



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**INCIDENCIA DE LA LEGISLACIÓN SOBRE EL  
APROVECHAMIENTO DEL RECURSO MADERABLE EN  
SISTEMAS SILVOPASTORILES DE COSTA RICA.**

por

**JOSÉ MAURICIO SCHEELJE BRAVO**

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

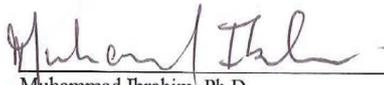
*Magister Scientiae* en **AGROFORESTERÍA TROPICAL**

Turrialba, Costa Rica, 2009

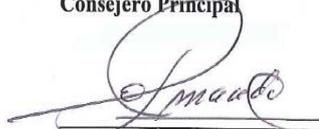
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL**

**FIRMANTES:**



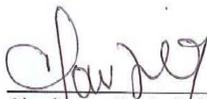
Muhammad Ibrahim, Ph.D.  
**Consejero Principal**



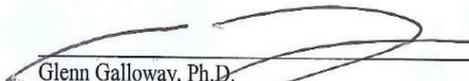
Carlos Pomareda, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**



Guillermo Detlefsen, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Claudia Sepúlveda, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Glenn Galloway, Ph.D.  
**Decano de la Escuela de Posgrado**



José Mauricio Scheelje Bravo  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por estar junto a mí en todo momento a pesar de las circunstancias adversas dándome la oportunidad y alegría de poder vivir una experiencia nueva cada día.*

*A mi madre por sus sacrificios, amor y la confianza depositada en mí*

*A mi esposa e hijos por su amor, cariño y comprensión, permitiéndome compartir momentos especiales.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Muhammad Ibrahim, profesor consejero y asesor principal del presente trabajo, por el apoyo brindado durante los dos años de estudio.

Al Ing. Mg. Sc. Guillermo Detlefsen, por la confianza depositada en mi persona y apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo.

Al personal técnico del programa GAMMA, Don Rigo por su apoyo incondicional en la fase de campo y Ghisselle por su apoyo en la parte logística.

A la Cooperación Belga-CTB, por brindarme la beca otorgada para la culminación de mis estudios de maestría.

Al Proyecto Finnfor, en la persona de Guillermo Detlefsen por la oportunidad brindada para realizar el presente estudio.

Al CATIE, la Escuela de Posgrado y sus autoridades, por el apoyo brindado en mis estudios de maestría.

Al Dr. Carlos Pomareda, a la MSc. Claudia Sepúlveda y al MSc. Guillermo Detlefsen miembros del comité, por su apoyo en esta investigación.

A Josefina Solís Rosas, por su apoyo y confianza brindada desde el inicio de mis estudios.

A Carlos David y Fernando Carrera por el apoyo brindado para la realización del presente estudio.

A los señores propietarios de las fincas en las cuales se realizó el estudio en Esparza.

A mis amigos en CATIE, Marcelino, Leo, Ulises.

## **BIOGRAFÍA**

El autor nació en Lima, Perú el 25 de noviembre de 1975. Se graduó en la Universidad Nacional Agraria la Molina en el 2000 en la Facultad de Ciencias Forestales, obteniendo el título de Ing. Forestal en el año 2002 con la tesis titulada trabajabilidad del Tornillo de tres edades diferentes al taladrado, cepillado y torneado. Trabajó como especialista de manejo en Recursos Naturales durante los años 2003-2004 en PRONAMACHS, luego pasó a ser Investigador Forestal del Instituto Nacional de investigación Agraria durante los años 2005 al 2007. En el 2008 ingresó al CATIE, obteniendo en noviembre del 2009 el título de *Magister Scientiae en Agroforestería Tropical*.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	IV
BIOGRAFÍA .....	V
CONTENIDO.....	VI
RESUMEN .....	XII
SUMMARY .....	XIV
ÍNDICE DE CUADROS .....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIX
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	XX
1 INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	4
1.1.1 <i>Objetivo General</i> .....	4
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	4
1.2 HIPOTESIS DEL ESTUDIO.....	5
1.3 REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
1.3.1 <i>Sistemas Silvopastoriles</i> .....	6
1.3.1.1 Árboles dispersos en potreros.....	6
1.3.1.2 Regeneración natural de árboles dispersos en potreros.....	8
1.3.2 <i>Abastecimiento de Madera en Costa Rica</i> .....	10
1.3.2.1 Evolución de la oferta y demanda de madera de plantaciones, bosques naturales y sector agropecuario en Costa Rica .....	10
1.3.2.2 Políticas del sector forestal que influyen en el abastecimiento de madera en fincas agropecuarias .....	13
1.4 BIBLIOGRAFÍA .....	14
2 ARTÍCULO I: ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL Y POTENCIAL DE MADERA EN POTREROS ACTIVOS DE FINCAS GANADERAS DE ESPARZA, COSTA RICA. ....	21
2.1 INTRODUCCIÓN.....	21

2.2	OBJETIVOS .....	24
2.2.1	<i>Objetivo General</i> .....	24
2.2.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	24
2.3	METODOLOGÍA.....	25
2.3.1	<i>Área de Estudio</i> .....	25
2.3.1.1	Ubicación geográfica.....	25
2.3.1.2	Actividades Agropecuarias.....	26
2.3.2	<i>Área de Muestreo y Establecimiento de Parcelas</i> .....	27
2.3.3	<i>Caracterización de Árboles Maderables en Potreros y Cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI)</i> .....	28
2.3.4	<i>Cálculo del Volumen Actual y Potencial de Madera y Porcentaje de Cobertura Arbórea</i> .....	30
2.3.4.1	Cálculo de volumen.....	30
2.3.4.2	Cobertura arbórea .....	30
2.3.5	<i>Análisis Estadístico</i> .....	31
2.3.5.1	Diseño del experimento.....	31
2.3.5.2	Análisis de Variancia y de Correlación .....	31
2.4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
2.4.1	<i>Riqueza</i> .....	32
2.4.2	<i>Caracterización de los Árboles Maderables en Potreros e Índice de Valor de Importancia (IVI)</i> .....	35
2.4.3	<i>Composición de Especies</i> .....	41
2.4.4	<i>Distribución de Individuos por clases diamétricas</i> .....	45
2.4.5	<i>Volumen y porcentaje de Cobertura Arbórea</i> .....	46
2.4.6	<i>Análisis Estadísticos</i> .....	47
2.5	CONCLUSIONES .....	50
2.6	BIBLIOGRAFÍA .....	53
3	ARTÍCULO II: ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL APROVECHAMIENTO MADERABLE SOSTENIBLE EN SISTEMAS	

SILVOPASTORILES Y SU POTENCIAL BAJO DIVERSOS ESQUEMAS DE APROVECHAMIENTO Y TRÁMITES SIMPLIFICADOS.....	58
3.1 INTRODUCCIÓN.....	58
3.2 OBJETIVOS.....	61
3.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	61
3.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	61
3.3 METODOLOGÍA.....	62
3.3.1 <i>Área de Estudio</i> .....	62
3.3.1.1 Ubicación geográfica.....	62
3.3.1.2 Actividades agropecuarias.....	63
3.3.2 <i>Área de Muestreo y Establecimiento de Parcelas</i> .....	64
3.3.3 <i>Modelos de Análisis Financieros</i> .....	65
3.3.3.1 Definición de los modelos.....	65
3.3.3.1.1 Cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI).....	66
3.3.3.1.2 Cálculo de volumen por potrero.....	66
3.3.4 <i>Fuentes de información</i> .....	67
3.3.5 <i>Desarrollo del Modelo</i> .....	68
3.3.5.1 Costos e ingresos de la actividad ganadera.....	68
3.3.5.2 Interacción de la cobertura arbórea con los componentes del sistema.....	70
3.3.5.3 Estimación de la productividad maderera.....	71
3.3.5.4 Estructura de costos e ingresos actividad forestal.....	72
3.3.5.4.1 Determinación de los árboles de cosecha.....	74
3.3.5.4.2 Determinación de los árboles de futuras cosechas.....	74
3.3.5.4.3 Identificación de árboles semilleros.....	75
3.3.5.5 Análisis de sensibilidad.....	75
3.3.6 <i>Indicadores Financieros</i> .....	76
3.3.6.1 Valor presente neto (VPN).....	76
3.3.6.2 Tasa interna de retorno (TIR).....	76
3.3.6.3 Relación beneficio-costos (B/C).....	77
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78

3.4.1	<i>Índice de Valor de Importancia y Volúmenes de Madera</i> .....	78
3.4.1.1	Análisis de varianza.....	80
3.4.2	<i>Desarrollo del Modelo</i> .....	81
3.4.2.1	Establecimiento de costos e ingresos del sistema ganadero.....	81
3.4.2.2	Establecimiento de costos e ingresos por componente arbóreo .....	82
3.4.2.2.1	Costos de operación y mantenimiento.....	83
3.4.2.2.2	Producción e ingresos del componente arbóreo.....	83
3.4.3	<i>Análisis Financiero</i> .....	85
3.4.3.1	Resultados de VAN, TIR, B/C, VET .....	85
3.4.3.2	Análisis de sensibilidad .....	86
3.5	CONCLUSIONES .....	88
3.6	BIBLIOGRAFÍA .....	90
4	ARTículo III: INCIDENCIA DE LA LEGISLACIÓN FORESTAL EN EL MANEJO Y APROVECAHMIENTO DE MADERA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DE COSTA RICA.....	93
4.1	INTRODUCCIÓN .....	93
4.2	OBJETIVOS .....	95
4.2.1	<i>Objetivo general</i> .....	95
4.2.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	95
4.3	METODOLOGÍA.....	95
4.3.1	<i>Área de estudio</i> .....	95
4.3.2	<i>Análisis de la Legislación para el Manejo y Aprovechamiento de Madera en Sistemas Silvopastoriles</i> .....	96
4.3.2.1	Revisión de literatura.....	96
4.3.2.2	Entrevistas a productores.....	97
4.3.2.3	Realización de talleres con funcionarios, productores y técnicos forestales	97
4.3.2.4	Diseño y estrategia de implementación de un marco político – legal facilitador para el aprovechamiento de madera en SSP en Costa Rica. ....	97
4.4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	98

4.4.1	<i>Aspectos Positivos y Negativos del Marco político-legal Forestal Costarricense en Relación al Manejo y Aprovechamiento Maderable en Fincas Ganaderas.</i> .....	98
4.4.1.1	Problemática de la legislación.....	99
4.4.1.2	Problemática de la tramitología.....	101
4.4.1.3	Aspectos positivos y negativos del marco legal costarricense para el aprovechamiento de recursos maderables en territorios indígenas.....	101
4.4.2	<i>Acceso a la Legalidad Actual</i> .....	103
4.4.2.1	Trámites incurridos en la legalización del aprovechamiento comercial de madera	103
4.4.2.2	Costos de legalización para el aprovechamiento comercial de madera.	106
4.4.2.3	Tiempo de tramitología. ....	108
4.4.3	<i>Visión de Productores Sobre la Tramitología Actual para el Aprovechamiento Maderable en Fincas Ganaderas.</i> .....	108
4.4.3.1	Resultados encuestas a productores .....	108
4.4.3.2	Resultados taller en Esparza.....	111
4.4.4	<i>Visión de Funcionarios Públicos y Privados Sobre la Tramitología Actual para el Aprovechamiento Maderable en Fincas Ganaderas</i> .....	113
4.4.5	<i>Propuesta de un Mecanismo Facilitador del Manejo y Aprovechamiento de Madera en SSP de Costa Rica.</i> .....	114
4.4.5.1	Solicitud es en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, que no excedan los tres árboles por hectárea, hasta un máximo de 10 árboles por inmueble por año.	115
4.4.5.2	Consideraciones a tener en cuenta para la inspección a realizar. ....	116
4.4.5.2.1	Método de extracción y transporte .....	117
4.4.5.2.2	Método de reposición del recurso forestal aprovechado .....	118
4.4.5.2.3	Sostenibilidad del Sistema.....	118
4.4.5.2.4	Pago de incentivos.....	119
4.5	CONCLUSIONES .....	121
4.6	BIBLIOGRAFÍA .....	123
5	CONCLUSIONES GENERALES.....	124
6	RECOMENDACIONES.....	126

7 ANEXOS ..... 128

## RESUMEN

**Palabras claves:** análisis financiero, fustales, latizales, manejo forestal, producción maderable, regeneración natural, simplificación.

A pesar de la creciente importancia que tienen los árboles dispersos en potreros, considerando que estos pueden soportar coberturas de opacidad media hasta un 27% sin tener influencia negativa sobre la producción animal como muchas veces se ha sugerido, poco se sabe sobre los volúmenes de madera comercial que pueden ofertar estos al mercado, pudiendo representar ingresos adicionales a los pequeños y medianos productores. Adicionalmente, considerando los atrasos en los trámites burocráticos para el aprovechamiento de madera en fincas ganaderas, los cuales pueden llegar a imponer un costo de oportunidad alto y motivar extracciones maderables ilegales para salvaguardar las necesidades e intereses de algunos productores, se evaluó la productividad actual y potencial de madera en potreros activos, analizando los beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas mediante trámites simplificados, analizando las bondades y limitaciones de la legislación para el aprovechamiento forestal sostenible en sistemas agroforestales con énfasis en fincas ganaderas de Costa Rica. Para el efecto se realizó un inventario de todos los brinzales, latizales y fustales encontrados en 135 potreros activos de 57 fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.

Se encontró un total de 6549 fustales, 1047 latizales y 2509 plántulas de regeneración natural pertenecientes a 32 familias, 54 géneros y 63 especies arbóreas. El 66% de las especies (42 especies) fueron catalogadas como de uso maderable, de las cuales el 12% tuvieron un alto valor comercial, el 23% un valor comercial medio y el 42% de ellas presentaron regeneración natural activa, existiendo un potencial para su manejo con fines maderables. Se encontró un volumen promedio de  $19,23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$  y una cobertura arbórea de  $12,44\% \text{ ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$ , en donde el tamaño de las fincas (pequeñas, medianas y grandes) no tuvo influencia en el volumen y cobertura arbórea reportada.

Para iniciar la actividad forestal (aprovechamiento sostenible) en fincas ganaderas bajo el esquema de trámites actuales, se encontró que el tamaño de dichas fincas no tiene influencia sobre la rentabilidad del proceso. Sin embargo, para asegurar que el aprovechamiento de

madera en fincas ganaderas sea rentable y sostenible, y que además pueda ser implementado por los productores como una fuente de ingresos adicional al sistema que vienen manejando, se considera que es necesario que cuenten con una densidad mayor o igual a 15 fustales  $\text{ha}^{-1}$ , de los cuales el 30% debe de tener un dap mayor a 40 cm, y se maneje la regeneración natural manteniendo un mínimo de 20 plántulas  $\text{ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ .

Por otro lado se encontró que debido a la excesiva regulación que existe en Costa Rica para la solicitud de trámites de aprovechamientos maderables, en la actualidad los ganaderos no se ven atraídos para la producción de árboles maderables en sus potreros y por lo tanto, no se garantiza la permanencia de varias especies a futuro. Se encontró que en general, el sector forestal de Costa Rica presenta problemas de naturaleza de legislación implícitos en la Ley Forestal 7575 y su reglamento, los cuales presentan ambigüedades y contradicciones que no permiten la ejecución del permiso en forma sencilla y eficiente. Además, la excesiva regulación del manejo, las prohibiciones como zonas de protección y vedas, los altos costos de acceso a la legalidad (debidos a la demora en las solicitudes para el aprovechamiento) y el control específico sobre la actividad forestal legal (que es prioridad del Sistema Nacional de Áreas de Conservación -SINAC), ha creado asimetrías importantes entre los precios de la madera proveniente de fuentes bien manejadas, en comparación con aquellas fuentes ilegales y sin manejo. Con la finalidad de poder implementar un buen manejo del recurso maderable en finca ganaderas en forma sostenible en el presente estudio se formuló una propuesta para impulsar un mecanismo facilitador del manejo y aprovechamiento de madera para sistemas silvopastoriles de Costa Rica.

## SUMMARY

**Keywords:** forest management, financial analysis, natural regeneration, saplings, simplification, timber production, stem-wood.

In spite of the increasing importance that has the dispersed trees in pastures, considering that these can support covers of average opacity until a 27% without having negative influence on the animal production as often it has been suggested, little it is known on the volumes of commercial wood that can supply these to the market, being able to represent additional income the small and medium producers. Additionally, considering the delays in the bureaucratic proceedings for the wood extraction in cattle property, which can increase a high cost of opportunity and motivate illegal extractions of timber to safeguard the needs and interests of some producers, the present and potential productivity of wood in active pastures was evaluated, analyzing the financial benefits of a sustainable timber extraction in cattle property by simplified proceedings, analyzing kindness and limitations of the legislation for the sustainable forest use in agroforestry systems with emphasis in cattle properties of Costa Rica. For the present study an inventory was conduct for the seedlings, saplings and steam stages in 135 active pastures of 57 cattle properties in Esparza, Costa Rica.

The results show a total of 6549 steams, 1047 saplings and 2509 seedlings of natural regeneration belonging to 32 families, 54 genus and 63 arboreal species. A 66% of the species (42 species) were catalogued for timber extraction, in which 12% and 23% had a high and mid commercial value, respectively. A 42% of species had active natural regeneration with a potential for their handling with timber extractions aims. It was found a average volume of  $19.23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ pasture}^{-1}$  and a arboreal cover of  $12.44\% \text{ ha}^{-1} \text{ pasture}^{-1}$ , where the great size of the property (small, medians and big) weren't influenced in by the volume and arboreal cover found.

In order to initiate the forest activity (sustainable management) in cattle property under the scheme of present proceedings, it was found that the size of these properties does not have influence on the profitability of the process. Nevertheless, to assure that the wood extraction in cattle property is profitable and sustainable, a density of  $15 \text{ stem-wood ha}^{-1} \text{ pasture}^{-1}$  or higher is needed, in addition to at least of 30% of those trees must have a dbh greater than 40 cm. In

the case of natural regeneration, a minimum of 20 seedlings ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> will be required. On the other hand, due to the excessive regulation that exists in Costa Rica to request a timber extraction, cattle dealer are not themselves attracted for the production of timber trees in their pastures and therefore, is not guaranteed the permanence of several species in the future.

The Forestry Act 7575 and its regulations had problems affecting the forest sector in Costa Rica: present ambiguities and contradictions that do not allow the execution of the permission in a simple and efficient form. In addition, the excessive regulation on the forest use, the prohibitions of protected zones and prohibitions, the high costs of access to the legality (due to the delay in the requests in procedures) and the specific control of legal forest activity (which is priority for the National System of Conservation Areas-SINAC), have created significant asymmetries between the price of timber from well managed sources, compared with the price from illegal sources and without management. In order to be able to implement a good cattle management of the timber resource in properties in sustainable form, the present study proposed launching a mechanism to facility the management and wood extraction for silvo-pastoral systems of Costa Rica.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de fincas, potreros y área total de potreros seleccionados por estrato en el muestreo realizado en las fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. ....	28
Cuadro 2. Categorías de crecimiento por potrero en el muestreo de la vegetación arbórea en potrero de Esparza, Costa Rica. ....	28
Cuadro 3. Variables calculadas por especie para la caracterización de la vegetación arbórea en los potreros de Esparza, Costa Rica. ....	29
Cuadro 4. Número de familias, géneros y especies registrados en los tres estados de desarrollo de árboles en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica. ....	32
Cuadro 5. Número y porcentaje de especies para las familias registradas en los potreros activos de Esparza, Costa Rica. ....	33
Cuadro 6. Lista de especies maderables comerciales que se encontraban simultáneamente en las categorías de fustales-latizales, y fustales-brinzales. ....	34
Cuadro 7. Las 10 especies de árboles maderables (fustales, latizales y brinzales) con mayor abundancia total y relativa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica. ....	36
Cuadro 8. Las 10 especies arbóreas maderables (fustales, latizales y brinzales) con mayor frecuencia relativa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica. ....	38
Cuadro 9. Las 12 especies arbóreas maderables (fustales) con mayor área basal y dominancia relativa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica. ....	40
Cuadro 10. Las especies de árboles (fustales) con mayores índices de valor de importancia (IVI), en 135 potreros de Esparza, Costa Rica. ....	41
Cuadro 11. Lista de especies de árboles presentes como fustales, latizales y brinzales en los 135 potreros del presente estudio en Esparza, Costa Rica. ....	42
Cuadro 12. Principales usos potenciales para las especies arbóreas registradas en los 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica. ....	44
Cuadro 13. Valores promedios por hectárea calculados para los árboles maderables presentes en pasturas con alta densidad de árboles en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica. ....	47

Cuadro 14. Análisis de variancia para el volumen, número de individuos de brinzales, latizales y fustales  $\text{ha}^{-1}\text{potrero}^{-1}$ , en función al tamaño de la finca en 57 fincas de Esparza, Costa Rica.

48

Cuadro 15. Análisis de correlación de Pearson, para área de potrero y volumen encontrado por potrero en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica. .... 48

Cuadro 16. Número de Fincas, potreros y área total de potreros seleccionadas por estrato en las 12 fincas ganaderas seleccionadas de Esparza, Costa Rica. .... 64

Cuadro 17. Categorías de crecimiento por potrero en el muestreo de la vegetación arbórea en potrero de Esparza, Costa Rica..... 65

Cuadro 18. Agrupación de especies maderables comerciales de la localidad de Esparza, según su categoría de crecimiento. .... 68

Cuadro 19. Ecuaciones alométricas de predicción de área de copa en función del diámetro, para las condiciones encontradas en las 12 fincas registradas en Esparza. .... 71

Cuadro 20. Incremento medio anual por clases diamétricas y altura de las especies registradas en Esparza según su categoría de crecimiento (lento, mediano y rápido)..... 72

Cuadro 21. Las especies de árboles maderables (fustales) con mayor IVI y precio relativo (%).

79

Cuadro 22. Valores promedios por hectárea calculados para los árboles maderables presentes en potreros activos de Esparza, Costa Rica. .... 79

Cuadro 23. Código de productor (ID), número de potreros total y variables calculados para las 12 fincas inventariadas en Esparza, Costa Rica. .... 80

Cuadro 24. Análisis de variancia para el volumen y número fustales por  $\text{ha}^{-1}\text{potrero}^{-1}$ , en función al Tamaño de la Finca. .... 81

Cuadro 25. Costos (US\$) por hectárea para la producción ganadera de ocho fincas de Esparza, en la situación sin proyecto. .... 81

Cuadro 26. Ingresos neto (US\$) por hectárea para la producción ganadera de ocho fincas de Esparza, en la situación sin proyecto..... 82

Cuadro 27. Costos (US\$) por hectárea, para la producción maderable de ocho fincas de Esparza, en la situación con proyecto..... 83

Cuadro 28. Ingresos (US\$) por hectárea para la producción maderera de ocho fincas de Esparza, en la situación con proyecto..... 84

Cuadro 29. VAN Incremental para ocho fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. .... 85

Cuadro 30. Variaciones en el precio del capital, precio de la madera e incentivos para el manejo de regeneración natural.....	86
Cuadro 31. Incrementos del VAN para cada finca según los cuatro análisis de sensibilidad realizados.....	87
Cuadro 32. Leyes, decretos y manuales de mayor importancia, vigentes, vinculados al aprovechamiento de madera en fincas agropecuarias. ....	96
Cuadro 33. Artículos más importantes de la leyes, decretos, resoluciones o directivas relacionadas al aprovechamiento de arboles en Fincas Ganaderas. ....	98
Cuadro 34. Costos de acceso a la legalidad para aprovechamiento de 10 árboles finca (35m <sup>3</sup> ) y para más de 10 árboles (70m <sup>3</sup> ) .....	106
Cuadro 35. Preguntas y respuestas más resaltantes del taller de análisis de políticas que inciden el aprovechamiento de árboles maderables en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. ....	112
Cuadro 36. Preguntas y respuestas del taller “Análisis de políticas que inciden en el aprovechamiento de arboles maderables de fincas ganaderas en Costa Rica”.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie de reforestación anual (ha) Costa Rica, 1990-2005.....	11
Figura 2. Mapa de ubicación de Esparza dentro del territorio de Costa Rica (Fuente: Sánchez 2007). .....	26
Figura 3. Proporción de los índices de valor de importancia de las especies de árboles maderables con regeneración natural activa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica. ....	43
Figura 4. Distribución del número de individuos por clase diamétrica para los árboles presentes en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica. ....	45
Figura 5. Impacto del tamaño de los potreros activos en el volumen ( $m^3 ha^{-1}$ ) encontrado por unidad de área en 57 fincas de Esparza, Costa Rica.....	49
Figura 6. Impacto del tamaño de los potreros activos en el número de especies encontradas por unidad de área en 57 fincas de Esparza, Costa Rica.....	49
Figura 7. Mapa de Esparza Costa Rica (Sánchez 2007).....	62
Figura 8. VAN Incremental para los 4 análisis de sensibilidad realizados y la base utilizada en el estudio para 8 fincas de Esparza.....	87
Figura 9. Porcentaje de productores que ha realizado aprovechamiento de arboles maderables en sus fincas.....	109
Figura 10. Principales usos de la madera aprovechada por productores de la zona de Esparza. ....	109
Figura 11. Porcentaje de productores que solicitaron permisos de aprovechamiento de árboles maderables en sus fincas. ....	110
Figura 12. Porcentaje de productores que vendió madera en alguna de sus formas. ....	110
Figura 13. Porcentaje de productores que conocen la Ley que rige el sector forestal para el aprovechamiento de arboles maderables en sus fincas.....	111

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

C: carbono

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CODEFORSA: Comisión de Desarrollo Forestal

COOPEAGRI: Corporación Cooperativa

dap: diámetro a la altura del pecho

DMC: diámetro mínimo de corta

FONAFIFO: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal

IMA: incremento medio anual

ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica

MAG: Ministerio de Agricultura y ganadería

MIRENEM: Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas

msnm: metros sobre el nivel del mar

OET: Organización de Estudios Tropicales

RARFRI: reglamento para el aprovechamiento del recurso forestal en las Reservas Indígenas

SAF: sistemas agroforestales

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

SSP: sistemas silvopastoriles

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental

PSA: Pago por servicios ambientales

## 1 INTRODUCCIÓN GENERAL

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

El área de pastizales en Centroamérica ocupa actualmente alrededor de 136,440 km<sup>2</sup> (26% de la superficie territorial), mientras que a finales de los ochentas en Centroamérica existían alrededor de 90,000 km<sup>2</sup> de pastos, lo cual indica que en quince años se ha producido un incremento de alrededor de 46,440 km<sup>2</sup> de pastizales (Detlefsen y Pomareda 2008). Igualmente Szott et ál. (2000) afirman que la ganadería es considerada en varios foros como dañina para el medio ambiente y los ganaderos centroamericanos han sido acusados de estar entre los principales causantes del proceso de deforestación, desertificación y contaminación ambiental de la región, debido al avance de la ganadería extensiva, enfrentado a la baja calidad de las pasturas con capacidades inferiores a 0,7 cabezas ha<sup>-1</sup>.

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

agrícolas tradicionales, incluyendo sistemas ganaderos, tienen árboles intercalados con cultivos o manejados en una forma zonal alternando árboles y cultivos y/o pastos; es decir, son sistemas agroforestales (Beer et ál, 2004). Además los sistemas ganaderos con presencia de árboles han sido cada vez más reconocidos por su viabilidad física y económica, promoviéndose a lo largo del mundo como sistemas sustentables que pueden reducir la erosión y aumentar la fertilidad del suelo, además de generar beneficios económicos, como aumento en el ingreso de los productores y disminución del riesgo a través de la diversificación de la finca (Alonzo et ál. 2001).

Boshier et ál. (2004) afirman que los árboles encontrados en condiciones de fragmentación y manejados en sistemas agroforestales pueden ser un recurso importante en la conservación de especies del bosque. Pueden proveer hábitat para los polinizadores y dispersores de semillas los cuales facilitan el flujo genético hacia otras especies, o crear las condiciones ambientales para que se regeneren plántulas. Además, pueden facilitar el flujo genético entre reservas, conservando genotipos particulares no encontrados en las mismas y manteniendo la viabilidad mínima de las poblaciones. Sostienen además que sobre esta base se percibe que en Centroamérica es posible considerar alrededor de una cuarta parte de su territorio (donde están los pastizales) para mejorar el papel que juegan los árboles y contribuir paralelamente a conservar la biodiversidad. Los manejadores de estos sistemas donde se intercalan árboles dentro de los paisajes agropecuarios deben considerar las capacidades reproductivas y regenerativas de las especies prioritarias, y las prácticas de manejo que permitan la regeneración natural o artificial que asegure a las poblaciones a largo plazo.

Por otro lado los árboles maderables juegan un papel muy importante en la economía costarricense, siendo uno de los problemas más graves la explotación de aquellas especies de maderas finas como cedro (*Cedrela* spp.), cristóbal (*Platymiscium* spp.), caoba (*Switenia* spp.) y cocobolo (*Dalbergia* spp.), entre otras, o maderas altamente duras como el ajo (*Caryocar* spp.) y manú (*Minquartia* spp.). Además, a esta situación no han escapado especies poco finas o regulares para el comercio, sumando a esto la sobre explotación y una legislación deficiente que permite la corta de especies endémicas, raras o amenazadas, provocando una disminución de las poblaciones, así como una degradación o erosión genética que no garantiza la

sobrevivencia *in situ* del material genético de muchas de ellas, provocando además una fragmentación entre las poblaciones (Jiménez 1995).

Las experiencias de varios productores y algunas investigaciones realizadas, revelan que es técnicamente factible y económicamente rentable desarrollar una ganadería intensiva en el trópico mejorando la calidad de los recursos naturales. Ello permite un uso más adecuado de la tierra por la vía de pastos mejorados y sistemas silvopastoriles, lo cual genera más nutrientes por unidad de área. Se ha demostrado también que por la vía de estos sistemas de producción es posible mejorar las condiciones de biodiversidad, riqueza de los suelos y el secuestro de carbono. Además puede extenderse para lograr el adecuado uso de residuos y estiércol, para la producción de gas para uso de las fincas, y generar abono orgánico. De tal forma que el manejo de energía y reciclaje de los nutrientes se convierten en elementos importantes para aumentar la eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad a nivel de Finca (Pomareda y Steinfeld 1999). En este tipo de manejo, la presencia de árboles dispersos en potreros ha sido una buena opción, ya sea por sus utilidades a nivel de finca como por el papel que desempeñan en la conservación de la biodiversidad, además de ser considerados como focos de reclutamiento y biodiversidad (Harvey y Haber 1999; Guevara et ál. 1992; Dunn 2000; Beer et ál. 2000).

Tomando en cuenta los estudios de Hollman y Estrada (1997) y Costa et ál. (1999) que demuestran que la alta cobertura de árboles en potreros (27%) no tiene influencia negativa sobre la producción animal como muchas veces se ha sugerido, y considerando que la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Costa Rica y Nicaragua varía entre un 0 a 60% , teniendo el 85% de estas menos del 15% en promedio de cobertura (Restrepo Saenz 2002; Esquivel 2007; Villacís et ál. 2003; Esquivel 2005), se percibe que existe un gran potencial para la producción maderera en fincas ganaderas. Sin embargo, debido a los atrasos en los trámites para el aprovechamiento de madera en fincas agropecuarias (los cuales pueden llegar a imponer un costo de oportunidad alto) se motivan extracciones maderables ilegales para salvaguardar las necesidades e intereses de algunos productores (Navarro et ál. 2006). Consecuentemente los ganaderos de Costa Rica y Nicaragua no utilizan los recursos forestales de sus fincas en forma comercial a precio de mercado. En tal sentido es necesario proponer alternativas de manejo y comercialización para mejorar la contribución de la cobertura arbórea

en la rentabilidad de las fincas, elaborando además normativas y políticas para el aprovechamiento maderable simplificado, pero sostenible, en fincas agropecuarias.

La presente investigación pretende evaluar las potencialidades forestales que existen en los SAF con énfasis en sistemas silvopastoriles (SSP) en Costa Rica, analizando las principales fortalezas y limitantes que poseen las políticas y leyes vigentes relacionadas al sector forestal, así como su incidencia sobre el aprovechamiento del recurso arbóreo en los SAF. Se formularán lineamientos de políticas que simplifiquen los trámites para el manejo y aprovechamiento sostenible del recurso forestal de tal manera que los tomadores de decisiones nacionales puedan diseñar nuevas políticas institucionales que permitan a pequeños y medianos productores del país utilizar los recursos arbóreos como una fuente comercial adicional de ingresos. Asimismo la presente investigación se enmarca dentro de los objetivos del proyecto Bosques y manejo forestal en América Central (FINNFOR).

## **1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### ***1.1.1 Objetivo General***

Desarrollar lineamientos para la elaboración de normativas que simplifiquen los trámites para el manejo y aprovechamiento sostenible de madera en sistemas agroforestales, con énfasis en fincas ganaderas, de Costa Rica.

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

1. Analizar las bondades y limitaciones de la legislación para el aprovechamiento forestal sostenible en sistemas agroforestales con énfasis en fincas ganaderas.
2. Analizar la productividad actual y potencial de madera en potreros activos de fincas ganaderas representativas de Costa Rica, que además de pasturas y ganado cuentan con árboles maderables y de servicios dentro de las mismas.

3. Analizar los beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas bajo mecanismos simplificados.
4. Formular propuestas de instrumentos de política que faciliten la adopción y aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas de Costa Rica, como una opción que pueda contribuir a diversificar la producción y conservar la biodiversidad en zonas agropecuarias.

## 1.2 HIPOTESIS DEL ESTUDIO

- 1) El volumen comercial de madera en  $m^3 ha^{-1}$  dentro de los potreros activos de las fincas ganaderas de Esparza varía de acuerdo al tamaño de la finca.

Ho: *Volumen Fincas grandes = Volumen Fincas Medianas = Volumen en Fincas pequeñas.*

H1: *Volumen Fincas grandes  $\neq$  Volumen Fincas Medianas  $\neq$  Volumen en Fincas pequeñas.*

- 2) El volumen comercial de madera en  $m^3 ha^{-1}$  dentro de los potreros activos de las fincas ganaderas de Esparza está correlacionado con el área de potrero.

Ho: *Existe correlación entre volumen por ha y área de potrero.*

H1: *No existe correlación entre volumen por ha y área de potrero.*

- 3) El número de especies por unidad de área dentro de los potreros activos de las fincas ganaderas de Esparza está correlacionado con el área de potrero.

Ho: *Existe correlación entre No. especies por ha y área de potrero.*

H1: *No existe correlación entre No. especies por ha y área de potrero.*

- 4) La tramitología actual incide en el manejo y aprovechamiento de árboles maderables en fincas ganaderas.

