayo, representaría una fuente potencial de ingresos para los propietarios siempre y cuando se realice un buen manejo como complemento a su aprovechamiento.

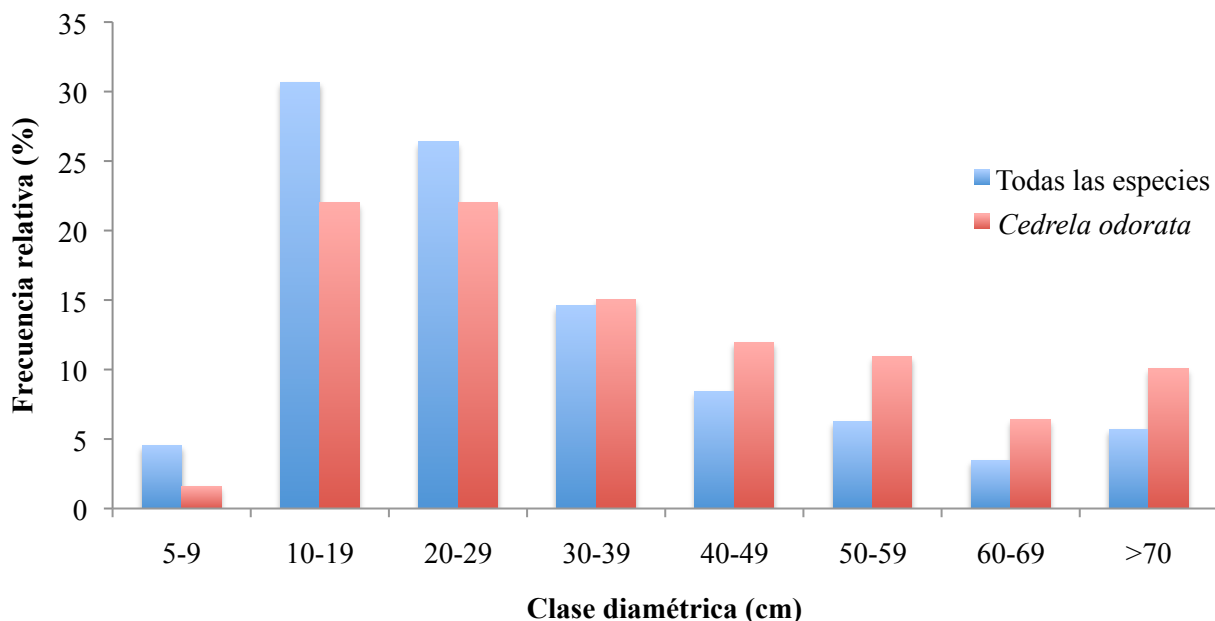


Figura 5. Frecuencia de los individuos de todas las especies y de *Cedrele odorata* en las ocho clases diamétricas en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

4.5.4 Regeneración natural

Fueron muestreados 4.265 individuos de regeneración natural, encontrando 3.991 brinzales y 274 latizales (Anexos 2 y 3). Para los brinzales se encontró 67 especies y 24 para los latizales. El IVI promedio para los brinzales fue de $3,51 \pm 0,59$ (con valores mínimo de 0,43 y máximo de 26,81) y para los latizales el promedio fue $8,70 \pm 2,25$ (con valores mínimo de 2,30 y máximo 53,66) (Anexos 2 y 3). Para los brinzales las especies con mayores valores de IVI fueron *Parmentiera edulis* (26,84%), *Cedrele odorata* (14,10%) y *Guazuma ulmifolia* (10,64%); y para los latizales las especies con mayores valores de IVI fueron *Cedrele odorata* (53,17%), *Enterolobium cyclocarpum* (19,67%) y *Piscidia piscipula* (15,83%) (Anexos 2 y 3).

Se encontró una diferencia en la frecuencia de individuos entre brinzales y latizales de casi 60% (Figura 6). Lo que significa que el reclutamiento de especies en las clases superiores está debilitado, impidiendo que se logren diámetros mayores. El efecto de los animales (ramoneo y pisoteo), así como la selectividad de ramoneo por ciertas especies, desfavorece la riqueza y abundancia de la regeneración natural, lo cual se suma al limitado manejo que realizan los propietarios en pasturas (Villanueva *et al.* 2007). Otros efectos negativos son la degradación del suelo y la competencia de las gramíneas (Nepstad *et al.* 1990). El uso de herbicidas también es un factor que inhibe el desarrollo de las especies en áreas de pasturas.

Según las encuestas realizadas en el presente estudio, ningún propietario dijo utilizar agroquímicos para el control de especies no deseadas. Sin embargo, en algunos casos se observó que la quema era una actividad corriente de los productores. En la comunidad Menonita Upper Barton Creek, donde se muestreó un total de 10 productores, el manejo del recurso tanto natural como maderable ocurre de forma integral con todo el sistema. Siendo la labranza y el cultivo del campo, así como la crianza de diversas especies animales, las actividades principales de las fincas. Finalmente se observó que la chapea selectiva en áreas de pasturas es una práctica común de los productores para suplir la demanda doméstica de árboles, principalmente para construcción de sus casas.

En la mayor parte de las fincas muestreadas el manejo de la regeneración natural no era una labor común de los productores y solamente en dos fincas el manejo ocurría de forma sistemática. En el primero de los casos, el productor contaba con una tradición familiar en el manejo de la regeneración de árboles desde varias generaciones anteriores a la suya. En el segundo caso, los productores favorecían el crecimiento de la regeneración porque reconocían los aportes adicionales del componente arbóreo a los ingresos de la finca.

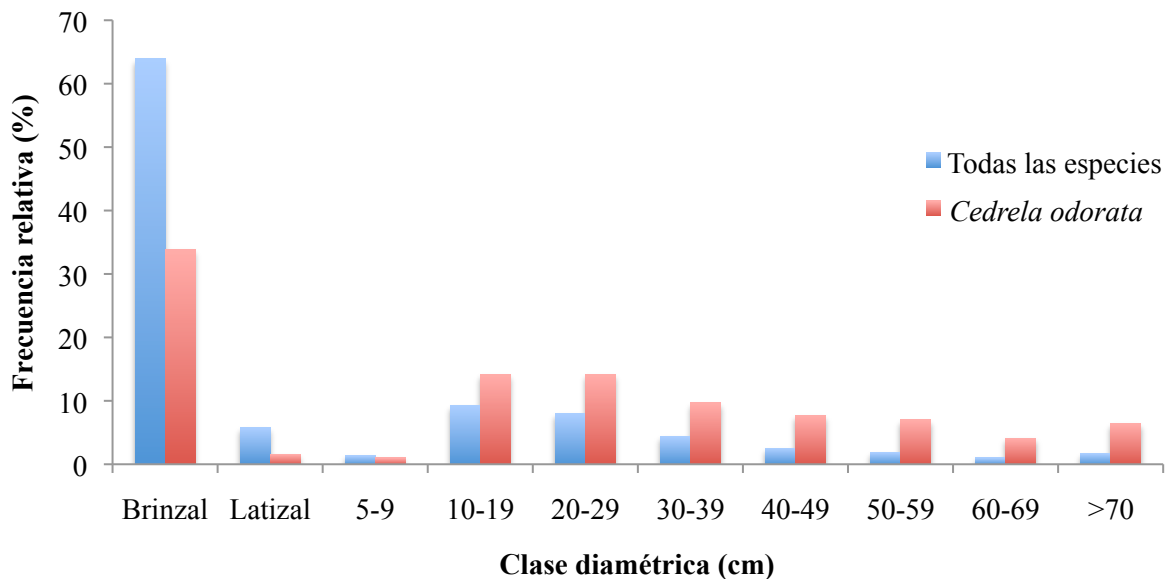


Figura 6. Frecuencia relativa por clase diamétrica incluyendo la regeneración natural en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

En forma similar a Belice, en Costa Rica es común encontrar especies como *Cedrela odorata*, *Cordia allidora* y *Tabebuia rosea* en SSP por su altas tasas de regeneración (Scheelje 2009 y Souza de Abreu *et al.* 2000). Además, *C. odorata* posee características importantes, por las que los productores deben procurar hacer un buen manejo. Entre las principales características figuran las

siguientes: i) posee uno de los más altos valores en el mercado beliceño (US\$ 2,00 por pie tablar en el año 2009); ii) es una especie que se desarrolla bien en climas con estaciones secas, alcanzando su mayor crecimiento con lluvias de 1200 a 2400 mm anuales y una época seca de 2 a 5 meses (Más Porras *et al.* 1974; Sytles 1981); iii) es tolerante a malezas en el estado de brinzal (Whitmore 1976); y iv) produce gran cantidad de semillas aladas (40 a 50 por fruto) dispersadas por el viento en el área circundante (Grijpma 1976); la dispersión se efectúa anual, bianual y en algunos casos, irregularmente (Miller *et al.* 1957; Wadsworth, 1960).

Por las razones indicadas anteriormente, *C. odorata* se desarrolla con facilidad en áreas de pasturas del Distrito del Cayo, pudiendo representar un importante ingreso maderable para los productores, siempre y cuando se le proporcione un buen manejo. Un 35% de los individuos encontrados (Figura 7) tiene un dap mayor a 40 cm, lo cual podría significar que dichos árboles son remanentes del cambio de uso del suelo (de bosques a pasturas).

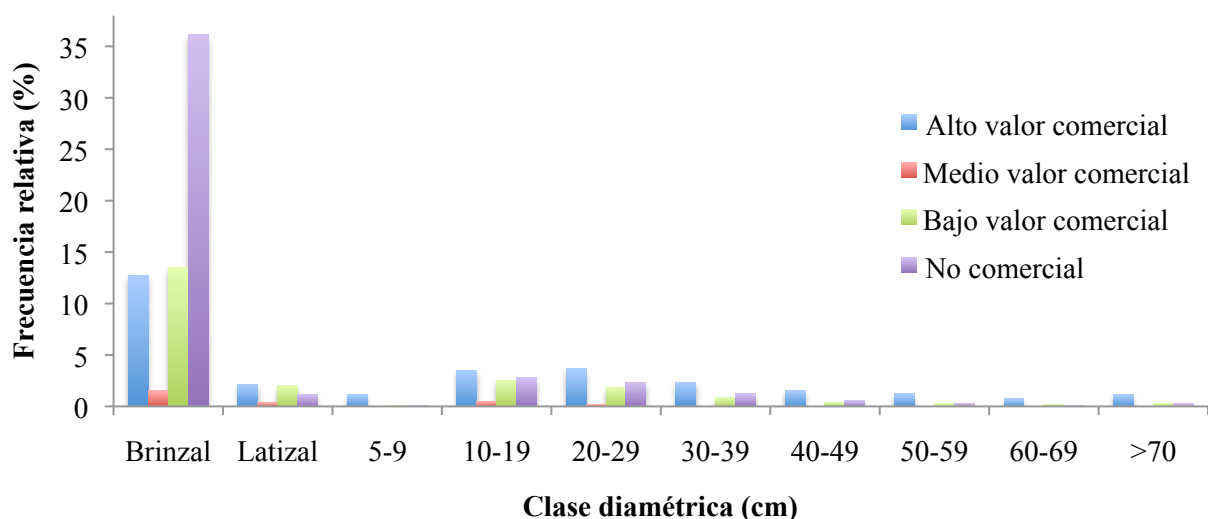


Figura 7. Frecuencia relativa de la clase diamétrica incluyendo la regeneración natural según su valor en el mercado local en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

Se efectuó una clasificación de la regeneración de las especies según el precio de la madera en el mercado local. Para tal efecto se dividieron las especies en cuatro clases: i) con alto valor comercial (precios mayores a US\$ 1,75 pie tablar⁻¹); ii) valor comercial medio (precios entre US\$ 1,00 y US\$ 1,74 pie tablar⁻¹); iii) valor comercial bajo (precios menores a US\$ 0,99 pie tablar⁻¹); y iv) no comerciales (Figura 7).

En la Figura 7 se observa que 35% del total de los brinzales son de especies no comerciales y las especies comerciales representan menos del 15% en todas las categorías con valor alto, medio y

bajo. También se observa una gran diferencia al comparar la cantidad de latizales en comparación con individuos de la clase de 5-9 cm (menos del 1,14%). La escasa presencia de estos árboles pequeños puede deberse a los daños y mortalidad de plántulas causadas por los animales o por las chapeas realizadas en estas fincas. Las malas prácticas generalmente se deben por el desconocimiento de 60% de los productores sobre el valor de las especies arbóreas.

Las especies comerciales de alto valor representan el 7% de las clases ubicadas entre 10-19 y 20-29 cm y menos del 5% de las clases con más de 30 cm. Esta baja frecuencia de individuos en dichas clases diamétricas muestra que de no brindar manejo a la regeneración natural, muy pocos árboles van a llegar al diámetro mínimo de corta que en Belice está estipulado en un dap mayor o igual a 49 - 63 cm, dependiendo de la especie.

En relación a lo anterior, Lamprecht (1990) afirma que para asegurar una regeneración natural sostenible de árboles, se debe tener más árboles con diámetros menores para reponer los árboles de mayores diámetros que serán aprovechados (para árboles en bosques naturales se aplica una distribución diamétrica en “J” invertida). En forma similar, para mantener los SSP bajo manejo policíclico, Ibrahim y Camargo (2001) resaltan que los propietarios deben asegurar que suficientes árboles alcancen un nivel de desarrollo (altura y diámetro) para producir madera en cantidad y calidad. Los mismos autores recomiendan que un buen manejo de la regeneración de *Cordia alliodora*, debe tener 625 latizales ha⁻¹, hacer aproximadamente dos raleos (a los 5 y 8 años), para finalmente llegar a 60 árboles por ha⁻¹. Siendo una actividad cíclica y pudiéndose replicar en más áreas de la finca como una actividad adicional a la producción ganadera.

4.5.5 Volumen del recurso maderable

El volumen promedio de las especies comerciales de alto valor en las parcelas de muestreo de las 35 fincas fue de $8,44 \pm 1,92 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ con un valor mínimo de $0,04 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y un valor máximo de $89,26 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Cuadro 2). En promedio el volumen de las especies comerciales de alto valor es mayor que los volúmenes de las especies con valores comerciales medianos, bajos y no comerciales, y representan más del 58% del volumen de todas las especies de las fincas muestreadas. No obstante, las especies consideradas de mediano, bajo y hasta no comerciales pueden ser destinadas a otros usos como postes, cercas vivas, follaje para el ganado y el aprovechamiento de sus frutos. Dichas especies pueden ser potencialmente comerciales, en el momento en que sean conocidas por los compradores, o cuando las actualmente comerciales escaseen en el mercado debido a su explotación excesiva.

Cuadro 2. Volumen promedio de madera según su clasificación comercial en las parcelas de muestreos de las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice ($m^3 ha^{-1}$).

Rangos de valor de la madera					
	Alto	Mediano	Bajo	No Comercial	Total
Promedio	8,44 ± 1,92	0,32 ± 0,10	3,82 ± 1,09	2,69 ± 0,40	13,04 ± 2,25
% del total	58,52	0,70	23,25	17,52	100
Mínimo	0,04	0,01	0,02	0,08	0,80
Máximo	89,26	1,72	40,84	19,88	126,69

En la Figura 8, se observa que más del 50% de las fincas muestreadas poseen menos de 1 $m^3 ha^{-1}$ en las parcelas muestreadas y apenas 5 fincas más de 3,5 $m^3 ha^{-1}$ de las especies comerciales y potencialmente comerciadas. El bajo volumen comercial de las fincas se debe al manejo que los propietarios no consideran la capacidad reproductiva y regenerativa de las especies prioritarias, además de ignorar prácticas que permitan la regeneración natural o artificial que asegure a las poblaciones a largo plazo. En general los propietarios de las fincas realizaban chapia de los brinzales y latizales, sea por machete o fuego; alta densidad de animales (no permitiendo el crecimiento por el ramoneo y pisoteo); desconocimiento del valor económico de especies en pasturas y necesidad de mayores áreas de cultivo (debido al retorno a corto plazo de algunas especies).

Las fincas con mayor volumen de especies comerciales ocurrió por algún manejo específico, tales como cercar áreas para que los animales no dañen los brinzales y latizales y así lleguen al estadio de fustal, además de chapias selectivas de especies no comerciales visando una fuente de ingresos adicional por el componente forestal.

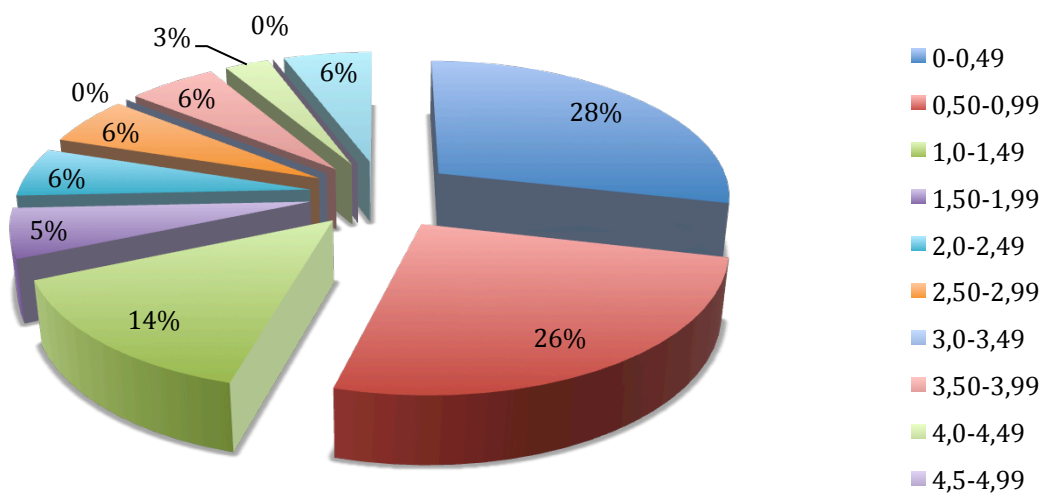


Figura 8. Clase volumétrica de las especies comerciales en las parcelas de muestreos de las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice ($m^3 ha^{-1}$).

4.5.6 Cobertura arbórea

En promedio la cobertura arbórea en las parcelas de las fincas muestreadas fue de $20,46 \pm 0,02\%$ con un valor máximo de $49,96\%$ y mínimo de $6,77\%$. El promedio indica un valor inferior del encontrado por Carvalho *et al.* (2002) al estudiar la producción de materia seca de seis gramíneas bajo sombra de 30 a 40% de cobertura arbórea. Carvalho *et al.* (2002) encontraron que la producción media de *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens* fue mayor a pleno sol que bajo sombra. No obstante, dichos autores también encontraron que *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum* se adaptan bien a niveles medianos de sombra (35%). La tolerancia que poseen las especies de pastos a la sombra es una de los factores que determina el éxito de asociaciones de pasturas con árboles.

Villanueva *et al.* (2008) al estudiar 12 especies arbóreas y el tipo de cobertura arbórea (liviana, moderada y densa) que influye en la disponibilidad de pasto, encontró que *Cedrela odorata* tiene cobertura de copas de 4%, seguido de *Cordia alliodora* (6%), *Psidium guajava* (27%), *Enterolobium cyclocarpum* (56%), *Guanzuma ulmifolia* (67%) y *Mangifera indica* (97%). Las dos primeras fueron clasificadas por Villanueva *et al.* (2008) como de copas livianas, las dos segundas como de copas moderadas y las dos últimas con copa densa.

El presente estudio muestra una débil correlación entre la cobertura arbórea y el número de especies ($r = 0,31$; $p < 0,0001$). En algunas fincas que presentan densidad arbórea alta, los productores cercaron algunas áreas para proteger los árboles de los animales. En otros casos, manejaron la regeneración natural, permitiendo el desarrollo inicial de los individuos. En cambio, en algunas de las fincas con baja densidad arbórea, los árboles no se protegieron por desconocimiento del potencial maderable y no se hizo un esfuerzo para favorecer el desarrollo de la regeneración natural.

Al preguntar a los propietarios de las fincas cuáles serían las principales limitaciones al tener árboles en su finca, 17% mencionó que perjudican sus pasturas. No obstante, al preguntar cuáles serían los beneficios en tener árboles, el 29% mencionó que “es bueno porque da sombra”, siempre y cuando no sea en exceso. De hecho, Villanueva *et al.* (2008) encontró una relación negativa entre cobertura arbórea en pasturas y disponibilidad de pasto (*Brachiaria brizantha*), pero una mayor cobertura arbórea también puede contribuir a reducir el estrés calórico e incrementar la producción animal (Betancourt *et al.* 2005).

4.6 Conclusiones

Todas las fincas agropecuarias seleccionadas en el Distrito del Cayo mostraron la presencia de árboles dispersos con un promedio de 26 individuos ha^{-1} y solo en 10 fincas se encontraron árboles en línea (con un mínimo de 4 árboles ha^{-1} y un máximo de 106 árboles ha^{-1}). Adicionalmente se encontró que existe una buena distribución de plántulas y brinzales de especies maderables comerciales (3991 brinzales en el total de parcelas de muestreo), pero una baja cantidad de latizales (274 en el total de parcelas muestreadas) en los pastizales estudiados. Esta situación aparentemente se ha estado dando, debido a que los finqueros queman y chapean la regeneración natural arbórea existente dentro de los potreros, pero indica que aún existe un alto potencial para mejorar la producción maderable en pasturas activas del Distrito del Cayo.