Ho: *Tramitología actual no incide en las decisiones del productor para al manejo de árboles en potreros.*

H1: *Tramitología actual incide en las decisiones del productor para al manejo de árboles en potreros.*

- 5) La tramitología actual dificulta los trámites para la solicitud de permisos de aprovechamiento en SSP.

Ho: *La tramitología actual es sencilla y ágil.*

H1: *la tramitología actual es dificultosa y engorrosa.*

## **1.3 REVISIÓN DE LITERATURA**

### ***1.3.1 Sistemas Silvopastoriles***

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son un tipo de sistemas agroforestales en donde las leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, de manera tal que los árboles o arbustos son combinados con ganado y producción de pasturas en la misma unidad de tierra. El objetivo es obtener una producción que es sostenible desde el punto de vista social, ecológico y económico (Montagnini 1992; Nair 1997, Ibrahim *et ál.* 1998; Sánchez 1999).

De acuerdo a la combinación, a su arreglo, y al manejo de las leñosas perennes con pasturas y animales y dependiendo de las necesidades de los productores, los SSP se presentan en diversas formas, entre ellas tenemos: cercas vivas, bancos forrajeros de leñosas perennes, leñosas perennes y pasturas en callejones, árboles y arbustos dispersos en potreros, pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales, cortinas rompe vientos, barreras vivas (Pezo e Ibrahim 1999).

El establecimiento de SSP ha demostrado ser una importante fuente de nutrientes para el ganado y madera, siendo una forma efectiva de mejorar la eficiencia productiva, aprovechando mejor la tierra y generando más ingresos por la venta de diversos productos (madera, abonos, hortalizas), permitiendo el secuestro de Carbono, además de que el componente de árboles de uso múltiple presentes en las fincas ganaderas es un activo invaluable para crear condiciones propicias para la biodiversidad y condiciones de vida de los animales. Estas fincas ofrecen excelentes oportunidades para el desarrollo de proyectos agroturísticos en relación con el mercado para los productos de la biodiversidad, las especies exóticas y el agroturismo, además de generar pagos por servicios ambientales. (Pomareda 1999, Peso y Ibrahim 1999, Zapata et ál. 2007, Marín et ál. 2007).

#### **1.3.1.1 Árboles dispersos en potreros**

La presencia de árboles en potreros es común en fincas ganaderas de Centro América (Sinclair 1999; Abreu et ál. 2000; Stokes 2001; Restrepo Sáenz 2002), teniendo en cuenta

además que los ganaderos tienden a favorecer la presencia de aquellos árboles que ellos prefieren para sus fincas (Muñoz et ál.. 2003), y que en algunos casos estos árboles 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 ál. 2003).

La práctica agroforestal de árboles dispersos en potreros es uno de los SSP más importantes para la conservación de la biodiversidad, proporcionando importantes hábitats y recursos alimenticios para animales y plantas del bosque dentro del agropaisaje (Galindo y Murgueitio 2003). Los árboles son sitios de anidación, alimentación y descanso de aves, tanto residentes como migratorias (Harvey et ál.. 1999). Además, favorecen la conservación y multiplicación de las plantas debido a que varios animales los visitan regurgitando y defecando semillas, aumentando así las posibilidades de dispersión desde los bosques fragmentados a los campos agrícolas (Guevara et ál. 1986).

Harvey et ál.. (1999), en un estudio sobre árboles remanentes en potreros en Centro América, señalan que más de un 60% de estos árboles pertenecían al bosque primario o secundario regional, eran poco comunes y presentaban bajo potencial regenerativo en los potreros; y apreciaron que la mayoría de finqueros los han dejado por su importancia económica como maderables.

La cobertura de árboles en los potreros presenta una gran variación entre fincas ganaderas, por ejemplo en Cañas, Costa Rica, se encontraron valores de cobertura de árboles que van desde 0 hasta 60% del área de potreros, aunque la mayoría (80%) de fincas tuvo una cobertura menor al 20%. Sólo en fincas de doble propósito se encontraron coberturas mayores al 40%, lo cual está relacionado con el tipo de ganado existente en esos sistemas (Restrepo Sáenz 2002).

La presencia de árboles dispersos en potreros tiene muchas ventajas sobre la producción ganadera en fincas. Por ejemplo en un trabajo realizado en Matagalpa, Nicaragua, en donde se evaluó el efecto de la sombra sobre el comportamiento animal, se encontró que con una

cobertura arbórea alta la producción de leche fue 29% mayor, concluyendo que con una cobertura arbórea de entre 20 y 32% se incrementa el período que los animales dedican al consumo (pastoreo y ramoneo) y se incrementa la producción de leche en la época seca (Betancourt et ál. 2003). De la misma manera en Costa Rica, en donde se encontró que al evaluar las relaciones entre coberturas alta, media y baja de árboles dispersos en potreros, con la cobertura alta (27%) los animales tuvieron una mayor ganancia de peso en la época lluviosa (125 g superior a las otras coberturas) y una pérdida menor en la época seca (60 g/día, menos), con respecto a los animales en las coberturas menores (Hollman y Estrada 1997; Costa et ál. 1999).

Peri (2008) sostiene que con la madera extraída de los raleos provenientes de los SSP, (la cual era desechada, quemada o se utilizaba para varas o postes), se elaboraron muebles de excelente calidad, de igual manera, Villanueva et ál. (2007) concluyeron en un estudio de riqueza y abundancia de cobertura arbórea en fincas ganaderas con SSP que existen especies para madera, para frutos y como sombra para el ganado en mayor cantidad que en los sistemas tradicionales, existiendo una densidad promedio de 51 individuos ha<sup>-1</sup>, los cuales brindan ingresos adicionales a los productores de la fincas ganaderas. Siendo las especies maderables más comunes en potreros en Costa Rica: guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), cenízaro (*Samanea saman*), laurel (*Cordia alliodora*), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cocobolo (*Dalbergia retusa*), pochote (*Pachira quinata*) y roble de sabana (*Tabebuia rosea*) (Stokes 2001; Restrepo Sáenz 2002; Villacís et ál. 2003; Esquivel 2007).

### **1.3.1.2 Regeneración natural de árboles dispersos en potreros**

La regeneración natural es conocida como el mecanismo que permite a las especies de plantas recuperarse después de eventos de perturbación naturales o antrópicos (Mongue 1990). En este contexto, la caracterización de las estrategias de regeneración y de la interacción de sus diferentes estados de desarrollo con las perturbaciones en las áreas de potrero, permiten la identificación de momentos críticos en el mantenimiento de las poblaciones de las diferentes especies arbóreas nativas invasoras de las pasturas. Asimismo el manejo selectivo de la regeneración natural de especies arbóreas en estos potreros podría dirigirse hacia una mayor diversidad del uso en SSP (Esquivel 2005).

La regeneración natural de árboles en potreros puede dividirse en varios momentos o etapas biológicas: lluvia de semillas, semillas dispersadas, banco de semillas, banco de plántulas, juveniles (brinzales, latizales y fustales) y adultos (madurez reproductiva). La dispersión y post-dispersión de semillas, su germinación, el establecimiento de plántulas y el crecimiento de las plantas son procesos biológicos que articulan de forma dinámica cada uno de estos momentos. Estos procesos en paisajes naturales, 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. Siendo estas interacciones las que 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).

En Muy Muy, Nicaragua, Esquivel (2005) concluyó que la presencia y abundancia de las diferentes especies arbóreas encontradas en los potreros, en las tres etapas de desarrollo (plántulas, juveniles y adultos), reflejan las diferentes etapas de las diferentes especies arbóreas frente a las presiones de selección existentes en estas áreas. Estas presiones pueden actuar sobre diferentes etapas de la regeneración natural, tales como: la disponibilidad de semillas, la disponibilidad de micrositios para la germinación y establecimiento de plántulas, la competencia de plantas preexistentes como los pastos, el pisoteo y el ramoneo por el ganado, las actividades de manejo y mantenimiento de las pasturas como las chapias y las actividades extractivas de los productores para otras actividades de las fincas.

A nivel estructural, Toh *et ál.* (1999) resaltan que los árboles de tamaño alto son más importantes en la dispersión debido a que son más atractivos para la mayoría de animales dispersores, con relación a lo observado en sus investigaciones respecto a las especies arbustivas de menor tamaño.

Esquivel (2005) encontró en las investigaciones realizadas en el bosque seco de tierras bajas, en Matagalpa, Nicaragua, que solo el 46% de los árboles adultos regeneraron

activamente en potreros y que sus especies corresponden a especies colonizadoras de áreas abiertas y al mismo tiempo identificadas como útiles para los productores, estando las especies con baja abundancia<sup>1</sup> en la regeneración representadas por árboles remanentes del bosque seco y especies dispersadas por animales silvestres.

Cabe mencionar que Esquivel (2005) indica que la riqueza de especies de plántulas fue mayor con *Brachiaria spp.* (47 especies) (con impacto reducido de quemas) que con pasturas naturalizadas (38 especies), demostrando de alguna manera que la regeneración de las especies de árboles puede tener alguna asociación particular con las características ecológicas de las especies y sus respuestas a las pasturas manejadas en determinado sitio. De esta manera, la regeneración estaría influenciada por el tipo de manejo del área de potrero, así como lo aseguran Harvey y Harber (1999), donde las amenazas de las especies remanentes en potreros, en especial las bajas densidades de individuos de plántulas en regeneración, son la limpieza manual o con herbicidas de los potreros, el ramoneo o pisoteo del ganado y la aplicación de quemas en los pastizales.

El incremento de productividad bajo los micro ambientes del dosel de los árboles dispersos, está expresado en un incremento en la fertilidad del suelo (Young 1989) y en la reducción de la temperatura y la evapotranspiración (Frost y Mc Dougald 1989). Situación relevante y positiva en regiones áridas, donde el agua se convierte en una limitante para el establecimiento de plántulas. Bajo el dosel, el agua es disponible de una mejor manera y usada equitativamente por los individuos establecidos debido a la mayor fertilidad del suelo (Belsky et ál. 1993).

### ***1.3.2 Abastecimiento de Madera en Costa Rica***

#### **1.3.2.1 Evolución de la oferta y demanda de madera de plantaciones, bosques naturales y sector agropecuario en Costa Rica**

El abastecimiento de madera en Costa Rica está caracterizado por diferentes etapas, que van, desde el cambio de uso de la tierra, hasta llegar al manejo sostenible de los bosques

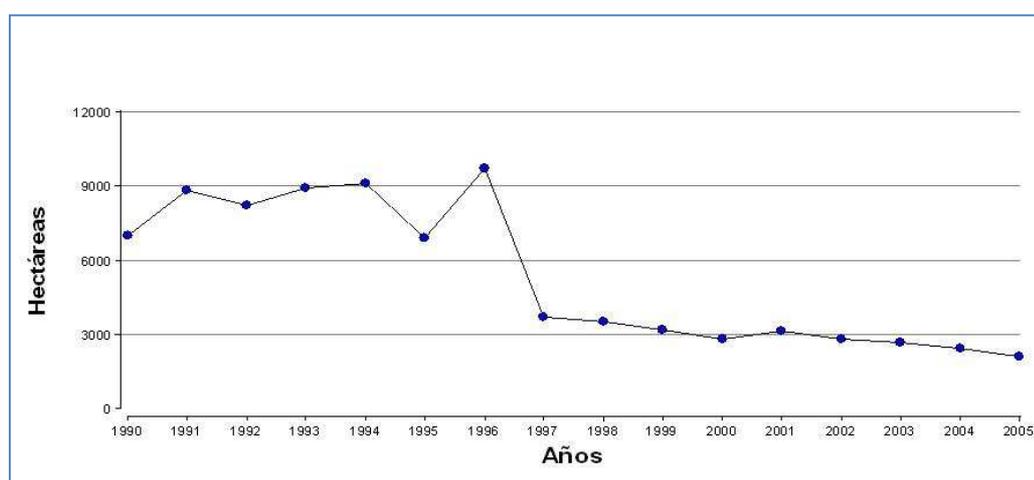
---

<sup>1</sup> Especies que tuvieron una abundancia relativa por debajo del 4%

naturales, plantaciones forestales y sistemas agroforestales, acompañado de procesos de certificación forestal y cadena de custodia (Sotela y Ugalde 2008).

En la década de los años setenta no existían como instrumento oficial los planes de manejo estatales. Simplemente se operaba a través de un permiso de corta sin un plan de manejo, convirtiéndose este tipo de extracción de madera en el principal proveedor de bienes maderables en Costa Rica. Posteriormente en la década de los ochenta, se incorporó el inventario forestal como instrumento de control para efectos del pago del impuesto forestal y en la segunda mitad de la década, con la Ley 7032, figuraron los planes de manejo para el aprovechamiento de bosques naturales. Para 1986, el cambio de uso de la tierra con cobertura boscosa era permitido en terrenos de aptitud agrícola (Soto, 2000).

En 1996 se publicó la Ley 7575, implantándose además principios, criterios e indicadores de sostenibilidad para el manejo de bosques (PC&I) y comenzó el proceso de certificación forestal en Costa Rica. Ese mismo año se registró la tasa de reforestación más alta en la historia de Costa Rica. Sin embargo, para 1997 decreció la tasa de reforestación significativamente (Figura 1), en contraposición a años anteriores (Arce y Barrantes 2004, Barrantes y Salazar 2007).



Fuente: Barrantes y Salazar, 2007.

*Figura 1. Superficie de reforestación anual (ha) Costa Rica, 1990-2005*

Arce y Barrantes (2006) mencionan además que a partir de 1995, la tasa de reforestación en Costa Rica ha venido disminuyendo (de 9000 ha/año en los 90 a menos de 3000 ha/año para el 2005) a niveles que no garantizan la sostenibilidad del proceso, ni son atractivos para atraer inversiones en esta actividad, ni en las etapas subsiguientes relativas a la industrialización. Esto a pesar de que el Estado ha asignado recursos financieros procedentes del Programa de Pago de Servicios Ambientales para cubrir unas 6000 ha anuales. Mencionan además que la oferta de madera de los bosques naturales cosechada mediante planes de manejo legalmente autorizados, disminuyó desde unos 475.000 m<sup>3</sup> de madera en rollo en 1994, a unos 50000 m<sup>3</sup> en los últimos siete años (del 5% al 8% de la oferta). La madera de terrenos de uso agropecuario, que hasta el 2002 fue la principal fuente de materia prima (hasta el 71% del total) se redujo considerablemente y ahora equivale al 30% del volumen.

A partir de 1998, el volumen de madera proveniente de manejo de bosques naturales comenzó a decrecer significativamente. Es decir, de 248.362 m<sup>3</sup> en 1998 decreció a 56.878 m<sup>3</sup> en 1999 (ONF 2004). La madera proveniente de terrenos de uso agrícola a partir de 1998 aumentó significativamente, hasta alcanzar su valor máximo en el año 2001 (673426 m<sup>3</sup> rollo), momento en que emprendió su descenso al quedar en evidencia la poca sostenibilidad de estas fuentes de producción de madera al implementarse la “Estrategia de Control de Tala Ilegal del SINAC” (Sotela y Ugalde 2008). Asimismo Arce y Barrantes (2004) proyectaron que a partir del año 2007 alrededor de un 60% de la madera demandada en Costa Rica no podrá ser provista por producción nacional.

La madera de terrenos de uso agropecuario sin bosque, que desde mediados de los noventas y hasta el 2002 fue la principal fuente de madera, ahora ocupa el segundo lugar y en promedio aporta unos 275.000 m<sup>3</sup> anuales. No obstante, un alto porcentaje de esas áreas correspondían a bosques recién socolados y convertidos a potreros para facilitar el acceso a la madera de los bosques (Arias 2002) y al mismo tiempo, cambiar el uso de la tierra a sistemas menos restrictivos que el forestal.

### **1.3.2.2 Políticas del sector forestal que influyen en el abastecimiento de madera en fincas agropecuarias.**

El primer intento de planificación forestal integral en Costa Rica fue el Plan de Desarrollo Forestal 1978 – 1982, que no llegó a implementarse debido al escaso interés que hubo en la época por el tema. No obstante fue fundamental para la conceptualización de la posterior política de incentivos forestales. En 1989 se creó el Plan de Acción Forestal para Costa Rica (PAF-CR), como parte de un programa de la FAO financiado por el Gobierno de Holanda, el cual enumeró los principales obstáculos para el desarrollo del sector. En 1990 se creó la Secretaría Subsectorial de los Recursos Naturales en el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM), y en 1993, la Dirección General de Planificación y Cooperación Internacional del MIRENEM, con el objetivo de asesorar a dicho ministerio en materia de planificación y cooperación internacional. (Segura et ál.. 1997).

El paso más reciente fue la aprobación de la Ley Ambiental (1995) y Ley Forestal (1996), que definen como órgano rector de la administración del ambiente y del recurso forestal nacional al Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE). Dentro del MINAE, la anterior Dirección General Forestal se fusiona con la Dirección de Vida Silvestre y el Servicio de Parques Nacionales para formar el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (Segura et ál. 1997).

Entre las principales normas que rigen al sector forestal de Costa Rica, para el aprovechamiento de madera se mencionan las siguientes:

- a) Constitución Política de Costa Rica.
- b) Ley Forestal 7575.
- c) Ley Orgánica del Ambiente 7554.
- d) Reglamento de ley Forestal-Decreto No. 25721- MINAE.

El sector forestal compite con los demás sectores por los recursos, y además hay escasa coordinación intersectorial en materia de políticas. Esto se traduce en que a menudo cuando los productores tienen que tomar la decisión entre bosque u otras actividades en sus fincas, las últimas aparecen como más rentables que las primeras. Las políticas macroeconómicas,

comerciales, financieras y sectoriales han promovido el sector agropecuario mucho más que a la forestería o a la protección del bosque privado. Al mismo tiempo las regulaciones y controles estatales sobre el sector forestal han elevado el costo de las actividades forestales (Segura et ál. 1997).

#### **1.4 BIBLIOGRAFÍA**

- Abreu, M.H.S. de; Ibrahim, M.; Harvey, C.A.; Jiménez O, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas (CATIE)*. 2000. v. 7(26) pp. 53-56.
- Alonzo, Y.M.; 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.
- Arce, H. y Barrantes, A., 2004. La madera en Costa Rica, situación actual y perspectivas. Oficina Nacional Forestal, SINAC y FONAFIFO. San José, Costa Rica.
- Barrantes, A; Salazar, G. 2007. Usos y aportes de la madera en Costa Rica; estadísticas del 2006. Oficina Nacional Forestal, Heredia, Costa Rica. 28 p.
- Beer, J.; Ibrahim, M. & A. Schlonvoigt. 2000. Timber production in tropical agroforestry systems of Central America.
- Beer, J; Ibrahim, M; Somarriba, E; Barrance, A; Leakey, R. 2004. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. In: Cordero, J; Boshier, D. (eds.). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Oxford, Inglaterra, OFI – CATIE. p.197 – 242.
- Belsky A.J; Mwonga, S.M; Amundson, R.G; Duxbury, J.M;Alí, A.R. 1993.The effects of trees on their physical, chemical and biological environments in semiarid savvana in Kenya. *J. Appl. Ecol.* 26:1005-1024.

- Boshier, D; Gordon, J; Barrance, A. 2004. Prospects for *Circa situm* tree conservation in Mesoamerican dry-forest agro-ecosystems. In: Biodiversity conservation in Costa Rica: learning the lessons in a seasonal dry forest. Frankie, GW; Mata, A; Vinson, SB (eds). University of California Press.
- Costa, N de L; Townsend, CR; Magalhaes, JA; Pereira, RG. 1999. Agronomic performance of forage grasses under the shade of mature rubber trees. *Pasturas Tropicales*. 21: 2, 65-68.
- Detlefsen, G; Pomareda, C. 2008 La legislación forestal debe ser revisada para fomentar y aprovechar el recurso maderable en fincas ganaderas de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Síntesis para Decisores. 4 p. (Policy Brief No. 01).
- Dunn, R. 2000. Isolated trees as foci of diversity in active and fallo fieles. *Biological Conservation* 95 (2000): 317-321.
- Esquivel Mimenza, H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica Tesis Ph. D. CATIE, Turrialba, Costa Rica 161 p.
- Esquivel Sheik, M.J. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua Tesis, Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 142 p.
- FAO. 2006. Políticas Pecuarias 03: Ganadería y deforestación. Consultado el 28 de junio 2008. Disponible en [http://www.fao.org/ag/AGInfo/resources/documents/polbriefs/03/ES/AGA04\\_ES\\_04.pdf](http://www.fao.org/ag/AGInfo/resources/documents/polbriefs/03/ES/AGA04_ES_04.pdf)
- Frost, W.E; Mc Dougald, N.K. 1989. Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangelands during drought. *Journal of range management* 42: 281-283.

- Galindo, W.F; Murgueitio, E. 2003. Herramientas de Manejo sostenible para la ganadería 19-88 In Galindo, W.F; Murgueitio, E; Giraldo, L U; Marín, A; Berrío, L F; Uribe F. 2003. Manejo Sostenible de los Sistemas Ganaderos Andinos. Fundación CIPAV, Cali, Colombia.
- Gascon, C; Da Fonseca, G.A.B; Secherest, W; Billmark, K.C; Sanderson. 2004. Biodiversity conservation in deforested and fragmented tropical landscapes: An overview. In Schroth G; Da Fonseca, GAB; Harvey, C; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac AM N. Agroforestry and Biodiversity conservation in tropical landscapes. Island press, Washington. pp 15-32.
- Guevara, S; Meave, J; Moreno-Casasola, P; Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in Neotropical pastures. *J.Veg.Sci.* 3:655-664.
- Guevara, S; Purata, S.E; Van de Maarel, E. 1986. The role of remnant trees in tropical secondary succession. *Vegetatio* 66:77-84.
- Harvey, C. A; Harber, Solano, W.A; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación? *Agroforestería de las Américas* 6(24): 19-22.
- Harvey, C.; Harber, W. A. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry systems* 44: 37-68.
- Holmann, F; Estrada. 1997. Alternativas agropecuarias en la región pacífica central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. In C. Lascano, F Holmann (eds) *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Consorcio Tropileche. Cali, CO. p 134-150.

- Ibrahim, M; Camero, A; Pezo, D; Esquivel, J. 1998. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Jiménez, F; Vargas, A. eds. 3 ed. Turrialba, CR. CATIE, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. p. 291-314. (Serie Técnica. Manual Técnico No.32).
- Jiménez, Q. 1995. Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. INCAFO. San José., CR. 121 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.
- 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*. no. 45 pp. 109-116.
- Montagnini, F. 1992. *Sistemas agroforestales; Principios y aplicaciones en los trópicos*. 2da. Ed. San José, CR. Organización para estudios tropicales. 622 p.
- Nair, KR. 1997. *Agroforestería*. Krishnamurthy. Trad. L. Krishnamurthy. Ed. Universidad Autónoma Chapingo, México. 543 p. Navarro, G.; Del Gatto, F.; Faurby, O.; Argüello, A. s/f. Verificación de la legalidad en el sector forestal nicaragüense. Proyecto VERIFOR. 39 p.
- Navarro, G.A. 2006. 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; Bermudez, G. 2006. INFORME Análisis económico del impacto de las restricciones técnicas y legales sobre la rentabilidad del manejo bosques naturales y su competitividad respecto a otros usos de la tierra en Costa Rica. Proyecto Fortalecimiento Institucional para la Ejecución de la Estrategia Nacional de Control de la Tala Ilegal de

- Recursos Forestales en Costa Rica SINAC-FAO- TCP/COS/3003 -SEGUNDO INFORME. 51 p.
- ONF. 2004. Distribución del volumen cosechado (m<sup>3</sup>-r) desde 1998 – 2002. Estadísticas del SINAC, 2000; Estadísticas de la CCF, 2003 y Estadísticas de la ONF, 1998, 2001 y 2002. San José, Costa Rica.
- Peri, P. 2008. Investigación Forestal: Buscan agregar valor a la madera de ñire. Consultado el 2 Julio 2008. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/Santacruz/info/notas/2008\\_Forestal\\_Muebleslenga.htm](http://www.inta.gov.ar/Santacruz/info/notas/2008_Forestal_Muebleslenga.htm)
- Pezo, D.; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Materiales de Enseñanza (CATIE). no. 44. Turrialba (Costa Rica). 2. ed.. 275 p.
- Pomareda, C. 1999. Perspectivas en los mercados y oportunidades para la inversión en Ganadería. In Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales. Editores Pomareda, C y Steinfield, H. CATIE. Costa Rica. pp. 55 – 74.
- Pomareda, C.; Steinfeld, H. 1999. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. CATIE, FAO, SIDE, Turrialba, Costa Rica. 334 p.
- Restrepo Sáenz, C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 102 p.
- Sánchez Merlos, D; Harvey, C.A; Grijalva, A; Vílchez, S; Hernández, B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Rev. Biol. Trop. 53 (3-4): 387-414.
- Sánchez, MD. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. In Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memoria. Roma. pp. 1-13.

- Segura Bonilla, O. Fottfried, R.; Mirand, M. Gomez, L. 1997. Políticas Forestales en Costa Rica. Análisis de las Restricciones para el Desarrollo del Sector Forestal. In. Políticas forestales en Centro América: análisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal. Segura, O.; Kaimowitz, D.; Rodríguez, J.; eds. San Salvador (El Salvador). IICA-Holanda/LADERAS C.A. pp. 95 -144.
- Sotela, J.; Ugalde, S. 2008. Desabastecimiento de madera en Costa Rica, perspectiva del sector privado. Camara Costarricense Forestal. San Jose, Costa Rica. 13 p.
- Soto, G., 2000. Manejo Forestal y Conservación de Bosques en Costa Rica. Oficina Nacional Forestal y Proyecto COSEFORMA. San José, Costa Rica.
- Stokes, K. 2001. Farmers knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the canas area of Costa Rica. Tesis Mg Sc. University of Wales, Bangor.
- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Serie técnica. Informe Técnico. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- Toh, I; Gillespie, M; Lamb, D. 1999. The role of isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at degraded subtropical rainforest site. *Restoration Ecology* 7(3): 288-297.
- Villacis, J.; Harvey, C.A.; Ibrahim, M.; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. CATIE 10(39-40): 17-23.
- Villanueva, C.; Ibrahim M; Harvey C; Sinclair F; Muñoz D. 2003. Estudio de las decisiones claves que influyen sobre la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):69-77.

- 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.
- Young, A. 1989. *Agroforestry for soil conservation*. International Council for research in Agroforestry. Nairobi.
- Zapata, A.; Murgueitio, E.; Mejía, C.; Zuluaga, A.F.; 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 p. 86-92.

## **2 ARTÍCULO I: ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL Y POTENCIAL DE MADERA EN POTREROS ACTIVOS DE FINCAS GANADERAS DE ESPARZA, COSTA RICA.**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

El área de pastizales en Centroamérica ocupa actualmente alrededor de 136.440 km<sup>2</sup> (26% de la superficie territorial), mientras que a finales de los ochenta en Centroamérica existían alrededor de 90.000 km<sup>2</sup> de pastos, lo cual indica que en quince años ha habido un incremento de alrededor de 46.440 km<sup>2</sup> de pastizales (Detlefsen y Pomareda 2008). La pérdida de los bosques en Centroamérica ha estado asociada a la colonización agrícola y pecuaria (Kaimowitz 1996). Igualmente Szott et ál. (2000) afirman que la ganadería es considerada en varios foros como dañina para el medio ambiente y los ganaderos centroamericanos han sido acusados de estar entre los principales causantes del proceso de deforestación, desertificación y contaminación ambiental de la región, debido al avance de la ganadería extensiva, enfrentado a la baja calidad de las pasturas con capacidades inferiores a 0,7 cabezas/ha.

Como consecuencia de estos cambios de uso y casos de abandono de pasturas degradadas, en los agropaisajes de Centro América, quedan algunos vestigios del bosque original y lo remanente está muy fragmentado, dentro de un mosaico complejo de varios usos de la tierra, dominados por una matriz de potreros y pasturas que aún retienen alguna cobertura arbórea dispersa en forma de pequeños parches remanentes de bosques, y áreas que van desde prácticamente ninguna cobertura arbórea, hasta complejos sistemas agroforestales, donde no sólo se mantiene un alto grado de cobertura forestal, sino también diversidad de especies arbóreas maderables (Harvey et ál. 2003; Boshier et ál. 2004; Gascón et ál. 2004; Sánchez et ál. 2005).

Por otro lado, cabe destacar que en América Central, casi todos los sistemas agrícolas tradicionales (incluyendo sistemas ganaderos), tienen árboles intercalados, en diversas formas, con cultivos o manejados en forma zonal, alternando árboles, cultivos y/o pastos; es decir, son sistemas agroforestales (Beer et ál. 2004). Además los sistemas ganaderos con presencia de árboles han sido cada vez más reconocidos por su viabilidad física y económica, promoviéndose a lo largo del mundo como sistemas sustentables que pueden reducir la erosión

y aumentar la fertilidad del suelo, así como generar beneficios económicos (por ejemplo, el aumento en el ingreso de los productores y la disminución del riesgo a través de la diversificación de la finca) (Alonzo et ál. 2001).

Boshier et ál. (2004) afirman que los árboles encontrados en condiciones de fragmentación y manejados en sistemas agroforestales pueden ser un recurso importante en la conservación de especies del bosque. Pueden proveer hábitat para los polinizadores y dispersores de semillas que faciliten el flujo genético hacia otras especies, o crear las condiciones ambientales para que se regeneren plántulas. Además, pueden facilitar el flujo genético entre reservas, conservando genotipos particulares no encontrados en las mismas y manteniendo la viabilidad mínima de las poblaciones. Sostienen además que sobre esta base se percibe que en Centroamérica es posible considerar alrededor de una cuarta parte de su territorio (donde están los pastizales) para mejorar el papel que juegan los árboles y contribuir paralelamente a conservar la biodiversidad.

Sin embargo, de acuerdo a Viana et ál. (2001) la conversión de los sistemas ganaderos tradicionales a sistemas silvopastoriles requiere superar varios desafíos como la implantación y manejo de árboles en pasturas ya establecidas y la aplicación de estrategias como el retiro de animales por periodos largos para el establecimiento de los plantones, que en la mayoría de los casos son prácticas muy difíciles de aplicar, debido a la exigencia de las actividades ganaderas y a la inversión de recursos económicos y mano de obra. En tal sentido, el manejo de la regeneración natural de especies arbóreas en pasturas activas puede perfilarse como una opción viable que permitiría conciliar las actividades ganaderas con la implantación de sistemas silvopastoriles (Esquivel 2005).

Algunos estudios han evaluado ciertos factores que influyen en la regeneración natural de especies arbóreas en potreros activos, sugiriendo que los árboles remanentes en pasturas no son capaces de recuperarse en estas áreas (Janzen 1988), mientras que otras especies que son dispersadas por el ganado se regeneran activamente (Somarriba 1985). Además sugieren que las condiciones fisiográficas y la competencia con los pastos determinan la regeneración natural dentro de los potreros (Camargo 1999).

Pomareda y Steinfeld (1999) afirman que las experiencias de varios productores y algunas investigaciones realizadas, revelan que es técnicamente factible y económicamente rentable desarrollar una ganadería intensiva en el trópico mejorando la calidad de los recursos naturales. Ello permite un uso más adecuado de la tierra por la vía de pastos mejorados y sistemas silvopastoriles, lo cual genera más nutrientes por unidad de área. Además, se ha demostrado que a través de estos sistemas de producción es posible mejorar las condiciones de biodiversidad, riqueza de los suelos y el secuestro de carbono. Además puede extenderse para lograr el adecuado uso de residuos y estiércol, para la producción de gas para uso de las fincas, y para generar abono orgánico, de tal forma que el manejo de energía y reciclaje de los nutrientes se convierten en elementos importantes para aumentar la eficiencia y rentabilidad a nivel de Finca. En esta transformación, la presencia de árboles dispersos en potreros ha sido una buena opción, ya sea por sus utilidades a nivel de finca como por el papel que desempeñan en la conservación de la biodiversidad. Además de ser considerados como focos de reclutamiento y biodiversidad (Harvey y Haber 1999; Guevara et ál. 1992; Dunn 2000; Beer et ál. 2000).

Tomando en cuenta los estudios de Hollman y Estrada (1997) y de Costa et ál. (1999), que demuestran que la alta cobertura de árboles en potreros (hasta un 27%) no tiene influencia negativa sobre la producción animal, como muchas veces se ha sugerido, y considerando que la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Costa Rica varía entre un 0 a 60% , teniendo el 85% de estas menos del 15% en promedio de cobertura (Restrepo Saenz 2002; Esquivel 2007; Villacís et ál.. 2003; Esquivel Sheik 2005), se percibe que existe un gran potencial para la producción maderera en fincas ganaderas.

En función de lo anterior, se considera que es necesario evaluar la riqueza, abundancia y diversidad de la regeneración natural de árboles en potreros en sus tres categorías de crecimiento (brinzales, latizales y fustales), de tal manera que permita entender la dinámica de las especies para poder mantener sus poblaciones en potreros activos mientras que interactúan con los distintos factores que afecten las fincas ganaderas (ramoneo, chapeas, aplicación de pesticidas, quema de pastizales, etc.). Es por esto que el presente trabajo pretende evaluar la

composición, riqueza, abundancia, frecuencia de las especies arbóreas con regeneración natural activa en potreros de Esparza, Costa Rica, con priorización de especies maderables comerciales y revisar si su manejo puede representar un potencial ingreso para los productores de la zona, considerando además que en Costa Rica existen alrededor de 1,35 millones de ha cubiertas por pastizales lo cual es un potencial enorme para la producción de madera en Sistemas agroforestales, pudiendo de esta manera disminuir la presión que existe sobre los bosques.

Para el presente estudio se formularon las siguientes preguntas de investigación: 1) ¿existe actualmente un volumen de madera comercial para un abastecimiento de madera en forma sostenible por parte de fincas ganaderas en esparza?; 2) ¿bajo las condiciones de manejo que viene desarrollando los productores ganaderos de Esparza, existe regeneración natural en potreros activos?; 3) ¿El tamaño de las fincas ganaderas de Esparza, así como el tipo de producción que viene desarrollando tienen algún efecto en el volumen comercial por ha en cada potrero?.

## **2.2 OBJETIVOS**

### ***2.2.1 Objetivo General***

Analizar la productividad actual y potencial de madera en potreros activos de fincas ganaderas representativas de Esparza, Costa Rica, que además de pasturas y ganado cuentan con árboles maderables y de servicios dentro de las mismas.

### ***2.2.2 Objetivos Específicos***

1. Determinar la abundancia, riqueza y composición de especies arbóreas presentes en los potreros activos de las fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.
2. Determinar la distribución actual de árboles dispersos en potreros por clase diamétrica, en potreros activos de las fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.
3. Determinar el volumen actual y potencial de madera y porcentaje de cobertura arbórea en potreros activos de fincas ganaderas representativas de Esparza, Costa Rica.

## 2.3 METODOLOGÍA

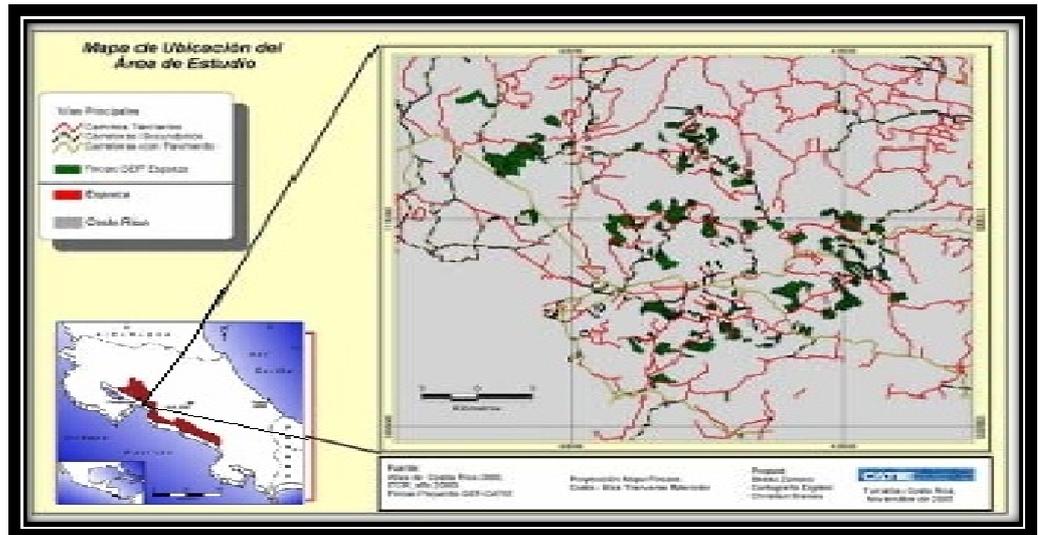
### 2.3.1 *Área de Estudio*

#### 2.3.1.1 Ubicación geográfica

Esta investigación se llevó a cabo en las fincas ganaderas de la región de Esparza, provincia de Puntarenas, perteneciente a la región del Pacífico Central de Costa Rica (Figura 2) dentro del área de influencia del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”. Esparza se encuentra ubicado a una altitud entre 50 y 1000 m (en promedio a 140 msnm), entre los 10° 09’ de latitud norte y 84° 42’ de longitud oeste. Presenta una temperatura promedio anual de 27 °C, con un máximo de 36°C y un mínimo de 23°C. El promedio de precipitación anual varía entre los 1500 a 2000 mm año<sup>-1</sup> (CATIE et ál. 2004). La humedad relativa varía entre 60 y 65% en la estación seca y 80-85% durante la estación húmeda (Calvo 1994). El área presenta suelos de tipo alfisoles, nitrisoles, andisoles y planisoles (Betancourt 1994). La zona de vida es Bosque Subhúmedo Tropical (BsH-T) (Holdrige 1978). La localidad de Esparza tiene una población de 23.963 habitantes (13.561 en áreas urbanas y 10.402 en áreas rurales), cuenta con un tasa de crecimiento anual del 1,9%, y un Índice de Desarrollo Social (IDS) de 56,1<sup>2</sup> (MIDEPLAN 2007).

---

<sup>2</sup> Este índice es la suma de indicadores sociales como educación, infraestructura, tasa de mortalidad infantil, consumo de electricidad mensual y tasa de mortalidad anual. Este índice fluctúa entre 0 y 100, siendo 100 el valor más alto del indicador.



*Figura 2. Mapa de ubicación de Esparza dentro del territorio de Costa Rica (Fuente: Sánchez 2007).*

### **2.3.1.2 Actividades Agropecuarias**

El área de trabajo es una región que ha sido muy estudiada a nivel florístico especialmente en cuatro cuadrantes seleccionados por el proyecto GEF-Silvopastoril, con énfasis en las zonas de fragmentos de bosque y áreas de pastura naturales con árboles dispersos, utilizando bandas de 20 m x 50 m. (CATIE et ál. 2004). Para los fragmentos de bosque, cuya área oscila entre 2 y 15 hectáreas, se registran en promedio 66 individuos y aproximadamente 20 especies por fragmento. A nivel de pasturas con árboles, en promedio se registran entre 3 y 5 especies distribuidas entre 2 y 14 individuos por hectárea.

Poco se sabe de la historia agraria de la zona. Se supone que, mientras el latifundio extensivo de tipo guanacasteco ocupaba todas las tierras bajas, las laderas que rodean Esparza fueron frontera agrícola en el siglo pasado. Según habitantes actuales hace unos 40 años practicaban las quemadas de potreros, lo que indica un manejo extensivo tradicional similar al que se sigue practicando en Guanacaste (Cerrud 2004).

La colonización agrícola de la zona no fue solamente el resultado de la expulsión de mano de obra de la región de latifundio guanacasteco, sino también de la llegada de gente de

Cartago. En sus costumbres, los esparzanos rurales de hoy son los testigos vivos de esta mezcla. Las principales actividades en el área comprenden aquellas relacionadas con el sector primario, con énfasis en la ganadería y en los cultivos tales como arroz, piñas, frutas, café, sorgo, palma aceitera, caña de azúcar y frijol (Cerrud 2004).

Villanueva et ál. (2007) encontraron que en potreros activos de fincas ganaderas en Esparza, la mayoría de los árboles pertenecen a un número reducido de especies, las cuales se mantienen gracias a atributos como su rusticidad ante el manejo de las pasturas, alta producción y fácil dispersión de semillas, obteniendo productos como madera de aserrío, postes, sombra y forraje para el ganado, principalmente en la época seca. Los mismos autores reportaron que el 35% de los árboles se encuentran aislados y el 65% se encuentran formando pequeños grupos al conectar sus copas. Además indican que el porcentaje promedio de la cobertura arbórea por potrero fue de 16,8 +/- 1,4%, mientras que la mayoría de los potreros (45%) tuvieron una cobertura arbórea entre 10 y 20%. La densidad promedio de los árboles fue de 51,0 +/- 5,8 individuos por hectárea, variando entre 6 y 170 individuos por hectárea. El 40% de los potreros presentaron densidades menores a 30 árboles por hectárea.

### ***2.3.2 Área de Muestreo y Establecimiento de Parcelas***

Las áreas de muestreo fueron los potreros activos, con alta densidad de árboles<sup>3</sup> (Murgueitio et ál. 2004), de las fincas ganaderas de Esparza que se encontraban en la base de datos del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”, la cual tiene registrada 124 fincas con un área promedio de 36 ha, (variando entre 2,7 a 261,6 ha. Aproximadamente). Del total de fincas se seleccionaron 57 al azar en forma estratificada de acuerdo a su tamaño (pequeñas, medianas y grandes) como se muestra en el Cuadro 1. Dentro de cada finca se seleccionaron potreros activos con pasturas naturales o mejoradas y alta densidad de árboles, que sumaran un mínimo de 3 ha finca<sup>-1</sup>, obteniendo un total de 57 fincas y 135 potreros.

---

<sup>3</sup> Potreros dominados por pastura mejorada o natural con árboles mayores a 5 cm de dap y 2 m. de altura, que se encontraran en una densidad mayor a 30 árboles por hectarea.

*Cuadro 1. Número de fincas, potreros y área total de potreros seleccionados por estrato en el muestreo realizado en las fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.*

<b>Fincas (estrato)</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Fincas (n)</b>	<b>Potreros (n)</b>	<b>Área total de Potreros (ha)</b>
Pequeñas	<25	25	59	76,87
Medianas	25 - 50	15	40	58,47
Grandes	>50	17	36	74,68

Dentro de cada potrero seleccionado con pasturas mejoradas y/o naturales, se midieron todos los árboles con un dap > a 5,0 cm y se les tomó los siguientes datos: especie, diámetro del fuste a la altura del pecho (a 1,3 m) medido con una cinta diamétrica, altura del fuste y altura del árbol (medido con un clinómetro y/o mira laser), diámetro de copa mayor y menor (medido con cinta métrica y/o mira laser). Realizándose además un conteo de la regeneración natural (brinzales) presente en el potrero (Cuadro 2).

*Cuadro 2. Categorías de crecimiento por potrero en el muestreo de la vegetación arbórea en potrero de Esparza, Costa Rica.*

<b>Categorías</b>	<b>Categoría de crecimiento</b>
Brinzales	$0,3 \text{ m} \geq h + \text{dap} < 5\text{cm}$
Latizales	$5 \text{ cm} \leq \text{dap} < 10 \text{ cm}$
Fustales	$\text{dap} \geq 10 \text{ cm}$

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

### **2.3.3 Caracterización de Árboles Maderables en Potreros y Cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Entre los meses de marzo a junio del 2009, se muestrearon todos los brinzales, latizales y fustales encontrados en los potreros pertenecientes a las 57 fincas ganaderas seleccionadas para este estudio en el municipio de Esparza, Costa Rica. Con los datos colectados en cada potrero se calcularon las siguientes variables para las especies maderables comerciales:

abundancia total, abundancia específica, abundancia relativa, la frecuencia, frecuencia relativa, área basal, dominancia relativa y riqueza (Cuadro 3).

*Cuadro 3. Variables calculadas por especie para la caracterización de la vegetación arbórea en los potreros de Esparza, Costa Rica.*

<b>Variable</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Interpretación</b>
Abundancia total	Individuos /área	$\Sigma$ individuos en los 135 potreros. Calculando no. Individuos/ha	Número de individuos presentes en el área específica
Abundancia especie <i>i</i>	Individuos/área	$\Sigma$ individuos especie <i>i</i> en los 135 potreros. Calculando no. individuos/ha	Número de individuos de la especie <i>i</i> en el área específica
Abundancia relativa especie <i>i</i>	%	(abundancia especie <i>i</i> / abundancia total) x 100	Contribución de individuos de la especie <i>i</i> a la comunidad
Frecuencia total	no. potreros	no. potreros evaluados	Número de potreros evaluados en el área específica
Frecuencia absoluta por especie <i>i</i>	no. potreros	$\Sigma$ no. Potreros en que se encuentra la especie <i>i</i> /frecuencia total	Qué tan común o rara es la especie <i>i</i> en la comunidad
Frecuencia relativa por especie <i>i</i>	%	(frecuencia absoluta especie <i>i</i> / $\Sigma$ frecuencia absoluta total) x 100	Qué tan frecuente es encontrar a la especie <i>i</i> en la comunidad
Área basal*	m <sup>2</sup>	$(\pi \times d^2)/4$ . Calculado por ha.	Variable asociada al volumen de la especie <i>i</i>
Dominancia total *	m <sup>2</sup> /ha	$\Sigma$ área basal de especie <i>i</i> ... n/ área total de muestreo. Calculado por ha.	Área de ocupación de todas las especies en el área específica.
Dominancia especie <i>i</i> *	m <sup>2</sup> /ha	$\Sigma$ área basal de especie <i>i</i> / área total de muestreo. Calculado por ha.	Área de ocupación de la especie <i>i</i> en el área total de muestreo
Dominancia relativa de la especie <i>i</i> *	%	(dominancia especie <i>i</i> /dominancia total) x 100	Aporte de la especie <i>i</i> al área basal de la comunidad

\*Variable calculada solo para fustales (dap>10 cm), donde d= diámetro en metros

Se calculó además el Índice de Valor de Importancia (IVI), propuesto por Curtis y McIntosh (1950). El IVI fue estimado de la siguiente forma:

$$\text{IVI especie } i = A\% i + D\% i + F\% i$$

Donde:

A% *i* = abundancia relativa especie *i*

D% *i* = dominancia relativa de la especie *i*

F% *i* = frecuencia relativa especie *i*

### **2.3.4 Cálculo del Volumen Actual y Potencial de Madera y Porcentaje de Cobertura Arbórea.**

#### **2.3.4.1 Cálculo de volumen**

Para el cálculo del volumen total por potrero, se calculó el volumen por individuo de todos los fustales maderables muestreados dentro de cada potrero utilizando la fórmula propuesta por la Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica (MIRENEM 1994).

$$\text{Log V} = (2,03986 * \log \text{dap}) + (0,779 * \log \text{hc}) - 4,07682$$

Donde:

V= Volumen (se calcula mediante antilog de Log V)

Constantes= 2,03986; 0,779; -4,07682

hc= Altura comercial (m)

dap= Diámetro a la altura del pecho (cm)

log= Logaritmo base 10.

El volumen total se dividió entre el área del potrero para obtener el volumen en  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$  potrero<sup>-1</sup>.

#### **2.3.4.2 Cobertura arbórea**

Se obtuvo mediante el promedio de la medición de dos diámetros perpendiculares de las áreas ocupadas por las copas de los árboles (fustales y latizales) presentes en cada parcela. El cálculo del área de cada copa se realizó mediante la siguiente fórmula (Esquivel 2007; Lemus 2008):

$$\text{AC} = (\pi * \text{D1} * \text{D2}) / 4$$

Donde:

AC = Área de copa

D1 = Diámetro de copa 1

D2 = Diámetro de copa 2

$\Pi$  = 3,1416

Para obtener el porcentaje de cobertura arbórea para cada potrero se sumaron las áreas de copa de todos los árboles existentes en el mismo y luego se dividieron entre el área total del potrero y se multiplicaron por 100. Esta cobertura se estimó por separado para todas las especies encontradas y para las especies maderables. La fórmula utilizada fue:

$$CA \% = (\Sigma AC/AP) * 100$$

Donde:

CA = Cobertura arbórea (en porcentaje)

$\Sigma AC$  = Sumatoria del área de copa ( $m^2$ ) de todos los árboles existentes en el potrero

AP = Área total del potrero ( $m^2$ )

100 = Factor de conversión a %

### 2.3.5 *Análisis Estadístico*

#### 2.3.5.1 **Diseño del experimento**

En el presente estudio las variables dependientes fueron el volumen total en  $m^3 ha^{-1}$  potrero<sup>-1</sup>, y el número de fustales, latizales y brinzales por  $ha^{-1}$  potrero<sup>-1</sup>. Las unidades básicas de muestreo fueron los 135 potreros de las 57 fincas seleccionadas al azar en forma estratificada.

El modelo estadístico que se utilizó fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = es la y-ésima observación de la variable respuesta para la (ij)-ésima combinación de tratamientos.

$\mu$  = media general del experimento.

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento (área de Finca).

$E_{ij}$  = error experimental que se distribuye normalmente, con media 0 y variancia 1.

#### 2.3.5.2 **Análisis de Variancia y de Correlación**

Se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de diferencia mínima significativa por medio de la prueba LSD Fisher para el diseño propuesto con un nivel de

confianza de 95%. Los análisis estadísticos y resultados provenientes del modelo y la comparación de medias, se realizaron con el programa InfoStat®.

Las variables dependientes (volumen y no. de fustales, latizales y brinzales), fueron transformadas con la finalidad de cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de variancias. Igualmente se realizaron análisis de correlación entre: el área de potrero vs. volumen en  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{potrero}^{-1}$ ; y área de potrero vs. número de especies  $\text{ha}^{-1}$ .

## 2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.4.1 Riqueza

Se encontraron un total de 6549 fustales, 1047 latizales y 2509 plántulas de regeneración natural pertenecientes a 32 familias, 54 géneros y 62 especies arbóreas en los 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica seleccionados para el presente trabajo. El número de familias, géneros y especies fueron similares en los fustales y latizales. Sin embargo, se encontraron en menor cantidad para los brinzales (regeneración natural) (Cuadro 4).

*Cuadro 4. Número de familias, géneros y especies registrados en los tres estados de desarrollo de árboles en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica.*

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

El 53% de las familias (17 familias), el 43% de los géneros (23 géneros) y el 40% de las especies (25 especies) encontradas en este estudio, estuvieron presentes en los tres estados de desarrollo. La familia más rica a nivel de especies fue la Leguminosae sub familia Papilionoideae, siendo esta además la más representada a nivel de especies en los tres estados de desarrollo, seguida de la Bignoniaceae, Meliaceae, Rutaceae, Palmae y Sapindaceae. Sin embargo, la familia con mayor número de individuos fue la Bignoniaceae, seguida de la Palmae, Boraginaceae y Myrtaceae. Siendo la familia más rica y abundante la Bignoniaceae (Cuadro 5).

Entre los árboles de las familias Anacardiaceae, Leguminosae (subfamilia Papilionoideae y Mimosoideae) y Moraceae representaron el 35% de las especies presentes en

los fustales, mientras que en estado de plántulas estas mismas familias representaron el 22% de las especies, teniendo el 15% de representatividad la familia Leguminosa Papilionoideae.

*Cuadro 5. Número y porcentaje de especies para las familias registradas en los potreros activos de Esparza, Costa Rica.*

Familias	Fustales		Latizales		Plántulas	
	no. spp.	% ssp.	no. spp.	% ssp.	no. spp.	% ssp.
Leguminosae Papilionoideae	7	11	4	11	4	15
Anacardiaceae	5	8	2	6	1	4
Leguminosae Mimosoideae	5	8	1	3	1	4
Moraceae	5	8	3	8	0	0
Bignoniaceae	3	5	2	6	2	7
Bombacaceae	3	5	1	3	1	4
Leguminosae	2	3	1	3	1	4
Leguminosae Caesalpiniodeae	2	3	0	0	1	4
Meliaceae	2	3	2	6	2	7
Myrtaceae	2	3	1	3	1	4
Palmae	2	3	2	6	2	7
Rutaceae	2	3	2	6	2	7
Sapindaceae	2	3	2	6	2	7
Sapotaceae	2	3	0	0	0	0
Otras	18	29	13	36	7	26
Total	62	100	36	100	27	100

La sub- familia más abundante fue la Leguminosae – Papilionoideae, representada por siete especies (11%), mientras que la familia con mayor número de individuos (1360 individuos) fue la Bignoniaceae (*Tabebuia rosea* y *Tabebuia ochracea*). Las especies arbóreas maderables más abundantes fueron *Tabebuia Rosea*, *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*, y las especies arbóreas maderables comerciales más escasas fueron *Swietenia macrophylla* y *Dalbergia retusa*. Resultados que coinciden con las especies encontradas por Villanueva et al. (2007). En general la riqueza de especies encontrada en los potreros de Esparza fue menor a la encontrada en un área cuatro veces mayor en Cañas, Costa Rica (Esquivel et al. 2003). Sin embargo fue casi el doble a la encontrada en potreros de Matiguás, Nicaragua (Sánchez et al. 2005) y similar a la encontrada por Esquivel (2005) en Muy Muy, Nicaragua.

El número de individuos por hectárea encontrado en Esparza fue de 32 árboles ha<sup>-1</sup> (> 5 cm de dap), el cual fue menor (38 árboles ha<sup>-1</sup>) al encontrado por Esquivel (2005), y mayor al encontrado por Souza de Abreu et al. (2000) en la Fortuna, Costa Rica (12-22 árboles ha<sup>-1</sup>) y al encontrado por Harvey y Harber (1999) en Monteverde, Costa Rica (25 árboles ha<sup>-1</sup>), variando entre 2 a 250 árboles ha<sup>-1</sup>. Esta variabilidad puede estar reflejada posiblemente a la variabilidad de las condiciones climáticas o microclimáticas de la zona, así como a la variabilidad del manejo histórico y actual del componente arbóreo. En especial puede deberse a los criterios tomados por los diversos productores para la selección de especies en la zona. Sin embargo, es necesario identificar variables socioeconómicas, culturales y biofísicas que puedan explicar los patrones de la variación de la vegetación arbórea en la zona.

Del total de las 42 especies maderables encontradas, solamente 18 especies (43%) estuvieron presentes en la categoría de brinzales y fustales simultáneamente, y 24 especies (57%) en la categoría de latizales y fustales (Cuadro 6). Solamente 17 especies se encontraron solo en la categoría de fustales, representando el 40% del total de especies maderables registradas en los potreros activos de Esparza, Costa Rica.

*Cuadro 6. Lista de especies maderables comerciales que se encontraban simultáneamente en las categorías de fustales-latizales, y fustales-brinzales.*

Latizales y Fustales		Brinzales y Fustales	
<i>Tabebuia Rosea</i>	<i>Jatropha curcas</i>	<i>Tabebuia Rosea</i>	<i>Schizolobium</i>
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Tornuco</i>	<i>Enterolobium</i>	<i>Swietenia</i>
<i>Cordia alliodora</i>	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Albizia guachepele</i>	<i>Tabebuia ochracea</i>
<i>Albizia guachepele</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Myrospermun</i>	<i>Gyrocarpus</i>
<i>Enterolobium</i>	<i>Dalbergia retusa</i>	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>
<i>Myrospermun frutescens</i>	<i>Bombacopsis quinata</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
<i>Samanea saman</i>	<i>Coccoloba sp.</i>	<i>Andira inermis</i>	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Tabebuia ochracea</i>	<i>Samanea saman</i>	
<i>Gyrocarpus americanus</i>	<i>Spondias purpurea</i>	<i>Dalbergia retusa</i>	
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Ficus insipida</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
<i>Schizolobium parahyba</i>	<i>Thouinidium decandrum</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	
<i>Andira inermis</i>	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Thouinidium</i>	

La localidad en estudio en años anteriores estuvo sujeta a varios proyectos de investigación, entre ellos el proyecto GEF- silvopastoril, que tuvo acción entre los años 2003 al 2007, en donde las áreas de estudio estuvieron sujetas a pago por servicios ambientales a cambio de un adecuado manejo de las pasturas y conservación de especies arbóreas. Esta también es una de las razones por lo cual se puede explicar la alta abundancia de especies arbóreas adultas en la zona.

Igualmente de las 42 especies maderables registradas el 12% de ellas tenían un alto valor comercial (*Enterolobium cyclocarpum*, *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata*) y el 23% (*Samanea saman*, *Myrospermun frutescens*, *Cordia alliodora*, *Schizolobium parahyba*, entre otras) con un valor comercial medio. Sin embargo especies como la *Tabebuia rosea* que se situó en el puesto número 15 en importancia económica, fue considerada como la especie bandera de la zona, debido a la alta abundancia que tenía esta especie, por lo que se le considero como la de mayor importancia financiera y ecológica.

Del total de árboles maderables registrados el 9% presentaban bifurcación, el 20% algún tipo de deformidad (sinuoso, torcedura basal, tallo quebrado) y el 3% se encontraban con una inclinación mayor a 45 grados.

#### ***2.4.2 Caracterización de los Árboles Maderables en Potreros e Índice de Valor de Importancia (IVI)***

Para el cálculo del IVI primero se obtuvieron las abundancias, frecuencias y dominancias para los fustales, y la frecuencia y abundancia para los latizales y brinzales de las especies maderables que se encontraban en los potreros activos seleccionados para el presente estudio en Esparza, Costa Rica.

Las especies que mostraron mayor abundancia en la categoría de fustales fueron *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*, seguidas por *Cedrela odorata*, *Guazuma ulmifolia* y *Myrospermun frutescens* (Cuadro 6). Igualmente podemos observar que las especies en estado de latizales y brinzales que presentaron una mayor abundancia fueron *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia guachepele* y *Cedrela odorata*.

Algunas de las especies fueron abundantes en los tres estados de crecimiento. Sin embargo, hubieron especies como *Bombacopsis quinata* y *Schizolobium parahyba* que solo fueron abundantes en la categoría de fustales o *Andira inermis* y *Samanea saman* que se presentaron entre las 10 especies más abundantes en la categoría de brinzales. Especies como la *Tabebuia rosea*, *Cedrela Odorata* y *Cordia alliodora* se presentaron como las más abundantes en la categoría de fustales y latizales, además se encontraron entre las 10 especies más abundantes de la categoría de brinzales (Cuadro 7).

Cuadro 7. Las 10 especies de árboles maderables (fustales, latizales y brinzales) con mayor abundancia total y relativa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica.

<b>Fustales</b>	<b>Abundancia total (No. individuos)</b>	<b>Abundancia relativa (% individuos)</b>
<i>Tabebuia rosea</i>	737	22
<i>Cordia alliodora</i>	643	19
<i>Cedrela odorata</i>	270	8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	215	7
<i>Myrospermun frutescens</i>	210	6
<i>Albizia guachepele</i>	194	6
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	184	6
<i>Gliricidia sepium</i>	146	4
<i>Bombacopsis quinata</i>	125	4
<i>Schizolobium parahyba</i>	100	3

<b>Latizales</b>	<b>Abundancia total (No. individuos)</b>	<b>Abundancia relativa (% individuos)</b>
<i>Tabebuia Rosea</i>	250	37
<i>Cordia alliodora</i>	73	11
<i>Cedrela odorata</i>	63	9
<i>Albizia guachepele</i>	58	9
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	49	7
<i>Myrospermun frutescens</i>	41	6
<i>Gyrocarpus americanus</i>	20	3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	2
<i>Jatropha curcas</i>	17	2
<i>Gliricidia sepium</i>	16	2

<b>Brinzales</b>	<b>Abundancia total (No. individuos)</b>	<b>Abundancia relativa (% individuos)</b>
<i>Tabebuia Rosea</i>	566	30
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	570	30
<i>Albizia guachepele</i>	262	14
<i>Cordia alliodora</i>	142	7
<i>Myrospermun frutescens</i>	140	7
<i>Cedrela odorata</i>	50	3
<i>Andira inermis</i>	36	2
<i>Samanea saman</i>	36	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	22	1
<i>Gliricidia sepium</i>	22	1

Debido a que en la zona de estudio localizada en Esparza, Costa Rica existe una importante proporción de especies arbóreas con regeneración activa bajo el manejo de las actividades ganaderas actuales (siendo la flora arbórea rica y abundante), los potreros de Esparza poseen un alto valor potencial para la conservación y restauración de los bosques sub-húmedos tropicales, así como para el establecimiento de sistemas silvopastoriles mediante el manejo selectivo y dirigido de la regeneración natural de árboles dispersos en potreros.

La distribución de frecuencias de árboles maderables (fustales) mostró la misma tendencia que la abundancia y dominancia, encontrándose que las especies más frecuentes fueron *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*, *Myrospermun frutescens* y *Cedrela odorata* representando el 41% de la frecuencia relativa de todas las especies (Cuadro 8). Igualmente se mostró la misma tendencia para los latizales. Sin embargo, en los brinzales las especies más frecuentes fueron *Tabebuia Rosea*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Albizia guachepele* representando el 57% de las frecuencias relativas de todas las especies. En el caso de los fustales y latizales las especies que se encontraron con mayor frecuencia fueron la *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia guachepele* y *Myrospermun frutescens*. Las especies *Tabebuia rosea* y *Cedrela odorata* en la categoría de latizales representaron el 35% de la frecuencia relativa de todas las especies en dicha categoría.

Cuadro 8. Las 10 especies arbóreas maderables (fustales, latizales y brinzales) con mayor frecuencia relativa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica.

<b>Fustales</b>	<b>Frecuencia especie (no. potreros)</b>	<b>Frecuencia relativa (%)</b>
<i>Tabebuia Rosea</i>	118	14
<i>Cordia alliodora</i>	76	9
<i>Myrospermun frutescens</i>	75	9
<i>Cedrela odorata</i>	72	9
<i>Guazuma ulmifolia</i>	70	8
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	68	8
<i>Albizia guachepele</i>	61	7
<i>Bombacopsis quinata</i>	28	3
<i>Andira inermis</i>	27	3
<i>Samanea saman</i>	26	3

<b>Latizales</b>	<b>Frecuencia especie (no. potreros)</b>	<b>Frecuencia relativa (%)</b>
<i>Tabebuia Rosea</i>	68	23
<i>Cedrela odorata</i>	36	12
<i>Cordia alliodora</i>	28	9
<i>Albizia guachepele</i>	26	9
<i>Myrospermun frutescens</i>	25	8
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	23	8
<i>Samanea saman</i>	16	5
<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	5
<i>Gliricidia sepium</i>	9	3
<i>Gyrocarpus americanus</i>	8	3

<b>Brinzales</b>	<b>Frecuencia especie (no. potreros)</b>	<b>Frecuencia relativa (%)</b>
<i>Tabebuia Rosea</i>	54	23
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	53	22
<i>Albizia guachepele</i>	34	14
<i>Myrospermun frutescens</i>	20	8
<i>Cordia alliodora</i>	18	8
<i>Cedrela odorata</i>	17	7
<i>Andira ineres</i>	11	5
<i>Samanea saman</i>	9	4
<i>Dalbergia retusa</i>	6	3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	1

Las especies que mantuvieron una regeneración activa en los potreros: *Tabebuia rosea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia guachepele*, *Myrospermum frutescens*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Andira Inermis*, *Samanea saman*, *Gliricidia sepium*, se caracterizaron por tener un alto poder de dispersión (ya sea por viento, lluvia y/o ganado), ser tolerantes a las interacciones con el ganado y a las actividades de manejo actuales en la zona, siendo útiles para los productores en términos de bienes y servicios ambientales.

Las distribuciones de abundancia y frecuencia de cada una de las especies en sus tres categorías de crecimiento como brinzales, latizales y fustales, reflejan las interacciones que existe entre las decisiones de los productores, el pastoreo del ganado y las estrategias regenerativas de las especies que moldean y caracterizan la vegetación arbórea de estos paisajes ganaderos.

Las especies que fueron principalmente dominantes en las tres categorías de crecimiento (en términos de abundancia y frecuencia) fueron *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*, que son especies heliófitas durables (por requerir de plena exposición a la luz solar y tolerar sombra lateral) capaces de colonizar zonas abiertas y también frecuentes en áreas de bosque sub-húmedo tropical (Cordero y Boshier 2003). *Albizia guachepele* y *Enterolobium cyclocarpum* son otras de las especies más dominantes de la zona; ambas son leguminosas y características de los bosques secos de zonas bajas y de las cuales frecuentemente los productores dejan pocos individuos adultos, debido a sus amplias copas y alto nivel de sombra (Cordero y Boshier 2003).

Las especies que tuvieron mayor dominancia de árboles maderables en la categoría de fustales en los 135 potreros fueron *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*, seguidos por *Cordia alliodora* y *Guazuma ulmifolia*. Solo el 9,5% de las especies maderables que se encontraron en los 135 potreros activos tuvieron una dominancia relativa mayor al 10%, representando el 52% de la dominancia relativa. En contraste el 71% (30 especies) de las especies presentaron una dominancia relativa baja, correspondiente al 9,8% de las dominancias relativas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Las 12 especies arbóreas maderables (fustales) con mayor área basal y dominancia relativa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica.

<b>Especie</b>	<b>Área basal <sup>4</sup> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Dominancia relativa (%)</b>
<i>Tabebuia rosea</i>	45	17
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	35	13
<i>Cordia alliodora</i>	30	11
<i>Guazuma ulmifolia</i>	30	11
<i>Cedrela odorata</i>	24	9
<i>Myrospermum frutescens</i>	20	8
<i>Bombacopsis quinata</i>	18	7
<i>Albizia guachepele</i>	12	5
<i>Gliricidia sepium</i>	10	4
<i>Schizolobium parahyba</i>	7	3
<i>Samanea saman</i>	5	2
<i>Andira Inermes</i>	4	1

El índice de valor de importancia conjuga en un único parámetro la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies, permitiendo identificar las 12 especies de árboles maderables de mayor importancia ecológica en los potreros activos de Esparza, Costa Rica (Cuadro 10). El valor medio del índice de valor de importancia para los fustales fue de  $7,15 \pm 1,83$  (Min. = 0,1; Máx. =53,3). Solo 10 especies de árboles presentaron valores de IVI por encima de la media, mientras que 32 especies presentaron valores inferiores.

Para el cálculo del IVI de las especies presentes en latizales y brinzales, se utilizaron los datos de abundancia y frecuencia relativa, determinándose de esta manera las 12 especies de árboles con mayor aporte ecológico para estas categorías de crecimiento (Cuadro 9). El valor medio del índice para los latizales fue de  $4,79 \pm 1,62$  (Mín= 0,0; Máx=60,0). Solo 11 especies (26%) estuvieron por encima de la media, mientras que 31 especies estuvieron por debajo de este valor (Cuadro 10).

<sup>4</sup> El área basal fue calculada por individuo de cada especie para luego sumar el total de las áreas basales por especie. Para el cálculo de área basal se utilizó la siguiente fórmula:  $G = \pi \cdot D^2 / 4$ , donde G=área basal, D = diámetro en metros;  $\pi = 3,1416$ .

Cuadro 10. Las especies de árboles (fustales) con mayores índices de valor de importancia (IVI), en 135 potreros de Esparza, Costa Rica.

Especie	IVI fustales	IVI* latizales	IVI* brinzales
<i>Tabebuia rosea</i>	53,3	60	52
<i>Cordia alliodora</i>	39,8	20	15
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	26,9	15	52
<i>Guazuma ulmifolia</i>	26,1	8	2
<i>Cedrela odorata</i>	26,0	22	10
<i>Myrospermum frutescens</i>	22,9	0	16
<i>Albizia guachepele</i>	17,7	17	28
<i>Bombacopsis quinata</i>	14,0	1	0
<i>Gliricidia sepium</i>	11,0	5	2
<i>Schizolobium parahyba</i>	8,4	5	1
<i>Samanea Saman</i>	6,7	8	6
<i>Andira inermis</i>	5,5	4	6
<i>Gyrocarpus americanus</i>	4,0	6	1
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0,1	14	0

\*IVI especie  $i$  = Abundancia relativa especie  $i$  + frecuencia relativa especie  $i$

En la categoría de brinzales (Cuadro 9) el valor medio del IVI fue de  $4,74 \pm 1,86$  (mín=0; máx=52,0), encontrándose el 19% de las especies por encima de este valor (8 especies), quedando un total de 34 especies por debajo de esta valor. Cabe resaltar que las especies de *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum* representaron el 104% del valor del IVI total calculada para estas especies en dicha categoría de crecimiento.

### 2.4.3 Composición de Especies

La composición y estructura de los diferentes estados de desarrollo encontrados en los potreros reflejan tanto el pasado, como el presente y el futuro de las interacciones entre las actividades de los productores con el componente arbóreo. La composición de los árboles adultos refleja la historia de manejo y perturbaciones realizadas en años anteriores; los juveniles reflejan el efecto del pastoreo del ganado y manejo por parte de los productores; mientras que las plántulas reflejan las potencialidades de regeneración natural bajo las condiciones de manejo actual en que se encuentran esas áreas (Esquivel 2005).