Los valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) indican la presencia predominante de *Cedrela odorata* en las fincas ganaderas muestreadas (con un IVI de 100,61). Además, *C. odorata*, *Piscidia piscipula*, *Tectona grandis*, *Metopium brownei*, *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia rosea*, constituyen un 58,51% del volumen comercial total (en promedio $8,35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), siendo *C. odorata* responsable de la mayor parte de ese volumen de especies comerciales (66,5% del total). Esto puede representar un ingreso económico importante a los propietarios.

Los árboles dispersos en pasturas pueden desempeñar importantes funciones ecológicas en las cercanías a los bosques, como corredores biológicos, conectando paisajes fragmentados, además del mayor secuestro de carbono (dado que los árboles en pasturas tienen mayores tasas de crecimiento que los árboles en bosques) ya que al menos 15% de especies del total de la zona se encuentran en fincas ganaderas.

Este artículo muestra que los árboles dispersos en fincas ganaderas son una herramienta potencial para producir madera en el Distrito del Cayo. Sin embargo, debido al bajo número de latizales presentes en la regeneración natural es necesario cambiar el manejo de dicha regeneración evitando las chapeas de especies maderables comerciales, así como evitar la quema de pasturas, pues por el contrario, las especies maderables comerciales podrían desaparecer de las fincas ganaderas.

4.7 Referencias Bibliográficas

- Archer, S. 1995. Herbivore mediation of grass-woody plants interaction. *Tropical Grassland* 29:218-235.
- Areskoug, V. 2001. Utilization of remnant dry-forest corridors by the native fauna in a pastoral landscape in the Paraguayan Chaco. *CBM: Skriftserie* 3:25-38.
- APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny groups classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436.
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Service functions of agroforestry systems. In: World Forestry Congress. Quebec, Canadá, September 2003. 14 p.
- BNMS (Belize National Meteorological Service). 2008. Consultado el 10 de nov. de 2008. Disponible en <http://www.hydromet.gov.bz>.
- Betancourt, K; Ibrahim, M; Villanueva, C; Vargas, B. 2005. 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.
- Bhatt, RK; Mirsa, LP; Vandana, P; Tiwari, HS. 2002. Growth and biomass production in tropical range grasses and legumes under light stress environment. *Indian Journal of plant physiology* 7(4): 349-353.
- Bridgewater, SGM; Harris, DJ; Whitefoord, C; Monro, AK; Penn, MG; Sutton, DA; Sayer, B; Adams, B; Balick, MJ; Atha, DA; Solomon, J; Holst, BK. 2006. A preliminary checklist of the vascular plants of the Chiquibul Forest, Belize. *Edinburgh Journal of Botany* 63(2-3):269-321.
- Camargo, JC; Ibrahim, M; Somarriba, E; Finegan, B; Current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26): 46-49.
- Camero, A; Camargo, JC; Ibrahim, M; Schlonvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. eds. Pomareda, C; Steinfeld, H. In Seminario Intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. 1 ed. Nuestra Tierra. San José, CR. CATIE-FAO- SIDE. p. 177-198.
- Chavarría, OA. 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, CATIE. 175 p.
- Carvalho, MM; Freitas, V de P; Xavier, DF. 2002. Initial flowering, dry matter yield and nutritive value of tropical forage grasses under natural shading. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 37(5): 717-722.
- Dias-Filho, MB. 2000. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. Humidicola* under shade. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 35(12): 2335-2341.

- Dunn, R. 2000. Isolated trees as foci of diversity in active and fallow fields. *Biological Conservation* 95: 317-321.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005. National report Belize. Latin American Forestry Sector Outlook Study Working Paper - ESFAL/N/17, Belize Forest Department and FAO, Rome, 70 p.
- FAOSAT. 2009. Base de datos estadísticos. (En línea). Consultado el 6 de Nov. 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org>
- Forests Act. 1927. Department of Justice of Belize. Chapter 213 – Forests Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 28 p.
- FRA (Forest Resources Assessment). 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Roma, Italia, FAO. 350 p.
- Galindo, WF; Murgueitio, E. 2003. Herramientas de manejo sostenible para la ganadería. In Galindo, WF; Murgueitio, E; Giraldo, LU; Marín, A; Berrío, LF; Uribe, F. 2003. Manejo sostenible de los sistemas ganaderos Andinos. Cali, Colombia, CIPAV. p. 19-88.
- Gibson, DV; Cotrofeld, M. 2004. Knowledge-base benchmarking for Belize education, science & technology (BEST) park. IC² Institute. Austin, USA, The University of Texas. 98 p.
- Grijpma, P. 1976. Resistance of Meliaceae against the shootborer *Hypsipyla* with particular reference to *Toona ciliata* M. J. Roem. var. *australis* (F.v.Muell.) C.D.C. In: Burley, J y Styles, BT. (eds) *Tropical Trees: Variation, Breeding and Conservation*. Linnean Society, London. 243p.
- Harvey, CA; Harber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry systems* 44: 37-68.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Sinclair, FL. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 111(1-4): 200-230.
- Ibrahim, M; Camargo, JC. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería en las Américas* 8(32):35-41.
- InfoStat (2009). InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's tropical forest? In Angelsen, C; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural technologies and tropical deforestation*. Wallingford, UK, CABI. p. 1-20.

- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura nos trópicos, ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. GTZ, Eschborn, Alemanha. 343 p.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15(2):226-231.
- Más Porras, J; Luyano, GB. 1974. ¿Es posible mediante el sistema taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales? *Forestales Boletín Técnico* No. 39. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Ciudad de México, México. 47p.
- Mimenza, HE. 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. Turrialba, CR, CATIE. 160 p.
- Miller, JJ; Perry, JP Jr; Borlaug, NE. 1957. Control of sunscald and subsequent buprestid damage in Spanish cedar plantations in Yucatan. *Journal of Forestry* 55:185-188.
- Morales, D; Kleinn, C. 2001. El proyecto TROF. Algunas experiencias preliminares en Centro América. Taller Latinoamericano sobre información de árboles fuera de bosque y productos no maderables del bosque (2001, Caracas, VE). Síntesis. 8 p.
- Nepstad, D; Uhl, C; Serrao, AS. 1990. Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: a case study from Paragomiinas, Para, Brazil. In Anderson, AA. ed. *Alternatives to deforestation: Steps towards sustainable use of the Amazon rain forest*. Nueva York, US, Columbia University Press. p. 215-229.
- Morales, D; Kleinn, C. 2001. Tree resources on pasture land in Costa Rica. IUFRO International Symposium on Agroforestry and Livestock Production in Latin America, San José, Costa Rica. p.117-121.
- Malimbwi, RE. 1978. Cedrela species international provenance trial (CFI at Kwamsambia, Tanzania). In *Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees*. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. 910 p.
- Scheelje, JMB. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 156 p.
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; Hann, Cess. 2006. *Livestock's long shadow*. Roma, Italia, FAO. 408 p.
- Sothwood, TRE; Kennedy, CEJ. 1983. Trees as islands. *Oikos* 41: 359-371.
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows ad the financial viability of livestock farms in humid tropics. Ph.D Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 146 p.

- SIB (The Statistical Institute of Belize). 2008. Consultado el 1 nov. 2008. Disponible en www.statisticsbelize.org.bz
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Ríos, J; Suárez, JC. 2008. Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea en el trópico subhúmedo de Costa Rica. 2008. *Zootecnia Tropical* 26(3): 293-296.
- Villanueva, C; Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, J; Arguedas, J. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:12-20.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Esquivel, H. 2003. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40): 9-16.
- Wadsworth, FH. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México Indias Occidentales y Centro y Sur América. Comité Regional sobre Investigación Forestal, Comisión Forestal y la Alimentación. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Rio Piedras, PR. 272 p.
- Whitmore, LJ. 1971. Cedrela provenance trial in Puerto Rico and St. Croix; nursery phase assessment. *Turrialba* 21(3):343-349.
- Wong CC. 1990. Shade tolerance of tropical forages: A review. In: Shelton, HM; Stür, WW (eds). *Forages for Plantation Crops*. (ACIAR Proceedings, 32). Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. p.64-69.

5 ARTÍCULO 2. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL POTENCIAL DEL RECURSO MADERABLE EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CAYO, BELICE

Resumen

Los sistemas silvopastoriles, pueden ser una alternativa en relación a los sistemas extensivos de ganadería, ya que pueden diversificar la producción y aportar ingresos adicionales a los productores rurales, al mismo tiempo que les brindan servicios ambientales. Por tal motivo, la presente investigación incluyó un análisis financiero de los sistemas silvopastoriles tradicionales del Distrito del Cayo, Belice en comparación con el valor incremental de la producción sostenible de madera en dichos sistemas. Para el efecto, se seleccionaron ocho fincas (cuatro pequeñas y cuatro medianas) de las 35 analizadas en todo el Distrito del Cayo. Los resultados indican que con el manejo actual, siete fincas poseen flujos de caja con Valor Actual Neto (VAN) positivo y una Relación Beneficio/Costo que indica bajos ingresos adicionales, pero por encima de cualquier otra alternativa de inversión. El escenario “con proyecto”, muestra incrementos importantes en el VAN para fincas pequeñas (de 7,87% hasta 114,01%) y fincas medianas (de 0,93% hasta 75,59%). Al hacer un análisis de sensibilidad del precio de la madera puesta en la finca o en los sitios de demanda con valor agregado (aserrada) se observó que los productores de fincas tanto pequeñas como medianas obtendrían mayores ingresos netos. Por otro lado, el análisis de sensibilidad tomando en cuenta diferentes tasas de descuentos mostró que cuanto más alta sean esas tasas, más pequeña será la rentabilidad. Por consiguiente, se concluye que existe un potencial para la producción maderable en SSP como una fuente alternativa de ingresos. Sin embargo, para que dicho recurso esté disponible en forma continua, es necesario conducir un manejo sostenible con la finalidad de mantener las condiciones necesarias para la regeneración de nuevos árboles.

5.1 Introducción

En el año 2007 Centroamérica produjo un poco más de 2 millones de m³ de madera aserrada y 44,5 millones de m³ de madera en rollo. Entre 1997 y 2007 el volumen de las exportaciones de madera aserrada disminuyó anualmente a una tasa promedio del 4% y para el caso de las exportaciones de madera en rollo el volumen aumentó a una tasa promedio anual de 29% en el mismo periodo. Por otro lado, el volumen de las importaciones tanto de madera aserrada como de madera en rollo, aumentó a una tasa promedio anual entre 15 y 2%, respectivamente (FAOSTAT 2009). Para el caso de la madera aserrada, se observa que durante este periodo el mercado centroamericano fue cubierto gracias a las importaciones de este bien, convirtiéndose en un mercado potencial para los productores locales de madera en la región.

Los sistemas de producción pecuaria, donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, pueden ser una alternativa en relación a los sistemas extensivos de ganadería. En estos casos, el componente maderable además de sombra para el ganado puede generar leña y madera de alto valor comercial, así como prestar servicios ambientales como la captura de carbono, protección del suelo, conservación de biodiversidad, facilitar el flujo genético entre áreas de bosques, conservando genotipos particulares encontrados en las mismas y mantener la viabilidad mínima de las poblaciones, entre otros (Camero *et al.* 2000, Beer *et al.* 2003, Areskoug 2001, Harvey *et al.* 2005).

Según Stoian y Current (2004), los SSP no solo fomentan el manejo sostenible de los recursos naturales, sino que además, pueden aliviar la pobreza en el sector rural. Sin embargo, dichos autores afirman que estos pequeños productores, generalmente tienen poco acceso a nuevas tecnologías y créditos, siendo necesario crear una cultura de manejo de árboles de acuerdo a sus medios de vida. De esta manera, los árboles maderables con fines comerciales en sistemas silvopastoriles pueden ser una buena opción como fuente alternativa de ingresos para pequeños finqueros en épocas de inestabilidad de los mercados de la leche y la carne, y ante los altos costos de producción de los sistemas convencionales.

La presente investigación hace énfasis en un análisis de viabilidad financiera contrastando el sistema ganadero de producción actual (donde por lo general la finca ganadera no aprovecha el recurso maderable), con un escenario de aprovechamiento sostenible de madera en fincas SSP.

5.2 Objetivo

Analizar la viabilidad financiera del potencial del recurso maderable en fincas con sistemas silvopastoriles como ingreso complementario al componente ganadero en el Distrito del Cayo, Belice.

5.2.1 Preguntas de investigación

- ¿Los recursos maderables de los sistemas silvopastoriles del Distrito del Cayo, Belice tienen importancia económica y potencial para un aprovechamiento sostenible?
- ¿Cuál es la rentabilidad del aprovechamiento actual y potencial de los árboles en los SSP de los pequeños y mediano productores del Cayo, Belice?
- ¿Cuál sería la rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con la aplicación de una nueva propuesta de manejo del recurso maderable?
- ¿Cuáles serían las diferencias socioeconómicas entre el marco político-legal actual con la nueva propuesta?

5.3 Metodología

5.3.1 Identificación y selección de fincas

La identificación y selección de las fincas se realizó tomando en cuenta dos aspectos importantes: Primero la Encuesta Ganadera del Distrito del Cayo realizada por el Ministerio de Agricultura entre febrero y marzo del año 2006 y que además del nombre del dueño y la comunidad a cual pertenece la finca, contiene otro tipo de información ganadera relevante. El segundo aspecto que se consideró al momento de seleccionar las fincas del estudio, fue su localización dentro de las comunidades administradas por las oficinas del Departamento Forestal de San Ignacio. Teniendo definida el área del estudio, se recorrió el Distrito en busca de fincas con las siguientes características:

- Aspectos socioeconómicos: pequeños y medianos productores;
- Tipo del SSP: con árboles dispersos en potreros y/o cercas vivas;
- Densidad de árboles: finca con alto potencial de árboles maderables comerciales; y
- Disponibilidad y aceptación del finquero.

Según la Encuesta Ganadera del Distrito del Cayo, existen 45 comunidades en dicho Distrito. Sin embargo, por cuestiones de organización administrativa en Belice el Departamento Forestal de San Ignacio atiende solamente a 33 de esas 45 comunidades. De todas éstas, se visitaron las 10 comunidades más cercanas con un total de 124 fincas (30% de la zona de interés) y en las cuales se escogieron 35 fincas con sistemas silvopastoriles como la muestra del estudio general (28% de las fincas visitadas). Para la realización del análisis financiero se escogieron ocho de las 35 fincas: cuatro fincas pequeñas (con un área menor a 25 ha) y cuatro fincas medianas (con un área entre 40 y 160 ha). Dichas fincas fueron seleccionadas con base a la representatividad de los tipos de fincas de cada comunidad.

5.3.2 Evaluación financiera

Con el propósito de comparar diferentes situaciones financieras para las ocho fincas ganaderas seleccionadas, se definieron dos escenarios de análisis tomando en cuenta todas las actividades realizadas en dichas fincas. El primer escenario “sin proyecto”, consideró la situación financiera actual de la finca, en la cual no se contemplan los costos e ingresos generados por el componente arbóreo. El segundo escenario “con proyecto” consideró además de la situación actual de la finca, los costos e ingresos potenciales generados por el aprovechamiento del componente arbóreo en fincas con SSP. Finalmente, en dos fincas (una pequeña y una mediana) se incluyó una plantación forestal a 20 años de *Cedrela odorata* en linderos como un tercer escenario posible, con el objetivo de conocer los aportes de esta actividad en la generación de mayores ingresos.

5.3.3 Forma de aprovechamiento del componente arbóreo en fincas SSP

El aprovechamiento maderable de los árboles en SSP del presente trabajo se modeló con base a una propuesta del manejo sostenible de la regeneración natural (brinzales y latizales). Esto quiere decir, que el productor deberá mantener una viabilidad mínima de la regeneración natural dentro del área de los SSP con el fin de lograr un manejo sostenible del sistema. En los casos donde no exista regeneración natural en el área de aprovechamiento, el productor debe realizar un trasplante de brinzales de las zonas de mayor densidad a las zonas menos densas y realizar todas las actividades silviculturales que garanticen su prendimiento y crecimiento.

Las especies a ser manejadas mediante esta propuesta deben tener una abundancia relativa elevada en las diferentes categorías de desarrollo (brinzales, latizales y fustales). Para la selección de

los árboles aprovechables se consideró, además de lo mencionado anteriormente, el valor comercial de las especies y la demanda en el mercado local. Se asume que el volumen de madera potencial de la finca se comercializa mediante su venta en la propia finca del productor a precios de mercado en pies tablares (factor de conversión de 1 m³ por 220 pies tablares).

Para cada clase diamétrica se realizó una modelación del incremento del diámetro para el horizonte del presente estudio (10 años). Según se establece en la ley, aquellos individuos que tengan un dap mayor o igual al diámetro mínimo de corta (DMC), fueron seleccionados para su aprovechamiento. El número de individuos a aprovechar en cada año varió de acuerdo a la densidad arbórea de cada finca. Este procedimiento se realizó con el fin de evitar que el aprovechamiento comprometa la sostenibilidad del recurso maderable dentro de la finca.

5.3.3.1 Estimación del crecimiento y volumen de las especies

Para realizar la evaluación financiera, se utilizó la proyección de crecimiento de cada individuo de las especies seleccionadas para su aprovechamiento. Este crecimiento fue estimado con base en el diámetro y la altura del árbol.

5.3.3.2 Crecimiento en diámetro y altura

Se utilizó un incremento medio anual (IMA) constante para cada clase diamétrica. Se establecieron dos categorías de incremento (rápido y mediano) (Cuadro 3). Para el crecimiento mediano se consideraron las especies *Astronium graveolens*, *Bursera simaruba*, *Ceiba pentandra*, *Peltogyne purpurea*, *Aspidosperma cruentum* y *Enterolobium cyclocarpum*. Para el rápido crecimiento las especies *Cedrela odorata*, *Zanthoxylum belizense*, *Melia azedarach*, *Piscidia piscipula*, *Pouteria amygdalina*, *Lonchocarpus guatemalensis*.

Cuadro 3. Incremento medio anual por clases diamétricas y altura para especies maderables nativas del Distrito del Cayo, Belice.

Rápido crecimiento				Mediano crecimiento			
Clase diamétrica (cm)	IMA (cm)	Clase de altura (m)	IMA (m)	Clase diamétrica (cm)	IMA (cm)	Clase de altura (m)	IMA (m)
5 – 9	1,7	0 – 2,9	1,4	5 – 9	1,2	0 – 2,9	1,2
10 – 19	1,5	3 – 4,9	1,3	10 – 19	1,2	3 – 4,9	1,2
20 – 29	1,3	5 – 6,9	1,1	20 – 29	1	5 – 6,9	1,2
30 – 39	0,9	7 – 8,9	0,9	30 – 39	0,9	7 – 8,9	1,2
40 – 49	0,8	9 – 10,9	0,8	40 – 49	0,9	9 – 10,9	1
50 – 59	0,4	11 – 12,9	0,7	50 – 59	0,8	11 – 12,9	0,8
60 – 69	0,4	13 – 14,9	0,7	60 – 69	0,7	13 – 14,9	0,8
70 – 79	0,2	15 – 16,9	0,6	70 – 79	0,6	15 – 16,9	0,6
80 – 89	0,2	17 – 18,9	0,5	80 – 89	0,4	17 – 18,9	0,3
> 90	0,2	> 20	0,4	> 90	0,3	> 20	0,1

5.3.3.3 Cálculo del volumen de los árboles dispersos y en línea

La estimación del volumen de madera se realizó por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen estimado} = \text{dap}^2 * h * \pi / 4 * \text{Ff}$$

Donde:

dap = diámetro a altura del pecho (m)

h = altura comercial (m)

Ff = Factor de forma general (0,45 para altura comercial)

5.3.3.4 Estructura de ingresos y costos

La información financiera detallada sobre las inversiones, los ingresos y los costos de las actividades productivas de cada finca fue obtenida mediante una entrevista semi-estructurada aplicada a cada dueño de la finca. Las principales actividades encontradas en el estudio incluyen además de la ganadería, la producción avícola y porcina, caballeriza, productos forestales maderables y no maderables y la agricultura. Con base en esta información se calcularon los ingresos y los costos anuales para ambos escenarios “con y sin proyecto” y se consideraron los siguientes supuestos:

- Todas las actividades del productor están libres de riesgos biológicos y ambientales;
- La mano de obra familiar se contabilizó como un costo general para todas las actividades de la finca, ya que no es posible medir el tiempo que cada productor destina a las diferentes actividades;

- Los ingresos y costos se presentan en Dólares estadounidenses. El tipo de cambio de la moneda local fue de 2 BZD por 1 USD (tasa de cambio fija);
- El jornal diario en el área rural de Belice es de US\$ 12,50;
- Las tasa de inflación fue de 6,4% al 15 de agosto de 2009 (Banco Central de Belice, 2009);
- Los datos de ingresos y costos obtenidos para el primer año, son constantes para todo el horizonte del estudio (10 años);
- El precio de la tierra fue de US\$ 865,05 ha⁻¹, es un bien que puede ser vendido, comprado o rentado en un mercado perfecto;
- Los ingresos por madera se obtienen de la venta del recurso puesto en la propia finca del productor; y
- Solo se incluyó la venta de maderas comerciales en el mercado local de San Ignacio, Belice y el precio depende del tipo de especie de la madera (alto, medio, bajo valor comercial).