De las 63 especies de árboles registradas en sus tres estados de desarrollo (fustales, latizales y brinzales), en los 135 potreros evaluados, solo 25 especies (40%) estuvieron

presentes en los tres estados de desarrollo (Cuadro 11). Encontrándose el roble (*Tabebuia Rosea*), cedro (*Cedrela odorata*), laurel (*Cordia alliodora*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guachipelin (*Myrospermum frutescens*) y guayaquil (*Albizia guachepele*) fueron las especies que estuvieron entre los seis IVI más altos en los tres estados de desarrollo.

Cuadro 11. Lista de especies de árboles presentes como fustales, latizales y brinzales en los 135 potreros del presente estudio en Esparza, Costa Rica.

Lista de especies encontradas en las tres categorías de crecimiento		
<i>Acrocomia aculeata</i>	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Psidium guajava</i>
<i>Acrocomia sp.</i>	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Samanea saman</i>
<i>Albizia guachepele</i>	<i>Dalbergia retusa</i>	<i>Schizolobium parahyba</i>
<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>
<i>Andira inermis</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Tabebuia ochracea</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Tabebuia rosea</i>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Gyrocarpus americanus</i>	<i>Thouinidium decandrum</i>
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Melicoccus bijugatus</i>	
<i>Citrus limonius</i>	<i>Myrospermum frutescens</i>	

En términos de abundancia, las especies más abundantes en los tres estados de desarrollo fueron el roble de sabana *Tabebuia rosea*, el guanacaste *Enterolobium cyclocarpum*, el laurel *Cordia alliodora* y el guayabo *Psidium guajava*. Cabe resaltar que tanto el laurel como el guanacaste son especies muy valiosas en términos maderables. Roble de sabana en cambio, no es de tanto valor comercial, pero es la más abundante en la zona del estudio y guayabo es una especie que podría ser utilizada para producción de leña de muy buena calidad, si es que existiera mercado para la misma. Guayabo es además una fruta muy preciada en el mercado nacional costarricense.

Otra porción de estas especies presentes en las tres categorías de crecimiento, presentaron altos IVI (mayor a 17,7) solo para una de las tres etapas de desarrollo, ya sea fustales, latizales o brinzales. Entre estas especies el pochote (*Bombacopsis quinata*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*) solo presentaron un IVI alto en la categoría de fustales.

El dominio de las especies abundantes en la región de Esparza, puede estar asociado a la alta producción de semillas y la facilidad de propagación de las distintas especies mediante la

regeneración natural (Esquivel 2005). Por ejemplo Villanueva et ál. (2007) mencionan que especies como el coyol (*Acrocomia aculeata*), guayaba (*Psidium guajava*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y nance (*Byrsonima crassifolia*) son dispersadas por mamíferos medianos y pequeños, mientras que especies como el cedro amargo (*Cedrela odorata*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*) y laurel (*Cordia alliodora*) son dispersadas por el viento. Por otro lado Muños et ál. (2003) manifiestan que los productores seleccionan estas especies en los potreros porque representan ingresos en la finca ya que desempeñan funciones económicas importantes como fuente de madera, sombra para el ganado y frutos para la alimentación animal en la época seca.

En la Figura 3 pueden observarse algunas de las especies que estuvieron presentes en las tres categorías de desarrollo y los diferentes índices de importancia ecológica para cada una de ellas en las diferentes etapas, determinado esto por limitaciones que tienen ya sea en abundancia o frecuencia relativa. Asimismo en el Anexo 1 se puede observar la lista de las especies encontradas.

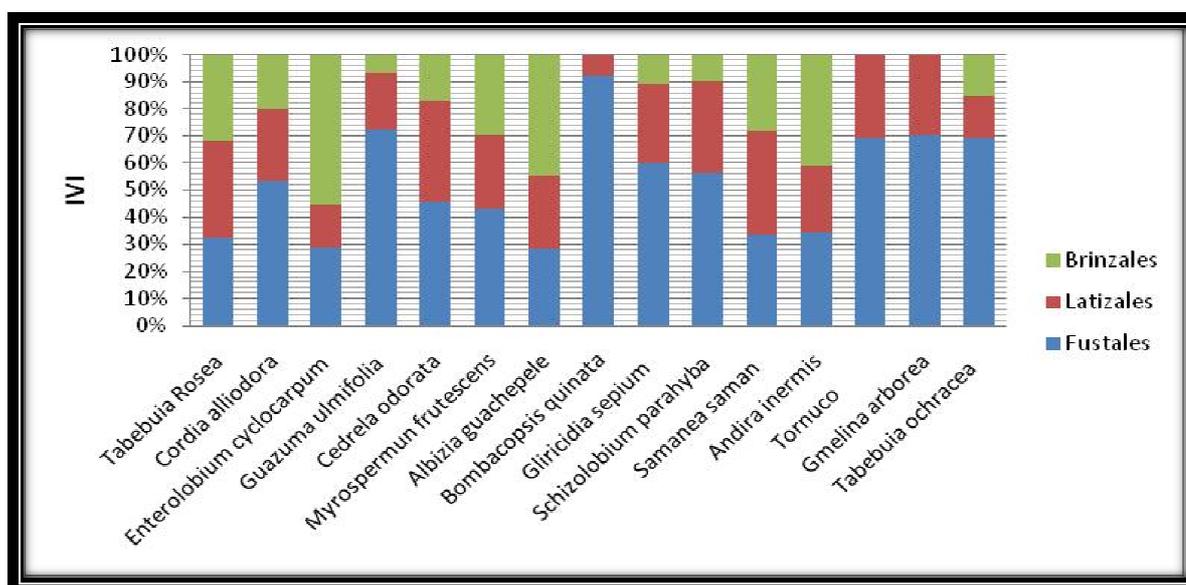


Figura 3. Proporción de los índices de valor de importancia de las especies de árboles maderables con regeneración natural activa en 135 potreros de Esparza, Costa Rica.

Camargo (1999) sostiene que las especies presentes como plántulas en los potreros han superado las barreras de la dispersión y germinación de semillas para la regeneración arbórea en áreas perturbadas, siendo a partir de esta fase cuando las interacciones del ganado y las

características de manejo de los potreros determinan en gran medida el establecimiento de los latizales en las áreas de pastoreo activo. Esquivel (2005) afirma que la abundancia y frecuencia de las diferentes especies en sus tres categorías de crecimiento (fustales, latizales y brinzales), refleja las limitaciones de algunas especies frente a las presiones de selección existentes. Estas presiones pueden actuar en diferentes etapas de la regeneración natural, tales como: disponibilidad de semillas, el sitio para germinación y establecimiento de plántulas, competencia con pasto, pisoteo y ramoneo del ganado, actividades de manejo y mantenimiento de las pasturas. En este contexto se puede explicar que la baja abundancia en la categoría de latizales para los árboles en potreros de Esparza, se pudo deber a un manejo selectivo por parte de los productores y a la alta abundancia de fustales, los cuales no son aprovechados debidamente por los productores por diversos motivos tales como: tramitología dificultosa para solicitud de aprovechamiento, falta de capacitación, mercado incipiente y otros.

La mayoría de las especies que se encontraron en la zona presente del estudio tuvieron usos maderables ya sea para postes o madera de aserrío, y para leña. En menor proporción se utilizaron como forrajeras, para el consumo humano y servicio, según la clasificación de Cordero y Boshier (2003) (Cuadro 12). Los productores de la zona consideran el uso maderable de las especies como el principal criterio en la toma de decisiones para la selección y manejo de las mismas en los potreros (Muñoz et ál. 2003; Villanueva et ál. 2003).

*Cuadro 12. Principales usos potenciales para las especies arbóreas registradas en los 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica.*

<b>Usos potenciales</b>	<b>Especies (No.)</b>	<b>Porcentaje del total de especies (n=62)</b>
Madera	42	68
Leña	20	32
Consumo Humano	19	31
Forraje	15	24
Servicio	11	18

#### 2.4.4 Distribución de Individuos por clases diamétricas

Los individuos de las 42 especies maderables comerciales registradas en las 210,02 ha, de los 135 potreros activos muestreados se clasificaron en ocho clases diamétricas siendo la primera clase correspondiente a los brinzales ( $0,3 \text{ m} \geq h + \text{dap} < 5 \text{ cm}$ ), la segunda a los latizales ( $5 \text{ cm} \leq \text{dap} < 10 \text{ cm}$ ) y cinco clases diamétricas para la categoría de fustales ( $\text{dap} > 10 \text{ cm}$ ). Los brinzales fueron los que presentaron un mayor número de individuos (2.527 individuos). Sin embargo en la segunda clase diamétrica (latizales) se notó que existe un número mucho menor de individuos (1.054 individuos) los cuales se recuperan en la siguiente clase diamétrica (10 - 19,9 cm), disminuyendo de ahí en adelante el número de individuos a medida que aumenta el diámetro a la altura del pecho (Figura 4).

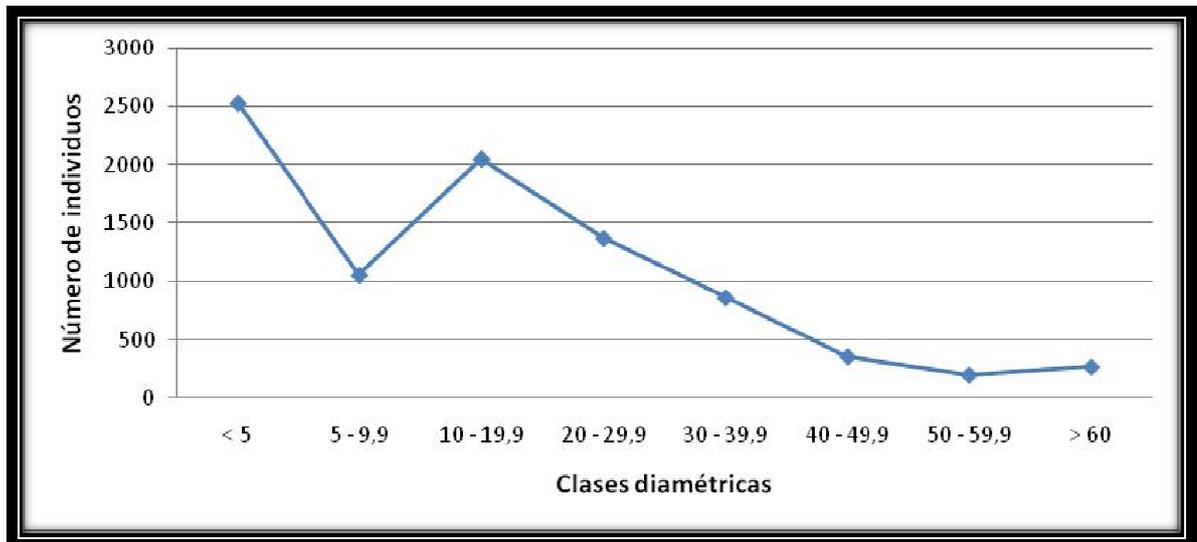


Figura 4. Distribución del número de individuos por clase diamétrica para los árboles presentes en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica.

En Esparza, las chapeas son realizadas una o dos veces al año, buscando eliminar especies de pastos, malezas y árboles y arbustos no deseados en los potreros, debido a que la cobertura de copa impide la entrada de luz. Esto se refleja en el número de especies encontradas en las categorías de latizales y brinzales representando el 58 y 43% respectivamente, del número total de especies encontradas.

#### ***2.4.5 Volumen y porcentaje de Cobertura Arbórea***

Las distintas dinámicas de regeneración natural observadas para las diferentes especies de árboles presentes en los potreros activos de Esparza, pueden dar un panorama hacia dónde se dirige el futuro de la cobertura arbórea en estos potreros si continua el manejo actual. La cobertura arbórea presente hoy cambiará hacia una menor riqueza y mayor heterogeneidad en la distribución de abundancias, debido a la pérdida de especies remanentes por la ausencia de arboles capaces de mantener sus poblaciones en potreros activos.

La composición de especies arbóreas se vería sesgada hacia el mantenimiento de una mayor proporción de especies arbóreas útiles para los productores para las actividades de la finca, debido a que son seleccionadas en las diferentes etapas de crecimiento dentro de las áreas de pastoreo. El reconocimiento de especies arbóreas con un potencial maderable comercial así como ecológico de las especies con regeneración natural dentro de estos potreros, constituiría una primera etapa para el manejo de su potencialidad, siendo una segunda etapa el control de las actividades ganaderas que interactúan en las distintas etapas de desarrollo.

Se calculó el valor promedio por hectárea del volumen ( $m^3$ ), cobertura arbórea (%) y número de fustales, latizales y brinzales, para los árboles maderables presentes en potreros con alta densidad de árboles activos de Esparza, Costa Rica (Cuadro 13). De esta forma se obtuvo que el volumen de madera comercial encontrado en potreros con alta densidad de arboles en Esparza fue de  $19,23 \pm 1,45 m^3 ha^{-1}$  que incluyen a todas las especies maderables (para aserrío, leña y otros productos maderables) encontradas en la zona. La cobertura arbórea promedio para especies maderables comerciales por hectárea fue de  $12,44 \pm 0,88$ . La cobertura arbórea calculada para todos los árboles presentes (63 especies) fue de  $16,19 \pm 1,03\% ha^{-1} potrero^{-1}$  (mín= 2%; máx=36,59%), valor que es muy similar al encontrado por Villanueva et al. (2007). Esta elevada cobertura responde a que los productores de la zona buscan tener un número mayor de especies arbóreas para la obtención de diversos productos como madera, postes para cercas, follaje para el ganado y frutos.

*Cuadro 13. Valores promedios por hectárea calculados para los árboles maderables presentes en pasturas con alta densidad de árboles en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica*

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Error de estimación</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
Volumen (m <sup>3</sup> )*	19,23	1,45	0,53	104,21
Cobertura (%)	12,44	0,88	0,22	26,66
Brinzales (No.)	14,63	1,75	0	105
Latizales (No.)	5,59	0,66	0	48
Fustales (No.)	25,52	2,32	2	250

\*Solo calculado para fustales

El número de fustales maderables que se encontró en promedio fue de  $26 \pm 2$  árboles ha<sup>-1</sup>, latizales con  $6 \pm 1$  árbol ha<sup>-1</sup> (mín=0; máx=48) y brinzales con  $15 \pm 2$  plántulas ha<sup>-1</sup> (mín=0; máx=105).

Las fincas que obtuvieron el mayor volumen por hectárea potrero fueran la No 306, perteneciente al Don Eduardo Paniagua y la 278 perteneciente a Don Dimas Venegas, estas finas obtuvieron un volumen aproximadamente 4,5 y 3,5 veces mayor al de la media encontrada. Indagando con ambos productores se pudo percibir que ambos están muy interesados de alguna manera en recuperar la cobertura arbórea de sus fincas con fines de turismo, sin embargo no descartaron la posibilidad de realizar aprovechamiento de madera en forma sostenible si el mercado lo demandara.

#### **2.4.6 Análisis Estadísticos**

De acuerdo al análisis de varianza utilizando la prueba de comparación de medias de LSD Fisher, realizado entre el tamaño de finca y las variables de volumen, número de fustales, latizales y brinzales, así como para la variable porcentaje de cobertura, se puede decir con un 95% de confianza que no existieron pruebas suficientes para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede decir que el tamaño de finca no tuvo influencia en el volumen de madera calculado por potrero ni en el número de brinzales, latizales y fustales encontrados por hectárea en los potreros de Esparza, Costa Rica. Lo mismo aplica para el porcentaje de cobertura arbórea (Cuadro 14).

*Cuadro 14. Análisis de variancia para el volumen, número de individuos de brinzales, latizales y fustales  $ha^{-1}potrero^{-1}$ , en función al tamaño de la finca en 57 fincas de Esparza, Costa Rica.*

<b>Variable</b>	<b>Finca Pequeña</b>	<b>Finca Mediana</b>	<b>Finca Grande</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Vol. m <sup>3</sup>	17,24 ± 1,99	21,66 ± 2,95	20,03 ± 2,9	1,61	0,2028
No. Fustales	26,23 ± 4,53	26,32 ± 2,55	23,47 ± 3,25	1,47	0,2329
No. Latizales	5,44 ± 1,13	5,61 ± 0,95	5,81 ± 1,24	0,04	0,963
No. Brinzales	16,61 ± 2,89	12,39 ± 3,37	13,64 ± 2,56	0,26	0,7706
% Cobertura	12,6 ± 1,28	14,07 ± 1,55	9,84 ± 1,81	1,62	0,2062

El análisis de correlación de Pearson (Cuadro 15), mostró que si existía una correlación positiva entre el área de potrero y el volumen de madera encontrado, con un  $p < 0,05$ .

*Cuadro 15. Análisis de correlación de Pearson, para área de potrero y volumen encontrado por potrero en 135 potreros activos de Esparza, Costa Rica.*

	<b>Área de Potrero</b>	<b>Vol. (m<sup>3</sup>)/Potrero</b>
Área de Potrero	1	0,000000092
Vol. m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> pot. <sup>-1</sup>	0,440118695	1

Al trabajar un análisis de regresión lineal para dichas variables se pudo observar que la relación es mínima, con un  $r^2 = 0,23$  (Figura 5). Por lo que se puede decir que el tamaño de los potreros explica apenas el 23% de la variación del volumen por unidad de área.

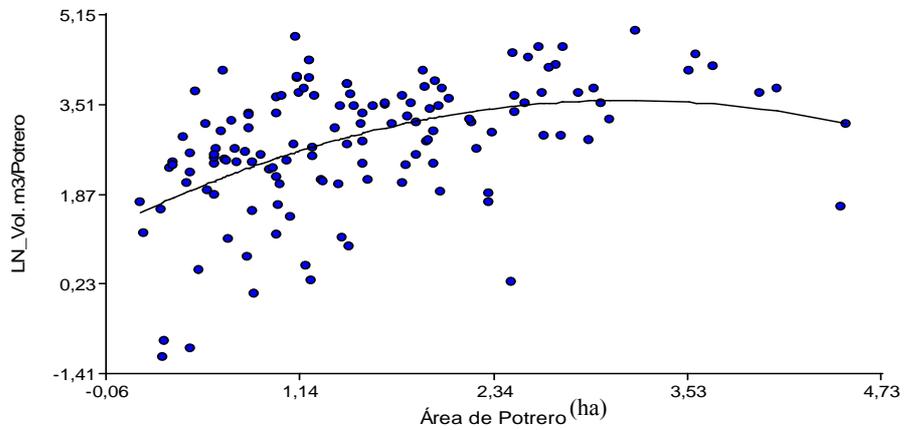


Figura 5. Impacto del tamaño de los potreros activos en el volumen ( $m^3 ha^{-1}$ ) encontrado por unidad de área en 57 fincas de Esparza, Costa Rica.

Se encontró también mediante un análisis de regresión que el tamaño de los potreros explicó el 19% de la variación en la riqueza de especies por unidad de área, pues a medida que se incrementa el tamaño del potrero la riqueza de especies tiende a aumentar (Figura 6).

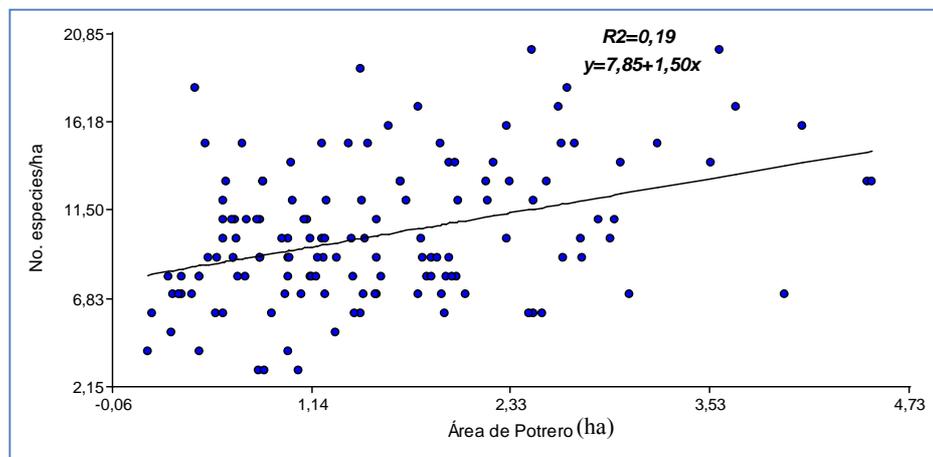


Figura 6. Impacto del tamaño de los potreros activos en el número de especies encontradas por unidad de área en 57 fincas de Esparza, Costa Rica.

## 2.5 CONCLUSIONES

- En los potreros activos de Esparza del total de especies registradas en la zona, el 42% poseen regeneración natural bajo el manejo actual de actividades ganaderas. Estas especies que se encontraron con regeneración natural son aquellas que tienen mayores posibilidades de mantener sus poblaciones caracterizándose por ser especies pioneras, con facilidad de dispersión por viento o ganado, teniendo tolerancia a las actividades del ganado y ser favorecidas por las actividades de manejo del productor. Entre estas especies, las más abundantes fueron el roble de sabana (*Tabebuia rosea*), cedro amargo (*Cedrela odorata*), laurel (*Cordia alliodora*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y guayaquil (*Albizia guachepele*).
- Las decisiones de los productores en el momento de realizar el manejo de la actividad pecuaria en los potreros activos de Esparza (chapeas, aplicación de pesticidas, extracción de productos), así como las interacciones del ganado (ramoneo, pastoreo, etc.) reflejaron las ventajas y limitaciones de las especies al mantener sus poblaciones arbóreas. En tal sentido, el conocimiento de la dinámica de la regeneración de las especies y su interacción con el manejo de la ganadería brindan pautas para desarrollar estrategias de manejo que favorezcan una mayor diversidad y abundancia de especies con miras a una producción maderable sostenible.
- El hecho de no haber encontrado una abundancia adecuada de latizales en la zona (1.054 latizales, 2.527 brinzales y 5.109 fustales), refleja el estado actual e histórico de manejo por parte de los productores. Atribuyéndose esto a un manejo selectivo por parte de los productores de la zona, quienes tienden a conservar mayores individuos adultos sin ser aprovechados adecuadamente, debido a la cultura preservacionista del país y a la falta de conocimiento de los productores sobre el manejo y aprovechamiento de árboles maderables comerciales. Otra razón puede ser las limitaciones impuestas por la actual ley forestal para la solicitud de trámites de aprovechamiento de árboles dispersos en potreros.

- Queda claro que existe una alta variabilidad de especies dentro de los potreros de Esparza, la cual es posible mantener bajo un esquema de manejo adecuado, aprovechando los distintos productos maderables y no maderables en forma sostenida, ya que actualmente algunas especies son capaces de regenerar y mantener sus poblaciones bajo el esquema de manejo e interacciones actuales que se vienen dando, pudiendo favorecerse otras con un adecuado manejo de las actividades ganaderas y el conocimiento y uso que los productores puedan dar a las diferentes especies presentes.
- Los potreros con alta densidad de árboles en Esparza presentan un alto potencial para el manejo de regeneración natural de árboles maderables con miras a una producción sostenible, existiendo en Costa Rica alrededor de 1,35 millones de hectáreas de pastos, las cuales si se llegaran a manejar con umbrales maderables similares a los encontrados en el presente estudio, podrían representar un potencial de producción de 25,9 millones de m<sup>3</sup> de madera en rollo para ofertar al mercado actual.
- No existió una relación entre el volumen de madera encontrado por hectárea así como el número de latizales, brinzales y fustales, con el tamaño de la fincas. Esto probablemente significa que el volumen de madera ha<sup>-1</sup> potrero<sup>-1</sup> es indiferente al tamaño de finca. El tamaño de potrero explicó en un muy bajo porcentaje el volumen en m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> y el número de especies encontradas por unidad de área, pudiéndosele atribuir esta variabilidad a los diferentes usos del suelo que colindan con los potreros activos de Esparza (bosques ripiaros, bosques secundarios intervenidos, etc.), así como a la cultura y decisiones del productor a la hora de realizar una selección adecuada de especies.
- El porcentaje de cobertura arbórea presente en los potreros de Esparza fue mayor al encontrado en otros estudios, lo cual se le atribuye a la influencia directa que tuvo el proyecto GEF-silvopastoril, con el pago por servicios ambientales, por lo que los productores mantuvieron altas coberturas en la zona e introdujeron pastos mejorados, siendo el 89% de los potreros evaluados pasturas mejoradas con alta densidad de árboles.

- Especies como la caoba (*Swietenia macrophylla*), cocobolo (*Dalbergia retusa*), cenízaro (*Samanea saman*) y Pochote (*Bombacopsis quinata*), fueron escasas en la categoría de crecimiento de fustales o brinzales, lo que se pudo deber a que cuentan con un número reducido de fuentes semilleras, por lo que podrían desaparecer en un mediano plazo. Una posibilidad para poder conservar e incrementar dichas especies es implementar un pago por servicios ambientales que involucre el manejo de las mismas y otras más con fines de producción maderera comercial.
- La regeneración natural es conocida como el mecanismo que permite a las especies de plantas recuperarse después de eventos de perturbaciones naturales o antrópicos (Mongue 1990). De esta manera la caracterización de las estrategias de regeneración y de la interacción de sus diferentes estados de desarrollo con las perturbaciones en las áreas de potrero, permiten la identificación de momentos críticos en el mantenimiento de las poblaciones de las diferentes especies de árboles (Esquivel 2005). Asimismo el manejo selectivo de la regeneración natural en estos potreros podría dirigirse hacia el mantenimiento de una mayor diversidad, con poblaciones de especies nativas de alto valor comercial y con valor potencial para el uso de sistemas silvopastoriles.
- Tomando en cuenta que los potreros evaluados fueron aquellos que presentaron alta densidad de árboles, ya sea en pasturas mejoradas o naturales, en el cálculo de volumen se estaría sobre estimando el valor real del mismo, por lo que se podría decir que este volumen calculado es el volumen potencial al cual podrían llegar todos los potreros de Esparza, si es que se mantuviera las mismas condiciones de manejo en todos ellos. Por lo que podíamos estimar que si fuera así a nivel nacional, considerando que existen 1,35 millones de hectáreas de pasturas (Censo Ganadero del 2000) en Costa Rica, habría un potencial de producción de madera bajo las condiciones actuales de 25,96 millones de m<sup>3</sup>-rollo.

## 2.6 BIBLIOGRAFÍA

- Alonzo, Y.M.; 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.
- Beer, J.; Ibrahim, M. & A. Schlonvoigt. 2000. Timber production in tropical agroforestry systems of Central America.
- Beer, J; Ibrahim, M; Somarriba, E; Barrance, A; Leakey, R. 2004. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. In: Cordero, J; Boshier, D. (eds.). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Oxford, Inglaterra, OFI – CATIE. p.197 – 242.
- Betancourt, FM. 1994. Clasificación taxonómica de los suelos de Costa Rica. *Atlas agropecuario de Costa Rica*. pp. 777-786.
- Boshier, D; Gordon, J; Barrance, A. 2004. Prospects for *Cordia alliodora* tree conservation in Mesoamerican dry-forest agro-ecosystems. In: *Biodiversity conservation in Costa Rica: learning the lessons in a seasonal dry forest*. Frankie, GW; Mata, A; Vinson, SB (eds). University of California Press.
- Calvo, G. 1994. Zonas de Vida y Biodiversidad de Costa Rica. *Atlas agropecuario de Costa Rica*. pp. 19-21.
- Camargo, J. 1999. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* ((Ruiz y Pavon) Oken) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- Cerrud Santos, H.N. 2004. Efecto del pago por servicios ambientales y otras variables socioeconómicas en la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente en zonas

- ganaderas de Esparza, Costa Rica y Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba 167 p.
- Cordero, J.; Boshier, DH. 2003. Árboles de Centroamérica, un >Manual para Extencionistas. Oxford Forestry Institute y CATIE, Costa Rica. 1079 p.
- Costa, N de L; Townsend, CR; Magalhaes, JA; Pereira, RG. 1999. Agronomic performance of forage grasses under the shade of mature rubber trees. *Pasturas Tropicales*. 21: 2, 65-68
- Curtis, J.T.; McIntosh, RP. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31: 434 – 455.
- Detlefsen, G; Pomareda, C. 2008 La legislación forestal debe ser revisada para fomentar y aprovechar el recurso maderable en fincas ganaderas de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Síntesis para Decisores = Policy Brief No. 01. 4 p.
- Dunn, R. 2000. Isolated trees as foci of diversity in active and fallo fieles. *Biological Conservation* 95 (2000) 317-321.
- Esquivel Mimenza, H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica Tesis Ph. D. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 161 p.
- Esquivel Sheik, M.J. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua Tesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 142 p.
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, C; Villanueva, C; Benjamin, T; Sinclair, F; 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):24-29.

- Gascon, C; Da Fonseca, G.A.B; Secherest, W; Billmark, K.C; Sanderson. 2004. Biodiversity conservation in deforested and fragmented tropical landscapes: An overview. In Schroth G; Da Fonseca, GAB; Harvey, C; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac AM N. *Agroforestry and Biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island press, Washington. Pp. 15-32.
- Guevara, S; Meave, J; Moreno-Casasola, P; Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in Neotropical pastures. *J.Veg.Sci.* 3:655-664.
- Harvey, CA; Harber WA. 1999. Remanent trees and the conservation of biodiversity in Costa Rica pastures. *Agroforestry Systems.* 44:37-68.
- Harvey, CA; Tucker, N; Estrada, A. 2003-Live fences, isolated trees, and windbreaks: Tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. Capitulo 11. P 261-289. In Schroth, G; G. de Fonseca, CA; Harvey, C; Gascon, C; Vasconcelos, H; Izac, A. 2003. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington.
- Holdridge, LR. 1978. *Ecología basada en zonas de vida. Life zone ecology*. IICA. San José, Costa Rica. 216 p. (Serie de libros y materiales educativos IICA no. 34).
- Holmann, F; Estrada. 1997. Alternativas agropecuarias en la región pacífica central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. En: C. Lascano, F Holmann (eds) *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Consorcio Tropileche. Cali, CO. pp 134-150.
- Janzen, D. 1988. *Enterolobium cyclocarpum* seed passage rate and survival in horses, Costa Rican Pleistocene seed dispersal agents. *Ecology* 62(3): 593-601.

- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation in Central America in the 80s and 90s: a policy perspective. CIFOR, Yakarte, Indonesia. 88 p.
- Lemus, G. 2008. Análisis de productividad de pastura en sistema silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Costa Rica. 126 p.
- MIDEPLAN. 2007. Índice de Desarrollo Social 2007. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. San José, Costa Rica. 143 p.
- Mongue, AM. Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde, bagaces, Guanacaste, Costa Rica. Cartago, TEC, OET. 65 p.
- Muñoz, D; Harvey, CA; Sinclair, FL; Mora, J; Ibrahim, M, 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 10(39-40):61-68.
- Murgueitio, E; Muhammad, I; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, CE; Casasola, F. 2004. Land use on cattle farms. Guide for the payment of enviromental Services. CATIE. Cali, Colombia. 56 p.
- Pomareda, C.; Steinfeld, H. 1999. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. CATIE, FAO, SIDE, Turrialba, Costa Rica. 334 p.
- Restrepo Sáenz, C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba ,Costa Rica, CATIE. 102 p.

- Sánchez Merlos, D; Harvey, C.A; Grijalva, A; Vilchez, S; Hernández, B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. *Rev. Biol. Trop.* 53 (3-4): 387-414.
- Somarriba, E. 1985. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. II Consumo de fruta y dispersión de semillas. *Turrialba* 35 (4): 329-332.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, CA; Jiménez, F. 2000. Caracterización de los componentes arbóreos de los sistemas ganaderos de la Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7:53-56.
- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Serie técnica. Informe Técnico. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 71 p.
- Viana, V; Mauricio, R; Machado, R; Pimienta, I. 2001. Management of natural regeneration for introduction of livestock Agroforestry systems. In Ibrahim, M. (editor) 2001. International Symposium on Sylvopastoral systems. Second congress on Agroforestry and livestock production in Latin America. San José, Costa Rica, pp. 75-78.
- Villacis, J.; Harvey, C.A.; Ibrahim, M.; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas.* 10(39-40): 17-23.
- 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.
- Villanueva, C; Ibrahim, N. Harvey, CA; Sinclair, F; Muños, D. 2003. Estudio de las decisiones claves que influyen sobre cobertura arbórea en fincas ganaderas de cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40): 9-16.

### **3 ARTÍCULO II: ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL APROVECHAMIENTO MADERABLE SOSTENIBLE EN SISTEMAS SILVOPASTORILES Y SU POTENCIAL BAJO DIVERSOS ESQUEMAS DE APROVECHAMIENTO Y TRÁMITES SIMPLIFICADOS.**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

La mayoría de los países tropicales han utilizado plantas producidas en viveros, para mejorar tanto la composición específica, como la productividad de los bosques naturales. Entre los sistemas de plantación desarrollados se incluyen los siguientes tipos: 1) plantaciones de enriquecimiento en claros, cuando los árboles se plantan en sitios donde no hay árboles jóvenes, 2) plantaciones en hileras o grupos, cuando los árboles se plantan en hileras aclaradas o en grupos más o menos regulares, sobre un bosque parcialmente aclarado; 3) plantación cerrada, cuando se plantan suficientes árboles para asegurar por lo menos la cantidad prevista para la corta, sin ninguna participación de la regeneración natural (USFS, 1967).

El área de pastizales en Centroamérica ocupa actualmente alrededor de 136,440 km<sup>2</sup> (26% de la superficie territorial), mientras que a finales de los ochenta en Centroamérica existían alrededor de 90,000 km<sup>2</sup> de pastos, lo cual indica que en quince años se ha producido un incremento de alrededor de 46,440 km<sup>2</sup> de pastizales (Detlefsen y Pomareda 2008). Igualmente Szott et ál. (2000) afirman que la ganadería es considerada en varios foros como dañina para el medio ambiente y los ganaderos centroamericanos han sido acusados de estar entre los principales causantes del proceso de deforestación, desertificación y contaminación ambiental de la región, debido al avance de la ganadería extensiva, enfrentado a la baja calidad de las pasturas con capacidades inferiores a 0,7 cabezas ha<sup>-1</sup>.