Con base a la información de los productores, aserraderos y funcionarios del DF se obtuvo una aproximación de los siguientes costos:

- El costo de corta y troceado con motosierra es de US\$ 22 m⁻³;
- El costo de transporte depende de la distancia al centro de comercio más cercano en San Ignacio, considerando un promedio para este costo de US\$ 15 m⁻³; y
- El costo de aserrío en la industria es de US\$ 30 m⁻³.

5.3.3.5 Determinación de la tasa de descuento del proyecto

La recomendación de la mayoría de los analistas es usar el costo de oportunidad del capital en la sociedad (Gittinger 1973) o sea, es la reducción en beneficios ajenos al proyecto que resulta por utilizar el capital en el proyecto. En el presente estudio se utilizó la tasa de interés pasiva por depósitos a plazo fijo para llevar a valor presente los flujos netos del proyecto sin considerar los posibles niveles de riesgo de la inversión. Esto significó una tasa de 6,5%, según el Informe Anual del Banco Central de Belice para el año 2008.

5.3.3.6 Precios de la madera en Belice

Para conocer los precios de la madera en el Distrito del Cayo, se realizó un sondeo en el mercado local visitando aserraderos (industria), empresas comercializadoras de madera, patios de

venta, además de la consulta directa a los propietarios de las fincas. Con base en esta información se determinó los precios para la madera puesta en la finca, madera en el mercado local y madera aserrada puesta mercado local (aserraderos, empresas comercializadoras de madera y patios de venta) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Precios de la madera en el Distrito del Cayo, Belice (US\$ m⁻³).

Especie	Precio de madera aserrada en la industria y puesta en San Ignacio	Precios de madera troceadas con motosierra puesta en San Ignacio	Precio de madera troceada con motosierra puesta en finca
<i>Aspidosperma cruentum</i>	180,40	165,00	55,00
<i>Astronium graveolens</i>	440,00	220,00	162,80
<i>Bursera simaruba</i>	143,00	110,00	83,60
<i>Cedrela odorata</i>	440,00	275,00	220,0
<i>Ceiba pentandra</i>	180,40	110,00	83,60
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	180,40	110,00	83,60
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	180,40	110,00	83,60
<i>Melia azedarach</i>	180,40	110,00	83,60
<i>Peltogyne purpurea</i>	180,40	110,00	83,60
<i>Piscidia piscipula</i>	440,00	330,00	220,00
<i>Pouteria amygdalina</i>	180,40	110,00	83,60
<i>Zanthoxylum belizense</i>	275,00	220,00	165,00

5.3.3.7 Indicadores financieros

Para el análisis financiero se hizo una comparación de los escenarios “sin proyecto” y “con proyecto”. Los criterios aplicados para la comparación de escenarios fueron criterios de eficiencia de inversiones de largo plazo: VAN, Relación B/C y TIR, según la metodología propuesta por Gittinger (1982) como criterios de selección para evaluar la factibilidad del proyecto.

5.3.3.7.1 Valor Actual Neto (VAN)

El VAN “es la medida más directa del flujo de fondos actualizados para determinar el valor de un proyecto” (Gittinger 1982). El resultado, es simplemente, el valor actual del flujo de fondos. La exposición matemática formal se expresa de la siguiente manera:

$$\text{VAN} = \sum (B_n - C_n)/(1 + i)^n = 0$$

Donde:

B_n = Beneficios en el tiempo n (US\$ año⁻¹)

C_n = Costos en el tiempo n (US\$ año⁻¹)

i = Tasa de descuento (%)

n = Tiempo (años)

Gittinger (1982) menciona que, como criterio de selección formal la medida del VAN de un proyecto consiste en aceptar todos los proyectos cuyo valor actual neto sea positivo al actualizarlos según el costo de oportunidad del capital, o sea el rendimiento mínimo de la inversión. Un problema evidente del VAN es que el criterio de selección no puede aplicarse a menos que exista una estimación relativamente satisfactoria del costo de oportunidad del capital. Aunque en el caso de proyectos mutuamente excluyentes, este indicador permite elegir aquella alternativa que arroje el mayor VAN (Gittinger 1982).

5.3.3.7.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es otra forma de utilización del flujo de fondos actualizados (VAN) para medir la rentabilidad de un proyecto, o sea la TIR es la tasa de actualización que hace el VAN ser igual a cero o más cercana posible (Gittinger 1982). Esta, representa la rentabilidad media del dinero utilizado en el proyecto durante toda su vida. Esta tasa de descuento se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{VAN} = 0; \text{ es decir: } \sum (B_n - C_n)/(1 + i)^n = 0$$

Donde:

B_n = Beneficios de cada año (US\$ año⁻¹)

C_n = Costos en el tiempo n (US\$ año⁻¹)

i = Tasa de descuento (%)

n = Tiempo (años)

C_t : Costo en el año t

Para aceptar los proyectos utilizando el criterio de eficiencia de la inversión de la TIR, es necesario que aquellos proyectos posean una tasa interna de rentabilidad superior al costo de oportunidad del capital o de la tasa mínima atractiva (Gittinger 1982).

5.3.3.7.3 Relación Beneficio Costo (B/C)

La Relación B/C es el cociente del valor de los beneficios actualizados y los costos actualizados del proyecto (Filius 1982).

La relación beneficio-costo es aquella en que tanto el flujo de beneficios como el de los costos se descuentan a una tasa que se considera próxima al costo de oportunidad del capital (Doryan *et al.* 1990, Guerra 1992), así:

$$B/C = \frac{\sum B_n / (1+i)^n}{\sum C_n / (1+i)^n}$$

Donde:

B_n = Beneficios en el tiempo n (\$ año⁻¹)

C_n = Costos en el tiempo n (\$ año⁻¹)

i = Tasa de descuento (%)

n = Tiempo (años)

i: Tasa de interés

La regla para selección de la Relación B/C de un proyecto es aceptar todo resultado mayor a uno. Esta Relación proporciona la información un valor absoluto y varía según la tasa de interés elegida. O sea, cuanto más alta sea esa tasa, tanto más pequeña será la Relación B/C, y con un tasa suficientemente elevada la relación descenderá por debajo de uno (Gittinger 1982).

5.3.3.8 Plantación forestal en linderos

Para el establecimiento de una plantación de *Cedrela odorata* en linderos se considera los costos de implementación por cada kilómetro de área plantada. El área plantada dependerá del tamaño de la finca y la disponibilidad de áreas para linderos. Las fuentes de información para obtener los costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación fueron diversas. En primer lugar se recurrió a la información del mercado local y las entrevistas con algunos actores involucrados. Estos datos fueron corroborados mediante la revisión bibliográfica de otros trabajos similares. Los costos de mano de obra, insumos y otros servicios aplicados para el establecimiento de plantación en linderos, se especifican en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Costos del establecimiento de un kilómetro de plantación de *Cedrela odorata* en linderos para el Distrito del Cayo, Belice.

	Costos unitario	Cantidad o frecuencia	Costo Total
<i>Mano de obra</i>			
Chapea inicial (US\$/Jornal ⁻¹)	12,50	1,00	25,00
Establecimiento de cercas (US\$ Jornal ⁻¹)	12,50	16,00	200,00
Control de malezas (US\$ Jornal ⁻¹)	12,50	2,00	25,00
<i>Insumos</i>			
Rollo alambre (US\$/rollo)	13,00	12,00	156,00
Poste en finca (US\$/poste)	4,00	334,00	1.336,00
Poste esquina (US\$/poste)	6,00	20,00	120,00
Grapas (US\$/kg)	3,00	22,00	66,00
Plantas en finca (US\$/planta)	1,25	220,00	275,00
Control de plagas (US\$ /paquete)	7,00	0,60	4,00
<i>Otros servicios</i>			
Asistencia técnica (US\$ Jornal ⁻¹)	30,00	2,00	60,00
Costo Total de establecimiento (US\$/Km)			2.367,20

Se asumen costos anuales constantes de mano de obra para el mantenimiento de la plantación (control de malezas) para todo el horizonte de análisis (20 años) y los costos de podas cada 5 años. Al final del ciclo de plantación será posible aprovechar la madera plantada por lo tanto, los ingresos por el aprovechamiento de madera solo se hacen efectivos en el último año del análisis. Los precios de madera fueron los mismos que se utilizaron para la situación “con proyecto”, obtenidos mediante un sondeo en el mercado local (aserraderos, empresas comercializadoras de madera y patios de venta) del Distrito del Cayo.

5.3.4 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se trata de una técnica analítica para someter a prueba de manera sistemática lo que ocurre con la rentabilidad de un proyecto, asumiendo que las estimaciones de tasas y otros supuestos que se utilizan en la planificación, no coinciden con los reales; es un medio de abordar el problema de la incertidumbre con respecto a acontecimientos y valores futuros (Gittinger 1994).

Los análisis de sensibilidad fueron realizados con base al cambio del VAN, comparando diferentes escenarios de venta final de la madera aprovechada (venta de madera troceada con motosierra puesta en la propia finca, venta de madera troceada con motosierra puesta en mercado

local (aserraderos, empresas comercializadoras de madera y patios de venta) y con valor agregado (aserrada en la industria) puesta en el mercado local de San Ignacio. Por otro lado, se hizo un segundo análisis de sensibilidad comparando los efectos de las diferentes tasas de descuento (10%, 14%, 20% y 30%) sobre el VAN de las fincas.

5.4 Resultados y discusión

5.4.1 Evaluación biofísica

De acuerdo con los datos de las ocho fincas seleccionadas, el área total de las fincas pequeñas tienen en promedio $14,11 \pm 3,34$ ha y el área promedio de las fincas medianas $71,49 \pm 30,14$ ha. Con respecto el área promedio de pasturas, las fincas pequeñas tiene en promedio $10,92 \pm 2,25$ ha y las medianas $83,1 \pm 29,39$ ha, representando en ambos casos más del 75% del área total de las fincas (Cuadro 6). Sin embargo, más adelante es posible verificar que la actividad ganadera no es la principal actividad en todas las fincas, sino la agricultura.

Con relación a la regeneración natural, se registró un promedio de $40,79 \pm 15,04$ brinzales ha^{-1} en fincas pequeñas y $98,33 \pm 62,05$ ha^{-1} en finca medianas (Cuadro 6). Los resultados encontrados muestran en promedio que el número de brinzales y latizales es mayor que el número de árboles aprovechables, lo cual sugiere que con un adecuado manejo de la regeneración natural es posible un aprovechamiento sostenible del recurso maderable en estas fincas.

Las fuertes lluvias que provocaron la inundación de varios ríos, tales como el Río Mopán y el Río Belice en octubre del 2008 (IDAR 2008), causaron una migración de semillas de especies que no son de la región e incrementaron la cantidad de regeneración natural en las fincas aledañas a estos ríos (Fincas 1, 2 y 7).

El promedio de individuos arbóreos adultos encontrados en las fincas pequeñas fue de $10,14 \pm 2,57$ ha^{-1} mientras que para las fincas medianas fue casi la mitad con solo $5,28 \pm 1,68$ ha^{-1} . Además, tanto para fincas pequeñas como las medianas los árboles comerciales representan más del 65% del total de árboles adultos encontrados, demostrando que el tamaño de la finca no determina el potencial de especies comerciales en áreas de pasturas (Cuadro 6). La especie de alto valor comercial *Cedrela odorata* se encuentra presente en las ocho fincas.

Cuadro 6. Resumen biofísico de las 8 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

Finca	Área Total (ha)	Área de Pastura (ha)	Brinzales y latizales (ha ⁻¹)	Árboles adultos (ha ⁻¹)	Árboles comerciales (ha ⁻¹)	Volumen árboles comerciales (m ³ ha ⁻¹)	% Cobertura arbórea en área de pastura
Fincas pequeñas							
1	11,33	10,92	96	14,55	10,16	3,07	13,41
2	21,24	12,95	69,50	7,49	6,02	0,13	5,54
3	19,02	15,37	36	5,14	3,97	0,22	3,52
4	12,04	4,86	13,33	13,39	8,65	1,24	11,14
Prom.	15,93	11,03	53,71	10,14	7,20	1,17	8,40
E.E.	±2,47	±2,25	±18,22	±2,57	1,38	±0,68	±2,32
Fincas medianas							
5	44,51	28,32	158	0,92	0,53	0,10	0,90
6	39,17	28,32	107,33	3,46	1,80	0,15	2,09
7	40,46	16,99	140,33	15,83	10,77	4,09	19
8	141,61	121,38	44,33	0,92	0,79	0,08	1,34
Prom.	71,49	53,81	112,50	5,28	3,47	1,10	5,83
E.E.	±30,14	±29,39	±25,03	±3,57	2,45	±0,99	±4,40

En Esparza, Costa Rica, Scheelje (2009) encontró un promedio de densidad arbórea similar con $17,93 \pm 4,83 \text{ ha}^{-1}$ y $17,07 \pm 1,28 \text{ ha}^{-1}$ en fincas pequeñas y medianas respectivamente, siendo *Tabebuia rosea* y *Cordia allidora* unas de las especies de alto valor comercial en áreas de pasturas de esa localidad.

Las especies comerciales encontradas en las fincas del presente estudio que fueron aprovechadas por los productores fueron: *Aspidosperma cruentum*, *Astronium graveolens*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Melia azedarach*, *Peltogyne purpurea*, *Piscidia piscipula*, *Pouteria amygdalina* y *Zanthoxylum belizense*.

El volumen de árboles comerciales más bajo corresponde a la Finca 6 (Cuadro 7), la cual cuenta con un número reducido de árboles dispersos en pasturas. Por otro lado, la Finca 7 presenta el mayor volumen de árboles comerciales debido a elevada cantidad y dimensión de *C. odorata*.

La cobertura arbórea promedio en áreas de pastura de las fincas pequeñas fue de $8,40 \pm 2,32$ % y $5,83 \pm 4,40$ % en las medianas (Cuadro 6). Con respecto a esta variable sobresale la Finca 5 que cuenta con el porcentaje más bajo de cobertura arbórea en áreas de pasturas (0,90%) a pesar de tener una cantidad similar de árboles ha⁻¹ que la Finca 8.

A pesar de contar con la misma densidad arbórea, las Fincas 5 y 8 poseen diferentes porcentajes de cobertura arbórea en áreas de pasturas (0,90% y 1,31% respectivamente), esto podría

deberse al mayor desarrollo de la copa en áreas más extensas lo cual permite una mayor dispersión de los árboles (Finca 8, con 121,38 ha). Según Villanueva *et al.* (2003), la variación entre cobertura y densidad arbórea en áreas de pasturas puede deberse a decisiones del productor relacionadas con el manejo de las pasturas y al aprovechamiento sin reposición de árboles para satisfacer las necesidades de madera de aserrío y postes en las fincas. Además, Nepstad *et al.* (1990), mencionan que los productores por lo general no consideran la importancia que tienen los árboles dispersos en áreas de pasturas comparados con las pasturas sin árboles, principalmente para la dispersión de semillas.

5.4.2 Evaluación financiera

5.4.2.1 Estructura de costos e ingresos

Las actividades productivas encontradas tanto en fincas pequeñas como en fincas medianas, además de la ganadería fueron la producción avícola, caballeriza, porcina, maderable, no maderable y agrícola. En los Cuadros 7 y 8 se presenta un detalle de los costos e ingresos de todas las actividades productivas, además de los costos de mano de obra familiar en que incurre el productor de la finca (Anexo 7).

Cuadro 7. Estructura de ingresos y costos promedio para fincas pequeñas del Distrito del Cayo, Belice (US\$ año⁻¹).

Ingresos	1		2		3		4	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
Ganadería	3.150	82,8	3.025	49,6	2.550	14,8	4.525	21,9
Avícola	–	–	588	9,6	60	0,3	232	1,1
Caballeriza	–	–	–	–	–	–	–	–
Porcinos	–	–	750	12,3	2.400	13,9	420,00	2
Maderable	54	1,4	54	0,9	72	0,4	90	0,4
PFNM	–	–	37,50	0,6	–	–	–	–
Agrícola	600	15,8	1.650	27	12.200	70,6	15.380	74,5
Total	3.804	100	6.104,50	100	17.282	100	20.647	100
Total ha ⁻¹	355,78		287,38		908,80		170,02	
Costos								
Ganadería	1.750	32,9	793,48	20,5	1.638,75	10,7	1.045,50	6,4
Avícola	–	–	–	–	–	–	144	0,9
Caballeriza	–	–	–	–	–	–	100	0,6
Porcinos	–	–	–	–	585	3,8	1.820	11,1
Maderable	–	–	–	–	–	–	–	–
PFNM,	–	–	–	–	–	–	–	–
Agrícola	319,98	6,0	19,98	0,5	95,00	0,6	287,50	1,8
MDOF	3.250	61,1	3.062,50	79,0	13.000	84,9	13.000	79,3
Total	5.319,98	100	3.875,95	100	15.318,75	100	16.397	100
Total ha ⁻¹	469,59		182,47		805,56		1.305,88	

PFNM: Producto forestal no maderable; MDOF: Mano de obra familiar

De acuerdo a los datos de ingresos del Cuadro 7 y 8 la actividad principal de las Fincas 3, 4 y 5 no es la ganadería, sino que provienen de la agricultura. La actividad maderable comprende principalmente el aprovechamiento de leña para uso doméstico. Los ingresos por productos forestales no maderables representan el porcentaje más bajo de los ingresos y en algunos casos no están presentes. También se observan algunos ingresos menores por las actividades avícola, porcina y caballeriza.

Una gran parte de los costos son destinados al pago de mano de obra de las fincas (Cuadros 7 y 8. Este costo incluye el pago de US\$ 12,5 al día por cada miembro de la familia que trabaja en la finca. El trabajo familiar se divide entre las distintas actividades de la finca por lo que no es posible definir un porcentaje exacto para cada actividad.

Cuadro 8. Estructura de ingresos y costos promedio para fincas medianas del Distrito del Cayo, Belice (US\$ año⁻¹).

Ingresos	5		6		7		8	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
Ganadería	4.400	7,8	9.772,50	84,7	3.130	37,2	63.656,25	96,7
Avícola	–	–	37,50	0,3	726,25	8,6	217,50	0,3
Caballeriza	–	–	–	–	300	3,6	1.750	2,7
Porcinos	–	–	–	–	737,50	8,8	175	0,3
Maderable	54	–	36	0,3	306,75	3,6	36	0,1
PFNM	–	–	–	–	2.795	33,2	–	–
Agrícola	52.050	92,1	1.687,50	14,6	412,50	4,9	–	–
Total	56.504	100	11.533,50	100	8.408	100	65.834,75	100
Total ha ⁻¹	1.269,58		294,48		207,81		406,78	
Costos								
Ganadería	3.907,50	12,5	894	10,9	1.209,75	15	30.392	70,4
Avícola	–	–	–	–	343,25	4,3	60	0,1
Caballeriza	–	–	–	–	230	2,9	1.200	2,8
Porcinos	–	–	–	–	331,50	4,1	–	–
Maderable	–	–	700	8,5	526,25	6,5	1.750	4,1
PFNM,	–	–	–	–	445,25	5,5	–	–
Agrícola	22.870	73,1	97,50	1,2	99,75	1,2	–	–
MDOF	4.500	14,4	6.500	79,4	4.875	60,5	9.750	22,6
Total	31.277,50	100	8.191,50	100	8.060,75	100	43.152	100
Total ha ⁻¹	702,77		209,15		199,22		266,63	

PFNM: Producto forestal no maderable; MDOF: Mano de obra familiar

5.4.2.2 Escenario “sin proyecto”, situación actual de la finca

El Cuadro 9 presenta los indicadores financieros para las ocho fincas, tomando en cuenta la situación actual de los costos e ingresos de todos los sectores productivos de las fincas. Para la

situación “sin proyecto” todas las fincas presentaron valores positivos del VAN con excepción de la Finca 1. Durante las entrevistas, los productores explicaron que debido a las fuertes lluvias de octubre del 2008 las comunidades de Calla Creek y Paslow Falls (Fincas 1, 2 y 7) sufrieron la pérdida de sus animales y cultivos. En el caso de la Finca 1 las pérdidas fueron considerables, incluyendo la pérdida total de su vivienda. En Belice, esta información fue documentada de manera extensa en el Reporte de Evaluación de Daños Iniciales (IDAR por sus siglas en inglés) (2008).

De la misma forma, para la Finca 1 se presentan indicadores más bajos para la relación B/C. Los valores de la relación B/C de las fincas pequeñas fueron menores que los valores mínimos encontrados en los estudios de Esparza, Cosa Rica (Scheelje 2009) y Copán, Honduras (Chavarría 2009), 1,1 y 1,5 respectivamente. No ocurre lo mismo con los indicadores de la relación B/C para las fincas medianas, que resultaron mayores que los indicadores mínimos de Esparza, Costa Rica (1,1) y de Copán, Honduras (1,3). Las tasas de descuento aplicadas en cada país, fueron de 9,35% y 10,2%.

Cuadro 9. Indicadores financieros de cuatro fincas pequeñas y cuatro medianas “sin proyecto” en el Distrito del Cayo, Belice.

Indicador	Fincas pequeñas			
	1	2	3	4
VAN (US\$)	-570,17	530,34	3.392,93	17.792,46
Relación B/C	0,98	1,01	1,03	1,16

Indicador	Fincas medianas			
	5	6	7	8
VAN (US\$)	82.628,19	24.342,70	3.098,27	129.201,60
Relación B/C	1,28	1,45	1,06	1,41

5.4.2.3 Escenario “con proyecto”, incluyendo la propuesta de aprovechamiento del recurso maderable

En los cuadros 10 y 11 en la Figura 9 se presentan los indicadores financieros incluyendo todas las actividades productivas de las ocho fincas “sin proyecto” y además se incluye el aporte financiero que se genera tomando en cuenta la propuesta de aprovechamiento de recurso maderable, situación “con proyecto”. La variación porcentual del VAN es positiva para todos los casos, lo cual demuestra que todas las fincas mejoraron su rentabilidad financiera al incluir el aprovechamiento potencial del recurso maderable.

Para el caso de la Finca 1, el VAN negativo “sin proyecto” se transforma en un VAN positivo para la situación “con proyecto” y este aumento es bastante alto (118%). Esto se debe principalmente a los altos ingresos que percibiría el productor por el aprovechamiento de madera y por el alto valor

de las especies encontradas en la finca. *Cederela odorata* (26,90 m³ finca⁻¹) representa más del 77% del volumen total de madera aprovechable durante los 10 años del análisis. Además, en la Finca 1 se pudo observar aéreas cercadas como una forma de manejo que favoreció el crecimiento de los árboles evitando que el ganado pueda dañarlo.

Cuadro 10. Indicadores financieros en fincas pequeñas bajo el escenario “sin proyecto” y “con proyecto” en el Distrito del Cayo, Belice.

Indicador	Escenario	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
VAN (US\$)	“sin proyecto”	-570,17	530,34	3.392,93	25.861,53
	“con proyecto”	3.147,87	1.869,54	3.813,16	27.624,69
	Incremento %	118,11	71,63	11,02	6,38
VAN (US\$ ha ⁻¹)	“sin proyecto”	-50,33	24,97	178,42	2.130,63
	“con proyecto”	277,86	88,01	200,52	2.275,88
Relación B/C	“sin proyecto”	0,98	1,01	1,03	1,23
	“con proyecto”	1,12	1,05	1,03	1,24
Vol. (m ³)	“sin proyecto”	–	–	–	–
	“con proyecto”	34,96	15,49	3,84	13,34

En la Finca 7 el crecimiento del VAN es también bastante alto y esto puede explicarse por una relación directa del volumen de árboles en la finca y el ingreso que genera su aprovechamiento. En este caso la presencia de *C. odorata* (58,85 m³ finca⁻¹) representa el 79% del volumen total de madera en la finca. Además, de las ocho fincas analizadas la Finca 7 cuenta con la mayor cantidad promedio de árboles comerciales y de regeneración natural (brinzales y latizales) ha⁻¹.

Cuadro 11. Indicadores financieros en fincas medianas bajo el escenario “sin proyecto” y “con proyecto” en el Distrito del Cayo, Belice.

Indicador	Escenario	Finca 5	Finca 6	Finca 7	Finca 8
VAN (US\$)	“sin proyecto”	82.628,19	24.342,70	3.098,27	129.201,60
	“con proyecto”	83.229,63	24.389,65	10.729,84	147.263,18
	Incremento %	0,72	0,19	75,59	9,98
VAN (US\$ ha ⁻¹)	“sin proyecto”	1.856,56	621,54	76,58	798,33
	“con proyecto”	1.870,08	622,74	265,20	886,83
Relación B/C	“sin proyecto”	1,28	1,45	1,06	1,41
	“con proyecto”	1,28	1,46	1,20	1,44
Vol. (m ³)	“sin proyecto”	–	–	–	–
	“con proyecto”	7,57	0,65	74,30	148,23

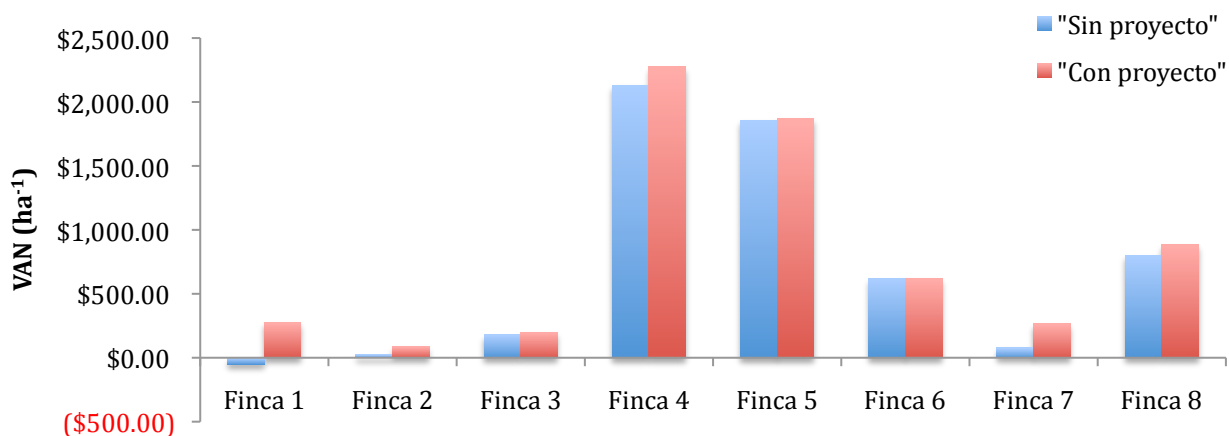


Figura 9. Comparación del VAN bajo diferentes escenarios para fincas pequeñas y medianas en el Distrito del Cayo, Belice (US\$ ha⁻¹).

5.4.3 Plantación maderable en linderos en SSP

En esta sección se analiza la rentabilidad para dos fincas en particular, una finca pequeña y una mediana bajo un escenario que incluye 3 km de plantación de linderos de *Cedrela odorata*. El Cuadro 12 presenta los indicadores financieros para un horizonte de análisis de 20 años y se compara los escenarios “sin proyecto”, “con proyecto”. Además, se incluye a este último escenario el aporte financiero que se generaría si el productor estableciera una plantación en linderos de una especie de alto valor comercial. Se sugiere la elección de *Cedrela odorata* para dicha plantación, ya que pertenece al grupo de especies nativas valiosas de rápido crecimiento con una alta demanda en el mercado beliceño y con una presencia dominante en la región.

En un estudio de productividad de una plantación de linderos maderables de *C. odorata* realizado por Viera y Pineda (2004) para Santa Bárbara, Honduras se encontró un promedio de 3,39 m³ árbol⁻¹ con un espaciamiento entre árboles de 17 metros y aprovechamiento a los 20 años. Para el presente estudio se hicieron proyecciones de crecimiento basadas en el potencial maderable para el Cayo, Belice asumiendo distanciamientos entre árboles de 5 m, turno de corta de 20 años y rendimiento de 1,56 m³ árbol⁻¹.

Las fincas seleccionadas para el establecimiento de la plantación de linderos maderables el presente estudio presentaron los volúmenes más bajos de árboles comerciales, 0,22 y 0,15 m³ ha⁻¹ para la finca pequeña y mediana, respectivamente. El aporte que se agrega a los ingresos de la finca por la venta de madera en 20 años, tomando en cuenta los costos de implementación y mantenimiento de la

plantación, y aplicando la misma tasa de descuento (costo de oportunidad del capital) se expresan en el VAN como un efecto positivo para ambos casos. Los resultados muestran que el incremento porcentual para la finca pequeña es mayor al 29,41% y en el caso de la finca mediana este incremento de la rentabilidad es de 10,39%. Esto demuestra que ambas las fincas mejoraron su rentabilidad financiera al incluir la plantación de linderos.

Cuadro 12. Indicadores financieros para una finca pequeña y una finca mediana bajo el escenario (a) “sin proyecto”, (b) “con proyecto” y (c) “con proyecto y plantación en linderos maderables de *Cedrela odorata*” en el Distrito del Cayo, Belice.

Indicador	Escenario	Finca Pequeña	Finca Mediana
VAN (US\$)	(a)	9.929,50	37.798,88
	(b)	10.583,46	38.019,08
	(c)	14.992,51	42.428,12
Variación %	(b) - (c)	29,41	10,39
VAN (US\$ ha⁻¹)	(a)	522,16	965,11
	(b)	556,55	970,73
	(c)	788,40	1.083,30
Relación B/C	(a)	1,06	1,48
	(b)	1,06	1,48
	(c)	1,11	1,56
Vol. (m³ ha⁻¹)	(a)	–	–
	(b)	5,30	0,65
	(c)	281,12	281,12

5.4.4 Análisis de sensibilidad

5.4.4.1 Precio de madera en los diferentes escenarios de aprovechamiento

El análisis de sensibilidad se realizó con base en el indicador financiero del VAN a los diferentes escenarios de aprovechamiento. Considerando los diferentes precios y los costos a los que se enfrentan los productores, se define cada uno de los escenarios de aprovechamiento forestal: venta de la madera troceada con motosierra puesta en la propia finca – el productor incurre en costos de corta y troceado (flitches) y el pago de impuestos por aprovechamiento maderable; venta de la madera troceada con motosierra puesta en el mercado local de San Ignacio – donde se incluyen los costos de corta y troceado, el pago de impuestos por aprovechamiento maderable y los costos de transporte al mercado local; finalmente, la venta de madera aserrada en aserradero y puesta en empresas de venta de madera (patios de venta, etc.) – que incluye todos los costos de transporte de la madera puesta en el mercado local de San Ignacio y el costo por aserrado.

En las figuras 10 y 11 se muestran los diferentes resultados obtenidos para cada finca tomando en cuenta el indicador financiero del VAN para los diferentes escenarios de aprovechamiento del recurso maderable. Los resultados demuestran que a pesar de los costos que el productor debe enfrentar, los escenarios de venta de madera en el mercado local de San Ignacio, sea esta aserrada o no, obtienen mayores resultados de rentabilidad en todos los casos. Estos resultados demuestran que el propietario no debería limitarse a vender su madera en la propia finca.

Comparando las fincas pequeñas con las fincas medianas, estas últimas cuentan con menor crecimiento de la rentabilidad entre un escenario y otro (venta de la madera troceada con motosierra en la finca, madera troceada con motosierra y puesta en flitches el mercado local San Ignacio y madera con valor agregado aserrada en aserradero y puesta en el mercado local de San Ignacio). El bajo incremento del VAN al comparar los tres escenarios de aprovechamiento se debe, en algunas fincas (5, 6 y la Finca 8), al hecho de que no cuentan con muchas especies de alto valor comercial. De tal forma que la venta del producto puesta en mercado con valor agregado ofrece un incremento mínimo de los ingresos por madera.

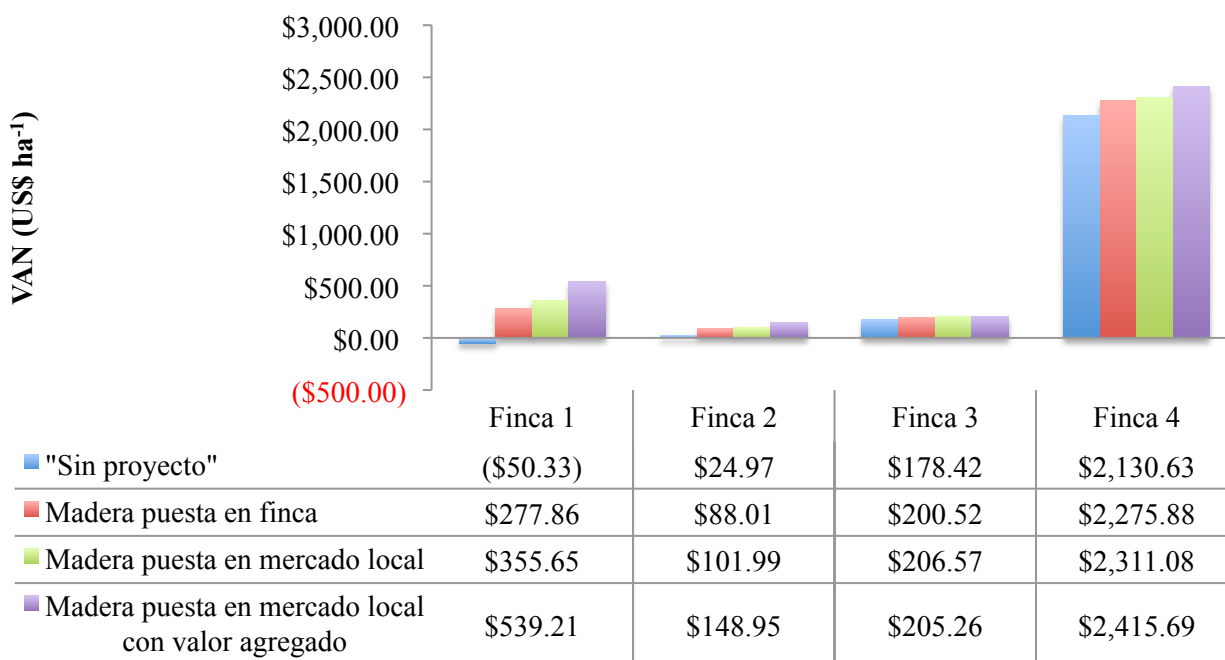


Figura 10. Comparación del VAN en diferentes escenarios de aprovechamiento del recurso maderable para fincas 4 pequeñas en el Distrito del Cayo, Belice.

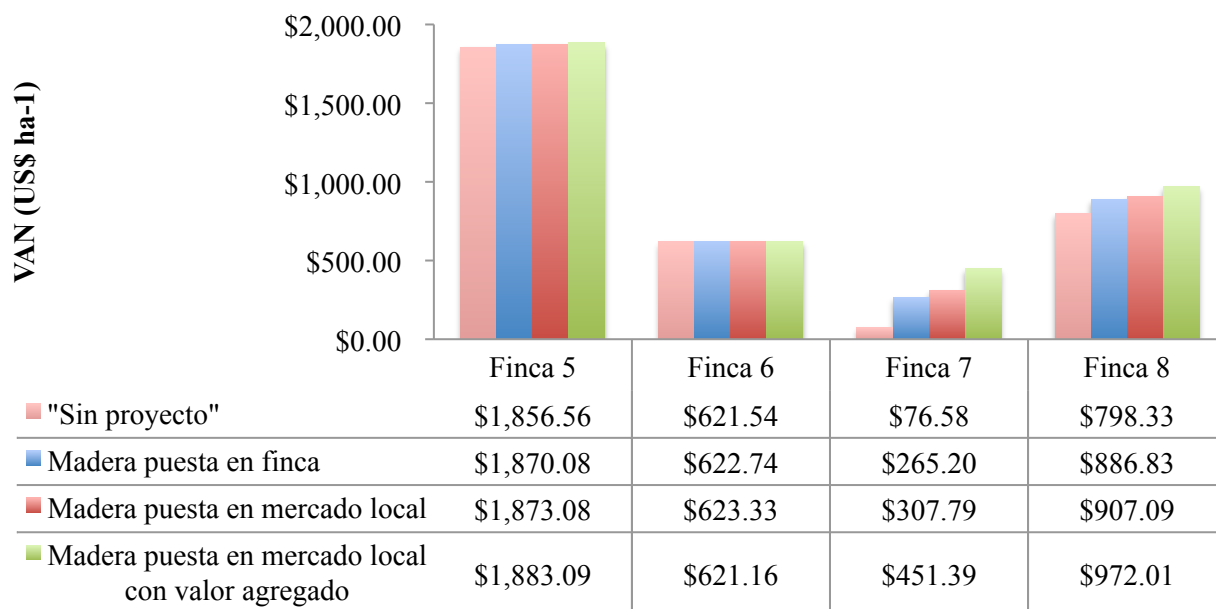


Figura 11. Comparación del VAN en diferentes escenarios de aprovechamiento del recurso maderable para fincas 4 medianas en el Distrito del Cayo, Belice.

5.4.4.2 Diferentes tasas de descuento para la rentabilidad en escenario “con proyecto”

El análisis de sensibilidad se realizó con base en el indicador financiero del VAN en el escenario “con proyecto” para todas las fincas del estudio. Además de las tasas pasiva y activa (según el reporte anual del Banco Central de Belice 2008) 6,5% y 14% respectivamente, se aplicó otras tasas de descuento 10%, 20% y 30% con el principal objetivo de comparar el incremento del costo de oportunidad del capital.

En la Figura 12 se observa que para las mayores tasas de descuento la rentabilidad según el indicador del VAN para las fincas pequeñas se reduce gradualmente y en algunos casos, se transforma en valores negativos. Lo mismo ocurre en el caso de las fincas medianas (Figura 13).

Las Fincas pequeñas 1 y 4 continúan con una rentabilidad positiva aun cuando se aplica una tasa de descuento del 30%. Esto significa que para estas fincas la Tasa Interna de Retorno es superior al 30%, mientras que las Fincas 2 y 3 la TIR (VAN = 0) se encuentra muy cerca al 14%; a partir de esta tasas el proyecto deja de ser rentable.

El mismo análisis puede ser realizado para las fincas medianas y los resultados son muy similares (Figura 13): a mayores tasas de descuento los resultados del VAN decrecen y se hacen negativos en algún punto. Este comportamiento se hace más evidente para las fincas en que la

densidad de los árboles es menor ya que no es posible generar beneficios a los largo de los 10 años de análisis.

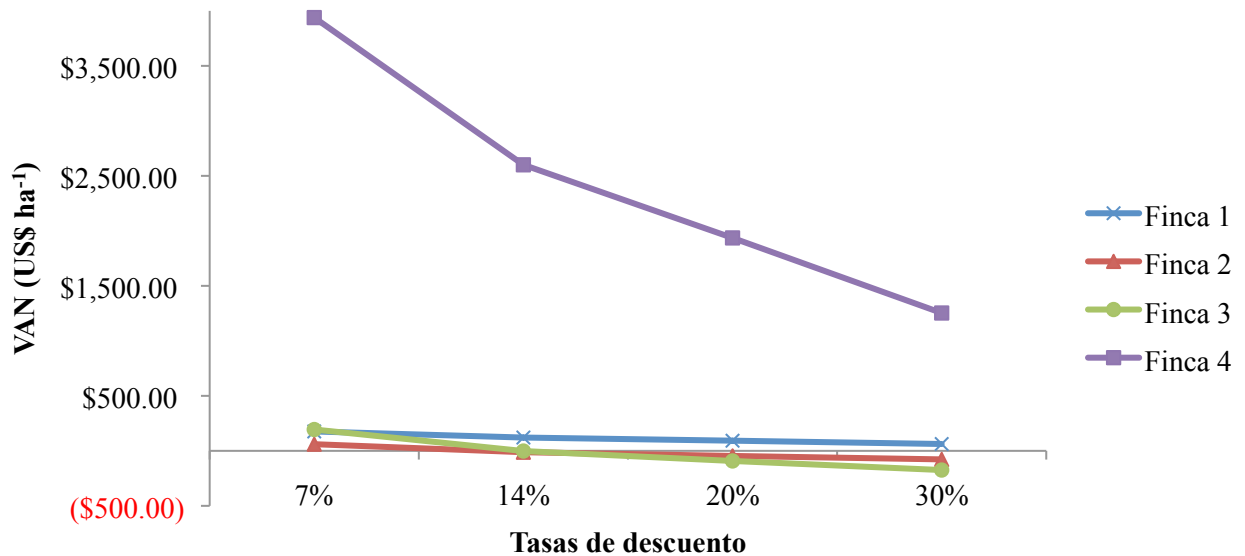


Figura 12. Análisis de sensibilidad bajo diferentes tasas de descuento para 4 fincas pequeñas en el Distrito del Cayo, Belice.