Asociado a esto, la congelación de precios en la carne y leche ha generado inestabilidad económica y social en diversos sectores, acentuándose en las zonas bajo explotación ganadera (URPA 2000, FEDEGAN 2002). En consecuencia a lo anterior, los sistemas de ganadería convencional presentan baja rentabilidad y altos impactos negativos sobre el ambiente (Murgueitio 1999). Por ello, hay una necesidad de diseñar modelos de sistemas adoptables de bajo impacto ambiental, de uso rentable y sostenible del suelo. Los sistemas Agrosilvopastoriles Multiestrata, presentan considerables beneficios ecológicos como el

desarrollo de la diversidad vegetativa y estructural en el paisaje agrícola, incrementan el hábitat para la vida silvestre, tanto para especies residentes como migratorias (Long y Nair 1991, Harvey *et al.* 1999) y contribuyen en la restauración ecológica de pasturas. Además, estos representan una oportunidad para aumentar la productividad y sostenibilidad de los suelos (Beer *et al.* 1990, Carvalho 1997).

Boshier *et al.* (2004) afirman que los árboles encontrados en condiciones de fragmentación y manejados en sistemas agroforestales pueden ser un recurso importante en la conservación de especies del bosque. Pueden proveer hábitat para los polinizadores y dispersores de semillas los cuales facilitan el flujo genético hacia otras especies, o crear las condiciones ambientales para que se regeneren plántulas. Además, pueden facilitar el flujo genético entre reservas, conservando genotipos particulares no encontrados en las mismas y manteniendo la viabilidad mínima de las poblaciones. Sostienen además que sobre esta base se percibe que en Centroamérica es posible considerar alrededor de una cuarta parte de su territorio (donde están los pastizales) para mejorar el papel que juegan los árboles y contribuir paralelamente a conservar la biodiversidad. Los manejadores de estos sistemas donde se intercalan árboles dentro de los paisajes agropecuarios deben considerar las capacidades reproductivas y regenerativas de las especies prioritarias, y las prácticas de manejo que permitan la regeneración natural o artificial que asegure las poblaciones a largo plazo.

Por otro lado los árboles maderables juegan un papel muy importante en la economía costarricense, siendo uno de los problemas más graves la explotación de aquellas especies de maderas finas como cedro (*Cedrela* spp.), cristóbal (*Platymiscium* spp.), caoba (*Switenia* spp.) y cocobolo (*Dalbergia* spp.), entre otras, o maderas altamente duras como el ajo (*Caryocar* spp.) y manú (*Minquartia* spp.). Además, a esta situación no han escapado especies poco finas o regulares para el comercio, sumando a esto la sobre explotación y una legislación deficiente que permite la corta de especies endémicas, raras o amenazadas, provocando una disminución de las poblaciones, así como una degradación o erosión genética que no garantiza la sobrevivencia *insitu* del material genético de muchas de ellas, provocando además una fragmentación entre las poblaciones (Jiménez 1995).

En este sentido, los sistemas que permiten la producción ganadera junto con la forestal son más atractivos, tanto financiera como ecológicamente (Bandolin y Fisher 1991, Carvalho 1997, Pezo y Ibrahim 1999, Bustamante *et al.* 1998), debido a que contrarrestan impactos ambientales negativos propios de los sistemas ganaderos convencionales. Entre ellos, mitigan el efecto del calor y del frío en los animales al suministrar sombra, mejoran la dieta del animal mediante la provisión de fitomasa comestible (ej. follaje), aumentan la ganancia de peso y proporcionan ingresos económicos al obtenerse productos adicionales tales como leña, frutas y forrajes, entre otros.

Tomando en cuenta los estudios de Hollman y Estrada (1997) y Costa et ál. (1999) que demuestran que la alta cobertura de árboles en potreros (27%) no tiene influencia negativa sobre la producción animal como muchas veces se ha sugerido, y considerando que la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Costa Rica varía entre un 0 a 60% , teniendo el 85% de estas menos del 15% en promedio de cobertura (Restrepo Saenz 2002; Esquivel 2007; Villacís et ál. 2003; Esquivel 2005), se percibe que existe un gran potencial para la producción maderera en fincas ganaderas. Consecuentemente los ganaderos de Costa Rica no utilizan los recursos forestales de sus fincas en forma comercial a precio de mercado. En tal sentido es necesario proponer alternativas de manejo y comercialización para mejorar la contribución de la cobertura arbórea en la rentabilidad de las fincas, teniendo un aprovechamiento maderable sostenible, en fincas agropecuarias.

En Costa Rica existen 1,35 millones de hectáreas cubiertas por pasturas, lo cual se traduce en un gran potencial para la producción de madera comercial en fincas ganaderas manejando un 17% de cobertura arbórea por hectárea potrero. Los potreros de Esparza cuentan con un potencial de regeneración natural el cual bien manejado puede obtener una producción de madera en forma sostenible a bajo costos, teniendo en cuenta los costos que acarrear para el productor las plantaciones forestales, como la instalación del vivero y cuidado de las plantas hasta su establecimiento, así como el escaso capital y aéreas suficientes para el establecimiento de plantaciones forestales. Aunque existe amplia literatura sobre los aspectos técnicos y biológicos de los SSP y agroforestales, son pocos los estudios que abordan sus aspectos financieros. Por ello, el objetivo de este trabajo es explorar la viabilidad financiera

del manejo de regeneración natural en potreros activos con miras a una producción maderable comercial, en donde la información generada será de interés para productores ganaderos, técnicos de campo e instituciones de la región facilitando de esta manera la planeación financiera y la generación de estrategias de desarrollo dirigidas a la creación de políticas simplificadas para el aprovechamiento de árboles maderables en sistemas ganaderos.

La pregunta de investigación formulada para el presente estudio fue si ¿la actividad de aprovechamiento forestal con fines maderables en fincas ganaderas, bajo el esquema de manejo de regeneración natural, es una actividad rentable y ecológicamente sostenible para los productores de Esparza, Costa Rica?

## **3.2 OBJETIVOS**

### ***3.2.1 Objetivo general***

Analizar los beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.

### ***3.2.2 Objetivos específicos***

- 1) Determinar los costos de establecimiento y manejo de regeneración natural de árboles, en 8 fincas ganaderas con potreros activos de Esparza, Costa Rica.
- 2) Estimar los beneficios financieros del manejo de regeneración natural y aprovechamiento de árboles dispersos en potreros de Esparza, Costa Rica.
- 3) Estimar los efectos del precio de la madera, la tasa de descuento y el pago de incentivos para el manejo de regeneración natural, en el aprovechamiento de árboles dispersos en potreros de Esparza, Costa Rica.

### 3.3 METODOLOGÍA

#### 3.3.1 Área de Estudio

##### 3.3.1.1 Ubicación geográfica

Esta investigación se llevó a cabo en las fincas ganaderas de la región de Esparza, provincia de Puntarenas, perteneciente a la región del Pacífico Central de Costa Rica (Figura 7) en el área de influencia del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”. Esparza se encuentra ubicado con una altitud entre 50 y 1000 m, entre los 10° 09’ de latitud norte y 84° 42’ de longitud oeste con una altitud de 140 msnm. Presenta una temperatura promedio anual de 27 °C, con un máximo de 36°C y un mínimo de 23°C. El promedio de precipitación anual varía entre los 1500 a 2000 mm/año (CATIE et ál. 2004). La humedad relativa varía entre 60 y 65% en la estación seca y 80-85% durante la estación húmeda (Calvo 1994). El área presenta suelos de tipo alfisoles, nitrisoles, andisoles y planisoles (Betancourt 1994). La zona de vida es Bosque Subhúmedo Tropical (BsH-T) (Holdrige 1978). La localidad de Esparza tiene una población de 23,963 habitantes (13,561 en áreas urbanas y 10,402 en áreas rurales), cuenta con un tasa de crecimiento anual del 1.9%, y un Índice de Desarrollo Social (IDS) de 56,1 (MIDEPLAN 2007).

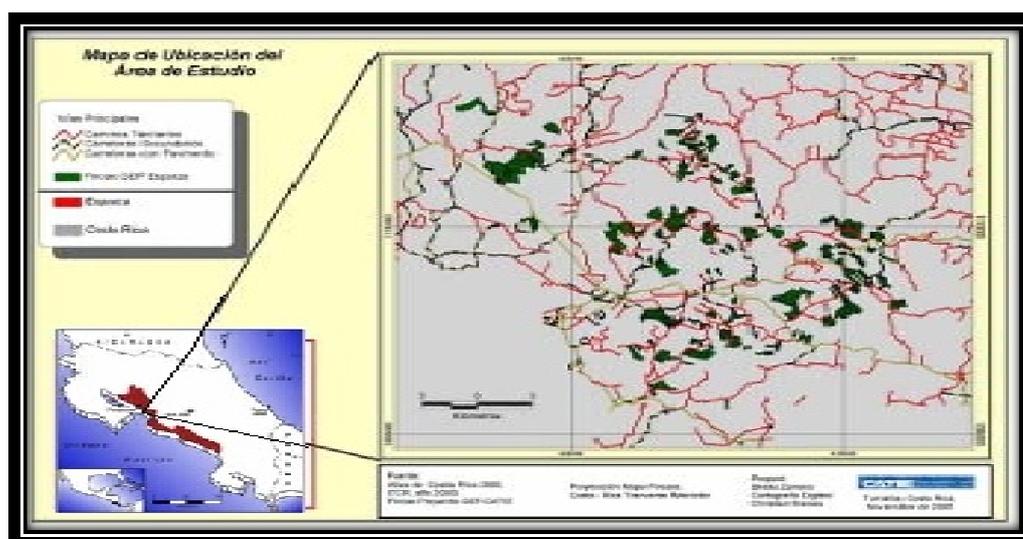


Figura 7. Mapa de Esparza Costa Rica (Sánchez 2007).

### 3.3.1.2 Actividades agropecuarias

El área de trabajo es una región que ha sido muy estudiada a nivel florístico especialmente en cuatro cuadrantes seleccionados por el proyecto GEF-Silvopastoril, con énfasis en las zonas de fragmentos de bosque y áreas de pastura naturales con árboles dispersos, utilizando bandas de 20 m x 50 m. Para los fragmentos de bosque, cuya área oscila entre dos y quince hectáreas, se registran en promedio sesenta y seis individuos y aproximadamente veinte especies por fragmento. A nivel de pasturas con árboles, en promedio se registran entre tres y cinco especies distribuidas entre dos y catorce individuos.

Poco se sabe de la historia agraria de la zona. Se supone que, mientras el latifundio extensivo de tipo guanacasteco ocupaba todas las tierras bajas, las laderas que rodean Esparza fueron frontera agrícola en el siglo pasado. Según habitantes actuales hace unos 40 años practicaban las quemadas de potreros, lo que indica un manejo extensivo tradicional similar al que se sigue practicando en Guanacaste (Cerrud 2004).

La colonización agrícola de la zona no fue solamente el resultado de la expulsión de mano de obra de la región de latifundio guanacasteco, sino también de la llegada de gente de Cartago. En sus costumbres, los esparzanos rurales de hoy son los testigos vivos de esta mezcla. Las principales actividades en el área comprenden aquellas relacionadas con el sector primario, con énfasis en la ganadería y en los cultivos tales como arroz, piñas, frutas, café, sorgo, palma aceitera, caña de azúcar y frijol (Cerrud 2004).

Villanueva et ál. (2007) encontraron que en potreros activos de fincas ganaderas en Esparza, la mayoría de los árboles pertenecen a un número reducido de especies, las cuales se mantienen gracias a atributos como su rusticidad ante el manejo de las pasturas, alta producción y fácil dispersión de semillas, obteniendo productos como madera de aserrío, postes, sombra y forraje para el ganado, principalmente en la época seca. Los mismos autores reportaron que el 35% de los árboles se encuentran aislados y el 65% se encuentran formando pequeños grupos al conectar sus copas, además la cobertura arbórea promedio por potrero fue de 16,8 +/- 1,4%, mientras que la mayoría de los potreros (45%) tuvieron una cobertura arbórea entre 10 y 20%. La densidad promedio de los árboles fue de 51,0 +/- 5,8 individuos

ha<sup>-1</sup>, variando entre 6 y 170 individuos ha<sup>-1</sup>. El 40% de los potreros presentaron densidades menores a 30 árboles ha<sup>-1</sup>.

### 3.3.2 Área de Muestreo y Establecimiento de Parcelas

Las áreas de muestreo fueron los potreros activos de las fincas ganaderas de Esparza que se encontraban en la base de datos del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”, la cual tiene registrada 124 fincas con un área promedio de 36 ha, variando entre 2,7 a 261,6 ha. aproximadamente. De estas se seleccionaron 12 fincas al azar (Anexo 2) en forma estratificada de acuerdo el tamaño de finca (pequeñas, medianas y grandes) como se muestra en el Cuadro 16, dentro de cada finca se realizó un inventario de todos los potreros activos con pasturas naturales o mejoradas que se encontraron.

*Cuadro 16. Número de Fincas, potreros y área total de potreros seleccionadas por estrato en las 12 fincas ganaderas seleccionadas de Esparza, Costa Rica.*

<b>Fincas (estrato)</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Número de Fincas (n)</b>	<b>Número de potreros</b>	<b>Área total de Potreros (ha)</b>
Pequeñas	<25	4	27	27,0
Medianas	25 - 50	4	33	54,3
Grandes	>50	4	45	88,7

Dentro de cada potrero seleccionado, se midieron todos los árboles con un dap > a 5,0 cm y se les tomo los siguientes datos: especie, diámetro del fuste a la altura del pecho (a 1,3 m) medido con una cinta diamétrica, altura del fuste y altura del árbol (medido con un clinómetro y/o mira laser), diámetro de copa mayor y menor (medido con cinta métrica y/o mira laser). Realizándose además un conteo de la regeneración natural presente en el potrero (Cuadro 17).

*Cuadro 17. Categorías de crecimiento por potrero en el muestreo de la vegetación arbórea en potrero de Esparza, Costa Rica.*

<b>Categorías</b>	<b>Categoría de crecimiento</b>
Brinzales	$0,3 \text{ m} \geq h + \text{dap} < 5\text{cm}$
Latizales	$5 \text{ cm} \leq \text{dap} < 10 \text{ cm}$
Fustales	$\text{dap} \geq 10 \text{ cm}$

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

### **3.3.3 Modelos de Análisis Financieros**

Realizar un análisis ex ante de los beneficios y costos es necesario para explorar la factibilidad de la incorporación de SSP con árboles maderables en diferentes arreglos para las fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. El análisis se realizó siguiendo la metodología propuesta por Gittinger (1982) y Navarro (2003). Los modelos consideraron la situación “con proyecto” (sistemas con aprovechamiento de árboles en potreros) versus “sin proyecto” (sistema actual de manejo) de manera que se pueda calcular el incremento del beneficio neto del sistema.

#### **3.3.3.1 Definición de los modelos**

Con el objetivo de definir los modelos a utilizar se realizaron entrevistas socioeconómicas, a los productores de 8 de las 12 fincas seleccionadas al azar, con la finalidad de obtener información sobre la percepción de los productores sobre los sistemas silvopastoriles, identificar cuales especies son la preferidas por ellos, conocer cuáles son las condiciones de manejo actual que implementan en sus fincas, conocer cuáles son las ventajas y desventajas del sistema actual existente, identificar cual es el uso más frecuente que dan a los árboles de la zona.

El modelo general utilizado para todas las fincas fue el de manejo de regeneración natural de árboles dispersos en pasturas mejoradas con producción ganadera activa en el sistema, variando en cada modelo el arreglo de la composición arbórea de acuerdo al inventario realizado en cada finca.

### 3.3.3.1.1 *Cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI)*

Con la finalidad de conocer el estado actual de las especies arbóreas en los potreros de las doce fincas seleccionadas, entre los meses de Marzo a Junio del 2009, se muestrearon todas los brinzales, latizales y fustales de todos los árboles. Con los datos colectados en cada potrero se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), propuesto por Curtis y McIntosh (1950). El IVI fue estimado de la siguiente forma:

$$\text{IVI especie } i = A\% i + D\% i + F\% i$$

Donde:

$A\% i$  = abundancia relativa especie  $i$ , calculada como  $A_i/A \times 100$

Donde:  $A_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$A$  = número total de individuos

$D\% i$  = dominancia relativa de la especie  $i$ , calculada como  $D_i/D \times 100$

Donde:  $D_i$  = suma de áreas basales de todos los individuos de la especie  $i$

$D$  = suma de áreas basales de todos los individuos

$F\% i$  = frecuencia relativa especie  $i$ , calculada como  $F_i/F \times 100$

Donde:  $F_a i$  = número de potreros donde ocurre la especie  $i$  / número total de potreros

$F$  = suma de las frecuencias absolutas ( $\Sigma F_a$ ) de todas las especies

Al valor obtenido del IVI se le sumó una variable financiera, con la finalidad de poder determinar que especies son las que tienen la mayor importancia económica y ecológica en la zona. Esta variable fue calculada en base al precio de la madera de la siguiente madera.

$$P\% i = P_i / P \times 100$$

Donde:  $P\% i$  = precio relativo de la especie  $i$

$P_i$  = precio de la especie  $i$

$P$  = suma del precio de todas las especies

### 3.3.3.1.2 *Cálculo de volumen por potrero*

Se calculó el volumen total por potrero, calculando el volumen en  $m^3$  por individuo de todos los fustales maderables muestreados utilizando la fórmula propuesta por la Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica (MIRENEM 1994).

$$\text{Log } V = (2.03986 * \text{log } \text{dap}) + (0.779 * \text{log } \text{hc}) - 4.07682$$

Donde:

V=	Antilog de Log V
Constantes=	2.03986, 0.779; -4.07682
hc=	Altura comercial (m)
dap=	Diámetro a la altura del pecho (cm)
log=	Logaritmo base 10.

El volumen total calculado por potrero se dividió entre el área del potrero para obtener el volumen en  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$ . Se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de diferencia mínima significativa por medio de la prueba LSD Fisher con un nivel de confianza de 95%, para conocer si el tamaño de fincas tenía alguna relación con el número de fustales y volumen por hectárea potrero con el tamaño de las fincas.

### ***3.3.4 Fuentes de información***

Varias fuentes fueron consultadas con la finalidad de obtener la información necesaria para realizar los análisis financieros de las 8 fincas seleccionadas. Los costos de manejo de pastos y ganado fueron obtenidos a través de las encuestas realizadas a 8 productores. Los precios de los materiales e insumos, así como de los diferentes productos ya sea carne o leche también fueron obtenidos a través de las encuestas realizadas.

Dentro de cada finca se modelaron todas las especies maderables comerciales existentes, para lo cual se agruparon en tres categorías de crecimiento (lento, mediano y rápido), de acuerdo a las condiciones fisiográficas y climáticas de la zona en estudio (Cuadro 18). Para esto se revisó información sobre el IMA en diámetro y altura para cada una de las especies en estudio agrupándolas según el crecimiento que tenían.

Cuadro 18. Agrupación de especies maderables comerciales de la localidad de Esparza, según su categoría de crecimiento.

Crecimiento		
Lento	Mediano	Rápido
<i>Ficus insipida</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Bombacopsis quinata</i>
<i>Myrospermum frutescens</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Cordia alliodora</i>
<i>Spondias purpurea</i>	<i>Albizia guachepele</i>	<i>Eucaliptus sp.</i>
<i>Andira inermis</i>	<i>Lysiloma divaricatum</i>	<i>Samanea saman</i>
<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Acacia sp.</i>	<i>Cecropia sp.</i>
<i>Dalbergia retusa</i>	<i>Simaruba glauca</i>	<i>Gliricidia sepium</i>
<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Lonchocarpus sp.</i>	<i>Cedrela odorata</i>
<i>Crescentia alata</i>	<i>Tabebuia ochracea</i>	<i>Gmelina arborea</i>
<i>Spondias mombin</i>	<i>Schizolobium parahyba</i>	<i>Dalbergia glomerata</i>
<i>Gyrocarpus americanus</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Miconia argentea</i>
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Anacardium excelsum</i>	
	<i>Thouinidium decandrum</i>	

El precio de la madera de las diferentes especies se obtuvo de la Oficina Nacional Forestal (ONF) (Barrantes y Salazar 2008, Salazar y Salas 2009), en pulgadas métricas ticas rollo (pmt-r) en pie y en patio de aserradero (Anexo 3). Los costos de manejo para la regeneración natural<sup>5</sup> incluyeron lo trasplante de plántulas a lugares despoblados del potrero (US\$ 1,0 por plántula), costos de limpieza de malezas calculado a US\$ 15 por hectárea.

### 3.3.5 Desarrollo del Modelo

El modelo fue desarrollado para las 8 fincas, en donde variaba el arreglo del componente arbóreo por finca, de acuerdo al inventario realizado en donde variaba el número de fustales por finca en las diferentes clases diamétricas.

#### 3.3.5.1 Costos e ingresos de la actividad ganadera

Los costos de establecimiento del sistema fueron calculados al año por hectárea para cada finca, en donde se desarrollaban las actividades actuales, las cuales fueron clasificadas en labores (cuidado de animales, manejo de pastos, manejo de bancos forrajeros, mantenimiento

<sup>5</sup> Se calculo el manejo de regeneracion en base a 20 plantulas por hectárea, cosiderando u transplante del 70% y una mortalidad del 30%, con la finalidad de no pasar de una cobertura ar'borea del 17%.

de cercas vivas, manejo de arboles en potreros, costos de transporte de ganado y/o lácteos y costos de compra de ganado) y insumos (ganado, cercas vivas, pasturas y bancos forrajeros), que vendrían a ser la situación sin proyecto.

Para la estimación de los costos de producción se tomaron en cuenta aquellos costos en efectivo (insumos, mano de obra temporal) y no efectivo (mano de obra familiar) para la producción de leche y de carne. Los ingresos efectivos y no efectivos (autoconsumo) fueron calculados para cada producto sobre la base de la producción y precios de venta reportados por cada uno de los productores entrevistados y fueron calculados por hectárea.

Se construyó la estructura de costos e ingresos para cada una de las fincas, con la finalidad de obtener un flujo de caja anual, en donde se tomaron en cuenta los siguientes criterios y supuestos (Anexo 5):

- i. Los precios de venta de los productos, los costos de los insumos y de la mano de obra<sup>6</sup> son conocidos y constantes durante los periodos de análisis.
- ii. Los rendimientos de producción son conocidos durante los periodos de análisis y asumen consideración de riesgos por enfermedades, inclemencias del tiempo (sequías, vientos huracanados, inundaciones, entre otros) y riesgos de inversión.
- iii. El hato ganadero se mantiene constante (los animales excedentes se venden al final del año).
- iv. El mercado es perfecto toda vez que la tasa de descuento es conocida y se mantiene durante los periodos de análisis.
- v. Los flujos de caja son expresados en dólares americanos con un tipo de cambio de 590 colones por dólar americano (29 de septiembre de 2009).
- vi. La tasa nominal para el sector agropecuario en Costa Rica fue de 11,5% a mayo de 2009 (Banco Central de Costa Rica, 2009).
- vii. La tasa de inflación fue de 9,35% a 31 de julio de 2009 (Banco Central de Costa Rica, 2009).

---

<sup>6</sup> El valor de la mano de obra familiar se estima en el 50% del valor del jornal real; toda vez que ésta no se restringe a actividades específicas y a periodos concretos, por lo que la asignación de tiempo dedicado a todas y cada una de las actividades desarrolladas en finca responden a una estimación proporcionada por el productor ganadero.

- viii. La tasa mínima aceptable calculada fue de 5,97%.
- ix. El precio de la tierra para la región se estima en un mínimo de 1918 US\$ ha<sup>-1</sup>
- x. En relación a parámetros de producción: se asume que los animales en producción de leche se encuentran en promedio en su tercer año e incrementan su producción anual hasta el sexto año, a partir del cual comienza a disminuir<sup>7</sup>, indicando el punto de sustitución del animal; una relación de producción de queso de 7,5 litros de leche por 1 kilogramo de queso<sup>8</sup>; el destete de terneros se da a los 7 meses<sup>9</sup>.

Se consideran estas premisas toda vez que no se pueden predecir con exactitud las tendencias del mercado que hacen variar los precios de los insumos y de los productos ofertados, así como tampoco se pueden predecir las variaciones en el mercado de capital (tasas de descuento).

### 3.3.5.2 Interacción de la cobertura arbórea con los componentes del sistema

Para determinar la cobertura arbórea de cada árbol se midieron las áreas que estaban bajo influencia directa de la copa de los árboles (fustales y latizales) que estaban presentes en cada potrero, en dos direcciones perpendiculares. El cálculo del área de cada copa se realizó mediante la siguiente fórmula (Esquivel 2007; Lemus 2008):

$$AC = (\pi * D1 * D2) / 4$$

Donde:

AC = área de copa

D1 = diámetro de copa 1

D2 = diámetro de copa 2

$\Pi$  = 3.1416

Las densidades en los modelos de crecimiento, para el manejo de regeneración natural, fueron modelados en base a la cobertura arbórea por hectárea. Trabajando con una cobertura de especies maderables del 17%<sup>10</sup> ha<sup>-1</sup>, conforme a lo expuesto por Esquivel (2007),

---

<sup>7</sup> Factores tomados por Oliveira (2001).

<sup>8</sup> Referencia de productores y Pomareda (2008)

<sup>9</sup> Referencia de los productores entrevistados

<sup>10</sup> Cobertura media alcanzada por los potreros de Esparza, Costa Rica.

Villanueva et ál. (2007) y los resultados de la primera fase del estudio. Dejando 10% ha<sup>-1</sup> de cobertura para el manejo de otras especies, con fines no maderables, tomando en cuenta que potreros con pasturadas mejoradas pueden tolerar hasta un 27% de cobertura sin interferir en la producción ganadera (Hollman y Estrada 1997; Costa et ál.. 1999).

El incremento diamétrico de cada especie por año se determinó a través del incremento medio anual (IMA) en diámetro y altura, por categorías de crecimiento (lento, mediano y rápido). Para cada una de las especies en base al inventario realizado, se determinaron ecuaciones de predicción de área de copa (Cuadro 19), con lo cual se pudo modelar el número de brinzales con los cuales se tenía que iniciar el manejo de regeneración natural por hectárea potrero para cada finca.

*Cuadro 19. Ecuaciones alométricas de predicción de área de copa en función del diámetro, para las condiciones encontradas en las 12 fincas registradas en Esparza.*

<b>Especies</b>	<b>Ecuación</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<i>Swietenia macrophylla</i>	$AC=(1,63+(D*0,16))^2$	0,79
<i>Cedrela odorata</i>	$AC=(1,26+(D*0,19))^2$	0,81
<i>Myrospermun frutescens</i>	$AC=(2,51+(D*0,15))^2$	0,70
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	$AC=(1,716+(D*0,2681)-(D^2*0,0006))^2$	0,90
<i>Albizia guachepele</i>	$AC=(1,081+(D*0,369)-(D^2*0,002))^2$	0,75
<i>Cordia alliodora</i>	$AC=(2,12+(D*0,16))^2$	0,53
<i>Tabebuia rosea</i>	$AC=(0,554+(D*0,301)-(D^2*0,002))^2$	0,70

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

### 3.3.5.3 Estimación de la productividad maderera

Para todas las especies registradas en cada finca, se calculó el diámetro, área basal, altura y volumen total de madera, durante los 10 años del horizonte del proyecto. Se utilizó un incremento medio anual (IMA) promedio en diámetro y altura por agrupación de especies según su categoría de crecimiento (lento, mediano y rápido), de acuerdo a las clases diamétricas o de altura en las que se encontraban (Cuadro 20).

*Cuadro 20. Incremento medio anual por clases diamétricas y altura de las especies registradas en Esparza según su categoría de crecimiento (lento, mediano y rápido).*

<b>Diámetro</b>			
Clases diamétricas (cm)	Lento	Mediano	Rápido
< 5	1,2	1,6	3
5 - 9,9	1,2	1,6	3
10 - 19,9	1,2	1,6	2
20 - 29,9	1,2	1,6	1,9
30 - 34,9	1	1,4	1,7
35 - 39,9	0,8	1,2	1,5
40 - 44,9	0,7	0,9	1,3
45 - 49,9	0,6	0,8	0,8
50 - 54,9	0,3	0,4	0,4
55 - 59,9	0,3	0,4	0,2
> 60	0,1	0,1	0,1
<b>Altura</b>			
Clases de altura (m)	Lento	Mediano	Rápido
< 5	0,8	1,1	1,6
5 - 9,9	0,8	1,1	1,6
10 - 14,9	0,8	1,1	1,6
15 - 19,9	0,8	1,1	1,6
20 - 24,9	0,7	0,9	1,4
25 - 29,9	0,6	0,8	1,2
30 - 34,9	0,55	0,7	1
35 - 39,9	0,5	0,7	0,8
40 - 44,9	0,5	0,6	0,6
45 - 49,9	0,4	0,5	0,5
>50	0,2	0,2	0,2

#### **3.3.5.4 Estructura de costos e ingresos actividad forestal**

Para todas las fincas se modeló el componente arbóreo con el cual contaban en todos los potreros activos inventariados, asimismo se asumió costos de manejo de regeneración natural en base al número total de individuos con los cuales contaba cada finca para el primer año y modelando a partir del segundo año un número inicial de 20 brinzales por hectárea. Los costos fueron divididos en labores y insumos, para el primer caso se considero los costos de labores sin proyecto sumado a los costos de operación (mapeo de la finca, identificación y marcación de arboles semilleros y de cosecha, acceso a la legalidad) y manejo de regeneración

natural (trasplante de arboles de regeneración natural y limpieza de potreros) para cada finca, en el caso de insumos fueron los mismos que para la situación sin proyecto sumado a los insumos forestales (insecticidas). Estos costos fueron calculados para un horizonte de 10 años.

Se construyó la estructura de costos e ingresos para cada una de las fincas, con la finalidad de obtener un flujo de caja anual, en donde se tomaron en cuenta los siguientes criterios y supuestos (Anexo 4 y 6):

- i. El horizonte del periodo fue calculado para todas las fincas en 10 años.
- ii. El flujo de caja anual fue calculado por separado para cada una de las fincas. Para el ingreso por venta de madera, dependiendo de la situación en la que se encontraba cada finca (área de potreros, número de individuos con dap mayor al DMC, distribución de individuos en la finca) se realizó un aprovechamiento entre 3 a 7 árboles por año, con diámetro mayor a 40 cm.
- iii. Se establecieron costos por manejo de regeneración natural los cuales incluyeron, costos de trasplante de plántulas de potreros con mayor densidad de individuos a potreros con menor densidad, trasplantando un 70% de la regeneración natural existente en cada finca, asumiéndose una mortalidad del 30%.
- iv. Se establecieron costos de operación para el marcado de arboles semilleros y árboles a cosechar (30 dólares  $\text{ha}^{-1}$ ) así como para la digitalización de mapas de la finca, y costos de acceso a la legalidad.
- v. Los flujos de caja son expresados en dólares americanos con un tipo de cambio de 590 colones por dólar americano (29 de septiembre de 2009).
- vi. La tasa nominal para el sector agropecuario en Costa Rica fue de 11,5% a mayo de 2009 (Banco Central de Costa Rica, 2009).
- vii. Las tasa de inflación fue de 9,35% a 31 de julio de 2009 (Banco Central de costa Rica, 2009).
- viii. La tasa mínima aceptable<sup>11</sup> calculada fue de 5,97%.
- ix. El precio de la tierra para la región se estima en un mínimo de 1918 USD/ha.

---

<sup>11</sup> Resulta de calcular la tasa de descuento real ( $i \text{ real} = (1+i \text{ nominal}) / (1+\text{inflación}) - 1$ ); donde  $i$  = tasa de interés (Klemperer, 1996)) y adicionarle los premium por riesgo a la inversión, riesgo biológico (muerte animales) y riesgo cambio climático.

- x. Para el caso de manejo de cobertura arbórea se asumió el supuesto de que en los primeros años debido a que había aprovechamiento cada año no era necesario un manejo con raleos, sin embargo en años futuros para controlar que el porcentaje de cobertura no pase un 17% se tendrán que aplicar raleos y además se podrá aprovechar un mayor número de individuos.

#### **3.3.5.4.1 *Determinación de los árboles de cosecha***

Los árboles a cosechar serán marcados por medio de laminillas de aluminio, registrando el número del árbol y código del potrero respectivo, para ser ubicados en un mapa. Los criterios elegidos para la selección de especies y número de individuos a aprovechar se basaron en la conjugación de varios criterios:

- Tamaño de la finca.
- Número de individuos de la categoría de fustales por finca.
- Listado de especies comerciales a aprovechar.
- Regeneración natural inventariada en cada finca.
- Número de latizales presentes por especie.
- Número de individuos con dap mayor al Diámetro mínimo de corta MC.
- Estado fitosanitario.
- Características cualitativas (árboles bifurcados, torcedura basal, sinuosidad)

#### **3.3.5.4.2 *Determinación de los árboles de futuras cosechas***

Los árboles de futura cosecha son todos aquellos individuos de interés comercial, que estén sanos y vigorosos, pero que su DAP es menor al DMC. Las condiciones cualitativas de estos árboles no serán un factor determinante para los fines y objetivos de la selección de árboles a aprovechar durante los primeros años, más sin embargo, es de importancia significativa el número de individuos remanentes que permanezca en los potreros de las fincas, así como su distribución y abundancia en cada uno de los potreros, de tal manera que se evite tener potreros con una cobertura menor del 10% y mayor al 17% de árboles maderables. Además será importante mantener un mínimo de 20 plántulas de regeneración natural por hectárea cada año, con la finalidad de mantener la cobertura arbórea en forma sostenible, realizando las actividades de manejo propuestas en el Anexo 7, que deben de ser realizadas

todos los años en los que exista aprovechamiento, con la finalidad de poder mantener una cobertura promedio de 17% de árboles maderables por hectárea, dentro de cada potrero. Se espera que el primer aprovechamiento se realice dependiendo de la especie a partir de los primeros 30 años, a partir de ese año se espera contar con árboles maderables para aprovechar en forma sostenible año a año.

#### **3.3.5.4.3 Identificación de árboles semilleros**

Se seleccionaron árboles semilleros para cada finca, según su ubicación en los diferentes potreros, los cuales serán marcados con el número del árbol y código respecto al potrero de la finca, asimismo los árboles aparecerán identificados en un mapa ya que dicho mapa será de vital importancia para su ubicación y seguimiento. Los criterios de selección de árboles semilleros son:

- Listado de las especies arbóreas de interés comercial.
- DAP mayor o igual al DMC.
- Estado fitosanitario.
- Calidad de fuste y copa.
- Distribución y abundancia.
- Individuos emergentes y dominantes.
- Características de importancia ecológica para la fauna.
- 10 % del número total de árboles a cosechar serán dejados como semilleros.