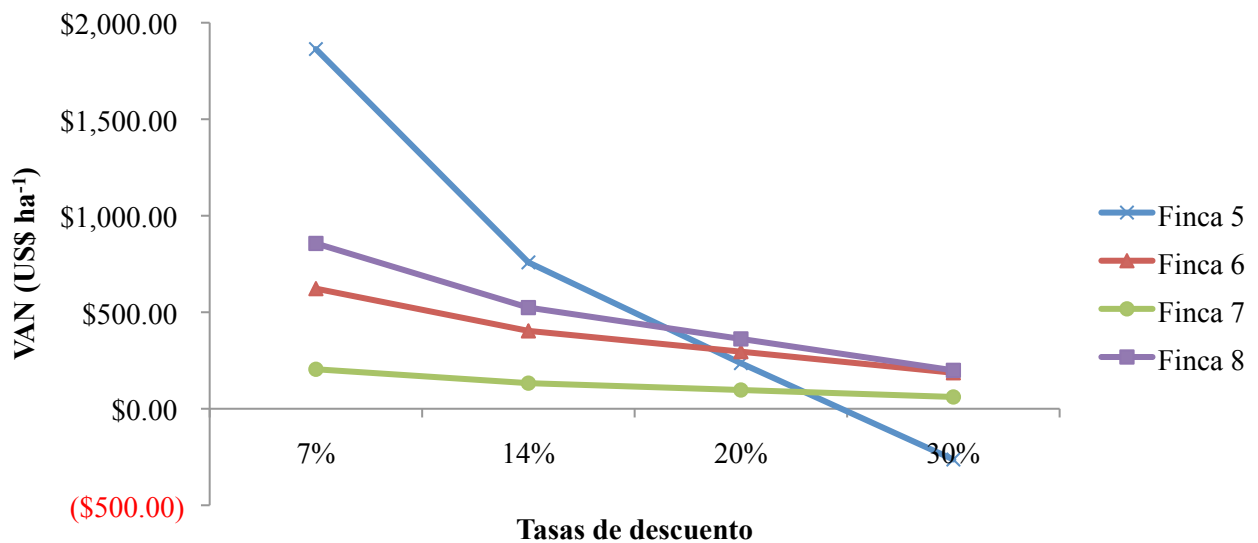


Figura 13. Análisis de sensibilidad bajo diferentes tasas de descuento para 4 fincas medianas en el Distrito del Cayo, Belice.

5.5 Conclusiones

Los recursos maderables de los sistemas silvopastoriles de las ocho fincas seleccionadas poseen especies comerciales que representan más de la mitad de la densidad arbórea total en cada finca (71% para fincas pequeñas y 66% para fincas medianas). La especie de alto valor comercial *Cedrella odorata* se encuentra presente tanto en las fincas medianas como en las fincas medianas. Este resultado indica que si los productores manejaran adecuadamente sus recursos maderables, ellos podrían obtener ingresos adicionales por dichos recursos.

Se encontró abundantes individuos en estado de brinzal ($53,71 \text{ ha}^{-1}$ para fincas pequeñas y $112,50 \text{ ha}^{-1}$ para fincas medianas). Sin embargo, sin una estrategia de manejo, podrían disminuir el reclutamiento futuro. Una diferencia considerable entre los brinzales y latizales en relación a las clases superiores, sugiere una menor probabilidad de obtener una distribución diamétrica en “J” inversa (Lamprecht 990), de tal modo que no se aseguraría una regeneración natural de los árboles.

Los ocho productores seleccionados en el Distrito del Cayo no perciben ingresos adicionales ni constantes por el recurso maderable en su finca. La ganadería es la principal actividad entre los productores medianos del estudio, mientras que para los pequeños productores la actividad principal se divide entre agricultura y ganadería.

De acuerdo al análisis financiero de las fincas del presente estudio, el indicador financiero del VAN para el escenario “sin proyecto” (sin aprovechamiento de madera en la finca) fue positivo para casi todas las fincas con excepción de una finca pequeña. En este caso particular, las fuertes lluvias del año 2008 causaron la pérdidas de animales, cultivos y hasta la pérdida total de la vivienda del propietario de esta finca.

De la misma forma, bajo el escenario “sin proyecto” para casi todas las fincas con excepción de la Finca 1, la relación B/C fue mayor y muy cercano a 1. Es decir, la situación actual de las actividades productivas de las fincas tienen ingresos adicionales relativamente bajos, pero por encima de otras alternativas de inversión (usando la tasa de interés pasiva por depósitos bancarios al 6,5%).

Comparando el escenario “sin proyecto” y “con proyecto” (aprovechamiento potencial de los árboles en SSP bajo el esquema de aprovechamiento propuesto), se observaron incrementos porcentuales considerables en el VAN de todas las fincas que incluyen el componente maderable entre sus actividades. Para el caso específico de la Finca 1 (una finca pequeña), el aprovechamiento del componente maderable implica un incremento porcentual de 14,01% en el VAN. Para el caso de las fincas medianas, el incremento porcentual del VAN más elevado alcanzó un 75,59% (Finca 7). En

ambos casos esto puede explicarse debido a la elevada cantidad de árboles con alto valor comercial presentes en ambas fincas (10,16 y 10,77 árboles ha⁻¹, Finca 1 y 7, respectivamente).

Al hacer una simulación de la incorporación de una plantación de *Cederela odorata* en linderos maderables a lo largo de 2,5 km en una finca pequeña y una longitud similar en una finca mediana, ambas representativas de las fincas con más bajos volúmenes maderables dentro de las 35 fincas del presente estudio, se registró un incremento porcentual en el VAN del 29% para la finca pequeña y del 10% para la finca mediana con relación al escenario “con proyecto”. Lo cual da indicios que al enriquecer este tipo de sistemas silvopastoriles con linderos maderables se podría mejorar sustancialmente la rentabilidad financiera y hacer más atractiva la incorporación de árboles de madera comercial a dichos sistemas.

Por otro lado, los análisis de sensibilidad para los diferentes escenarios mostraron que la venta de madera troceada con motosierra y puesta en mercado local de San Ignacio o con valor agregado (aserrada en aserradero) y puesta en mercado local de San Ignacio, permite a los productores de fincas pequeñas y medianas obtener mayores ingresos a los obtenidos por la venta de madera en la propia finca. Esto se debe posiblemente a que el proceso de aserrado de la madera le otorga un valor agregado que le permite mayores ingresos. Además, estas fincas poseen por lo general, otra actividad principal (que no es la madera) que les representa más del 50 por ciento de sus ingresos. Por lo tanto, los esfuerzos por encontrar mejores mercados no se enfocan en la venta del recurso maderable y a pesar de que las fincas poseen alto volumen maderable disponible, los costos de aprovechamiento representan otra limitante.

Los análisis de sensibilidad para las tasas de descuento muestran que la rentabilidad de las fincas pequeñas es más sensible ante una tasa de descuento mayor en relación a las fincas medianas. En ambos casos, la rentabilidad disminuye con el incremento de las tasas de descuento (10, 14, 20 y 30%) que representa los costos de oportunidad de la inversión. Para dos fincas pequeñas el VAN se hace cero (y luego negativo) a partir de una tasa de descuento del 14% (TIR). En los casos estudiados para casi todas las fincas medianas (excepto la Finca 5) la TIR es mayor al 30%.

El desarrollo de este trabajo intenta mostrar que existe un potencial económico maderable en fincas con SSP, pudiendo ser una fuente alternativa de ingresos, aliviar la pobreza rural y disminuir la presión sobre los bosques. Sin embargo, para que dicho recurso esté disponible de forma continua, es necesario conducir un manejo sostenible de la regeneración natural con la finalidad de mantener la viabilidad mínima de los árboles futuros.

5.6 Referencias Bibliográficas

- A capacity building strategy for the Belize Forest Department. 2007. Launchpad Consulting. Belize City, Belize. 56 p.
- ALADI. 2002. El comercio forestal de los países miembros de la ALADI. ALADI/SEC/Estudio 155. La Secretaría General de la Asociación Latinoamericana de Integración (en línea). Consultado el 6 de Nov. 2008. Disponible en: <http://www.aladi.org>.
- Aguirre, JA. 1985. Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias: manual de instrucción programada. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura). San José, Costa Rica. 191p.
- Areskoug, V. 2001. Utilization of remnant dry-forest corridors by the native fauna in a pastoral landscape in the Paraguayan Chaco. CBM: Skriftserie 3:25-38.
- Banco Mundial. 2001. World development report 2000/2001. Attacking poverty. New York, Oxford University Press. 335 p.
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Service functions of agroforestry systems. In: World Forestry Congress. Quebec, Canadá, Septiembre 2003. 14 p.
- Belize NMS (Belize National Meteorological Service). 2008. Consultado el 10 de nov. de 2008. Disponible en <http://www.hydromet.gov.bz>.
- Bhatt, RK; Mirsa, LP; Vandana, P; Tiwari, HS. 2002. Growth and biomass production in tropical range grasses and legumes under light stress environment. Indian Journal of plant physiology 7(4): 349-353.
- Brown, M. 1981. Presupuestos de fincas: del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos agrícolas. Madrid, ES, Editorial Tecnos. 142 p.
- Camero, A; Camargo, JC; Ibrahim, M; Schlonvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. Eds. Pomareda, C.; Steinfeld, H. In Seminario Intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. Nuestra tierra. San José, CR. CATIE-FAO- SIDE. p. 177-198.
- Carvalho, MM; Freitas, V de P; Xavier, DF. 2002. Initial flowering, dry matter yield and nutritive value of tropical forage grasses under natural shading. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 37(5): 717-722.
- Cerrud, R; Villanueva, C; Ibrahim, M; Stoian, D; Esquivel, H. 2004. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales del Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, Panamá. Agroforestería en las Américas (41-42):43-49.

- 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, Costa Rica, CATIE. 175 p.
- Dias-Filho, MB. 2000. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. Pesquisa agropecuaria brasileira 35(12): 2335-2341.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005. National report Belize. Latin American Forestry Sector Outlook Study Working Paper - ESFAL/N/17, Belize Forest Department and FAO. Rome, Italia, FAO. 70 p.
- FAOSAT. 2009. Base de datos estadísticos. (En línea). Consultado el 6 de Nov. 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
- Faustmann, M. 1849. Berechnung des Werthes, welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen, Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, Monat Dezember. p. 441-455.
- Filius A, M. 1992. Investment analysis in forest management: principles and applications. Department of forestry. Wageningen (Países Bajos). p.119-137.
- FRA (Forest Resources Assessment). 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Roma, Italia, FAO. 350 p.
- Gibson, DV; Cotrofeld, M. 2004. Knowledge-base benchmarking for Belize education, science & technology (BEST) park. IC² Institute. USA, The University of Texas, Austin. 98 p.
- Gittinger, JP. 1973. Análisis Económico de proyectos agrícolas. Ed: Tecnos para el Banco Mundial. 15 p.
- Gittinger, JP. 1982. Economic Analysis of Agricultural Projects. The World Bank, John Hopkins University Press, Baltimore, MD. 505 p.
- Gittinger, JP. 1994. Glosario anotado de términos utilizados en el análisis económico de proyectos agrícolas. Washington, USA. Banco Mundial. 134 p.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Saenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz F; López, F; Lang, I; Sinclair, FL. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment 111(1-4): 200- 230.
- IDAR – Initial Damage Assessment Report. 2008. Tropical Depression #16 Flooding Events – National Emergency Management Organization (NEMO), Belmopan, Belize. 12 p.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(2):226-231.

- Navarro, G. 2004. Diseño y análisis microeconómico de los mecanismos monetarios de fomento a las plantaciones forestales en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 43:36-48.
- Navarro, G. 2007. Distorsiones de la teoría de la economía clásica en relación al cálculo del activo forestal y la escogencia de rotaciones óptimas. *Tierra Tropical* 3(2):261-272.
- Ostwald, E. 1915, Fortbildungsvorträge über Fragen der Forstertragsregelung. Alemania, Riga, Häcker. 575 p.
- Scheelje JMB. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 156 p.
- SIB (The Statistical Institute of Belize). 2008. Consultado el 1 nov. 2008. Disponible en www.statisticsbelize.org.bz
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in the humid Tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 105 p.
- Stoian, D; Current, D. 2004. Importance of silvopastoral systems in rural poverty alleviation and sustainable resource management: insights from a livelihoods perspective. *In: 't Mannetje, L; Ramírez, L; Ibrahim, I; Sandoval, C; Ojeda, N; Ku, J. (eds). The importance of silvopastoral systems in rural livelihoods to provide ecosystem services. Proceedings supplement of the 2nd International Symposium on Silvopastoral Systems, Cultural Center of the Autonomous University of Yucatan, Merida, Mexico, Febrero 9-11, 2004. p. 22-32.*
- Viera, CJ y Pineda, A. 2004. Productividad de lindero maderable de *Cedrela Odorata*. *Agronomía Mesoamericana* 15(1):85-92.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Esquivel, H. 2003. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40): 9-16.
- Wong CC. 1990. Shade tolerance of tropical forages: A review. *In: Shelton, HM; Stür, WW (eds). Forages for Plantation Crops. (ACIAR Proceedings, 32). Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. p.64-69.*

6 ARTÍCULO 3. IMPLICACIONES DE LA POLÍTICA Y LEGISLACIÓN FORESTAL DE BELICE PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO MADERABLE EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CAYO, BELICE

Resumen

Los recursos forestales representan un medio de vida para más de 25% de la población mundial y los bosques ocupan 30% de la superficie terrestre. Sin embargo, este recurso desde 1990 se ve afectado por una pérdida anual de 1,25%; de tal forma que los sistemas silvopastoriles pueden, además de disminuir la presión sobre los bosques, producir madera de alto valor comercial, prestar servicios ambientales y diversificar la producción de fincas con producción ganadera. A menudo, los procedimientos para el aprovechamiento legal del recurso maderable son complicados y costosos para los pequeños y medianos productores rurales. La presente investigación hace énfasis en la revisión y análisis del marco político-legislativo vigente del sector forestal de Belice con relación al aprovechamiento maderable en fincas ganaderas, incluyendo las percepciones de los productores. Además se consultaron algunos actores clave involucrados con el sector forestal del país. Entre los principales hallazgos, resalta que el aprovechamiento del recurso maderable en los sistemas silvopastoriles de Belice se realiza mediante mecanismos simplificados por medio de un permiso pequeño, sin implicar grandes costos de transacción para los productores. Sin embargo, se considera que este permiso no orienta a la realización de un manejo sostenible, ya que permite una explotación intensiva sin considerar el manejo de la regeneración natural u otro tipo de reposición del recurso maderable aprovechado, como por ejemplo reforestación. Tomando en cuenta las mismas premisas legales del permiso pequeño, se propone incentivar pautas de manejo sostenible forestal maderable en sistemas silvopastoriles para garantizar su aprovechamiento sustentable en las fincas. Finalmente, se propone la creación de fincas piloto para difundir los resultados de un manejo sostenible de la regeneración natural del recurso maderable en sistemas silvopastoriles.

6.1 Introducción

Los bosques ocupan alrededor de 4 billones de hectáreas, lo que representa casi un 30% de la superficie terrestre y alrededor de 43 países tienen más del 50% de su territorio cubierto por bosques (FRA 2005). En Centroamérica el 43% del territorio está cubierto por bosques. Sin embargo, entre 1990 y 2005 se deforestaron 665 mil hectáreas, como producto de la conversión de áreas con bosques a pasturas. Se estima que las áreas de pasturas se incrementaron en 606 mil hectáreas durante el mismo período (FAOSTAT 2009).

Los sistemas de producción pecuaria, donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) dentro de un sistema de manejo integral (sistemas silvopastoriles), pueden ser una alternativa con relación a los sistemas extensivos de ganadería (Mahecha 2002).

La actividad forestal ha sido históricamente la principal actividad para el desarrollo y la economía de Belice. La Política Forestal del país fue implementada para estimular el uso de sus recursos maderables a través de una planificación apropiada para evitar la sobre-explotación de los bosques. Por mucho tiempo, las especies *Haematoxylum campechianum* y *Swietenia macrophylla* generaban el principal volumen de madera destinado para la exportación (A capacity building strategy for the Belize Forest Department 2007).

La Política Forestal entró en vigencia en 1954, época en la cual el sector forestal contribuía con alrededor del 60% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Según los datos del Instituto Estadístico de Belice (SIB) para el año 2007 la actividad forestal y el aprovechamiento maderable contribuyó apenas con el 0,5% del PIB nacional. Esta inminente reducción podría ser explicada por la importancia que ha cobrado últimamente la agricultura y ganadería, así como a la ilegalidad en el aprovechamiento maderable, ya que los datos de producción y consumo del recurso maderable se mantienen elevados.

Según Cirelli (1993) la necesidad de una revisión de la legislación forestal existente puede surgir por la aparición de nuevos modelos de desarrollo, debido al creciente interés por la sostenibilidad. Dicho autor también afirma que puede ser necesario dar un fundamento jurídico a cuestiones no contempladas en la legislación vigente, lo cual aplica al aprovechamiento maderable en SAF y/o SSP en Centroamérica donde se carece de las bases legales para su realización. Además, los procedimientos en general, son laboriosos y costosos para pequeños y medianos productores, lo que

hace difícil cumplir con todos los requisitos que exigen las leyes, reglamentos y normativas forestales (Detlefsen *et al.* 2008).

La presente investigación hace énfasis en la revisión y análisis del marco político-legislativo vigente del sector forestal de Belice con relación al aprovechamiento maderable en fincas ganaderas como una alternativa para generar mayores ingresos para los productores, diversificando su producción y llevándola a cabo de manera sostenible.

6.2 Objetivo

Analizar las implicaciones de la política y legislación forestal de Belice para el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles y desarrollar pautas técnicas para diversificar y garantizar la sostenibilidad de la producción maderable en fincas agropecuarias del Cayo.

6.2.1 Preguntas de investigación

- ¿Los árboles maderables en fincas agropecuarias constituyen un recurso forestal que no está siendo aprovechado de acuerdo a su potencial debido a los altos costos de acceso a la legalidad que desincentivan la presencia de más árboles maderables?
- ¿Cuáles son las implicaciones del marco político y legislativo del sector forestal, en cuanto al aprovechamiento de madera en SSP?
- ¿Cuáles son los costos de transacción que los propietarios de SSP del Cayo, Belice tienen que enfrentar para acceder a legalidad del aprovechamiento maderable en sus fincas?
- ¿Es factible el diseño de pautas técnicas que aprovechen los esquemas normativos y/o político-legales actuales para mejorar el aporte maderable sostenible de los SSP del Cayo, Belice?

6.3 Metodología

Se hizo una revisión del marco político-legal vigente en el sector forestal beliceño, así como del Departamento Forestal, a fin de identificar las implicaciones sobre el aprovechamiento del recurso maderable, principalmente para pequeñas y medianas fincas con sistemas agroforestales (con énfasis en sistemas silvopastoriles) del Distrito del Cayo.

A fin de buscar cuáles son las posibles limitantes y/o restricciones para acceder a la legalidad del aprovechamiento del recurso maderable y la visión del productor sobre dicho recurso, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a los propietarios de fincas agropecuarias, informantes clave relacionados con el manejo del recurso maderable en el país y funcionarios del Departamento Forestal (Anexo 4 y 5).

Una vez procesadas las encuestas, se realizó un taller de retroalimentación con los actores involucrados para corroborar la información obtenida y obtener su visión sobre las pautas para diversificar la producción y garantizar la sostenibilidad de la producción maderable en sistemas silvopastoriles del Cayo.

6.4 Resultados y discusión

6.4.1 Información general de las fincas muestreadas

La mayor parte de los propietarios entrevistados afirmó que sus árboles se habían establecido por medio de regeneración natural. Solo un 14% indicó haber plantado especies arbóreas, además de mantener especies arbóreas maderables en regeneración. Un 83% mencionó que la abundancia de árboles ha cambiado en los últimos años: 37% dijo que hay menos árboles desde que tomó posesión de la finca, 43% indicó que posee más árboles y 20% que no han habido cambios importantes. El aumento de árboles se logró donde los propietarios “dejaron crecer las especies arbóreas” al tener cuidado de no eliminarlas durante las chapeas. No obstante, la disminución arbórea en algunas fincas fue por el hecho de que los propietarios necesitaban áreas para el ganado y/o cultivo, y en otros casos los árboles fueron explotados con fines comerciales.

6.4.2 Marco político-legislativo del sector forestal de Belice

En la década de 1920, el Fondo Forestal (Forest Trust) se convirtió en el Departamento Forestal y estableció la primera reserva forestal del país y el primer programa forestal basado en la extracción del recurso forestal. El 2 de septiembre de 1954 fue aprobada y publicada la “Política Forestal de la Honduras Británica” (hoy Belice) que permanece hasta la actualidad como la base de la política forestal, implementada por la Ley Forestal (FAO 2007).

De acuerdo al Programa Forestal Nacional (NFP, por su sigla en inglés) del Departamento Forestal de Belice (FAO 2008), los principales objetivos de la política forestal del país son:

- Crear, mantener permanentemente y desarrollar un patrimonio forestal nacional considerando la necesidad de desarrollo agrícola y la protección del medio ambiente;
- Establecer, preservar y desarrollar el patrimonio forestal nacional;
- Incrementar la producción de las reservas forestales y promover el manejo forestal en tierras privadas;
- Controlar la explotación del bosque y la producción forestal; y
- Fomentar la educación pública sobre el manejo forestal.

Las leyes de Belice están organizadas por volumen, título y capítulo. Hay un total de 7 volúmenes, 34 títulos y 341 capítulos. La Ley Forestal, está en el volumen V, del título XVIII en el capítulo 213. Además de la Ley Forestal, existen otras leyes que rigen el sector forestal de Belice y las cuales se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Leyes que rigen en materia forestal en Belice.

Nombre de la Ley	Descripción	Año
Ley Forestal (Forest Act)	Estipula las reservas forestales, los procedimientos para la administración, los caminos forestales así como las sanciones para las infracciones	1927
Ley Forestal Subsidiaria (Forests Act Subsidiary)	Estipula las políticas y los procedimientos en relación al aprovechamiento forestal, define los poderes del Departamento Forestal como institución que regula los recursos forestales.	1927
Ley de Protección al Chicle (Chicle Protection Act)	Estipula los reglamentos para la protección y el transporte del Chicle y su manejo. Así como las penalidades ante esta Ley.	1935
Ley de Bosques Privados (Private Forests - Conservation Act)	Estipula los reglamentos para aprovechamiento de árboles en tierras que no sean del Estado así como procedimientos para la licencia forestal y sus penalidades.	1945
Ley de Protección de Incendios Forestales (Forest Fire Protection Act)	Estipula los reglamentos para la prevención de incendios forestales, su extinción y determina un plan de protección en áreas declaradas susceptibles así como las penalidades ante dicha Ley.	1962
Ley de la Industria de la Madera (Timber Industry Act)	Estipula los reglamentos para la exportación del recurso forestal, licencia para operar aserraderos, así como las penalidades bajo esta Ley.	1955
Ley de Áreas Protegidas (Protect Areas Conservation Trust Act)	Estipula los fondos para financiación del fortalecimiento en acuerdos a la institución (como organizaciones no gubernamentales) con finalidad de mejorar la gestión de áreas protegidas del país.	1996
Ley de Sistemas de Parques Nacionales (National Parks System Act)	Estipula la preservación de áreas protegidas y que sean mantenidas en su estado natural. Limita el uso de dichas áreas a uso científico, educación, turismo y recreación. Siendo la pesca liberada bajo una licencia. No son áreas para extracción.	1982
Ley de Vida Silvestre (Wildlife Protection Act)	Estipula los reglamentos para la caza de animales silvestres bajo licencia. Establece cuales son las especies permitidas a para la caza así como las penalidades por el no cumplimiento de esta Ley.	1982
Ley de Mediciones Forestales (Measures of Wood Act)	Estipula los criterios para uso personal, para licencia de mediciones forestales y también los procedimientos para legitimizar las medidas así como las penalidades por operar sin una licencia.	1910

Ninguno de los artículos de las leyes anteriores hace mención a los sistemas agroforestales ni silvopastoriles, como parte de la política del recurso forestal del país.

La Ley Forestal ha sido revisada principalmente para ajustar la coherencia con el lenguaje actual, pero en principio sigue igual desde que entró en vigencia. La Ley Forestal Subsidiaria (SI, por sus siglas en inglés), la cual reglamenta la Ley Forestal, si incorporó algunos instrumentos legales, tales como:

- El aprovechamiento y remoción de algunos árboles y otras plantas que son prohibidas (SI 34 de 1971).

- La protección de los árboles (prohibición de la transformación de especies con el uso de motosierra) (SI 49 de 1992).
- La actualización del valor del impuesto y el diámetro mínimo de corte (SI 56 de 1995).
- El reglamento para el aprovechamiento del *Brosimum alicastrum* (SI 110 de 1997).

Por lo anteriormente expuesto se puede deducir que el país en las últimas décadas no ha habido cambios considerables en las políticas relacionadas al aprovechamiento forestal.

6.4.3 Visión general del Departamento Forestal de Belice

El Departamento Forestal (DF) es uno de los más antiguos del gobierno a cargo del manejo de los recursos naturales de Belice y es uno de los cinco departamentos dentro del Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente (MNRE, por su sigla en inglés) (Figura 14).

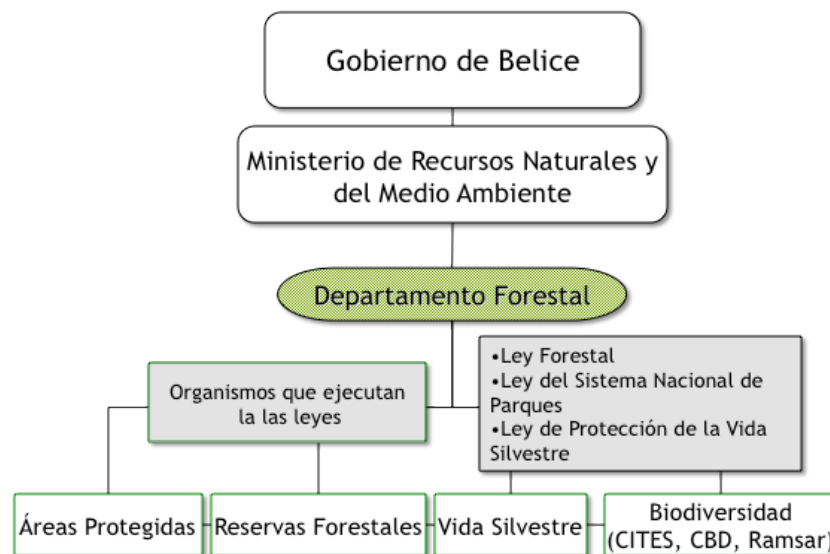


Figura 14. Jerarquía del Departamento Forestal de Belice y sus funciones.

Fuente: Sabido 2007.

El DF es responsable de los bosques, áreas protegidas, vida silvestre y diversidad biológica de áreas terrestres. Además, el DF tiene como actividad apoyar y promover el desarrollo sostenible de los recursos forestales en todo el territorio y el manejo de 7 santuarios de pájaros, 17 reservas forestales, 16 parques nacionales, 6 monumentos naturales, 3 reservas naturales, 7 santuarios de vida silvestre y 56 áreas terrestres protegidas (Plan de la Política del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – NPAPSP, por su sigla en inglés, 2005).

En el año 2008 el DF tenía un total de 34 empleados profesionales: 18 en la sede, cuatro en Orange Walk, 4 en San Ignacio (Cayo), 2 en Mountain Pine Ridge (Cayo), 2 en Savannah (Stann Creek) y 4 en Machaca (Toledo). La jerarquía del Departamento Forestal está dividida según la Figura 15.

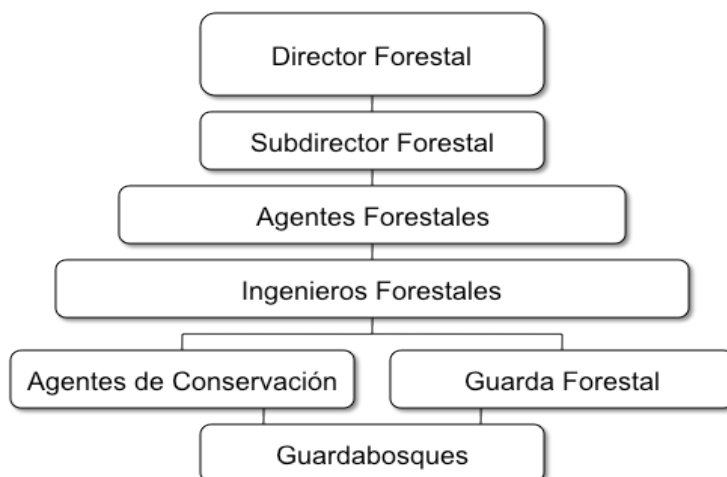


Figura 15. Jerarquía del Departamento Forestal de Belice.

Fuente: FAO 2008.

Además del personal limitado, los recursos destinados al DF han disminuido en las últimas décadas. Entre 2004 y 2006, la actividad forestal generó un promedio de US\$ 172.500 de ingresos por impuestos provenientes de los permisos forestales (A capacity building strategy for the Belize Forest Department, 2007). Estos impuestos generados por aprovechamiento de productos forestales maderables y no-maderables son destinados al Fondo Consolidado de los Ingresos de Belice (CRF, por sus siglas en inglés) y se reparten entre todo el sector público del país.

En 2006, se destinó 22% del presupuesto del MNRE al Departamento Forestal (US\$ 478.612). En 2007 este monto fue de US\$ 473.076 (Hunter 2008). De esta forma, el DF queda aun más limitado e imposibilitado para aumentar su presencia en las diferentes áreas de trabajo. La débil participación del DF pone aún más en riesgo los recursos naturales del país y dificulta el control de las actividades ilícitas. Debido a la falta de presupuesto disponible, el DF ha estado operando bajo un nivel crítico (Avila 2007).

6.4.4 Aprovechamiento forestal en Belice

En la época que Belice era una colonia inglesa, los regidores del país ofrecían grandes concesiones forestales que, por lo general, eran delimitadas por ríos en un área de 4,82 km (tres

millas), bajo el criterio de que el tamaño de la concesión permitía realizar el manejo sostenible, ya que ofrecía economías de escala. Luego, las concesiones se redujeron considerablemente, siendo otorgadas algunas de ellas bajo criterios más políticos y menos técnicos, lo cual debilitó la integración del bosque – industria, ya que la superficie no fue suficiente para abastecer en forma permanente y continua la industria (FAO 2004).

Sin embargo, Belice posee aún 61% de bosque latifoliado (FRA 2005), valor que sigue disminuyendo por la reducción de árboles de alto valor (por tala ilegal) y por el creciente cambio de uso de suelo como la ganadería. Además, el Estado posee la mayor parte de los bosques del país y el aprovechamiento se realiza mediante permisos forestales otorgados por el gobierno mediante un proceso de diligencia que tiene que ser realizado por el usuario ante el DF. Dentro de dicho proceso el DF verifica la capacidad que el usuario tiene para aprovechar la madera (a partir de un plan de manejo) y la capacidad que el bosque tiene para suplir la producción contemplada.

Para el aprovechamiento forestal en Reservas Forestales, Tierras Nacionales y Privadas, la Ley cuenta con un listado de especies, diámetros mínimos de corta y sus respectivos impuestos a pagar, sea por pie cúbico en rollo o por árbol, dependiendo del tipo de especie. Para el caso de *Swietenia macrophylla* y *Cedrela* spp., el Instrumento Legal N° 56 de 1995 define el impuesto que hay que pagar por volumen.

Según el Artículo 5° de la Ley Forestal Subsidiaria, las licencias y permisos para el aprovechamiento forestal son:

1. Licencia forestal para el aprovechamiento con rendimiento **sostenible** de madera u otro producto forestal;
2. Licencia forestal para el aprovechamiento con rendimiento **no sostenible** de madera u otro producto forestal;
3. Permiso forestal para aprovechamiento de madera u otros productos forestales en un área de salvamento maderable, donde el valor del impuesto de la producción no excede los 1000 dólares beliceños (US\$ 500,00);
4. Permiso forestal pequeño para aprovechamiento de madera u otros productos forestales, donde el valor del impuesto de la producción no excede los 50 dólares beliceños (US\$ 25,00); y
5. Licencia para el aprovechamiento de Chicle (*Manilkara zapota*).

Para el aprovechamiento del recurso maderable en fincas agroforestales no hay una licencia o permiso específico. Sin embargo, a pesar de que el permiso pequeño (Petty Permit) no hace mención al aprovechamiento en SAF o específicamente en SSP, el DF lo otorga a los propietarios ganaderos cuando lo solicitan. Por lo tanto, existen requisitos y procedimientos que se deben cumplir para obtener el permiso, tales como: presentar el documento de tenencia de la tierra (sea en tierras privadas o nacionales) – en el caso de no poseer dicho documento, el usuario debe conseguirlo en el Departamento de Tierras (Lands Department), lo cual demora por lo menos dos meses. Cuando el propietario cuenta con esta documentación, es necesario contar con una constancia de no deuda del mismo Departamento de Tierras antes de solicitar el permiso de aprovechamiento forestal. Los procedimientos y el tiempo necesario para cada etapa de la solicitud se describen de manera detallada en la Figura 16.

A fin estimular el aprovechamiento forestal en tierras privadas, el DF ha instituido una política informal en la que se estipula que estos propietarios paguen la mitad del impuesto que pagarían en tierras nacionales (o tierras de la Corona), como forma de incentivar el manejo en bosques privados (para disminuir el uso indebido fuera de sus áreas). Por ejemplo, para cortar un árbol de *Tabebuia rosea*, un productor debería pagar un impuesto de US\$ 8,5 por árbol (independiente de su volumen). Con esta política de reducción de impuestos en tierras privadas, este productor solo paga un impuesto de US\$ 4,25 por árbol aprovechado.

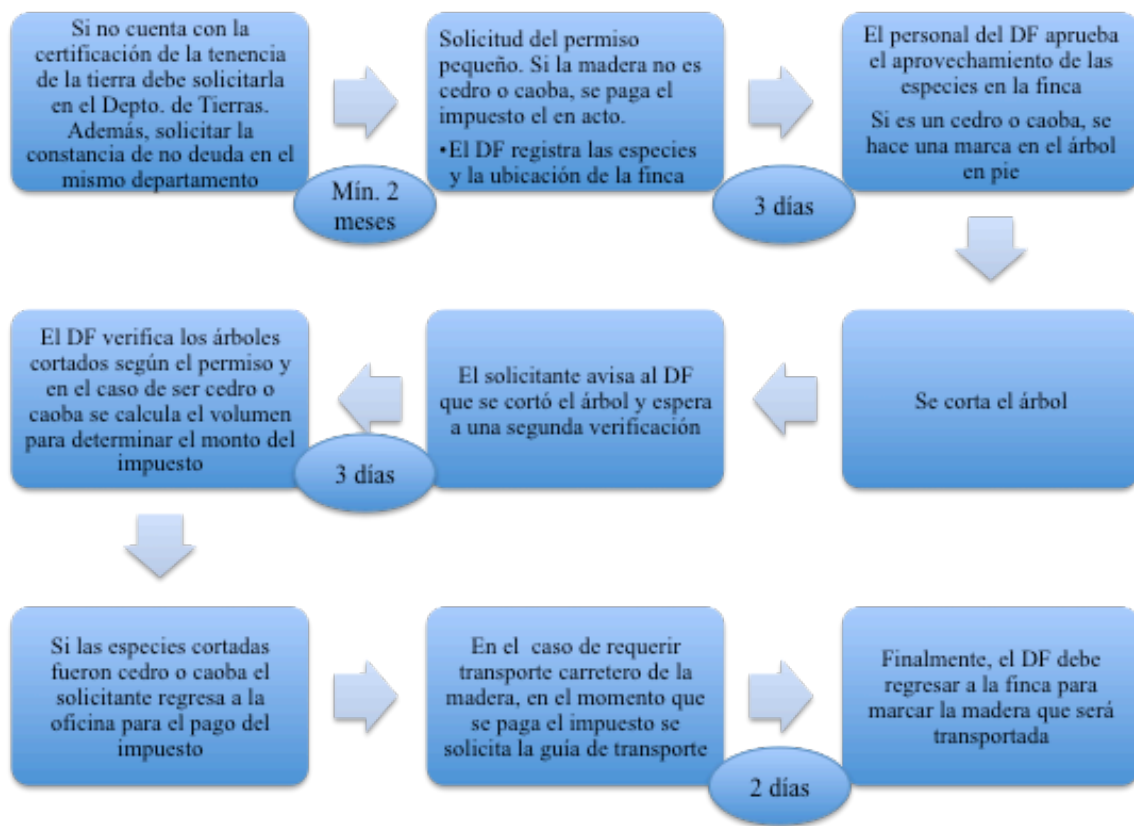


Figura 16. Procedimientos para el aprovechamiento maderable bajo el permiso pequeño (Petty Permit) en Belice.

Los costos que representa el permiso pequeño para el propietario ganadero (suponiendo que cuenta con los documentos de tenencia de la tierra) se detallan a continuación:

- Deja de percibir un jornal diario durante dos o tres días (US\$ 25 ó 37,50) para realizar la solicitud inicial.
- El transporte público hasta las oficinas del Departamento Forestal en el centro de San Ignacio no está disponible para algunas comunidades más lejanas. La distancia por carretera desde la comunidad Paslow Falls (donde se encontró el mayor potencial maderable en SSP) hasta San Ignacio, son 16 km. Para un propietario sin vehículo particular, es necesario recorrer entre 2 a 4 km a pie hasta la comunidad más cercana (Bullet Tree) para poder acceder al transporte público, con un costo de US\$ 1,00 por el tramo de ida a San Ignacio.
- El pago del impuesto por solicitud de aprovechamiento de madera depende de la especie se paga por árbol o por volumen aprovechado. El monto final depende de la cantidad de madera aprovechada y según la Ley, no puede exceder los US\$ 25. Sin embargo, legalmente no existe límite por año o finca en el número de permisos pequeños que un productor puede solicitar.

- Cuando el propietario necesita aserrar la madera con motosierra, es necesario un pago extra por uso de dicha herramienta (US\$ 12,50).

A diferencia de otros países de América Central (como por ejemplo, Costa Rica y Honduras), el permiso pequeño en Belice no requiere de un plan de manejo ni el pago de un regente forestal. Así, este permiso no implica grandes costos de transacción ni esfuerzos excepcionales para presentar su solicitud cuando el usuario posee el documento de tenencia de la tierra. Cumpliendo con dicha condición, más o menos en una semana se le otorga legalmente el permiso. Según, uno de los funcionarios del DF que se entrevistó, este permiso tiene como punto positivo su bajo costo, siendo posible que pequeños y medianos productores puedan acceder de forma legal a un aprovechamiento maderable. Por su parte, 31% de los productores consideran que no es la tramitación del permiso forestal que los incentivan a tener más árboles en las fincas y 40% no sabría decir si tal factor influye o no en la abundancia de árboles en sus áreas de pasturas.

6.5 Pautas técnicas para diversificar y garantizar la sostenibilidad de la producción maderable en sistemas silvopastoriles del Distrito del Cayo, Belice

La facilidad del aprovechamiento del recurso maderable en Belice bajo permisos pequeños es evidente, debido a que el 65% de los entrevistados han aprovechado legalmente su recurso maderable con este mecanismo y consideran que no hay inconvenientes al solicitarlo y un 60% piensa pedir otro permiso en el futuro. Por otro lado, un 14% de los productores entrevistados indicó que no aprovechó su recurso maderable de forma legal por ser de uso personal.

Al entrevistar a los funcionarios del DF directamente relacionados con las solicitudes de aprovechamiento forestal, el 50% dijo que debería existir un permiso diferente para SSP, siempre y cuando exista un manejo adecuado. Todos los funcionarios concordaron que un permiso simplificado no cambiaría la cantidad de árboles aprovechados en fincas agropecuarias y que tampoco mejoraría la legalidad, porque no siempre se utiliza la madera para uso personal. Así, ellos consideran que al bajar los impuestos y reducir el control por parte del DF, habría una explotación excesiva de árboles, pues las personas solicitarían más permisos.

Todos los funcionarios entrevistados manifestaron que existen algunos problemas en el sistema institucional, tales como la falta de personal, de recursos financieros y una escasez de información sobre el sector forestal. Un 83% dijo que existen problemas en el sistema legal, tales como el uso no apropiado del permiso (una persona solicitando muchos permisos a la vez – dado que

la ley no establece una cantidad máxima) y una penalidad muy blanda a los que cometen una infracción.

Todo lo anterior fue puesto a discusión y corroborado durante el taller con los actores involucrados, el cual se realizó con el objetivo de contar con un panorama general del aprovechamiento del recurso maderable bajo el instrumento legal actual en propiedades con SAF. El taller contó con ocho productores rurales del Distrito del Cayo que poseen SSP y 12 funcionarios del Departamento Forestal y del Ministerio de Agricultura.

Se constató la facilidad del aprovechamiento del recurso maderable en SSP en Belice bajo permisos pequeños y los productores entrevistados consideran que no se requiere simplificar el proceso para obtener dichos permisos. Lo anterior significa que el sistema de permisos para pequeños aprovechamientos de madera en Belice es ágil en términos de trámites y no implica grandes costos para los productores rurales. Sin embargo, el otorgamiento de dichos permisos no promueve un manejo sostenible para los recursos maderables remanentes en las fincas agropecuarias. Por tal razón en la presente propuesta se recomienda que como parte del otorgamiento de pequeños permisos también se fomente el manejo sostenible del recurso arbóreo en fincas SSP, con base a la recomendación de algunas pautas técnicas que podrían brindar los funcionarios del DF al momento de extender los permisos de aprovechamiento:

A) Sostenibilidad del sistema

- Identificar las especies arbóreas con mayor potencial para las pasturas existentes en la finca, definir cuál (es) puede (n) tener mejores posibilidades para el manejo de regeneración arbórea natural y que sean compatibles con los sistemas de manejo ganaderos. Las especies arbóreas seleccionadas, deberán contar además con alta productividad de semillas que ayuden a garantizar su regeneración natural.
- Las especies a aprovechar deberán tener umbrales de regeneración de brinzales, latizales y fustales que garanticen que en el futuro se tendrán nuevos árboles aprovechables. Este es un trabajo que el DF debería realizar previo al fomento del manejo forestal maderable en sistemas silvopastoriles de Belice.
- Evitar el corte de las plántulas, brinzales o latizales de las especies maderables comerciales al momento de la realización de las chapeas de las pasturas o cuando se aplican herbicidas. En la medida de lo posible, se debería de eliminar completamente la quema de los pastizales como práctica de manejo. Los daños por herbicida y por quemas resultan muy nocivos y generalmente

los individuos mueren después de haber sido afectados, principalmente cuando hay quemas. El control de especies no deseadas es un factor que se puede manejar porque depende de los productores. Es posible seguir haciendo uso de herbicidas y chapeas, mientras éstas sean dirigidas a especies que realmente se quieren eliminar. Los herbicidas tienen más riesgo de afectar a los árboles en crecimiento por su fácil dispersión en el área. Se sugiere aplicar el producto de una forma localizada para disminuir la intensidad y reducir sus efectos sobre la regeneración natural de maderables. Por otro lado, no se recomiendan las quemas bajo ninguna circunstancia, ya que tienen un efecto desfavorable y del cual pocas especies arbóreas se recuperan.