#### **3.3.5.5 Análisis de sensibilidad**

Está definido como la magnitud de cambio en los indicadores de evaluación en relación con un cambio introducido a las condiciones del proyecto original (Aguirre 1985). Brown (1981) lo considera como un instrumento importante en el análisis de proyectos cuando hay que tratar la incertidumbre y señalar la atención a variables críticas que pudieran afectar el desempeño financiero de un proyecto. Gittinger (1982) afirma que es una técnica importante de uso generalizado en el sector financiero, conocido como el análisis de “que pasa sí....”. La tasa de descuento, el precio de la madera en pie y el pago por incentivos son las variables que fueron utilizadas para realizar dicho análisis, con el propósito de determinar cuánto se afecta la TIR, VAN o B/C ante estos cambios.

### **3.3.6 Indicadores Financieros**

Para cada una de las fincas analizadas se estimaron los siguientes indicadores: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (B/C) y el Valor Estimado de la Tierra (VET):

#### **3.3.6.1 Valor presente neto (VPN)**

El VPN de un proyecto está definido como la diferencia entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos (Boardman et ál.. 2001; Gomez y Quiroz 2001). Viene a ser el valor actual de la corriente de flujo de fondos (Gittinger 1982). Algebraicamente se expresa de la siguiente manera:

$$VPN = \sum (B_n - C_n) / (1+i)^n$$

Donde:

B<sub>n</sub>: Beneficios en el tiempo n (Dólares)

C<sub>n</sub>: Costos en el tiempo n (Dólares)

i : Tasa de descuento (%)

n : Tiempo (años)

La tasa de descuento que se utiliza es usualmente la tasa que representa el costo de oportunidad del capital. La regla de decisión es la de aceptar los proyectos para los cuales el VPN es positivo. Al ser una medida absoluta, no permite seleccionar los proyectos por orden de potencial financiero. Aunque en el caso de alternativas mutuamente excluyentes permite elegir aquella alternativa que arroje el mayor VPN (Gittinger 1982). El VPN no considera la escala de la inversión, por lo que un proyecto a largo plazo puede ser más rentable que un proyecto a corto plazo, tampoco considera el costo de oportunidad de la tierra (Filius 1992, Navarro 2003). Entre sus ventajas el VPN permite comparar alternativas de inversión en diferentes periodos de tiempo y permite ser examinado a varias tasas de descuento (Dangerfield Junior y Harwell 1990).

#### **3.3.6.2 Tasa interna de retorno (TIR)**

Otra forma de utilizar el flujo de caja actualizado para medir el valor de un proyecto es determinar la tasa de descuento que haga que el valor neto del flujo de caja sea igual a cero, a esta tasa de descuento se le denomina TIR y es el máximo interés que el proyecto puede pagar

por los recursos utilizados mientras que los costos de inversión y operación están cubiertos (Gittinger 1982). La TIR, es una tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero, es decir:

$$\Sigma(Bn - Cn)/(1+i)^n=0$$

Donde:

Bn: Beneficios de cada año (dólares)

Cn: Salidas de cada año (dólares)

i : Tasa de descuento (%)

n : Tiempo (años)

La regla de decisión es la de aceptar todos aquellos proyectos independientes que arrojen una TIR mayor que el costo de oportunidad del capital (Filius 1992). No se puede usar directamente para alternativas mutuamente excluyentes (Gittinger 1982). La TIR no se puede manipular cambiando la tasa de descuento dentro del flujo de caja del proyecto. No se recomienda su uso en proyectos agroforestales porque proporciona resultados erróneos cuando hay diferencias en el flujo de caja descontado y no se puede usar del todo si existe un flujo de caja negativo al principio del flujo de caja del proyecto (Scherr *et ál.* 1992).

### 3.3.6.3 Relación beneficio-costos (B/C)

La relación beneficio-costos se obtiene cuando el valor presente de los beneficios es dividido por el valor presente de los costos. Este valor depende de la tasa de descuento que se utilice (Gittinger 1982; Guerra 1992). De esta manera la relación B/C se calcula:

$$B/C = \frac{\Sigma Bn / (1+i)^n}{\Sigma Cn / (1+i)^n}$$

Donde:

Bn: Beneficios (dólares)

Cn: Salidas (dólares)

i : Tasa de descuento (%)

n : Tiempo (años)

La regla de decisión es la de aceptar todos los proyectos independientes con una relación beneficio-costos de  $\geq 1$ . En el caso de proyectos que se excluyen mutuamente, la relación beneficio-costos puede conducir a una decisión errónea de inversión (Gittinger 1982). El B/C proporciona una idea muy clara de cuanto será la utilidad del dinero e indica cuanto podría incrementarse los costos para ser que el proyecto no sea atractivo. Una debilidad de la relación B/C es que no indica que rubros considera entre los beneficios y los costos (Filius 1992).

### 3.4 RESULTADOS Y DUSCUSIÓN

#### 3.4.1 *Índice de Valor de Importancia y Volúmenes de Madera.*

Considerando que el índice de valor de importancia conjuga en un único parámetro la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies, y con la finalidad de verificar los resultados obtenidos en el primer artículo, se pudieron identificar las 14 especies de árboles maderables de mayor importancia ecológica en los potreros activos de Esparza, Costa Rica (Cuadro 21), coincidiendo con los resultados obtenidos en el artículo I del presente estudio. El valor medio del índice de valor de importancia fue de  $9,0 \pm 2,3$  (Min. = 0,1; Máx. =54,6). Solo 10 especies de árboles presentaron valores de IVI por encima de la media, mientras que 32 especies presentaron valores inferiores.

El valor medio del IVI sumando el indicador financiero ( $P_i$  %) fue de  $12,12 + 2,44$  (mín= 1,50; máx= 57,7), estando solo 10 especies de árboles por encima de este valor. Se puede apreciar en el Cuadro 21 que la especie con mayor valor comercial es el *Enterolobium cyclocarpum*, siendo la especie con mayor IVI la *Tabebuia rosea*. Si bien esta última especie obtuvo un precio relativo medio, debido a su importancia ecológica se situó como la especie de mayor importancia ecológica y económica de la zona, que conjuntamente con la *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela odorata*, *Myrospermum frutescens*, *Bombacopsis quinata* y *Albizia guachepele* alcanzaron un valor de 271.4, representando el 67% del total de 42 especies maderables registradas en los potreros inventariados de Esparza, Costa Rica, pudiendo considerarse como especies banderas.

Cuadro 21. Las especies de árboles maderables (fustales) con mayor IVI y precio relativo (%).

Especie	IVI	precio relativo %	IVI+ Pí%
<i>Tabebuia rosea</i>	54,6	3,0	57,7
<i>Cordia alliodora</i>	37,9	4,3	42,2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	37,5	3,1	40,6
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	22,4	8,4	30,8
<i>Cedrela odorata</i>	22,1	3,7	25,8
<i>Myrospermum frutescens</i>	22,8	2,8	25,7
<i>Bombacopsis quinata</i>	19,0	6,5	25,5
<i>Albizia guachepele</i>	19,8	3,3	23,1
<i>Samanea saman</i>	9,7	3,6	13,3
<i>Gliricidia sepium</i>	11,7	1,4	13,1
<i>Andira Inermes</i>	7,1	4,8	12,0
<i>Schizolobium parahyba</i>	3,8	3,4	7,2
<i>Gyrocarpus americanus</i>	4,0	3,2	7,2
<i>Tabebuia ochracea</i>	3,0	3,8	6,7

Se calculó un volumen total promedio de  $14,3 \pm 1,17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . La cobertura arbórea promedio por hectárea fue de  $10,05 \pm 0,8\%$ . El número de fustales maderables que se encontró en promedio fue de  $15 \pm 1 \text{ árbol ha}^{-1}$  (mín=0; máx=92), latizales con  $3 \pm 1 \text{ árbol ha}^{-1}$  (mín=0; máx=23) y brinzales con  $10 \pm 1 \text{ plántula ha}^{-1}$  (mín=0; máx=58) (Cuadro 22). Todas estas variables solo fueron calculadas para las especies maderables comerciales que se registraron en la zona.

Cuadro 22. Valores promedios por hectárea calculados para los árboles maderables presentes en potreros activos de Esparza, Costa Rica.

Variable	No. potreros	Media	E.E.	Mín	Máx
Volumen ( $\text{m}^3$ )	105	14,3	1,17	0	54,46
% Cobertura	98	10,05	0,8	0	38,13
No. Brinzales	105	10,28	1,22	0	58
No. Latizales	105	3,18	0,47	0	23
No. Fustales	105	14,82	1,33	0	92

De la misma manera en el Cuadro 23, se muestran los valores promedios para cada una de las fincas inventariadas. El porcentaje de cobertura para las 12 fincas por  $\text{ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$ ,

vano entre un 17,2 a 3,7%. La variación del número de fustales fue muy amplia, entre 31,33 a 4,78 árboles ha<sup>-1</sup>, de la misma manera se puede observar que los brinzales tuvieron una variación entre 2,33 a 17,71 plántulas ha<sup>-1</sup>.

*Cuadro 23. Código de productor (ID), número de potreros total y variables calculados para las 12 fincas inventariadas en Esparza, Costa Rica.*

ID	Tamaño Finca	No. potreros	Área total de Potrero	Vol. m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Brinzales ha <sup>-1</sup>	Latizales ha <sup>-1</sup>	Fustales ha <sup>-1</sup>	% cobertura ha <sup>-1</sup>
203	G	9	32,38	10,87	14,44	0,56	4,78	3,7
209	M	6	12,69	27,75	5,67	0,33	16,33	7,1
229	M	7	12,02	9,98	17,71	4,43	20,71	10,6
232	P	5	4,01	9,87	7,2	2,6	11	8,9
241	P	9	8,15	20,98	11,44	3,22	18,67	13,7
253	M	6	15,56	17,52	2,33	0,33	14,67	12,0
262	G	16	25,5	9,49	17,19	7,5	11,75	5,8
266	P	3	2,73	29,78	5,67	7,33	31,33	17,2
272	G	12	13,29	18,32	5,42	3,08	24	9,1
278	M	14	14,01	16,61	15,5	4,07	16,57	6,8
285	G	8	17,48	7,4	2,38	0,63	6,25	6,5
315	P	10	12,14	7,12	4,5	1,1	10,7	8,5

Las fincas que presentaron una mayor cantidad de brinzales por hectárea fueron la 229, 262 y la 203, sin embargo las que mostraron un mayor número de fustales por hectárea fueron la 266, 241 y 253. Los latizales variaron entre las fincas de 0,33 a 7,5 latizales ha<sup>-1</sup>, lo cual nos indica que existe un número muy reducido de latizales, que se debe al manejo actual que se vienen desarrollando en las fincas.

#### **3.4.1.1 Análisis de varianza**

Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Cuadro 24, donde podemos observar que no existieron diferencias significativas para el volumen m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> potrero<sup>-1</sup> y número de fustales ha<sup>-1</sup> potrero<sup>-1</sup>, coincidiendo con los resultados presentados en el capítulo I, con lo cual podemos afirmar que el número de fustales encontrados por hectárea potrero en cada finca es indiferente al tamaño de la misma.

*Cuadro 24. Análisis de variancia para el volumen y número fustales por ha<sup>-1</sup>potrero<sup>-1</sup>, en función al Tamaño de la Finca.*

	<b>Pequeña</b>	<b>Mediana</b>	<b>Grande</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Volumen m <sup>3</sup>	16,94 + 5,22	17,97 + 3,67	11,52 + 2,38	0,78	0,4891
No. Fustales	17,93 + 4,83	17,07 + 1,28	11,7 + 4,37	0,78	0,4887

### 3.4.2 Desarrollo del Modelo

#### 3.4.2.1 Establecimiento de costos e ingresos del sistema ganadero

En el Cuadro 25 se pueden observar los costos para la producción ganadera de las 8 fincas analizadas, aquí podemos observar que la finca 229 y 262 eran aquellas que utilizaban mayor cantidad de insumos por hectárea debido a que ambas fincas eran de doble propósito, es decir tenían producción de ganado de carne y leche. Observando la finca 278, podemos ver que era la que tenía mayores costos en labores por ha, debido a que el propietario de esta finca cada dos años realizaba mantenimiento a las cercas vivas.

*Cuadro 25. Costos (US\$) por hectárea para la producción ganadera de ocho fincas de Esparza, en la situación sin proyecto.*

<b>Finca</b>	<b>Concepto</b>	<b>Año</b>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
209	Labores	40,1	40,7	40,7	40,7	45,0	45,0	40,7	40,7	40,7	49,2
	Insumos	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4
229	Labores	40,0	40,8	40,8	40,8	45,1	45,1	40,8	40,8	40,8	49,3
	Insumos	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8
241	Labores	71,5	71,1	71,1	71,1	75,4	75,4	71,1	71,1	71,1	79,6
	Insumos	133,9	132,9	133,9	132,9	133,9	132,9	133,9	132,9	133,9	132,9
253	Labores	34,8	32,1	32,1	34,8	36,4	36,4	34,8	32,1	32,1	43,3
	Insumos	99,6	77,5	77,5	99,6	77,5	73,8	99,6	73,8	73,8	99,6
262	Labores	59,5	42,0	42,3	60,6	46,4	46,3	60,3	41,8	41,7	68,4
	Insumos	218,5	217,9	217,9	218,5	217,9	217,9	218,5	217,9	217,9	218,5
278	Labores	101,7	45,9	101,7	45,9	106,0	50,1	101,7	45,9	101,7	54,4
	Insumos	4,6	4,0	4,6	4,0	4,6	4,0	4,6	4,0	4,6	4,0
285	Labores	90,5	88,6	88,6	90,5	92,8	92,8	90,5	88,6	88,6	98,9
	Insumos	17,7	15,2	15,2	17,7	15,2	15,2	17,7	15,2	15,2	17,7
315	Labores	46,9	45,4	45,4	46,9	49,6	49,6	46,9	45,4	45,4	55,4
	Insumos	170,6	128,3	128,3	170,6	128,3	128,3	170,6	128,3	128,3	170,6

En el Cuadro 26 se muestran los ingresos por hectárea para la actividad ganadera en la situación sin proyecto para las fincas inventariadas en Esparza. Estuvieron divididos por ingreso de venta de leche y derivados y/o venta de ganado dependiendo de cada finca. Se puede observar que solo las fincas 229 y 262 eran de doble propósito, es decir tenían producción de leche y carne, siendo la primera clasificada como finca mediana y la segunda como grande, se obtuvieron 5 fincas de producción de ganado para carne y una sola, la 285 (finca grande), como finca productora de ganado para leche.

*Cuadro 26. Ingresos neto (US\$) por hectárea para la producción ganadera de ocho fincas de Esparza, en la situación sin proyecto.*

Finca	Concepto	Año									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
209	Leche y d.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ganado	119,2	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4
229	Leche y d.	229,6	262,0	270,1	270,1	266,1	262,2	258,3	254,5	250,8	247,1
	Ganado	80,6	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
241	Leche y d.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ganado	162,1	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7
253	Leche y d.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ganado	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8
262	Leche y d.	152,3	173,8	179,1	179,1	176,5	173,9	171,3	168,8	166,3	163,9
	Ganado	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7
278	Leche y d.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ganado	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6
285	Leche y d.	121,6	138,7	143,0	143,0	140,9	138,8	136,8	134,7	132,8	130,8
	Ganado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
315	Leche y d.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ganado	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9

### 3.4.2.2 Establecimiento de costos e ingresos por componente arbóreo

Los costos e ingresos calculados para el componente arbóreo fueron sumados a los costos e ingresos de la actividad ganadera actual con la finalidad de obtener los beneficios en la situación con proyecto.

### 3.4.2.2.1 Costos de operación y mantenimiento

En el Cuadro 27 se pueden observar los costos de operación y mantenimiento para la condición con proyecto (incluyendo el componente maderable). Dentro de los costos de labores por hectárea para cada finca se incluyeron las operaciones de manejo de regeneración natural, así como los costos de operación para marcación de árboles semilleros y mapeo de la finca .

*Cuadro 27. Costos (US\$) por hectárea, para la producción maderable de ocho fincas de Esparza, en la situación con proyecto.*

Finca	Concepto	Año									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
209	Labores	95,2	73,7	74,6	72,8	78,2	77,3	73,5	73,6	73,0	82,4
	Insumos	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4
229	Labores	101,3	71,6	72,3	71,5	76,1	76,7	73,7	73,1	74,6	82,3
	Insumos	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8	272,8
241	Labores	131,8	105,6	103,1	101,5	106,3	106,0	102,8	102,4	103,6	113,7
	Insumos	133,9	132,9	133,9	132,9	133,9	132,9	133,9	132,9	133,9	132,9
253	Labores	85,3	65,7	64,9	66,1	68,0	68,1	66,5	64,7	63,8	75,0
	Insumos	99,6	77,5	77,5	99,6	77,5	73,8	99,6	73,8	73,8	99,6
262	Labores	116,8	73,0	73,9	92,3	77,6	77,3	92,8	73,6	73,0	100,0
	Insumos	218,5	217,9	217,9	218,5	217,9	217,9	218,5	217,9	217,9	218,5
278	Labores	160,4	79,1	134,6	78,3	140,0	82,9	134,5	79,5	135,1	86,8
	Insumos	4,6	4,0	4,6	4,0	4,6	4,0	4,6	4,0	4,6	4,0
285	Labores	142,4	119,3	119,1	121,0	123,7	123,7	121,0	120,0	119,2	129,6
	Insumos	17,7	15,2	15,2	17,7	15,2	15,2	17,7	15,2	15,2	17,7
315	Labores	96,7	75,9	76,5	78,2	81,9	82,0	79,5	78,8	76,8	88,5
	Insumos	170,6	128,3	128,3	170,6	128,3	128,3	170,6	128,3	128,3	170,6

### 3.4.2.2.2 Producción e ingresos del componente arbóreo.

La producción maderera se calculó por individuo para cada finca, obteniendo volumen total en m<sup>3</sup> por individuo, volumen comercial en m<sup>3</sup> considerando un castigo del 70% para la conversión de volumen total a comercial, volumen comercial en pulgada métrica tica en rollo (pmt-rollo) calculado como  $1 \text{ m}^3\text{-rollo}=325^{12} \text{ pmt-rollo}$ . La selección de árboles a aprovechar cada año por finca, se realizó considerando un diámetro mínimo de corta (DMC) entre 40 a 50

<sup>12</sup> Si bien 1 m<sup>3</sup>-rollo posee 362 pmt-rollo, la conversión se realizó con 325 pmt debido a que es el valor que utilizan los madereros al calcular el volumen a pagar.

cm, dependiendo de la especie. El volumen comercial calculado en pmt-rollo fue multiplicado por el precio de la madera en dólares, dependiendo de la especie, sumando el valor total para obtener el ingreso por año para cada finca durante 10 años (Cuadro 28).

*Cuadro 28. Ingresos (US\$) por hectárea para la producción maderera de ocho fincas de Esparza, en la situación con proyecto.*

Finca	Concepto	Año									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
209	Leche y ganado	119,2	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4	128,4
	Madera	57,6	47,6	74,7	51,3	51,9	30,1	59,0	35,2	35,1	52,2
229	Leche y ganado	310,3	361,0	369,0	369,0	365,0	361,1	357,3	353,5	349,7	346,1
	Madera	44,2	19,3	26,6	17,8	21,9	26,4	40,4	34,2	46,8	41,8
241	Leche y ganado	162,1	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7	225,7
	Madera	40,9	84,8	27,7	16,6	22,9	17,0	29,0	23,7	43,7	59,6
253	Leche y derivados	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8
	Ganado	20,3	93,3	33,1	18,5	36,9	23,6	52,7	74,8	40,6	37,3
262	Leche y ganado	274,0	295,5	300,8	300,8	298,2	295,6	293,0	290,5	288,0	285,6
	Madera	24,3	29,7	45,0	49,1	25,8	35,9	42,1	51,8	38,7	42,1
278	Leche y ganado	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6
	Madera	73,6	55,2	40,2	32,8	62,0	49,4	72,7	54,1	62,0	41,3
285	Leche y ganado	121,6	138,7	143,0	143,0	140,9	138,8	136,8	134,7	132,8	130,8
	Madera	55,7	26,8	18,1	18,0	22,1	26,8	18,4	31,2	27,7	25,4
315	Leche y ganado	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9	213,9
	Madera	23,1	22,8	19,1	30,7	28,1	35,5	35,6	45,8	19,4	41,9

El ingreso del componente arbóreo varió cada año para cada finca, teniendo valores que van desde los 16,6 a 93,3 dólares ha<sup>-1</sup>, esto se debió debido a que el aprovechamiento en cada finca variaba dependiendo del número de individuos que poseían, con dap mayor al DMC, y al valor comercial de la especie. Las fincas que obtuvieron los menores ingresos por el componente maderable fueron la 229, 285 y 315, con 32, 27 y 30 dólares ha<sup>-1</sup> (promedio para los 10 años), el resto de fincas obtuvieron un ingreso promedio al año superior a 37 dólares ha<sup>-1</sup>.

### 3.4.3 Análisis Financiero

#### 3.4.3.1 Resultados de VAN, TIR, B/C, VET

Los resultados de la modelación para las 8 fincas se presentan en el Cuadro 29, en el cual se puede observar el VAN incremental de la situación sin y con proyecto.

Cuadro 29. VAN Incremental para ocho fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.

ID	Tamaño Finca	Tipo de producción	Incremento VAN	% de Incremento
209	M	Carne	3.081,6	424,1
229	M	doble propósito	(390,5)	(11,4)
241	P	Carne	227,2	32,7
253	M	Carne	795,5	47,5
262	G	doble propósito	169,5	3,9
278	M	Carne	1.866,7	94,3
285	G	Leche	(767,6)	(20,5)
315	P	Carne	(454,5)	(24,0)

Aquí podemos observar que el VAN fue superior en la situación con proyecto para 5 de las 8 fincas analizadas, en donde las fincas 229, 285 y 315 obtuvieron un VAN menor en la situación con proyecto que sin proyecto. En primer lugar a que tomar en cuenta que estas tres fincas estuvieron clasificadas como mediana, grande y pequeña respectivamente, por lo que el tamaño de la finca no tuvo influencia ninguna relación con el VAN obtenido. Lo que si podemos afirmar es que las fincas 285 y 315 solo contaban con 6,25 y 10,7 fustales ha<sup>-1</sup> respectivamente, por lo que en ambas fincas no fue posible aprovechar un número mayor a 3 árboles por año, en comparación al resto de fincas que tenían un número superior a 15 árboles ha<sup>-1</sup>.

Las fincas que obtuvieron el mayor VAN diferencial fueron las 209 y 278, ambas fincas productoras de ganado para engorde, las cuales obtuvieron 21 y 17 fustales por hectárea en promedio respectivamente. Analizando internamente dentro de estas fincas, ellas contaban con una gran cantidad de fustales de especies de mediano y alto valor comercial a diferencia de otras fincas como la 229 que contaban con especies de bajo valor comercial, con lo cual se puede justificar que el alto VAN diferencial que obtuvieron esas dos fincas, aparte de contar con suficiente número de fustales, estos eran de valor comercial alto y medio. Adicionalmente se puede decir que los dueños de estas dos fincas estaban muy conscientes del beneficio de

mantener arboles dentro de sus fincas como sombra, fruta, paisaje, etc., gracias a la influencia que tuvo el proyecto GEF silvopastoril durante 5 años en la zona con el PSA.

Por otro lado aunque la finca 229 contaba con 20 fustales ha<sup>-1</sup> en promedio por potrero, esta finca tenía una peculiaridad, que solo el 20% de los árboles registrados poseían un dap mayor a 30 cm. por lo que no tenía árboles para aprovechar durante los primeros años de evaluación dando un VAN menor en la situación con proyecto, ya que los costos de operación y mantenimiento de la actividad forestal no eran cubiertos con los ingresos obtenidos por la venta de madera.

### 3.4.3.2 Análisis de sensibilidad

Una vez efectuados los análisis financieros se llevó a cabo un análisis de los factores que afectan la rentabilidad de los sistemas evaluados, para ello se desarrolló un análisis *ceteris paribus* para evaluar tres factores: la tasa mínima aceptable (TMA), el precio de la madera y un pago por incentivos. En el Cuadro 30 se detallan los valores base del análisis económico y las variaciones de los factores sensibilizados: La tasa de descuento, el precio de la madera en pie y pago por incentivos.

*Cuadro 30. Variaciones en el precio del capital, precio de la madera e incentivos para el manejo de regeneración natural.*

<b>Variable</b>	<b>Base</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Análisis 3</b>	<b>Análisis 4</b>
Tasa mínima aceptable	5,97%	5,97%	12%	12%	12%
Precio de la madera	En pie	En pie	En pie	En pie	En patio
Incentivos	Ninguno	Si	Si	Ninguno	Ninguno

En el Cuadro 31 se pueden observar los incrementos del VAN para los cuatro análisis de sensibilidad realizados, aquí podemos observar que para el análisis 1, utilizando un sistema de incentivos calculado en \$ 15,51 ha<sup>-1</sup> al año durante de 10 años<sup>13</sup>, la actividad es rentable para todas las fincas incluyendo aquellas donde la densidad de fustales por hectárea fue menor a 10 árboles.

<sup>13</sup> Este monto fue calculado en base al incentivo que paga FONAFIFO por reforestación con plantaciones forestales, calculandolo como la quinta parte del monto total que paga esta institución.

Cuadro 31. Incrementos del VAN para cada finca según los cuatro análisis de sensibilidad realizados.

Finca	209	229	241	253	262	278	285	315
Con incentivo	4.532,7	984,0	1.159,1	2.574,7	3.085,4	3.468,7	1.231,2	933,7
Con incentivo y Tasa 12%	3.521,2	664,9	865,9	1.926,8	2.180,2	2.620,7	957,6	629,5
Tasa 12%	2.408,8	(388,7)	151,5	562,8	(55,1)	1.392,6	(574,6)	(434,6)
Tasa 12% - En patio	5.341,9	525,1	980,1	2.336,9	2.312,7	3.342,9	975,1	587,8

Para el análisis 3 podemos observar que trabajando con una tasa de interés del 12%, la actividad deja de ser rentable para la finca 262, debido a que la densidad de fustales por hectárea para esta finca fue de 11,75. Utilizando una tasa de interés del 12% esta densidad es muy baja para que la actividad genere beneficios en los primeros 10 años. En el análisis 2 y 4 la actividad fue rentable para todas las fincas (Figura 8). Aquí podemos rescatar que utilizando una tasa de interés del 12% más un pago por incentivos o vendiendo la madera en patio de aserradero, la actividad se vuelve rentable pudiendo iniciar esta actividad con un promedio de 6 fustales ha<sup>-1</sup>, de los cuales como mínimo se debe de tener un 20% de estos árboles con un dap mayor a 30 cm.

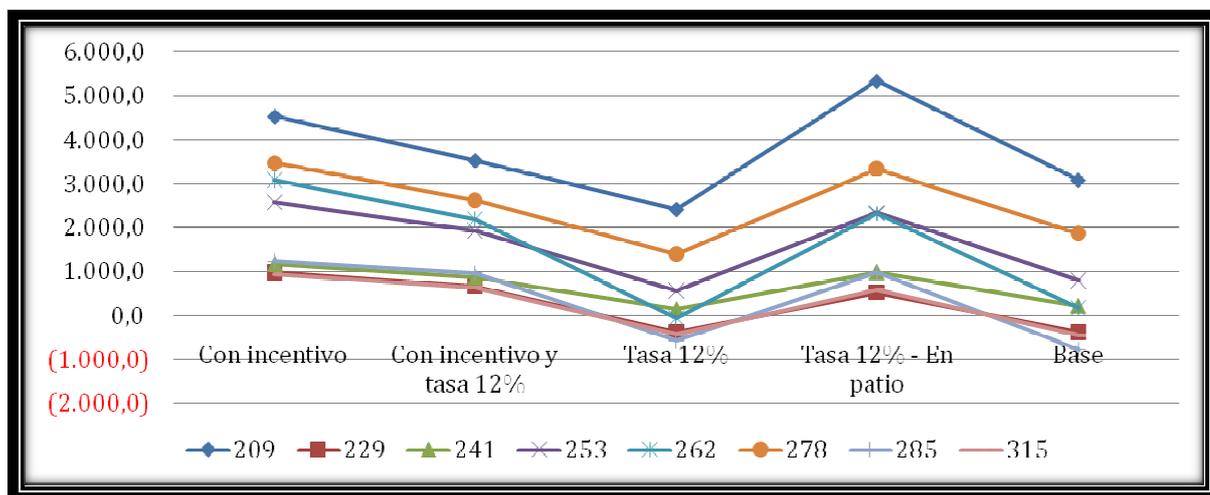


Figura 8. VAN Incremental para los 4 análisis de sensibilidad realizados y la base utilizada en el estudio para 8 fincas de Esparza

### 3.5 CONCLUSIONES

- La especies que obtuvieron la mayor importancia ecológica y económica en la zona de esparza fueron la *Tabebuia rosea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela odorata*, *Myrospermum frutescens*, *Bombacopsis quinata* y *Albizia guachepele*, las cuales representan el 24% del total de 42 especies maderables registradas en los potreros inventariados de Esparza, Costa Rica, pudiendo considerarse como especies banderas.
- El tamaño de las fincas de Esparza (pequeñas, medianas y grandes) no tuvo influencia en el volumen ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) y en el número de fustales, latizales y brinzales por hectárea registrados en las fincas evaluadas. Asimismo el tamaño de finca tampoco tuvo una influencia en el porcentaje de cobertura hallado para cada finca por hectárea.
- El aprovechamiento de árboles maderables comerciales en potreros de Esparza, Costa Rica es una actividad rentable. Para aquellas fincas que cuenten con una densidad mayor o igual a 15 fustales  $\text{ha}^{-1}$  la actividad es rentable desde los primeros años, sin embargo para aquellas fincas que cuentan con una densidad menor a la anterior la actividad sería rentable a partir del año 20 aproximadamente. Si se utilizara un sistema de pagos por incentivos para el manejo de regeneración natural o si se vendiera la madera en patio de aserradero, la actividad se vuelve rentable desde el inicio, pudiendo tener densidades de hasta 6 fustales por  $\text{ha}^{-1}$  en un inicio, con la salvedad de que un 20% de estos deben tener un dap mayor a 30 cm.
- Sin importar el tamaño de la finca, el manejo de regeneración natural de árboles en potreros así como el aprovechamiento de los mimos es una actividad rentable para el productor generando ingresos adicionales al del ganado ya sea para carne, leche o doble propósito. Siempre y cuando se maneje un mínimo de 20 plántulas por hectárea al año de las especies maderables comerciales de mayor importancia para la zona (*Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Albizia guachepele*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*, *Swietenia macrophylla*, *Samanea Saman*, *Myrospermum frutescens*).

- Los potreros de Esparza, Costa Rica reportan un alto potencial para el manejo de regeneración natural, especialmente de aquellas especies que son dispersadas por viento o animales. Asimismo para el manejo de la misma se consideró una cobertura del 17% dejando un 10% de cobertura para el manejo de especies frutales, de servicio, ornamental y arboles semilleros que son preferidas por los productores.
- En promedio se aprovecho entre 3 a 7 árboles `por ha al año, durante los 10 años de horizonte del proyecto, para cada finca dependiendo de la densidad de fustales con dap mayor al DMC que poseían cada una y al tamaño de la misma.
- Manejando 20 plántulas por hectárea al año de regeneración natural, considerando un trasplante del 70% de estas a áreas de la finca despobladas y una mortalidad de 30% se espera obtener en 30 años un árbol por hectárea al año con un dap mayor al DMC, pudiendo aprovechar de esta manera entre 5 a más 20 árboles por finca al año, dependiendo del tamaño de la misma.

### 3.6 BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Bandolin, TH and RF Fisher. 1991. Agroforestry systems in North America. *Agroforestry Systems*. 16:95-118.
- Barrantes, A; Salazar, G. 2008. Precios de la madera en Costa Rica 2008. Oficina Nacional Forestal, Costa Rica. 5 p.
- Beer, J; Bonnemann, A; Chavez, W; Fassbender, HW; Imbach, AC. 1990. Modelling Agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poró (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica: V. Productivity indices, organic material models and sustainability over ten years. *Agroforestry Systems*. 12:229-249.
- Boardman, AE; Greenberg, DH; Vining, AR; Weimer DL. 2001. Cost-Benefit analysis: concepts and practice. Prince Hall (eds.). second edition. Upper Saddle River, New Jersey, USA. 526 p.
- Brown, M. 1981. Presupuesto de fincas: del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos agrícolas. Banco Mundial. Madrid, España. 140 p.
- Bustamante, J; Ibrahim, M; Beer, J. 1998. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poro (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba. *Agroforestería en las Américas*. 5(19):11-16.
- Calish, S; Fight, R.D; Teegarden, D.E. 1978. How do non-timber values affect Douglas-fir rotations? *Journal of Forestry*, 75(4):267-277.
- Carvalho, MM. 1997. Asociaciones de pasturas con árboles en la región centro sur del Brasil. *Agroforestería en las Américas*. 4(15):5-8.

- Dangerfield Junior, CW; Harwell, RL. 1990. An analysis of silvopastoral system for the marginal land in the Southeast United States. *Agroforestry Systems*. 10: 187-197.
- FEDEGAN (Federación Nacional de Ganaderos).2002. Programa de erradicación de la fiebre aftosa. Bucaramanga, Colombia. 10 p.
- Filius, AM.1992. Investment analysis in forest management: principles & applications. Wageningen Agricultural University. Netherlands. 192 p.
- Gittinger, JP. 1982. Economic analysis of Agriculture Projects, 2ed. The World Bank, The Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA. 505 p.
- Gómez, M; Quiroz, D. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Análisis financiero del bosque. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 231-263 p.
- Harvey, CA; Haber, WA; Solano, R; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación. *Agroforestería en las Américas*. 6(24):19-22.
- Johansson, P.O; Löfgren, K.G. 1985. The economics of forestry and natural resources. Basil Blackwell Ltd., U.K. 292 p.
- Klemperer, W.D. 1996. Forest resource economics and finance. McGraw-Hill (eds.) Series in Forest Resources. 551 p.
- Klemperer, W.D. 1996. Forest resource economics and finance. McGraw-Hill (eds.) Series in Forest Resources. 551 p.
- Long, AJ; Nair PK. 1991. Agroforestry system design for the temperate zones: lessons from the tropics. In proceedings from the Second Conference on Agroforestry in North America at Springfield, Missouri. H.E. Garrett (ed.). University of Missouri, Springfield, Missouri. 133- 139p.