- Mantener al menos un árbol semillero de cada especie maderable a aprovechar por potrero para permitir una fuente de producción de semillas.
- Manejar la carga animal, ya que puede generar daños a través del pisoteo, especialmente para las especies en estado de plántulas y de igual manera por ramoneo para brinzales y latizales. Además, la compactación del suelo y/o erosión debido a la sobrecarga puede tener efectos negativos indirectos en los árboles. El ganado pesado deberá ser restringido a los potreros con árboles en estados de desarrollo más avanzados (fustales y adultos).
- Mitigar impactos negativos sobre los recursos naturales y áreas productivas donde se realice el aprovechamiento o extracción.

B) Reposición arbórea en el sistema

- El productor tendrá la obligación de reponer al menos cinco plántulas por cada árbol aprovechado, ya sea mediante reforestación o manejo de la regeneración natural. La reforestación o manejo de regeneración natural deberá ser principalmente de la misma especie aprovechada u otras de valor comercial similar. Además, dichas plántulas (y aquellas otras de especies maderables que surjan de la regeneración natural) deberán mantenerse limpias de malezas y bejucos, así como mantener protegerlas de los daños que les podría ocasionar el ganado.
- Los latizales y fustales de buena forma de especies maderables existentes en la finca, también deberán brindárseles el manejo silvicultural necesario para darle continuidad al proceso del manejo de la regeneración natural. Técnicas silvícolas como el raleo y la poda serán aconsejables realizarlas a los fustales y latizales existentes a fin de mejorar la calidad de los individuos existentes y en la medida que haya extracciones arbóreas, se podrían estandarizar áreas con

individuos de tamaño y desarrollo semejantes, para facilitar las prácticas de manejo en estados más adultos (Anexo 6).

- Si la finca cuenta con áreas de suelos muy degradados, en donde no se garantice el manejo de la regeneración natural (brinzales y latizales) para iniciar el manejo, el productor deberá comprometerse a reforestar y garantizar el prendimiento y crecimiento de los árboles reforestados en dichos sitios o en otros de mejor calidad.

C) Control del sistema

- Dada escasez de personal con que cuenta el DF (alrededor de 10 funcionarios que realizan inspecciones de campo los seis distritos del país), se propone que no se pretenda hacer un control de todas las fincas que solicitan aprovechamientos maderables en SAF, sino que se defina anualmente un sistema de muestreo que garantice cumplir con las pautas para el manejo sostenible de las especies maderables dentro de dichos sistemas, además de realizar aprovechamientos maderables de bajo impacto.
- Se propone hacer énfasis en elaborar buenas guías prácticas que sean entendibles por los productores y entregarlas durante las visitas técnicas que conlleva el proceso de aprobación de pequeños permisos de aprovechamiento forestal en SAF y SSP.
- Además se sugiere crear un incentivo (por ejemplo, la condonación parcial de los impuestos de la tierra), para aquellos productores que realicen manejo sostenible de árboles maderables en fincas agropecuarias.
- Como complemento, se deberían formular y gestionar proyectos que además de garantizar un monitoreo de los aprovechamientos maderables en SAF y SSP, brinden asistencia técnica en zonas piloto clave, como por ejemplo, en el área de influencia del Centro Agrícola de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Central Farm.

6.6 Conclusiones

La historia de Belice está directamente relacionada con sus recursos forestales, de tal forma que el Departamento Forestal es uno de los más antiguos del país y sigue siendo una de las más importantes oficinas del gobierno. Sin embargo, la política forestal de Belice no ha sido actualizada desde 1945 y no incluye ningún concepto que promueva el manejo maderable de sistemas silvopastoriles. En la práctica, 65% de los productores han utilizado el permiso de aprovechamientos

pequeños en forma ágil y sin inconvenientes para el aprovechamiento y comercialización de madera a baja escala (por un monto máximo de US\$ 25,00 por impuestos sobre la madera). Además, el 60% de los finqueros entrevistados piensan solicitar otro permiso forestal de esta naturaleza en los siguientes años y prácticamente todos los entrevistados consideran que el mecanismo de permisos pequeños para el aprovechamiento maderables es bastante simple.

Los propietarios consideran que uno de los problemas al solicitar el permiso forestal es la falta de funcionarios en el DF para realizar la tramitación en forma expedita. A veces ocurre que el responsable de la Oficina del Departamento Forestal en San Ignacio está en el campo en el momento en que llegan a buscarlo los usuarios y eso repercute en que deban esperar y/o regresar otro día. Esta situación incrementa los costos de transacción para obtener el permiso y puede motivar la realización de aprovechamientos ilegales.

Se propone un nuevo esquema de aprovechamiento que fomente pautas para el manejo sostenible de los recursos maderables en los SSP. Dicha propuesta pretende establecer lineamientos generales de sostenibilidad productiva y para que los propietarios diversifiquen sus ingresos en el futuro.

6.7 Referencias Bibliográficas

- A capacity building strategy for the Belize Forest Department. 2007. Launchpad Consulting. Belize City, Belize. 56 p.
- Arcia, D. 2001. La situación forestal y las propuestas de acción del grupo intergubernamental del bosque en los países de Centroamérica. *Revista Forestal Centroamericana* 33:27-32.
- ALADI (Asociación Latinoamericana de Investigación). 2002. El comercio forestal de los países miembros de la ALADI. ALADI/SEC/Estudio 155. La Secretaría General de la Asociación Latinoamericana de Integración (en línea). Consultado el 6 de Nov. 2008. Disponible en: <http://www.aladi.org>
- Areskoug, V. 2001. Utilization of remnant dry-forest corridors by the native fauna in a pastoral landscape in the Paraguayan Chaco. *CBM: Skriftserie* 3:25-38.
- Byron, RN. 2006. Los problemas de la definición, la ejecución y la renovación de políticas forestales. *Unasyuva* 223(57):10-15.
- Avila, D. 2007. Forest department financial sustainability strategy. Government of Belize, Forest Department. 38 p.

- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Service functions of agroforestry systems. In: World Forestry Congress. Quebec, Canadá, September 2003. 14 p.
- BNMS (Belize National Metereological Service). 2008. Consultado el 10 de nov. de 2008. Disponible en <http://www.hydromet.gov.bz>.
- Camero, A; Camargo, JC; Ibrahim, M; Schlonvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. eds. Pomareda, C; Steinfeld, H. In Seminario Intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. 1 ed. Nuestra tierra. San José, CR. CATIE-FAO- SIDE. p. 177-198.
- Cirelli, MT. 1993. Revisión de la legislación forestal y función de la asistencia internacional. Unasyuva 175 (44).
- Department of Justice of Belize 1910. Chapter 212 – Wildlife Protection Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 12 p.
- Department of Justice of Belize 1927. Chapter 213 – Forest Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 28 p.
- Department of Justice of Belize 1927. Chapter 213s – Forest Act Subsidiary. Government Printer, Belmopan, Belize. 137 p.
- Department of Justice of Belize 1935. Chapter 209 – Chicle Protection Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 11 p.
- Department of Justice of Belize 1945. Chapter 217 – Private Forests - Conservation Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 5 p.
- Department of Justice of Belize 1955. Chapter 341 – Timber Industry Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 13 p.
- Department of Justice of Belize 1962. Chapter 212 – Forest Fire Protection Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 7 p.
- Department of Justice of Belize 1982. Chapter 215 – National Parks System Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 16 p.
- Department of Justice of Belize 1996. Chapter 2 – Protect Areas Conservation Trust Act. Government Printer, Belmopan, Belize. 30 p.
- Department of Justice of Canada. 1985. Chapter F-30, Forestry Act. Minister of Justice, Ottawa, Canada. 4 p.
- Department of Justice of Guyana 1953. Forest Act. Georgetown, Guyana. 27 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. Síntesis para Decisores. PB1-CATIE. 4 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2004. National report Belize. Latin American Forestry Sector Outlook Study Working Paper - ESFAL/N/17, Belize Forest Department and FAO, Rome, 70 p.
- FAO. 2007. National Forest Program Facility (NFP) concept note; Belize Forest Department. Rome, FAO, Italy. 31 p.
- FAO. 2008. National Forest Program Facility (NFP). Forest policy, legal and institutional frameworks of Belize. Rome, Italy, FAO. 9 p.
- FAOLEX. 2009. FAO Legal Office. Consultado el 6 de Oct. 2009. Disponible en: <http://faolex.fao.org>
- FRA (Forest Resources Assessment). 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA, sigla en inglés). Roma, Italia, FAO. 350 p.
- Hunter, F Jr; Santos, T. 2008. National synthesis of governance in the forest sector of Belize. Belmopan, Belize, Forest Department. 38 p.
- Gibson, DV, Cotrofeld, M. 2004. Knowledge-base benchmarking for Belize education, science & technology (BEST) park. IC² Institute. Austin Texas, USA, The University of Texas. 98 p.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Sinclair, FL. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 111(1-4): 200-230.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15(2):226-231.
- NPAPSP (National Protected Areas Policy and System Plan). 2005. National Protected Areas Policy and System Plan, Belmopan, Belize. 74 p.
- Organismo Legislativo, Congreso de la República de Guatemala. 1996. Decreto 101-96, Ley Forestal. *La Gaceta*. Guatemala, Guatemala. 36 p.
- SIB (The Statistical Institute of Belize). 2008. Consultado el 1 nov. 2008. Disponible en www.statisticsbelize.org.bz
- Sabido, W. 2007. Informe del segundo taller regional sobre la tala y comercio ilegal de madera y gobernabilidad. San Pedro Sula, Honduras. Roma, Italia, FAO. 61 p.

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros fitosociológicos de las especies encontradas en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

Especie	NI	AB	FR	DoR	DR	IVI
<i>Cedrela odorata</i> L.	686	110,95	36.28	52.05	12.28	100.61
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	50	18,03	2.64	8.46	2.41	13.52
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	99	7.01	5.24	3.29	4.82	13.35
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	101	6,68	5.34	3.13	4.17	12.64
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. alicastrum	46	7,92	2.43	3.71	3.29	9.44
<i>Sapindus saponaria</i> L.	60	2,47	3.17	1.16	4.61	8.94
<i>Bursera simaruba</i> L. Sarg.	53	4,39	2.80	2.06	3.73	8.59
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	31	3,46	1.64	1.62	3.95	7.21
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	46	2,12	2.43	1.00	3.73	7.16
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	56	2,76	2.96	1.29	2.85	7.11
<i>Aspidosperma cruentum</i> Woodson	44	2,32	2.33	1.09	2.63	6.05
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	41	2,70	2.17	1.27	2.41	5.85
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	11	6,86	0.58	3.22	1.75	5.55
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	26	1,29	1.37	0.61	3.51	5.49
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) G. Don	23	3,88	1.22	1.82	2.41	5.45
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	45	1,69	2.38	0.79	1.75	4.92
<i>Tectona grandis</i> L.f.	73	0,53	3.86	0.25	0.66	4.77
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	31	1,75	1.64	0.82	1.97	4.44
<i>Spondias mombin</i> L.	27	3.03	1.43	1.42	1.32	4.16
<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	24	1.21	1.27	0.57	1.97	3.81
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill.	22	1.24	1.16	0.58	1.97	3.72
<i>Simarouba glauca</i> DC.	19	1.36	1.00	0.64	1.97	3.62
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	22	0.88	1.16	0.41	1.75	3.33
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i> Krug & Urb.	16	0.98	0.85	0.46	1.97	3.28
<i>Cassia grandis</i> L.f.	15	1.26	0.79	0.59	1.75	3.14
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn.Sm.	24	0.74	1.27	0.34	1.32	2.93
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	11	0.65	0.58	0.30	1.97	2.86
<i>Swietenia macrophylla</i> King	25	0.75	1.32	0.35	1.10	2.77
<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	9	3.35	0.48	1.57	0.66	2.71
<i>Parmentiera edulis</i> D.C	12	1.67	0.63	0.79	1.10	2.52
<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	8	0.78	0.42	0.37	1.54	2.32
<i>Heisteria media</i> S.F.Blake	12	0.42	0.63	0.20	1.32	2.15
<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	11	0.50	0.58	0.24	1.32	2.13
<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni	9	0.68	0.48	0.32	1.32	2.11
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn.Sm.	8	0.78	0.42	0.36	1.32	2.10
<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	9	1.24	0.48	0.58	0.66	1.71
<i>Annona muricata</i> L.	10	0.34	0.53	0.16	0.66	1.35
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A.DC.	10	0.50	0.53	0.24	0.44	1.20
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	5	0.46	0.26	0.22	0.66	1.14
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	4	0.06	0.21	0.03	0.88	1.12
<i>Melia azedarach</i> L.	7	0.58	0.37	0.27	0.44	1.08
<i>Peltogyne purpurea</i> Pittier	4	0.37	0.21	0.18	0.66	1.04
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	3	0.35	0.16	0.16	0.66	0.98
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.	4	0.10	0.21	0.05	0.66	0.92
<i>Eugenia laevis</i> O.Berg	4	0.13	0.21	0.06	0.44	0.71
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	3	0.20	0.16	0.09	0.44	0.69

<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	2	0.28	0.11	0.13	0.44	0.68
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	3	0.10	0.16	0.05	0.44	0.64
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	2	0.13	0.11	0.06	0.44	0.60
<i>Annona purpurea</i> Moç. & Sessé ex Dunal	2	0.09	0.11	0.04	0.44	0.59
<i>Cupania guatemalensis</i> (Turcz.) Radlk	2	0.03	0.11	0.01	0.44	0.56
<i>Pinus caribaea</i> Morelet	4	0.18	0.21	0.08	0.22	0.52
<i>Pouteria durlandii</i> (Standl.) Baehni	3	0.20	0.16	0.09	0.22	0.47
<i>Castilla elastica</i> Sessé	2	0.14	0.11	0.06	0.22	0.39
<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	2	0.13	0.11	0.06	0.22	0.39
<i>Bucida buceras</i> L.	1	0.20	0.05	0.09	0.22	0.37
<i>Psidium guajava</i> L.	2	0.07	0.11	0.03	0.22	0.36
<i>Sebastiania tuerckheimiana</i> (Pax & K.Hoffm.) Lundell	2	0.05	0.11	0.02	0.22	0.35
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	1	0.05	0.05	0.02	0.22	0.29
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1	0.03	0.05	0.01	0.22	0.29
<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	1	0.03	0.05	0.01	0.22	0.28
<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll.Arg.	1	0.03	0.05	0.01	0.22	0.28
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	1	0.02	0.05	0.01	0.22	0.28
Total	1891	213,18	100,00	100,00	100,00	300,00

NI: Numero de individuos; AB: Área basal; FR: Frecuencia Relativa; DoR: Dominancia Relativa;
DR: Densidad Relativa; IVI: Índice de Valor de Importancia.

Anexo 2. Parámetros fitosociológicos de la regeneración natural (brinzales) de especies encontradas en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

Especie	NI	FR	DR	IVI
<i>Parmentiera edulis</i> D.C	8	23,20	3,61	26,81
<i>Cedrela odorata</i> L.	926	9,05	5,01	14,06
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	14	5,79	4,81	10,60
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	231	7,17	3,21	10,37
<i>Attalea cohune</i> Mart.	20	5,16	4,41	9,57
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn.Sm.	75	6,51	2,40	8,92
<i>Sapindus saponaria</i> L.	7	4,28	4,41	8,69
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	1	3,51	4,81	8,32
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	173	4,33	3,41	7,74
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	46	1,90	3,61	5,51
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.	10	1,45	4,01	5,46
<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	58	2,96	1,60	4,56
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	361	1,88	2,61	4,48
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i> Krug & Urb.	58	1,45	3,01	4,46
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	45	1,45	2,81	4,26
<i>Cupania belizensis</i> Standl.	23	1,53	2,40	3,93
<i>Bursera simaruba</i> L. Sarg.	171	1,00	2,61	3,61
<i>Cassia grandis</i> L.f.	15	1,95	1,60	3,56
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	3	1,60	1,80	3,41
<i>Annona muricata</i> L.	54	1,15	2,20	3,36
<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	9	1,15	2,20	3,36
<i>Eugenia laevis</i> O.Berg	15	0,83	2,40	3,23

<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	1	1,35	1,60	2,96
<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	1	0,48	2,40	2,88
<i>Heisteria media</i> S.F.Blake	6	1,13	1,60	2,73
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	64	0,50	1,80	2,30
<i>Simarouba glauca</i> DC.	78	0,68	1,60	2,28
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. alicastrum	18	0,45	1,60	2,05
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	19	0,38	1,40	1,78
<i>Psidium guajava</i> L.	3	0,35	1,20	1,55
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn.Sm.	1	0,48	1,00	1,48
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson	1	0,28	1,00	1,28
<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i> Pittier	22	0,25	1,00	1,25
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	118	0,43	0,80	1,23
<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni	40	0,23	1,00	1,23
<i>Aspidosperma cruentum</i> Woodson	260	0,20	1,00	1,20
<i>Bactris major</i> Jacq.	27	0,58	0,60	1,18
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	9	0,38	0,80	1,18
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	17	0,18	1,00	1,18
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A.DC.	286	0,35	0,80	1,15
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	8	0,15	1,00	1,15
<i>Sabal mauritiiformis</i> (H.Karst.) Griseb.	2	0,55	0,40	0,95
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	140	0,23	0,60	0,83
<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	46	0,20	0,60	0,80
<i>Spondias mombin</i> L.	5	0,20	0,60	0,80
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	76	0,08	0,60	0,68
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	33	0,08	0,60	0,68
<i>Annona purpurea</i> Moç. & Sessé ex Dunal	19	0,05	0,60	0,65
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	3	0,05	0,60	0,65
<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl. (Rose) Woodson	7	0,18	0,40	0,58
<i>Melia azedarach</i> L.	58	0,13	0,40	0,53
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	206	0,03	0,40	0,43
<i>Peltogyne purpurea</i> Pittier	61	0,03	0,40	0,43
<i>Castilla elastica</i> Sessé	14	0,03	0,40	0,43
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) G. Don	8	0,03	0,40	0,43
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill.	8	0,03	0,40	0,43
<i>Rehdera penninervia</i> Standl. & Moldenke	2	0,03	0,40	0,43
TOTAL	3991	100,00	100,00	200,00

NI: Numero de individuos; FR: Frecuencia Relativa; DoR: Dominancia Relativa;
DR: Densidad Relativa; IVI: Índice de Valor de Importancia.

Anexo 3. Parámetros fitosociológicos de la regeneración natural (latizales) de especies encontradas en las 35 fincas muestreadas en el Distrito del Cayo, Belice.

Especie	NI	FR	DR	IVI
<i>Cedrela odorata</i> L.	105	29,17	24,49	53,66
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	42	11,67	8,16	19,83
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	21	5,83	10,20	16,04
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	24	6,67	6,12	12,79
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn.Sm.	21	5,83	6,12	11,96
<i>Parmentiera edulis</i> D.C	19	5,28	6,12	11,40
<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	20	5,56	4,08	9,64
<i>Cassia grandis</i> L.f.	22	6,11	2,04	8,15
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	7	1,94	6,12	8,07
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	20	5,56	2,04	7,60
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	15	4,17	2,04	6,21
<i>Aspidosperma cruentum</i> Woodson	14	3,89	2,04	5,93
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i> Krug & Urb.	6	1,67	2,04	3,71
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	6	1,67	2,04	3,71
<i>Sapindus saponaria</i> L.	5	1,39	2,04	3,43
<i>Bursera simaruba</i> L. Sarg.	4	1,11	2,04	3,15
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2	0,56	2,04	2,60
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	2	0,56	2,04	2,60
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.	2	0,56	2,04	2,60
<i>Simarouba glauca</i> DC.	1	0,28	2,04	2,32
<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	1	0,28	2,04	2,32
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	1	0,28	2,04	2,32
TOTAL	360	100,00	100,00	200,00

NI: Numero de individuos; FR: Frecuencia Relativa; DoR: Dominancia Relativa;
DR: Densidad Relativa; IVI: Índice de Valor de Importancia.