- Murgueitio, E. 1999. Reconversión ambiental y social de la ganadería en Colombia. *Revista mundial de zootecnia*. 93:2-15. Consultado 30 nov. 2004. Disponible en [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/x3770t/x3770t02.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/x3770t/x3770t02.htm)
- Navarro, G.A. 2005. 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, GA. 2003. A Re-examining the theories supporting the so-called Faustmann Formula. In: *Recent Accomplishments in Applied Forest Economics Research*. F. Helles et ál. (eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 19 – 38.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. *Sistemas silvopastoriles: módulo de enseñanza agroforestal No.2*. 2ed. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 275 p.
- Salazar, G; Salas, N. 2009. *Precios de la madera en Costa Rica (primer semestre 2009)*. Oficina Nacional Forestal, Costa Rica. 7 p.
- Scherr, SJ; Daniel, J; Fownes, J; Kamnerdratana, S; Karch, E; Lekhraj, K; Street, D; Thomas, TH. 1992. *Methods and models for economic analysis*. In *Financial and economic analysis of agroforestry systems*. Nitrogen Fixing Tree Association. Honolulu. Hawaii, USA. pp. 52 – 63.
- URPA (Unidad Regional de Planeación Agropecuaria). 2000. *Informes pecuarios del departamento de Santander*. Secretaria de agricultura del departamento. Bucaramanga, Colombia. 200 p.
- USFS. 1967. *List of Commercial Tree Planters*. *Tree Planters' Notes*. 1:18-21.
- Curtis, J.T.; McIntosh, RP. 1950. *The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters*. *Ecology*. 31: 434 – 455.
- Guerra, G. 1992. *Manual de administración de empresas agropecuarias*. 2ªed. San José, Costa Rica, IICA. 579 p.

## **4 ARTÍCULO III: INCIDENCIA DE LA LEGISLACIÓN FORESTAL EN EL MANEJO Y APROVECAHIMIENTO DE MADERA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DE COSTA RICA.**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Szott et ál. (2000) afirman que la ganadería es considerada en varios foros como dañina para el medio ambiente y los ganaderos centroamericanos han sido acusados de estar entre los principales causantes del proceso de deforestación, desertificación y contaminación ambiental de la región, debido al avance de la ganadería extensiva, enfrentado a la baja calidad de las pasturas con capacidades inferiores a 0,7 cabezas ha<sup>-1</sup>. El área de pastizales en Centroamérica ocupa actualmente alrededor de 136,440 km<sup>2</sup> (26% de la superficie territorial), mientras que a finales de los ochentas en Centroamérica existían alrededor de 90,000 km<sup>2</sup> de pastos, lo cual indica que en quince años se ha producido un incremento de alrededor de 46,440 km<sup>2</sup> de pastizales (Detlefsen y Pomareda 2008).

Detlefsen et al. (2008), sostienen que Centroamérica sigue inmersa dentro de un proceso destructivo de sus recursos forestales, con una deforestación promedio de alrededor de 3.810 km<sup>2</sup> año<sup>-1</sup> entre 1991 y 2005, representando las plantaciones forestales solo 2,740 km<sup>2</sup> para la región en ese mismo periodo. Sin embargo, los mismos autores afirman que se han llevado a cabo modificaciones importantes de la legislación e institucionalidad ambiental regional, los cuales ha permitido que aún exista alrededor de 224.000 km<sup>2</sup> de cobertura forestal en el istmo, equivalente al 43% del territorio total.

Las normativas forestales de Centroamérica han sido desarrolladas para garantizar que se evite el abuso en el aprovechamiento de los recursos maderables. Sin embargo, como los productores pequeños y medianos no pueden cumplir con todos los requisitos que exigen las leyes, reglamentos y normativas forestales, una consecuencia preocupante es que ellos subvalorizan los árboles maderables por lo que tienden a conservar únicamente los mínimos necesarios para su utilización directa en sus fincas (por sus servicios además de madera). El carácter punitivo o restrictivo que se le da a la mayor parte de leyes forestales y ambientales en la región provoca además que cuando los pequeños productores agropecuarios tienen excedentes maderables que pueden vender, frecuentemente lo hacen de manera ilegal a un

precio que no promueve inversiones para restablecer el componente arbóreo (Detlefsen et al. 2008).

Por otro lado, la destrucción de los bosques en las últimas décadas ha sido una preocupación mucho más grande para la sociedad centroamericana que la escasa productividad de los mismos y de allí que los controles se privilegien más que el fomento de la propia producción. Las políticas forestales de la región han sido en general restrictivas y poco efectivas, con lo cual no se ha logrado aumentar efectivamente la cobertura forestal ni incrementar las exportaciones de madera procesada, dentro de otros factores (Detlefsen y Pomareda 2007). Además ese sesgo restrictivo de las políticas ha favorecido la ilegalidad en el aprovechamiento y comercialización de la madera proveniente de fincas agropecuarias, pues al no contar los pequeños productores con incentivos que les permita comercializar su madera en forma legal al mercado, muchos de ellos piensan que los árboles son un estorbo y prefieren que los intermediarios comercialicen ilegalmente sus productos maderables antes que llenar tanto requisito que les ha impuesto la ley (Detlefsen y Pomareda 2007; Detlefsen et al. 2008).

En Costa Rica los altos costos de los estudios forestales, lo engorroso de los trámites, y la excesiva burocracia son las principales barreras para acceder a la legalidad en la actividad, propiciando la operación al margen de la ley por parte de los propietarios de bosque. Adicionalmente, las regulaciones y restricciones al manejo de bosque natural son excesivas y hacen que la rentabilidad disminuya considerablemente, haciendo que el manejo forestal no sea una actividad competitiva como el uso de la tierra, explicando el porqué los propietarios de bosques talan ilegalmente los árboles y convierten sus bosques a actividades agropecuarias más rentables (Navarro & Bermúdez 2006).

La presente investigación pretende analizar las principales fortalezas y limitantes que poseen las políticas y leyes vigentes relacionadas al aprovechamiento del recurso arbóreo en los SAF. Se formularán lineamientos de políticas con miras a simplificar los trámites para el manejo y aprovechamiento sostenible del recurso forestal de tal manera que los tomadores de decisiones nacionales puedan diseñar nuevas políticas institucionales que permitan a pequeños y medianos productores del país utilizar los recursos arbóreos como una fuente comercial

adicional de ingresos. Asimismo la presente investigación se enmarca dentro de los objetivos del proyecto Bosques y manejo forestal en América Central (FINNFOR).

## **4.2 OBJETIVOS**

### ***4.2.1 Objetivo general***

Formular una propuesta de instrumentos de política que facilite la adopción y aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas de Costa Rica.

### ***4.2.2 Objetivos específicos***

- 1) Analizar las bondades y limitaciones de la legislación para el aprovechamiento forestal sostenible en sistemas agroforestales con énfasis en fincas ganaderas.
- 2) Elaborar un documento de instrumento de política que facilite la adopción y aprovechamiento de madera en fincas ganaderas de costa rica, como una opción que pueda contribuir a diversificar la producción y conservar la biodiversidad en zonas agropecuarias.

## **4.3 METODOLOGÍA**

### ***4.3.1 Área de estudio***

Esta investigación se llevó a cabo en Costa Rica, focalizando el área de estudio en las fincas ganaderas de la región de Esparza, provincia de Puntarenas, perteneciente a la región del Pacífico Central de Costa Rica en el área de influencia del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”. Esparza se encuentra ubicado con una altitud entre 50 y 1000 m, entre los 10° 09' de latitud norte y 84° 42' de longitud oeste con una altitud de 140 msnm. Presenta una temperatura promedio anual de 27 °C, con un máximo de 36°C y un mínimo de 23°C. El promedio de precipitación anual varía entre los 1500 a 2000 mm/año (CATIE et ál. 2004). La humedad relativa varía entre 60 y 65% en la estación seca y 80-85% durante la estación húmeda (Calvo 1994). El área presenta suelos de tipo alfisoles, nitríssoles, andisoles y planisoles (Betancourt 1994). La zona

de vida es Bosque Subhúmedo Tropical (BsH-T) (Holdrige 1978). La localidad de Esparza tiene una población de 23,963 habitantes (13,561 en áreas urbanas y 10,402 en áreas rurales), cuenta con un tasa de crecimiento anual del 1.9%, y un Índice de Desarrollo Social (IDS) de 56,1 (MIDEPLAN 2007).

#### ***4.3.2 Análisis de la Legislación para el Manejo y Aprovechamiento de Madera en Sistemas Silvopastoriles***

##### **4.3.2.1 Revisión de literatura**

Se realizó una recopilación de todas las leyes y decretos vinculados al aprovechamiento de madera en fincas agropecuarias (Cuadro 32). Las cuales fueron revisadas para luego tener un listado de las fortalezas y debilidades de las mismas.

*Cuadro 32. Leyes, decretos y manuales de mayor importancia, vigentes, vinculados al aprovechamiento de madera en fincas agropecuarias.*

<b>Ley</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
Ley Forestal No 7575	16/04/1996	Ley Forestal
Decreto No 25721-MINAE.	23/01/1997	Reglamento a la Ley Forestal
Decreto No 26870-MINAE		Reglamento para regentes forestales
Decreto No 33826-MINAE.	18/07/2007	Ratificación del Plan Nacional de Desarrollo Forestal y Organización del SIREFOR
Decreto No 29147-MINAE.	16/04/1996	Modificación del artículo 26 del Reglamento a la Ley Forestal
Decreto No 27925-MINAE	12/03/1999	Modificación del artículo 89 del Reglamento a la Ley Forestal
Decreto No 29084-MINAE	20/10/2000	Creación de la Comisión Agroforestal Nacional
Decreto No 25700-MINAE	16/01/1997	Veda de 18 especies forestales
Decreto No 34072-MINAE		Aumento tope presupuestario del Fondo Forestal 2007
Decreto No 34599-MINAE		Estándares de sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales.
Decreto no 27240-MINAE	16/04/1996	Guías de Transportes
Manual de procedimientos para PSA	06/03/2009	Manual de procedimiento para PSA
Decreto No 35159-MINAET	27/04/2009	Establecen hectáreas disponibles para PSA
Decreto 26748-MINAE	18/03/1998	Establece el sistema de placas para aprovechamiento de productos forestales.

#### **4.3.2.2 Entrevistas a productores**

La población en estudio fueron los productores de las fincas ganaderas de Esparza que se encontraban en la base de datos del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”, la cual tiene registrada 124 fincas con un área promedio de 36 ha, (variando entre 2,7 a 261,6 ha. Aproximadamente). Del total de fincas se seleccionaron 45 productores (fincas) al azar en forma estratificada de acuerdo al tamaño de las fincas (pequeñas, medianas y grandes). A cada productor se realizó una entrevista sobre la solicitud de permisos para el aprovechamiento forestal en sus fincas (Anexo 8) y sobre las preferencias y visiones que tiene en el tema forestal (Anexo 9).

#### **4.3.2.3 Realización de talleres con funcionarios, productores y técnicos forestales**

Se realizaron dos talleres con el objetivo de analizar con productores, empresarios de la madera, ONG y funcionarios forestales, agrícolas y pecuarios el marco político-legal para el aprovechamiento comercial sostenible de especies maderables (y para otros usos) en fincas agropecuarias, con especial énfasis para pequeños y medianos productores.

El primer taller se realizó el 6 de Agosto del 2009, en la localidad de Esparza conjuntamente con productores de la zona, personal técnico del SINAC, personal técnico del MAG, empresarios de la madera y invitados de COOPEAGRI y del Centro Agrícola de Esparza. El segundo taller se realizó en San José, el día 3 de setiembre del 2009 con participación de las siguientes instituciones: SINAC, MAG, CORFOGA, OET, FONAFIFO, CATIE, ITCR, SIDE y ORGANIX (Anexo 10).

#### **4.3.2.4 Diseño y estrategia de implementación de un marco político – legal facilitador para el aprovechamiento de madera en SSP en Costa Rica.**

Con el análisis realizado a las leyes antes mencionadas, las encuestas a productores y los talleres realizados, se procedió a diseñar una estrategia para la implementación de un sistema que facilite la adopción y aprovechamiento de árboles maderables en SSP de Costa Rica.

## 4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.4.1 Aspectos Positivos y Negativos del Marco político-legal Forestal Costarricense en Relación al Manejo y Aprovechamiento Maderable en Fincas Ganaderas.

En el Cuadro 33 se muestran las leyes o decretos con los artículos más importantes vinculados al aprovechamiento de madera en fincas ganaderas.

*Cuadro 33. Artículos más importantes de la leyes, decretos, resoluciones o directivas relacionadas al aprovechamiento de arboles en Fincas Ganaderas.*

Ley	Artículo(s)	Descripción
Ley Forestal No 7575	3	Definiciones
	5	Determina que el MINAE será el órgano rector y realizara las funciones de la AFE
	7	Creación de la ONF
	10	Funciones de la ONF, entre ellas ejecutar y apoyar programas de capacitación tecnológica y estudios de investigación aplicadas a los recursos forestales
	12	Funciones de los consejos regionales Ambientales, entre ellas autorizar la corta de árboles indicada en el artículo 27 de la Ley Forestal
	19	En la propiedad forestal privada, en terrenos cubiertos de bosque no se permite cambiar el uso del suelo ni establecer plantaciones, sin embargo la AFE podrá dar permisos de corta de árboles por razones de seguridad humada o de interés científico.
	20	En la propiedad forestal privada, los bosques solo podrán aprovecharse con un plan de manejo
	21	La ejecución de planes de manejo estará a cargo de un regente forestal
	26	Prohíbe la exportación de madera en trozas y escuadrada proveniente de boques
	27	Solo podrán cortarse un máximo de tres árboles por hectárea anualmente en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, después de obtener la autorización del Consejo regional del Ambiente, si la corta sobrepasa los 10 árboles por inmueble necesitara la autorización de la AFE.
	28	Las plantaciones forestales, incluidas los sistemas agroforestales y los árboles plantados individualmente y sus productos no requerirán de permiso de corta, transporte, industrialización ni exportación.
	31	Para sacar de la finca madera en trozas, escuadrada o aserrada hacia cualquier parte del territorio nacional, proveniente de plantaciones forestales, se requerirá de un certificado de origen expedido por el regente forestal o consejo Regional del Ambiente.
	33	Se declaran áreas de protección las áreas que bordeen nacientes permanentes definidas a un radio de cien metros medidos de modo horizontal, una franja de 15 metros en zona rural y de 10 en zona urbana en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos y de 50 metros en terrenos quebrados.
56	Se prohíbe la movilización de madera proveniente de bosques ni de plantación si no se cuenta con la documentación requerida	
Reglamento a la	2	Definiciones
	3	Competencias de la AFE

	23	Funciones del regente forestal
	30, 31	Requisitos para transporte de productos forestales
	85,86,87, 90 y 91	Tramites y requisitos para solicitud de permisos de corta
SINAC – DG - 2494	Punto 3.1 inciso b)	Estipula que los potreros son catalogados como terrenos de uso agropecuario sin bosque, así como también los cultivos con árboles y rastrojos.
R -648- 98	1	Estipula que la AFE tomara las funciones del Consejo Regional del Ambiente hasta que estos estén constituidos.
Decreto 32386		Aprovechamiento de Árboles caídos

#### 4.4.1.1 Problemática de la legislación

Debido a la Ley Forestal el Estado costarricense está obligado a proteger y conservar el recurso forestal, incluido en este concepto los bosques, plantaciones y terrenos de uso o aptitud forestal, árboles fuera de bosque y en terreno de uso agropecuario que exista en el territorio nacional, siendo el objetivo principal de la Ley Forestal, el de crear el marco legal que autorice el desarrollo de los mecanismos técnicos, institucionales y jurídicos necesarios, para lograr el resguardo de dicho recurso. Esta ley hace la diferencia entre el recurso forestal existente en tierras del Estado, y de aquel presente en propiedad privada.

Dentro del patrimonio forestal privado pueden existir los bosques, plantaciones, los sistemas agroforestales y los árboles en terrenos de uso agropecuario, cuyo dueño es un sujeto privado. La Ley Forestal define a los sistemas agroforestales como una “forma de usar la tierra que implica la combinación de especies forestales en tiempo y espacio con especies agronómicas, en procura de la sostenibilidad del sistema”, para esto el reglamento a la Ley Forestal define el concepto de “combinación de especies forestales” como la “Combinación en tiempo y espacio de árboles con cultivos anuales, cultivos permanentes, especies forrajeras, frutales u otras. No se incluyen dentro de esta definición los bosques socolados, o fuertemente intervenidos donde se abre un espacio que permite el establecimiento de especies forrajeras o agronómicas. Entre otros se consideran sistemas agroforestales, los rompevientos, los potreros con árboles plantados o de regeneración natural siempre que estos últimos se hayan establecido después del cultivo, los árboles de sombra de cultivos permanentes y los árboles en cerca”.

En tal sentido aquellos potreros con remanentes de árboles provenientes de bosques socolados, están excluidos en esta definición y por lo tanto no son considerados como sistemas agroforestales, pasando a ser considerados, según la definición del Reglamento a la Ley Forestal, como terrenos de uso agropecuario sin bosque, que “son aquellas fincas privadas con la presencia de árboles no establecidos bajo un sistema agroforestal o fincas que tienen áreas con cobertura boscosa menores a dos hectáreas o aquellos arboles ubicados en áreas urbanas”. Por otro lado mediante la directriz SINAC-DG-2494 establece que los terrenos de uso agropecuario y sin bosque son todos aquellos usos de la tierra que no sean bosque, tales como: potreros, cultivos con árboles, rastrojos, otros similares.

El reglamento a la Ley forestal en el artículo 89 estipula que “Los aprovechamientos en bosque, la corta de árboles en áreas agrícolas, urbanas, los proyectos agroforestales, los proyectos de reforestación y regeneración natural y los proyectos de pago de servicios ambientales, con o sin incentivos, podrán realizarse en terrenos de dominio privado inscritos, o en terrenos sujetos a posesión.” En tal sentido pueden realizar aprovechamiento en terrenos de uso agropecuario sin bosque: los propietarios privados, los arrendatarios o quienes mediante alguna otra modalidad contractual queden autorizados para llevar a cabo dicha actividad en los terrenos inscritos que ocupen, así como los poseedores debidamente acreditados, incluyendo los ocupantes aborígenes, en cuyo caso los requisitos son diferentes.

Ahora, para el aprovechamiento de arboles en terrenos de uso agropecuario o en áreas sin bosque, se prevé dos tipos de permisos, según la cantidad de árboles a cortar. Para esto el artículo 27 de la ley forestal establece que “solo podrán cortarse hasta un máximo de tres árboles por hectárea anualmente en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, después de obtener la autorización del Consejo Regional Ambiental. Si la corta sobrepasare los diez árboles por inmueble, se requerirá la autorización de la Administración Forestal del Estado. En tal sentido de conformidad con el artículo 1° de la Resolución R – 648 – 98, del SINAC (la cual estipula los requisitos que deben reunir los permisos en terrenos de uso agropecuario sin bosque), la Administración Forestal del Estado tramitará los permisos a los que hace referencia el artículo 27 de la Ley Forestal, hasta que los Consejos Regionales estén debidamente constituidos e inicien su gestión. De manera que dónde diga Consejos Regionales, deberá leerse, temporalmente la Administración Forestal del Estado. En el reglamento a la Ley Forestal en

los artículos 85, 86, 87, 90 y 91 se estipulan los requisitos y procedimientos por parte de los solicitantes y de la AFE para proceder a la entrega de los permisos respectivos.

#### **4.4.1.2 Problemática de la tramitología**

La tramitología (guías, manuales de procedimientos, directrices) que regulan el proceso para la solicitud de permisos para el aprovechamiento de árboles maderables en fincas ganaderas presentan ambigüedades que quedan sujetas al criterio de los técnicos (técnicos de la AFE o regentes forestales) que realizan la visita de inspección a las fincas ganaderas, ocasionando muchas veces la negación de permisos debido a los excesivos requisitos que se solicitan y a las ambigüedades expuestas en la ley que no son aclaradas en dichos manuales.

En el manual de procedimientos para el aprovechamiento maderable en Costa Rica, se estandarizar los procedimientos en las diversas Oficinas Subregionales del SINAC, normalizando los procedimientos desde el punto de vista administrativo y técnico, sin embargo debido a la diversidad de escenarios y requerimientos de los diversos usuarios, existen temas (como el artículo 28 de la Ley 7575 sobre zonas de protección) que deben de ajustarse de manera tal que faciliten el proceso.

#### **4.4.1.3 Aspectos positivos y negativos del marco legal costarricense para el aprovechamiento de recursos maderables en territorios indígenas**

El estado costarricense reconoce desde 1939 el derecho de propiedad exclusiva a los pueblos indígenas sobre las tierras que ocupan. Por lo que, el primero de enero del mismo año la “Ley General Sobre Terrenos Baldíos” dispuso en su artículo 8 lo siguiente: “...Asimismo se declara inalienable y de propiedad exclusiva de los indígenas, una zona prudencial a juicio del Poder Ejecutivo en los lugares en donde existan tribus, a fin de conservar nuestra raza autóctona de librarlos de futuras injusticias”.

Con la promulgación de la Ley Indígena, la situación de la propiedad de las tierras indígenas se tornó más clara, así esta ley dispone lo siguiente:

Artículo 2.-... “declárese propiedad de las comunidades indígenas las reservas”....

Artículo 3.- “Las reservas indígenas son inalienables e imprescriptibles, no transferibles y exclusivas para las comunidades indígenas que las habitan. Los no indígenas no podrán

alquilar, arrendar, comprar o de cualquier otra manera adquirir terrenos o fincas comprendidas dentro de estas reservas. Los indígenas solo podrán negociar sus tierras con otros indios. Todo traspaso o negociación de tierras o mejoras de estas en las reservas indígenas, entre indígenas y no indígenas, es absolutamente nulo. Con las consecuencias legales del caso”.

Con lo cual no solo reiteraba el derecho de propiedad ya reconocido en la Ley de Terrenos Baldíos y La Convención No 107, sino que además se establecía que esa propiedad era inalienable, imprescriptible, no transferible y exclusiva para comunidades indígenas.

El artículo 6 de la Ley Indígena establece que: “Solamente los indígenas podrán ... talar árboles, explotar los recursos maderables o plantar cultivos para su provecho dentro de los límites de la reservas”. Sin embargo, en el artículo 7 de la misma ley establece: “ Únicamente podrán llevarse a cabo programas forestales por instituciones del Estado que garanticen la renovación permanente de los bosques, bajo la autorización y vigilancia de CONAI...” por lo que se puede apreciar que existen contradicciones dentro de la misma ley.

El Estado mediante el Decreto Ejecutivo No 27800 del 16 de Marzo de 1999, promulgó el Reglamento para el aprovechamiento del recurso forestal en las Reservas Indígenas (RARFRI), a fin de regular el trámite de ,los permisos para la eliminación y/o aprovechamiento de árboles, en terrenos sin cobertura boscosa, con fines domésticos, en los cuales solamente se pueden eliminar y/o aprovechar 3 árboles por hectárea por año hasta un máximo total de 10 árboles por inmueble, caídos o en pie, en terrenos sin cobertura boscosa (repastos, charrales y cultivos).

La RARFRI no se refiere ni a plantaciones forestales ni a sistemas agroforestales por lo que a estos sistemas se le debería aplicar lo dispuesto en la Ley Forestal (libre aprovechamiento), si no fuera por lo que la Procuraduría General de la República prohíbe extraer y comercializar madera fuera de los territorios indígenas.

#### **4.4.2 Acceso a la Legalidad Actual**

##### **4.4.2.1 Trámites incurridos en la legalización del aprovechamiento comercial de madera**

Los requisitos generales para el aprovechamiento forestal en fincas ganaderas son:

- i. Solicitud expresa por la persona (as) física (s) o jurídica, interesada legitimada, la cual debe contener: a) fecha y lugar; b) nombre completo del propietario(a), copropietarios (as), calidades del petente (estado civil, ocupación, domicilio exacto) y número de cédula de identidad, pasaporte o carné de residencia; según sea el caso; c) ubicación administrativa del inmueble; d) descripción clara de lo que solicita en dicho acto; e) Lugar dentro del perímetro judicial (1 km. del perímetro de la Oficina Subregional) para recibir notificaciones; puede incluir número de fax; f) firma.
- ii. Original y fotocopia, tanto de la cédula de identidad así como de la cédula de jurídica de la persona física o jurídica legitimada.
- iii. Certificación de personería jurídica, cuando corresponda.
- iv. Si la solicitud la realiza una tercera persona, deberá presentar un Poder Especial protocolizado en el que se especifique el acto o actos a los que ha sido facultado.
- v. Certificación literal de la Propiedad reciente (máximo 3 meses de expedida), extendida por el Registro Nacional o por Notario Público donde se indique, nombre y calidades del propietario, naturaleza, localización, medida y colindantes, folio real (o citas de inscripción), derechos y especificación de los gravámenes y anotaciones de la propiedad.
- vi. Estar al día con sus obligaciones obrero patronales ante la CCSS, corresponderá a la AFE la constatación de este requisito.
- vii. En caso de propiedades no inscritas, para demostrar la titularidad de la posesión es necesario presentar Certificación Judicial de la sentencia en firme de la información posesoria concluida.
- viii. En caso de ser ocupante reconocido de terrenos bajo la administración del IDA u otras dependencias del Estado, la solicitud debe incluir una autorización dada por Acuerdo en firme de la Junta Directiva, u órgano de máxima jerarquía de esa entidad, en la que autorice al petente para solicitar el aprovechamiento.

- ix. Copia certificada del plano catastrado, con la respectiva ubicación cartográfica para facilitar su ubicación. De no poseer plano catastrado, deberá aportar hoja cartográfica o copia de la misma, con la ubicación de la finca realizada y autenticada por un profesional en topografía. Para el caso de las solicitudes incluidas en el punto 1.1 de este manual, el administrado tendrá la posibilidad de presentar el plano catastrado original acompañado de una copia del mismo, con lo cual, el funcionario que recibe los documentos, confrontará la copia del plano con el original y así lo hará constar en la misma.

Adicional a estos requisitos, si la solicitud es en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, que no excedan los tres árboles por hectárea, hasta un máximo de 10 árboles por inmueble por año, para uso de mejoras dentro del predio (PMF-UA-MP). El interesado deberá realizar los siguientes pasos:

- i. Llenado del formulario de recepción de documentos.
- ii. Asignación del expediente a un técnico evaluador de la AFE, quien si luego de la revisión respectiva, determina que ha cumplido todos los requisitos generales procederá a programar la visita para inspección de campo. Así mismo cuando el técnico evaluador detecte que falta información notificará por única vez al administrado, que debe completarla en el plazo máximo de 10 días hábiles; pasado ese plazo sin respuesta se procederá al archivo temporal por 6 meses; de continuar invariable la situación el Jefe Subregional procederá a emitir la resolución de archivo definitivo y la notificará.
- iii. Se efectuará una visita de campo, la cual será responsabilidad de la AFE, en donde se realizará inventario forestal de los árboles a aprovechar, el cual debe de contener un informe de campo, que incluya un listado de los árboles maderables a aprovechar con su respectiva numeración, especie (nombre científico y común), diámetro a altura de pecho (1.30 metros), altura comercial, volumen, así como las coordenadas y un Mapa Base de Aprovechamiento que incluya la delimitación del perímetro de la(s) finca(s) donde se demuestre la georeferenciación de un mínimo de 3 (tres) puntos conocidos del plano catastrado así como la ubicación de los árboles a cortar, por ultimo este mapa deberá superponerse con el Mapa de cobertura boscosa de Costa Rica para el año 2000.

Si la solicitud es en predios que no superen los 3 árboles maderables por hectárea; por inmueble por año, y cuyo producto forestal será trasladado fuera de la finca (PMF-UA-TF). Compete tramitar su autorización a la AFE por medio de las Oficinas Subregionales del Área de Conservación correspondiente. En donde los requisitos adicionales a los generales son:

- i. Un Plan de Manejo Forestal en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, elaborado y firmado por un profesional en ciencias forestal.
- ii. Contrato de Regencia para la ejecución del Plan de Manejo, con no menos de dos visitas (apertura del aprovechamiento y cierre). Este requisito será indispensable para retirar la resolución de aprobación. Lo anterior sin detrimento de lo que establezca el Reglamento de Regencias Forestales.
- iii. Constancia del profesional forestal que elaboró el Plan de Manejo, en la cual señale que el área por aprovechar no corresponde a bosque ni parte de este, de acuerdo con la definición establecida en la Ley Forestal; que tampoco corresponde a un área sometida a cambio de uso de la tierra después del año 2000, según Mapa de Cobertura Boscosa de Costa Rica para el año 2000; que no se marcaron árboles en áreas de protección, ni de especies vedadas o restringidas; que el área donde se marcaron los árboles no corresponde a clases VII y VIII de capacidad de uso de las tierras y que, además indique que la información suministrada es fiel y corresponde a las condiciones reales del campo.
- iv. Aquellas solicitudes que sobrepasen los 300 árboles por inmueble, serán consideradas como Explotación Forestal y se requerirá, adicionalmente, el criterio del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) sobre los posibles impactos ambientales sobre el recurso suelo, indicado en el Artículo N° 6, inciso g), de la Ley N° 7779 o la certificación de uso conforme del suelo.
- v. Si el predio de la solicitud se encuentra ubicado en terrenos de propiedad privada dentro de algún Área Silvestre Protegida, requerirá presentar como requisito adicional la Resolución de Viabilidad Ambiental, tal como lo establece el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), promulgado en el Decreto Ejecutivo N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, publicado en la Gaceta N° 125 del

28 de junio del 2004 y sus reformas, según sea la categoría de manejo donde se ubica el inmueble. Este documento se gestionará en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

- vi. En caso de existir un desplazamiento mayor a 500 metros de la ubicación real del inmueble en la ubicación cartográfica del plano catastrado, el solicitante deberá presentar una certificación de la ubicación topográfica emitida por un topógrafo, con la finalidad de amparar la situación real del mismo.

#### 4.4.2.2 Costos de legalización para el aprovechamiento comercial de madera.

En el Cuadro 34 se presenta los costos de acceso a la legalidad (colones/pmt) para el acceso a permisos forestales para árboles fuera de bosque, es decir árboles remanentes de bosque que se encuentran en terrenos de uso agropecuario, usualmente potreros, para esto se analizó dos tipos de permisos: El primero para aquellos permisos que solicitan más de 10 árboles por inmueble, para esto es necesario un plan de manejo forestal y contrato de regencia; el segundo tipo de permiso de inventario forestal es el “permiso pequeño” para un aprovechamiento doméstico menor a 10 árboles por propiedad y no se requiere de contratar a un ingeniero forestal, ni regente porque es confeccionado por funcionarios del AFE-SINAC.

*Cuadro 34. Costos de acceso a la legalidad para aprovechamiento de 10 árboles finca (35m<sup>3</sup>) y para más de 10 árboles (70m<sup>3</sup>)*

Actividad	Costo	Unidad	Permisos Pequeños	Permisos
			(máx 10 árboles)	> 10 árboles*
			Colones	
Preparación del plan de manejo	120000	Unidad		120000
Inventario Forestal	60000	Global		60000
Contrato de Regencia	7500	Unidad		7500
Certificado de propiedad	5000	Unidad	5000	5000
Costos de Transacción	21500	Unidad		21500
Costo de oportunidad		Mes	67567	88500
Regencia Forestal	35000	Unidad		35000
<b>Total</b>			<b>72567</b>	<b>337500</b>

\*Calculado para 20 árboles, con un volumen de 35 m<sup>3</sup>

Fuente: Navarro et al. 2006.

Para la elaboración de los costos de acceso a la legalidad se contabilizaron los costos de preparación de los estudios técnicos y los costos de conseguir los requisitos legales como certificados notariales y contratos de regencia forestal. Se utilizaron los costos propuestos por Navarro et al. (2006) para las actividades requeridas para la formalización del permiso de aprovechamiento que considera los costos de transacción y el costo de oportunidad por el retraso en los ingresos netos de la actividad debido a las actividades burocráticas de la administración forestal del estado (AFE) encargada de revisar y otorgar los permisos de aprovechamiento. Por último se costearon gastos de la regencia forestal necesaria para poder hacer un aprovechamiento forestal legal.

Los costos de acceso a la legalidad para los inventarios forestales comerciales con corroboración de no cambio de uso de la tierra por medio de georeferenciación (IFG), inventarios forestales sin esta comprobación (IF) y los permisos pequeños (PP) son de 13.8 colones/pmt (USD9/m<sup>3</sup>), 13.5 colones/pmt (USD8.8/m<sup>3</sup>), y 6.2 colones/pmt (USD4.1/m<sup>3</sup>) respectivamente; y el permiso tardaría en ser entregado como promedio 1.7, 2 y 1.5 meses en este mismo orden. Ahora bien, si los tiempos de la tramitología se duplicaran resultaría en un incremento de los costos para el IFG de 30% (18 colones/pmt (USD11.8/m<sup>3</sup>)), para el IF de 36% (18.4 colones/pmt (USD12/m<sup>3</sup>)), y para el PP de 61% (10 colones/pmt (USD6.6/m<sup>3</sup>)). Esto debido a que los costos de oportunidad de la burocracia aumentarían considerablemente con un incremento en el horizonte para los trámites. Cuando se asume esta duplicación en los tiempos de tramitología se invierte el orden de los costos para los inventarios forestales comerciales y se vuelve más costoso el IF que el IFG. Esto sucede porque, el inventario forestal georeferenciado se resuelve en un tiempo menor al inventario normal, por lo que si duplicamos el período de espera en la tramitología, el peso del costo de oportunidad burocrático resulta mayor para el IF que para el IFG.

Los altos costos de los estudios forestales, lo engorroso de los trámites, y la excesiva burocracia son las principales barreras para acceder a la legalidad en la actividad forestal en Costa Rica. Estas barreras propician la operación al margen de la ley por parte de los propietarios de bosque. Adicionalmente, las regulaciones y restricciones al manejo de bosque natural son excesivas y hacen que la rentabilidad disminuya considerablemente, haciendo que

el manejo forestal no sea una actividad competitiva como uso de la tierra, dicha percepción explica el porqué los propietarios de bosques talan ilegalmente los árboles y convierten sus bosques a actividades agropecuarias más rentables (Navarro & Bermúdez 2000).

#### **4.4.2.3 Tiempo de tramitología.**

Según las encuestas realizadas a productores el tiempo de tramitología es de 2 meses en promedio con un mínimo de 1 mes y un máximo de 5 meses. El tiempo estimado en 2 meses es similar al encontrado por Navarro et al (2006) que fue de 1,5 meses para permisos pequeños (hasta un máximo de 10 árboles por inmueble), teniendo un costo de oportunidad de US\$ 4,1 por m<sup>3</sup>.