Anexo 4. Encuesta socioeconómica a los productores

Información general

1. Data: _____
2. Nombre del productor: _____
3. Nombre de la finca: _____
4. Dirección de la finca y número telefónico: _____
5. Ubicación geográfica: _____
6. Superficie total de la finca: _____ ha
7. Área total de potreros (pasturas): _____ ha
8. Área total de banco forrajero: _____ ha
9. Área de bosques: _____ ha
10. Área de plantaciones: _____ ha
11. Áreas de cultivo:
Cultivo _____ / Área _____ ha
Cultivo _____ / Área _____ ha
Cultivo _____ / Área _____ ha
12. ¿Cuál es la tenencia de la tierra? Propia / Rentada / Otros

Actividad forestal

13. ¿Hace algún manejo a los árboles? SI ____ NO ____
14. ¿Qué tipo de manejo? Podas / Raleos / Control de enfermedades / Fertiliza
15. ¿Cómo ha sido el establecimiento de los árboles? Plantados / Regeneración ____
16. ¿Control de malezas? Químicos o mediante chapias
17. ¿En su finca se aprovecha o se ha aprovechado los árboles maderables? SI ____ NO ____
18. ¿Cuál fue el objetivo del aprovechamiento? Madera / Leña / Postes / Otro (especificar)
19. ¿Cuántos árboles aprovecha al año? Madera / Leña / Postes / Otros
20. ¿Qué especie (s) es la que ha aprovechado? ¿Por qué?
21. ¿Cuál es el destino? Consumo familiar / Venta
22. ¿Cómo ha sido la extracción de la madera? Aserradero portátil / Motosierra / Sierra de viento / Otro (especificar)
23. ¿El equipo con que asierra es propio o rentado? ¿Cuánto es el costo?
24. ¿En cuánto calcula el costo de aserrío?

25. Si es aserrada la madera ¿Cómo seca la madera? Aire libre / horno
26. ¿Cuál es el costo del secado?
27. ¿Dónde lo vende? Finca / intermediario / industria
28. ¿El mercado de la madera es atractivo para realizar aprovechamiento de árboles en las finca? SI ____ NO ____ ¿Por qué?

Procedimientos para solicitar el permiso

29. ¿Ha tenido experiencia en solicitar permiso de aprovechamiento de los árboles maderables dentro de su finca? SI ____ NO ____ (si es no pasar a la 54)
30. ¿Cuáles son los requisitos con los que debe contar un propietario para solicitar un plan de manejo o de aprovechamiento forestal?
31. ¿Qué trámites se deben seguir para hacer el aprovechamiento?
32. ¿Qué documentos se deben tener para poder seguir los trámites?
33. ¿Solamente una oficina o institución hay que visitar en el proceso de aprobación de un plan de manejo? SI ____ NO ____ ¿Cuántas y/o Cuáles?
34. ¿Qué documento fue el más dificultoso en conseguir?
35. ¿Cuánto tiempo le tomó conseguir el permiso?
36. ¿Cuánto fue el costo en el que usted incurrió para conseguir el permiso?
37. ¿Se hacen solicitudes de planes de manejo para aprovechamiento de árboles en SAF?
SI ____ NO ____ (se, si continuar preguntas 38, 39 sino a preguntas 40 a delante).
38. ¿Para este tipo de sistemas se deben seguir los mismos trámites que para el aprovechamiento de un bosque puro? SI ____ NO ____
39. ¿Usted cree que para un SSP se debería tener otro tipo de tramitología más simple para el manejo y aprovechamiento de los árboles dentro del sistema? SI ____ NO ____ ¿Por qué?
40. ¿Existen algunas inconvenientes (trabas) en el proceso de legalización?
41. ¿Para usted, la solicitud del trámite es muy dificultosa? SI ____ NO ____
42. ¿Usted cree que el procedimiento podría ser más sencillo?
43. ¿Existen algunas fallas, deficiencias o limitaciones en el sistema legislativo para el proceso de aprovechamiento forestal del país? SI ____ NO ____ ¿Cuáles?
44. ¿Usted piensa que existan algunas fallas, deficiencias o limitaciones en el sistema legislativo para el proceso de aprovechamiento forestal del país? SI ____ NO ____ ¿Cuáles?
45. ¿Usted volvería a solicitar el permiso de corta?

46. ¿Hubo algún trámite particular que se complicara? SI ____ NO ____ ¿Cuánto tiempo le llevó a resolverlo?
47. ¿Qué trámite es el que le consumió mayor cantidad de recursos económicos y tiempo? ¿cuánto?
48. ¿Si fuera más sencillo usted apostaría por tener mayor cantidad de especies maderables dentro de su finca o potrero? SI ____ NO ____
49. ¿Cómo usted hace la extracción de los árboles en su finca?
50. ¿Cómo fue el trato en las oficinas de los funcionarios encargados? Bueno / Malo / Regular / Excelente
51. ¿Cómo usted califica el proceso de legalización para aprovechar árboles en los SSP? Bueno / Malo / Regular / Excelente
52. ¿Qué se podría hacerse para mejorar el sistema?
53. ¿Por qué nunca ha realizado aprovechamiento de árboles en su finca?
54. ¿Por qué motivo nunca ha solicitado un permiso de aprovechamiento?
55. ¿Usted conoce la legislación que rige al sector forestal en Belice? SI ____ NO ____
56. ¿Usted piensa que la legislación forestal actual posee fortalezas en cuanto al aprovechamiento de madera en SSP? SI ____ NO ____ ¿Por qué?
57. ¿Existen limitaciones en la legislación forestal encargada de normar el aprovechamiento de madera en SSP? SI ____ NO ____ ¿Por qué?
58. ¿Cuáles cree que son las que más afectan?

Visión del productor y preferencias

59. ¿Cuál es el objetivo de tener árboles en su finca? Madera / Leña / Forraje / Sombra / Protección / Ninguno / Otros
60. ¿Le gustaría tener más árboles en su finca? SI ____ NO ____ ¿Por qué?
61. ¿Qué tipo de árboles? Maderables / Frutales / Forrajeros
62. ¿Plantaría esos árboles? SI ____ NO ____ ¿Por qué?
63. ¿Qué especie (s) plantaría? ¿Por qué?
64. ¿Usted cree que los árboles pueden mejorar los ingresos en la finca? SI ____ NO ____
65. ¿Existen problemas que afecten el aprovechamiento de los árboles maderables de su finca?
66. ¿Usted estaría dispuesto a hacer manejo de regeneración si lograra vender la madera a buen precio y sin muchos trámites legales? SI ____ NO ____
67. ¿Qué beneficios usted encuentra en tener árboles en su finca?
68. ¿Hay limitaciones que usted percibe en tener árboles en su finca?

69. ¿Cuáles son las limitaciones que en forma general posee en su finca?

70. ¿Cuáles son las fortalezas y oportunidades de su finca?

Sostenibilidad del SSP

71. ¿Desde cuándo usted posee árboles dentro de su finca?

72. ¿Ha cambiado la cantidad de árboles en su finca con el paso del tiempo? SI ____ NO ____

73. ¿Cómo era la densidad de árboles en un inicio en su finca? Menor / Igual / Mayor

74. ¿Cuáles fueron las razones que provocaron que la densidad de los árboles hayan cambiado dentro de su finca?

75. ¿Usted ha recibido alguna capacitación sobre el manejo de árboles en su finca?

SI ____ NO ____

76. ¿Usted recibe o ha recibido asistencia técnica para el manejo de árboles en su finca?

77. ¿O que usted piensa que ha contribuido el recibir capacitación o asistencia técnica para el manejo de árboles en su finca?

78. ¿Cómo usted piensa que ha evolucionado en el tiempo la demanda de productos arbóreos de los SSP? ¿Ha aumentado o ha disminuido?

79. ¿De acuerdo a la demanda, usted cree que es posible mantener estos SSP en el tiempo?

SI ____ NO ____ ¿Por qué?

80. ¿Qué hace o que estrategia se puede utilizar para manejar eficientemente la regeneración en las fincas?

Asociaciones

81. ¿Pertenece a alguna organización de productores ganaderos? SI ____ NO ____

82. ¿Qué beneficios le trae pertenecer a dicha organización?

83. ¿Ha tenido alguna influencia en la mantención de árboles dentro de su finca el pertenecer a dicha organización? SI ____ NO ____ ¿Por qué?

Anexo 5. Encuesta a los funcionarios y responsables por los permisos forestales en Belice.

Información general

Nombre:

Cargo/Institución:

Data:

Lugar:

Proceso de legalización

1. ¿En una finca ganadera con árboles dispersas o en línea en las pasturas (sistema silvopastoril – SSP), cuál es el tipo de permiso que un propietario debe solicitar para un aprovechamiento forestal? (En caso que su respuesta es negativa, continuar a la pregunta 8)
SI ____ NO ____ ¿Cuál?
2. ¿Según el permiso mencionando, cuáles son los requisitos, documentos y procedimientos que un propietario debe seguir para acceder este permiso de manejo y aprovechamiento forestal?
3. ¿Para aprovechar madera con este permiso en SSP, es necesario hacer un plan de manejo forestal? SI ____ NO ____
4. ¿Este tipo de permiso de manejo y aprovechamiento forestal en SSP, es lo mismo para un bosque puro? SI ____ NO ____
5. ¿Es necesario ir en una sola oficina o institución para obtener el permiso de manejo y aprovechamiento forestal en SSP? SI ____ NO ____ ¿Cuántas?
6. Cuánto tiempo le lleva al propietario conseguir un permiso para un manejo y aprovechamiento forestal en un SSP?
7. ¿Cuál es el costo para obtener un este permiso?

Proceso de aprovechamiento

8. ¿Usted cree que para un SSP debería tener otro tipo de permiso para el manejo y aprovechamiento forestal? SI ____ NO ____ ¿Por qué?
9. ¿Usted cree que un permiso para SSP más simplificado aumentaría la cantidad de árboles aprovechados? SI ____ NO ____ ¿Por qué?
10. ¿Usted cree q un permiso para SSP más simplificado podría ayudar en la legalidad del manejo y aprovechamiento forestal? SI ____ NO ____ ¿Por qué?

11. ¿Usted cree que existen fallas, deficiencias o limitaciones en el sistema legal para el manejo y aprovechamiento forestal en SSP del país? SI ____ NO ____ ¿Cuáles?
 12. ¿Usted cree que existen fallas, deficiencias o limitaciones en el sistema institucional para el manejo y aprovechamiento forestal en SSP del país? SI ____ NO ____ ¿Cuáles?
 13. ¿Cómo se podría mejorar el proceso de obtención de permiso forestal para el manejo y aprovechamiento forestal en SSP del país?
- ¿Cuáles son las fortalezas en de las instituciones y el marco legislativo para el manejo y aprovechamiento forestal en SSP del país?

Anexo 6. Lineamientos técnicos para el manejo de regeneración natural para el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles del Cayo, Belice.

Para realizar el manejo de la regeneración natural el propietario debe identificar especies comerciables de la zona o del mercado que se desea involucrar y la época de floración y fructificación con finalidad de tomar en cuenta el modo de control de especies no deseadas sea por chapeas o por fuego. Se recomienda que las especies seleccionadas tengan una alta producción, viabilidad y distribución de las semillas así como resistencia y/o tolerancia a los animales de la propiedad. Además, aconsejase buscar se la especie puede brindar beneficios a los animales, tales como alimento y sombra, bien como de servicios ambientales.

Los principales aspectos iniciales que deben considerarse para el manejo de la regeneración natural son: un mínimo de 20 plántulas por hectárea o de al menos 5 brinzales por árbol aprovechado con una altura mayor a 30 cm, de la(s) especie(s) seleccionada(s). Además, otras actividades deben ser seguidas en el establecimiento y en los años siguientes. En secuencia se detalla cada etapa y sus lineamientos técnicos sugeridos para lograr un buen manejo.

Año 0 (Establecimiento)

Al observar que la regeneración no se encuentre distribuida en forma uniforme en el área deseado, se deberá realizar un trasplante de plántulas de las áreas más densas a de menor densidad o áreas sin plántulas. La cantidad trasplantada dependerá de las condiciones del terreno y especie. Además, el trasplante deberá realizarse al inicio de la época de lluvia – en un día fresco y nublado; el terreno debe estar preparado con el suelo arado y/o abonado; regar bien la tierra antes del trasplante y podar parte de la copa para que ocurra transpiración excesiva de la planta – evitando la marchite.

Año 1 - 3

Realizar una o dos chapeas manuales al año dependiendo de la agresividad de los pastos y malezas bien como una limpieza manual con un radio promedio de 50 cm alrededor de la plántula (rodajea). Hacer el replantío (otro trasplante) de los árboles que no sobrevivieron del año anterior y disminuir la carga animal para evitar mortalidad de las plántulas.

Año 4 y 5

Realizar chapeas para eliminar las especies no deseadas y con fines de reducir costos, se aprovecha para realizar podas de formación de las plántulas para el futuro. Para una mejor poda, se recomienda tomar en cuenta los siguientes aspectos técnicos:

- a) Primeramente, se recomienda que las podas sean realizadas en los últimos días de la época seca para facilitar el secado y cicatrización rápida de los cortes.
- b) El corte debe de realizarse más cerca del fuste, utilizando herramientas adecuadas como serrucho curvo o cola de zorro;
- c) Evitar podar ramas mayores a 2,5 cm de diámetro; y
- d) Ramas no mayores a 5 cm se recomienda cortar con un solo corte, ramas mayores a 5 cm, se recomienda utilizar dos cortes, un primer corte en la parte inferior y un segundo corte en la parte superior de la rama con fines de evitar la entrada de plagas y enfermedades.

Año 6 y 7

Realizar por lo menos dos limpiezas manuales del área. Además se recomienda realizar el primer raleo de los árboles. El número a ralear dependerá de la especie que se esté manejando. Se deben cortar árboles malformados, con plagas y/o enfermedades y de pobre crecimiento. En los raleos no son recomendados sobrepasar la cobertura arbórea del SSP (alrededor del 30%) y evitar la cosecha de árboles con bifurcaciones, torceduras, con presencia de enfermedades, sinuosos, etc.

Año 12 - 15

Se recomienda realizar un segundo raleo eligiendo los dos individuos con mejores características fisiológicas para su aprovechamiento con fines maderables, este raleo puede ser considerado como raleo comercial, en donde los individuos a ralear pueden dar productos como postes o leña, entre otros.

Anexo 7. Resumen de costos e ingresos totales (US\$ finca⁻¹año⁻¹) para cada una de las fincas seleccionadas para los análisis financieros.

Costos								
Fincas	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversiones								
Bomba Espalda	90	75	75	95	–	75	75	300
Vehículo	–	5000	–	–	37500	2000	–	20000
Carreta	–	–	2000	1500	–	–	–	1000
Plainer	–	–	300	–	–	–	–	–
Tablesaw	–	–	350	–	–	–	–	–
Joinder	–	–	200	–	–	–	–	–
Grainder	–	–	175	–	–	–	–	–
Big Grainder	–	–	3400	–	–	–	–	–
Aserradero	–	–	4000	–	–	–	–	5000
Cortadora Pasto	–	–	–	200	–	–	–	1000
Moledora de caña	–	–	–	90	–	–	–	–
Arado	–	–	–	100	500	–	–	4000
Disco arado	–	–	–	800	–	–	–	50
Tractor	–	–	–	–	50000	–	–	4000
Refinadora	–	–	–	–	400	–	–	1000
Carreta	–	–	–	–	2000	–	–	–
Tanque agua	–	–	–	–	750	–	–	–
Motosierra	–	–	–	–	1300	400	700	1000
Cultivador	–	–	–	–	400	–	–	–
Cortadora Carne	–	–	–	–	500	–	–	–
Incubadora	–	–	–	–	–	–	131	–
Ordeñadora	–	–	–	–	–	–	–	2000
Chapeadora	–	–	–	–	–	–	–	1250
Ganadería								
Mano de obra en chapias y otros	600	1125	–	210	300	250	–	27109,5
Mantenimiento corral	125	–	–	–	250	–	–	–
Herbicida	–	–	–	–	1000	–	80	–
Sal Mineralizada	20,5	60	28,5	10,5	120	240	20	–
Vitamina	–	–	–	–	45	84	25	–
Melaza	–	–	–	–	300	–	–	–
Alambre económico	39	–	–	–	–	300	400	600
Desparasitante	9	–	3	99	–	20	91,5	–
Purgante	–	–	–	–	1815	–	–	–
Toro	–	500	–	–	–	–	500	–
Semilla pasto Brizanta	–	62,5	–	–	75	–	80	400
Matricula Herbicida	–	2,5	–	–	2,5	–	2,5	2,5
Feed	–	–	552	–	–	–	–	–
Maíz	–	–	216	–	–	–	–	–
Beef fatner	–	–	216	–	–	–	–	–
Rice grain	–	–	138	–	–	–	–	–
Concentrado	–	–	480	–	–	–	–	–
Bave harm	–	–	5,5	–	–	–	–	–
Concentrado	–	–	–	576	–	–	37,5	1800
Terneros	–	–	–	150	–	–	–	–
Soya y trigo	–	–	–	–	–	–	–	480

Avícolas / Caballos / Suínos								
Gallina	-	-	-	60	-	-	-	60
Suínos	-	-	-	585	-	-	50	-
Maíz Molido	-	-	-	-	864	-	-	-
Sorgo	-	-	-	-	440	-	-	-
Concentrado	-	-	-	-	580	-	264	1200
Desparasitante	-	-	-	-	180	-	246,5	-
Caballos	-	-	-	-	-	-	230	-
Infraestructura	-	-	-	-	-	-	106,5	-
Vacunas	-	-	-	-	-	-	5	-
Agrícola								
Maíz - herbicida	20	20	-	-	-	-	-	-
Maíz - arado	-	100	-	-	-	-	40	-
Frijol - arado	-	100	-	-	-	-	-	-
Semilla frijol	-	100	-	-	-	-	0	-
Semilla papa	-	-	50	200	1500	-	30	-
Semilla lechuga	-	-	10	-	-	90	-	-
Semilla brócoli	-	-	15	-	-	-	-	-
Semilla coliflor	-	-	20	-	-	-	-	-
Semilla maíz	-	-	-	25	-	7,5	30	-
Semilla apio	-	-	-	50	-	-	-	-
Semilla Sandía	-	-	-	12,5	-	-	-	-
Naranja - abono	-	-	-	-	2850	-	-	-
Naranja - herbicida	-	-	-	-	2000	-	-	-
Naranja - catador	-	-	-	-	1050	-	-	-
Zanahoria - abono	-	-	-	-	38	-	-	-
Zanahoria - fungicida	-	-	-	-	23,5	-	-	-
Zanahoria - trabajador	-	-	-	-	3600	-	-	-
Papa - trabajador	-	-	-	-	570	-	-	-
Papa - abono	-	-	-	-	14400	-	-	-
Forestales y No-maderables								
Pago por Royalty	-	-	-	-	-	-	124,5	-
Transporte a la ciudad	-	-	-	-	-	-	2	-
Postes	-	-	-	-	-	-	400	-
Transporte	-	-	-	-	-	-	104	-
Botellas	-	-	-	-	-	-	49	-
Molido	-	-	-	-	-	-	156	-
Transporte/palma	-	-	-	-	-	-	104	-
Botellas/palma	-	-	-	-	-	-	32,5	-
Postes	-	-	-	-	-	700	-	1750

Fincas	Ingresos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ganadería								
Toro	650	–	–	–	–	–	–	–
Torete	50	750	175	–	–	–	900	–
Vaca ordeño	1400	2275	–	–	–	–	–	–
Vaca paridas	1050	–	–	–	–	–	–	–
Vaca	–	–	500	–	2000	675	–	–
Leche	–	–	1800	3650	–	2737,5	130	21900
Novillo	–	–	–	875	1500	1250	2100	5250
Carne	–	–	–	–	900	–	–	28750
Queso	–	–	–	–	–	5110	–	–
Leche Pausterizada	–	–	–	–	–	–	–	7756,5
Avícolas / Caballos / Suínos								
Gallinas	10	300	–	225	–	37,5	507,5	217,5
Huevo	–	288	–	7	–	–	219	–
Suíno	–	750	2400	420	–	–	737,5	175
Caballo	–	–	–	–	–	–	300	1750
Agrícola								
Maíz	600	900	–	900	–	7,5	262,5	–
Frijol	–	750	–	–	–	–	150	–
Papa	–	–	6600	480	16000	1600	–	–
Lechuga	–	–	2400	–	–	–	–	–
Brócolis	–	–	1600	–	–	–	–	–
Coliflor	–	–	1600	–	–	–	–	–
Zanaoria	–	–	–	250	8750	–	–	–
Hapio	–	–	–	3750	–	–	–	–
Sandia	–	–	–	10000	–	–	–	–
Naranja	–	–	–	–	27300	–	–	–
Forestales y No-maderables								
Leña	54	54	72	90	54	36	54	36
Coco	–	37,5	–	–	–	–	–	–
Madera	–	–	–	–	–	–	253	–
Aceite de palma	–	–	–	–	–	–	1365	–
Aceite de coco	–	–	–	–	–	–	1430	–