Según las encuestas realizadas a funcionarios de la AFE-SINAC en Esparza, esta demora en la tramitología se debe principalmente que no cuentan con suficiente logística para darse abastecimiento en el proceso de verificación para el otorgamiento de permisos de aprovechamiento, manifestando que su prioridad son las áreas protegidas y control forestal y que para el mes de octubre tenían 161 solicitudes para aprovechamiento en terrenos de uso agropecuario, 60 denuncias y ya habían otorgado 118 permisos. Explicando que esos 118 permisos se traducían en 118 visitas de campo mas 118 visitas de inspección, por lo que algunas veces este procedimiento llevaba a tardarse hasta 5 meses.

### ***4.4.3 Visión de Productores Sobre la Tramitología Actual para el Aprovechamiento Maderable en Fincas Ganaderas.***

#### **4.4.3.1 Resultados encuestas a productores**

En la Figura 9 se puede observar que del total de productores entrevistados el 97% habían realizado aprovechamiento de arboles maderables en sus fincas, ya sea para autoconsumo o para la venta. Este porcentaje indica que en la actualidad sigue existiendo aprovechamiento de árboles maderables en fincas agropecuarias, aunque la frecuencia de esta actividad es menor que en años anteriores.

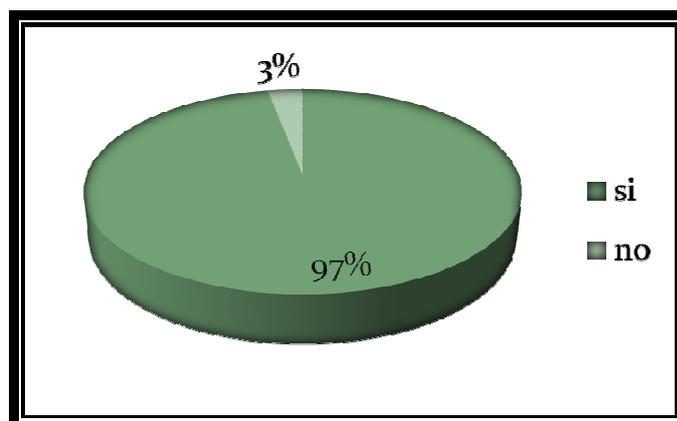


Figura 9. Porcentaje de productores que ha realizado aprovechamiento de arboles maderables en sus fincas.

Del 97% que realizaron aprovechamiento de arboles maderables el 58% fue con fines maderables, el 35% para leña y el 7% para la utilización de postes (Figura 10). Las especies más aprovechadas por los productores en la zona de Esparza son: laurel (*Cordia alliodora*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guachipelin (*Myrospermum frutescens*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*), madero negro (*Gliricidia sepium*), cenízaro (*Samanea saman*) y pochote (*Bombacopsis quinata*), seguidas por el cedro (*Cedrela odorata*) y guayaquil (*Albizia guachepele*).

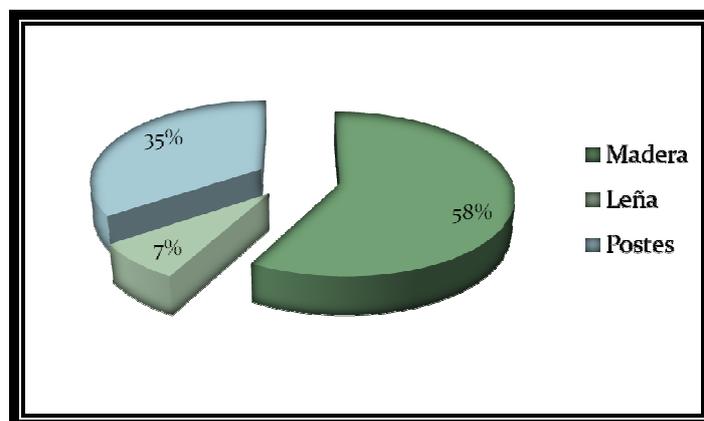
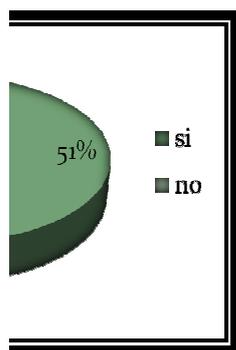


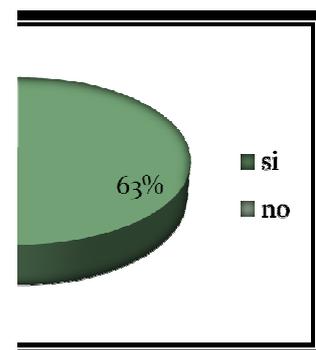
Figura 10. Principales usos de la madera aprovechada por productores de la zona de Esparza.

Del 97% de productores que realizaron aprovechamiento de árboles maderables en sus fincas el 51% tuvieron algún tipo de experiencia en la solicitud de permisos, y el 63% vendió

madera en alguna de sus formas (Figura 11 y 12 respectivamente). De aquí podemos observar que un 49% de los productores realizaron aprovechamiento sin ningún tipo de permiso, haciendo caso omiso a la ley forestal la cual indica en el artículo 27, que es necesario solicitar un permiso de certificado de origen para el aprovechamiento de árboles en terrenos de uso agropecuario, teniendo en cuenta por definición de la ley, que los potreros están dentro de esta categoría.



*de productores que aprovechamiento de fincas.*

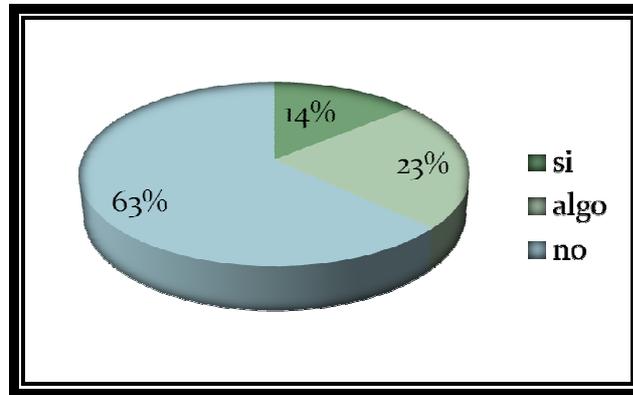


*Figura 12. Porcentaje de productores que vendió madera en alguna de sus formas.*

Del 63% de finqueros que vendió madera en sus fincas solo el 81% solicitó permisos para realizar esta operación por lo que se podría decir que el 19% vendió madera en forma ilegal. Igualmente del 51% de finqueros que realizaron trámite de permisos de aprovechamiento el 50% afirmó que el proceso había sido dificultoso, debido principalmente a la demora en la otorgación del permiso que fue en promedio de unos 3 meses, y un 55% de estos afirmó que el trámite fue realizado por el comprador de la madera. Del total de productores que solicitaron permisos de aprovechamiento el 50% manifestó que el trámite fue dificultoso y el 50% restante que fue ágil. Del 50% de productores que les pareció ágil los trámites de acceso a la legalidad el 95% fue tramitado por el intermediario, dando a notar que existía preferencia para los tramitadores o empresarios de la madera que para los productores.

El 100% de los productores afirmaron que si el proceso de solicitud de trámite de aprovechamiento fuera más sencillo ellos apostarían por tener una mayor cantidad de árboles

maderables en sus fincas. Sin embargo el 63% de ellos no conoce la legislación que rige el sector forestal para de Costa Rica (Figura 13).



*Figura 13. Porcentaje de productores que conocen la Ley que rige el sector forestal para el aprovechamiento de árboles maderables en sus fincas.*

#### **4.4.3.2 Resultados taller en Esparza**

Con la finalidad de analizar conjuntamente con productores, empresarios de la madera, y funcionarios del SINAC y MAG de la localidad de Esparza, el marco político-legal para el aprovechamiento comercial sostenible de especies maderables en fincas ganaderas, se llevó a cabo un taller en el cual, trabajando en grupos conformados según la procedencia de los participantes (productores, funcionarios, empresario) se resolvieron cinco preguntas orientadoras propuestas. Información que fue necesaria para la formulación de la propuesta de instrumentos de política que facilite la adopción y aprovechamiento maderable sostenible en fincas ganaderas de Costa Rica.

En el Cuadro 35 se pueden observar las preguntas formuladas en el taller, así como un resumen de las respuestas más resaltantes realizadas por productores y funcionarios públicos, en donde se pudo notar que existe una disconformidad por parte de los productores con el SINAC, a la hora de realizar la solicitud del permiso de aprovechamiento. Además, las fincas ganaderas de Esparza cuentan con un gran potencial para el manejo de generación natural, y los productores de la zona estarían dispuestos a apostar por la producción de madera en sus fincas si existiera un proceso de solicitud de permiso de aprovechamiento más sencillo.

*Cuadro 35. Preguntas y respuestas más resaltantes del taller de análisis de políticas que inciden el aprovechamiento de árboles maderables en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.*

Pregunta	Respuesta	
	Productores	Funcionarios
<b>1.- ¿Cuáles son las principales barreras que tienen los pequeños y medianos productores para el manejo, aprovechamiento y oferta de árboles maderables en fincas ganaderas? Como podrían solucionarse?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trámites administrativos de aprovechamiento lentos (favorece a pocos)</li> <li>• Precios bajos de la madera (crisis económica)</li> <li>• Años de espera, turnos de rotación altos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de Capacitación en el tema de manejo forestal por parte de instituciones locales</li> <li>• Políticas preservacionistas muy fuertes.</li> <li>• Falta de incentivos del gobierno para el manejo de regeneración natural.</li> <li>• Difusión de la ley hasta el productor</li> </ul>
<b>2.- Qué necesitarían las municipalidades, los regentes forestales y otros sectores para contribuir con el sector forestal del país para el manejo sostenible de productos arbóreos en fincas agropecuarias?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores incentivos por parte de municipios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta capacitación a Municipios, Recursos e Incentivos.</li> <li>• Para el SINAC no es prioridad el manejo de regeneración natural, falta de personal y logística. Su prioridad se centra en áreas protegidas y control forestal.</li> </ul>
<b>3.- ¿Cuáles deberían de ser las modificaciones en la tramitología, para una simplificación del proceso?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tramitología costosa para aprovechamiento de pocos árboles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Falta mayores criterios técnico-científico para definición de las leyes</li> </ul>
<b>4.- ¿Cuáles son los mecanismos para asegurar coherencia entre las leyes, y poder aprovechar la madera en sus fincas bajo criterios de manejo sostenible?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Debería de haber un igual trato para todos</li> <li>•Existir incentivos a aquellos con buen manejo del recurso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Haber una mayor coordinación entre instituciones.</li> </ul>
<b>5.- ¿Cómo es la relación entre pequeños y medianos productores y empresarios de la madera?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Manifestaron que actualmente no existe una relación directa entre productor y empresarios, los intermediarios son los que se llevan el mayor beneficio, es necesario organizar a productores o crear cooperativas para la comercialización de los productos maderables de las fincas.</li> </ul>	

Otro punto importante que resalto en el taller es que importante tomar en cuenta los factores sociales y culturales de los productores en el proceso de capacitación, motivación y educación por parte de instituciones publicas o provadas, ya que estos pueden influir en la toma de decisión final, especialmente cuando los productores como en el caso de Esparza no solo se dedican a la ganadería, si no que algunos tienen otro tipo de actividades complementarias (taxis, trabajos como peones, comercios, etc).

#### 4.4.4 *Visión de Funcionarios Públicos y Privados Sobre la Tramitología Actual para el Aprovechamiento Maderable en Fincas Ganaderas*

Para poder conocer la visión de los funcionarios públicos y privados con respecto a la tramitología actual para el aprovechamiento maderable en fincas ganaderas, se llevó a cabo el taller en la Localidad de San José, en el cual se trabajaron tres preguntas claves, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 36.

Se pudo notar que existe conciencia en los diferentes sectores, de que es necesario realizar una revisión a las leyes que actualmente rigen el sector forestal de Costa Rica, asimismo los participantes manifestaron de que si existe un potencial para el manejo de regeneración natural en fincas ganaderas, sin embargo es necesario tomar en cuenta los factores sociales y culturales de los productores y como estos pueden influir en la toma de decisión final, ya que en el caso de estudio (Esparza), los productores no solo se dedican a la ganadería, si no que algunos tienen otro tipo de actividades (empleos, taxis, etc.).

*Cuadro 36. Preguntas y respuestas del taller “Análisis de políticas que inciden en el aprovechamiento de árboles maderables de fincas ganaderas en Costa Rica”*

Pregunta	Respuesta
1.- ¿cree usted que en Costa Rica existe potencial para el manejo del recurso arbóreo (regeneración natural) en fincas agropecuarias con miras a una producción maderable sostenible?	Si existe potencial del recurso arbóreo en fincas ganaderas, pero es necesario realizar las siguientes tareas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar, educar y motivar a los productores en el tema.</li> <li>• Realizar estudios más profundos en el aspecto social y cultural de los productores.</li> <li>• Realizar investigaciones en el tema.</li> <li>• Fortalecer a los productores en toda la cadena de valor.</li> </ul>
2.- De acuerdo a su opinión, ¿es posible simplificar el trámite para el aprovechamiento y comercialización de árboles maderables en fincas agropecuarias del país? ¿Cuáles serían los mecanismos más adecuados para realizar este proceso?	Si es posible simplificar la tramitología existente. Es necesario crear fortalezas en los productores y organizaciones locales, y generar más información para poder demostrar la viabilidad del manejo de la regeneración natural, con indicadores económicos y técnicos para la toma de decisiones. Trabajando en el tema de difusión, educación, motivación y capacitación a productores se podría dar un giro a esa conciencia ambiental preservacionista que existe actualmente en el país.

---

<b>3.- ¿Cuál cree usted que debería ser el rol de los distintos actores en una iniciativa de manejo de regeneración natural de árboles maderables dispersos en potreros?</b>	FONAFIFO.- Encargarse de estimular a los productores en este proceso, a través de incentivos. SINAC.- Ser el ente que fomenta estas iniciativas, además ser encargado del todo el proceso de regulación. MINAET.- Facilitar y fomentar este tipo de acciones. MAG.- Fomentar e incorporar al recurso arbóreo como parte del paquete tecnológico ganadero, dando capacitación y educación en el tema. ONF.-Principal promotor de este tipo de iniciativas. Asamblea Legislativa.- Encargada de dar una revisión a la Ley Forestal y otras del sector.
--	---

---

La integración de instituciones públicas como FONAFIFO, SINAC y MAG son fundamentales para poder llevar a cabo el proceso de capacitación, educación y motivación de productores, para la adopción de metodologías de manejo de regeneración natural de árboles maderables en fincas ganaderas con fines comerciales, sumándose a estas instituciones locales privadas o públicas que puedan contribuir al fortalecimiento de productores en temas de cadena de valor, organización, gestión empresarial.

#### ***4.4.5 Propuesta de un Mecanismo Facilitador del Manejo y Aprovechamiento de Madera en SSP de Costa Rica.***

La Ley Forestal 7575 y su reglamento señala que para el aprovechamiento forestal en fincas ganaderas (terrenos de uso agropecuario) hay que seguir los procedimientos descritos en los diferentes artículos de la ley antes mencionados, sin embargo, conociendo los resultados del capítulo II de la presente tesis en donde se puede observar que el aprovechamiento de madera en fincas ganaderas en forma sostenible (con manejo de regeneración natural) es rentable, es necesario que exista un mecanismo claro y simple que regule el aprovechamiento forestal de manera tal que no sea percibido como un obstáculo por parte de los productores, aumentando de esta manera el interés de los mismos en el manejo del componente forestal en sus fincas.

Luego de realizar una revisión de todo el proceso de regulación del aprovechamiento forestal en fincas ganaderas, con el interés de mejorar y simplificar el proceso se proponen cambios al proceso actual, partiendo del supuesto el productor interesado cuenta con los requisitos generales para la solicitud de aprovechamiento. En tal sentido a continuación se presenta un documento con los cambios necesarios para la solicitud en terrenos de uso

agropecuario y sin bosque, que no excedan los tres árboles por hectárea, hasta un máximo de 10 árboles por inmueble por año, para la agilización del proceso de aprovechamiento.

**4.4.5.1 Solicitud es en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, que no excedan los tres árboles por hectárea, hasta un máximo de 10 árboles por inmueble por año.**

- 1) Requisitos generales
- 2) Llenado del formulario de recepción de documentos.
- 3) Asignación del expediente a un técnico evaluador de la AFE, quien si luego de la revisión respectiva, determina que ha cumplido todos los requisitos generales procederá a programar la visita para inspección de campo la cual no debe de exceder a los 10 días hábiles de presentada la solicitud. Así mismo cuando el técnico evaluador detecte que falta información notificará por única vez al administrado, que debe completarla en el plazo máximo de 10 días hábiles; pasado ese plazo sin respuesta se procederá al archivo temporal por 6 meses; de continuar invariable la situación el Jefe Subregional procederá a emitir la resolución de archivo definitivo y la notificará.
- 4) Se efectuará una visita de campo (dentro de los 10 días hábiles de presentada la solicitud), la cual será responsabilidad de la AFE, en donde se anotara la localidad, municipio y canton donde se localizará el sitio de la extraccion, realizando un croquis del toda la finca indicando los diferentes usos de suelo y inventario forestal (con ayuda del productor) de los árboles a aprovechar, el cual debe de contener un informe de campo, que incluya los usos de suelo de la finca, listado de los árboles maderables a aprovechar con su respectiva numeración, especie (nombre científico y común), diámetro a altura de pecho (1.30 metros), altura comercial, volumen, así como las coordenadas y un Mapa Base de Aprovechamiento que incluya la delimitación del perímetro de la(s) finca(s) donde se demuestre la georeferenciación de un mínimo de 3 (tres) puntos conocidos del plano catastrado así como la ubicación de los árboles a cortar, por ultimo este mapa deberá sobreponerse con el Mapa de cobertura boscosa de Costa Rica para el año 2000.
- 5) A este informe se deberá de incluir la valoración del técnico de la AFE que hace la inspección de campo en cuanto a si se recomienda que sea aprobado o denegado el

aprovechamiento solicitado. Si este es denegado, deberá indicarse si es por restricción técnica o legal, indicando el motivo en forma detallada, por ejemplo si el aprovechamiento a realizar es a orillas de quebradas, rios o fuentes de agua; por proponerse el aprovechamiento en especies que se encuentran vedadas, o cualquier otra disposición que se encuentre en el punto 4.4.5.2 de este documento.

- 6) Se abre la posibilidad de que como resultado de la evaluación del técnico de la AFE, solo se apruebe una parte de los árboles solicitados para el aprovechamiento y otra parte sean denegados, sin necesidad de denegar todo el proceso por unos árboles que no cumplan con los requisitos técnicos necesarios.

#### **4.4.5.2 Consideraciones a tener en cuenta para la inspección a realizar.**

A continuación se detallan algunas consideraciones de importancia que deberían de tener el técnico de la AFE o el regente forestal al hacer el plan de manejo si la solicitud de aprovechamiento fuera por fuera por 3 árboles maderables por hectárea; por inmueble por año, y cuyo producto forestal será trasladado fuera de la finca (PMF-UA-TF).

- 1) Antes de iniciar el recorrido por la propiedad, el técnico debe revisar si entre las especies que se pretenden aprovechar se encuentran especies cuyo aprovechamiento ha sido vedado. De ser así, el aprovechamiento de estas especies será denegado con dos excepciones, a determinarse durante el recorrido por la propiedad:
  - 1.1) La Primera excepción: Debido a que la ley solo contempla el aprovechamiento de árboles caídos para bosques naturales a través del decreto 32386 de abril del 2005, se autoriza el aprovechamiento de estos árboles en terrenos de uso agropecuario cuando los árboles de las especies en veda se han caído en forma natural (por vientos), por ataque de insectos o enfermedades que provocan muerte regresiva (u otras) o en el caso de que hayan sido dañados por la caída en forma natural de otros árboles o por descargas eléctricas naturales (rayos). Para cada árbol autorizado el técnico debe justificar su decisión de aprobar el aprovechamiento en su informe de visita. Por ejemplo, el técnico podrá explicar en su informe lo siguiente:

...Se recomienda autorizar el aprovechamiento de un árbol de caoba con las dimensiones mencionadas en la hoja de visita... el cual se encuentra caído, aparentemente porque fue volcado por el viento, ya que no se observan señas de acciones humanas o huellas de maquinaria que hayan contribuido a su caída...

1.2) Segunda excepción: Se autoriza el aprovechamiento cuando los árboles de las especies en veda sin lugar a dudas razonables han sido establecidos por el propietario como plantaciones en bloques, o algún tipo de SAF como árboles en línea (por ejemplo en cercas) o que sin lugar a dudas razonables son árboles relativamente jóvenes que han sido conservados y protegidos producto de la regeneración natural en la finca y exista evidencia de que se está conservando esta especie o las especies solicitadas para su aprovechamiento por la presencia de individuos de distintas edades.

2) Durante el recorrido el técnico debe revisar la posición de cada árbol solicitado con respecto a los cursos de agua y respetar las normas estipuladas en la legislación forestal y su reglamento. Para esto se considera que NO se debe de otorgar permisos de aprovechamiento aquellos arboles que infrinjan el artículo 33 de la Ley Forestal, salvo excepciones que podrían ser si se utilizan obras de conservación de suelos que eviten completamente la erosión y donde los métodos de aprovechamiento y extracción forestal no dañen la infraestructura de conservación de suelos y aguas.

#### ***4.4.5.2.1 Método de extracción y transporte***

Debe de existir un acápite en donde se deberá indicar si el aprovechamiento se realizará con hacha o motosierra y si se utilizará maquinaria de extracción (tractor de llantas o de orugas) o fuerza animal (bueyes) para la extracción de los árboles y las obras de mitigación necesarias a realizar para el aprovechamiento forestal. Si ya existen caminos dentro de la finca por donde se realizará la extracción, también deberá especificarse. En caso de utilizar tractores en terrenos donde los caminos de extracción se ubican en terrenos con pendientes mayores a 20%, se debe limitar el periodo de extracción al periodo seco. El no respetar esta norma

podría ser razón para no otorgar futuros permisos, siempre y cuando quede documentado el incumplimiento a la norma en un informe en las oficinas de la AFE.

#### ***4.4.5.2.2 Método de reposición del recurso forestal aprovechado***

Se debe de indicar si se utilizará regeneración natural ya existente o si se tendrá que establecer plantaciones forestales. En el caso de establecer plantaciones agroforestales se indicará si se comprarán las plantas (indicando especies y cantidades) o si se elaborará un vivero forestal (especificando la cantidad de plantas y especies a producir). Además se deberá indicar el método de establecimiento (distanciamiento de plantas en linderos, árboles dispersos, en cercas vivas, plantación pura, enriquecimiento de tacotales u otro).

En el caso de existir regeneración natural se indicará en un croquis la cantidad y dimensiones (altura comercial y dap en caso de latizales o fustales, o bien el diámetro basal y altura total en caso de brinzales) de las especies existentes, dejando especificado el tipo de manejo que se le brindará (deshierbes, podas, raleos, protección contra el ganado, elaboración de rondas cortafuegos, etc.), como parte del compromiso de reposición del recurso forestal aprovechado. Además el técnico deberá de evaluar la capacidad regenerativa del lugar, realizando un censo de la regeneración natural existen.

Para el manejo de regeneración natural el productor deberá comprometerse a mantener un mínimo de 20 plántulas por hectárea según los resultados obtenido en el artículo dos, siguiendo las recomendaciones de manejo estipuladas en el punto 3.3.5.4.2 del presente documento.

#### ***4.4.5.2.3 Sostenibilidad del Sistema***

Es importante que en el informe del técnico de la AFE o plan de manejo, según sea el caso, se debe indicar cómo se evalúa la sostenibilidad del sistema para lo que se solicita el aprovechamiento. Para este fin, se recomienda informar sobre la presencia de brinzales, latizales y fustales que garanticen la sostenibilidad del sistema; las medidas o prácticas plenamente verificables o que sean demostrables por parte del productor que están usando en la finca para favorecer la regeneración de árboles, bien sea por regeneración natural o por

plantaciones; el paisaje de la finca contrastado con fincas vecinas inmediatas o mediatas que permitan evaluar la actitud activa del finquero para conservar árboles en la finca.

En el caso de manejo de regeneración natural, si el técnico determina que la finca se encuentra en un área muy degradada, en donde por el momento no se puede contar con un mínimo de 20 plántulas por hectárea para su manejo, este lo deberá de señalar, indicando cual será la forma de reposición del recurso por parte del productor a fin de garantizar la sostenibilidad del sistema, no permitiendo además el aprovechamiento de especies comerciales que puedan servir como fuentes de semilleras para el productor o especies que se encuentran con una abundancia menor a un individuo por hectárea, dentro del área de toda la finca.

Es importante que durante la visita institucional el técnico indague si el productor está pensando hacer parte de la transformación de la madera en la misma finca u otro tipo de consideración similar y dejarlo especificado en este apartado. La razón es porque la transformación de la madera en el sitio disminuirá los volúmenes de madera a transportar y además implicará el manejo de desperdicios adicionales al aprovechamiento.

#### ***4.4.5.2.4 Pago de incentivos***

Se propone un pago que permita cubrir los costos de manejo de regeneración natural y sostenibilidad que permita brindar una intervención para la extracción del recurso maderable y brinde además servicios ambientales a la sociedad. Los supuestos fundamentales son que este mecanismo debe asegurar una sostenibilidad del sistema en donde el propietario del bosque sea el eje del sistema, y sea el que se relacione con la AFE, rompiendo de esta manera con las imperfecciones del mercado por la intervención generada en la figura del intermediario.

Este esquema tiene como característica principal compensar en el momento inicial del aprovechamiento de árboles maderables la carga que debe de soportar inicialmente el dueño de la finca en contraprestación a una serie de gastos tales como permiso, regencia forestal, plan de manejo, inventario forestal, control de transporte, y información de mercados que son necesarias para garantizar que la sostenibilidad de la actividad y manejo del sistema.

En este sentido se pretende que el sistema de pago por incentivos debe funcionar dentro de un sistema de le brinda la AFE al dueño de la finca a través del FONAFIFO, financiándolo de manera tal que costé el plan de manejo (si fuera el caso) y los costos de tramitología que hay que pagar a la AFE. Aquí FONAFIFO podría asesorar al dueño de la finca en la contratación de un regente forestal bajo términos de referencia adecuados que le permitan obtener un plan de manejo que garantice una aprobación, y aprovechamiento adecuado y mantener el sistema con capacidad de regeneración. Una vez que ha sido aprobado el plan de manejo el FONAFIFO pagara un incentivo al productor en un monto equivalente a una cuarta parte del fondo que se paga por plantaciones forestales, durante 10 años, comprobando mediante evaluaciones a partir de una línea base, que el productor está realizando un manejo eficiente y sostenible del recurso.

#### 4.5 CONCLUSIONES

- Actualmente el 40% de los productores de Esparza vienen realizando una extracción y aprovechamiento de madera proveniente de potreros en forma ilegal, debido al desconocimiento de las leyes forestales que rigen el país y al alto costo de oportunidad que presenta el acceso a la legalidad, especialmente en aquellos permisos en los cuales es necesario realizar un inventario forestal.
- El sector forestal de Costa Rica, presenta problemas de naturaleza de legislación implícitos en la Ley forestal 7575 y su reglamento, que van enfocados principalmente a ambigüedades y contradicciones que no permiten la ejecución de la misma en forma sencilla y eficiente, de la misma forma que sucede con los manuales o guías para la solicitud de permisos de aprovechamiento los cuales en cierta forma no facilitan los procesos tramitológicos para la solicitud de trámites de aprovechamientos en fincas ganaderas.
- Al no consumir la madera proveniente de potreros no es la forma de poder proteger su existencia, por el contrario se desvaloriza la madera y con el tiempo tiende a disminuir. Debemos posicionar a la madera como un bio-material, que se produce de forma limpia y que su transformación requiere de poca energía. La sociedad costarricense debe empezar a consumir madera, reconocer los árboles como capital, y por ende a los arboles dispersos en potreros como inversiones competitivas de la tierra, incrementando su presencia en el paisaje.
- La excesiva regulación del manejo, las prohibiciones como zonas de protección y vedas, los altos costos de acceso a la legalidad, debido a la demora en las solicitudes de aprovechamiento, y el control específico sobre la actividad forestal legal, que es prioridad del SINAC, ha creado asimetrías importantes entre los precios de la madera proveniente de fuentes bien manejadas de aquellas fuentes ilegales y sin manejo.
- Para poder implementar un buen manejo del recurso maderable en fincas ganaderas en forma sostenible es necesario implementar una política de facilitación y fomento de la

actividad por parte del MINAET (SINAC), en donde la ONF debe de ser el encargado de promocionar el manejo sostenible del recurso maderable, y FONAFIFO mediante incentivos estimular a los productores a realizar este tipo de actividades.

- Es necesario que la asamblea legislativa de una revisión a la Ley forestal y a otras del sector con la finalidad de aclarar las ambigüedades y contradicciones que se presentan entre las leyes a fin de facilitar el proceso de inspección por parte de los técnicos forestales. Además la AFE debe reducir las barreras de acceso a la legalidad, es decir, bajar el número de pasos (trámites), y cuellos de botella en donde los manuales de procedimientos deben tener reglas claras, sencillas, precisas evitando que los usuarios legales del recurso forestal sientan una situación de competencia desleal con los usuarios ilegales.

#### 4.6 BIBLIOGRAFÍA

- Betancourt, FM. 1994. Clasificación taxonómica de los suelos de Costa Rica. Atlas agropecuario de Costa Rica. pp. 777-786.
- Calvo, G. 1994. Zonas de Vida y Biodiversidad de Costa Rica. Atlas agropecuario de Costa Rica. pp. 19-21.
- Detlefsen, G; Pomareda, C. 2008 La legislación forestal debe ser revisada para fomentar y aprovechar el recurso maderable en fincas ganaderas de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Síntesis para Decisores = Policy Brief No. 01. 4 p.
- Detlefsen, G; Pomareda, C. 2007. Incidencia de la legislación forestal sobre el fomento y aprovechamiento del recurso maderable en fincas ganaderas de Centroamérica. San Salvador, El Salvador, CATIE-NORUEGA/PD. 22 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. CATIE. Síntesis para Decisores. 4 p.
- Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Life zone ecology. IICA. San José, Costa Rica. 216 p. (Serie de libros y materiales educativos IICA no. 34).
- MIDEPLAN. 2007. Índice de Desarrollo Social 2007. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. San José, Costa Rica. 143 p.
- Navarro, G; Bermudez, G. 2006. INFORME Análisis económico del impacto de las restricciones técnicas y legales sobre la rentabilidad del manejo bosques naturales y su competitividad respecto a otros usos de la tierra en Costa Rica. Proyecto Fortalecimiento Institucional para la Ejecución de la Estrategia Nacional de Control de la Tala Ilegal de Recursos Forestales en Costa Rica SINAC-FAO- TCP/COS/3003 -SEGUNDO INFORME. 51 p.
- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Serie técnica. Informe Técnico. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 71 p.

## 5 CONCLUSIONES GENERALES

- Bajo las actividades de manejo actual que realizan los productores de Esparza (chapeas, aplicación de pesticidas, extracción de productos) así como las interacciones del ganado (ramoneo, pastoreo, etc.) el 42% de las especies registradas en la zona poseen regeneración natural activa, existiendo un potencial para su manejo con fines maderables.
- Existe una alta variabilidad de especies dentro de los potreros de Esparza, la cual es posible mantener bajo un esquema de manejo adecuado, aprovechando los distintos productos maderables y no maderables en forma sostenida, ya que actualmente existen especies que son capaces de regenerar y mantener sus poblaciones bajo el esquema de manejo e interacciones actuales que se vienen dando, pudiendo favorecerse otras con un adecuado manejo de las actividades ganaderas y el conocimiento y uso que los productores puedan dar a las diferentes especies presentes.
- El uso sostenible de los recursos naturales renovables es una alternativa de desarrollo debido a su aprovechamiento sin que supere su capacidad de renovación; las técnicas que se pueden aplicar en los recursos naturales renovables del municipio de Esparza, descritas en este documento, para que los mismos sean aprovechados de manera adecuada y sostenible, generan ingresos económicos de las familias para mejorar la calidad de vida sin causar desequilibrio en los recursos naturales renovables.
- Para iniciar la actividad forestal en fincas ganaderas bajo el esquema de tramitología actual existente, el tamaño de las mismas no tiene una influencia sobre la rentabilidad del proceso. Sin embargo, es necesario que cuenten con una densidad mayor o igual a 15 fustales ha<sup>-1</sup>, de los cuales el 30% debe de tener un dap mayor a 40 cm, para que la actividad sea rentable desde los primeros años.
- El aprovechamiento de madera en fincas ganaderas es una actividad rentable y sostenible que puede ser implementada por los productores como una fuente de

ingresos adicional al sistema que vienen manejando, siempre y cuando hagan un manejo sostenible de la regeneración natural, manejando un mínimo de 20 plántulas por hectárea al año, de tal manera que puedan garantizar el aprovechamiento a futuro de un mínimo de un árbol por hectárea al año.

- Debido a la excesiva regulación para la solicitud de trámites de aprovechamiento y al control específico sobre la actividad forestal legal, a ocasionado que la actividad maderera sea poco atractiva para el productor, repercutiendo esto en la disminución del número de individuos en la categoría de latizales (1.054 latizales, 2.527 brinzales y 5.109 fustales), no garantizando la permanencia de varias especies a futuro, lo cual refleja el estado actual e histórico de manejo por parte de los productores.
- La tramitología actual que rige el sector forestal de Costa Rica, para el aprovechamiento de árboles dispersos en potreros, no incentiva ni motiva al productor a implementar este tipo de actividad, complicando y retrasando los tramites respectivos para un aprovechamiento ágil y eficiente en forma sostenida, caracterizándose por tener un alto número de pasos (trámites), y cuellos de botella para acceder a la legalidad, en donde los manuales de procedimientos (como el que se propone en el presente documento) deben tener reglas claras, sencillas, precisas, que no permitan la discrecionalidad por parte de los oficiales de la AFE.
- Establecer un pago por incentivos para el manejo de regeneración natural en potreros es una alternativa económicamente rentable que puede motivar a los productores a la incorporación de árboles en sus fincas, manteniendo un esquema de manejo adecuado. Para el efecto se deben aprovechar los distintos productos maderables y no maderables en forma sostenida, teniendo en cuenta que hay especies capaces de regenerar y mantener sus poblaciones bajo el esquema de manejo e interacciones actuales que se vienen dando, pudiendo evitar la pérdida de especies raras (favoreciéndose con un adecuado manejo de las actividades ganaderas) y el conocimiento y uso que los productores puedan dar a las diferentes especies presentes.

## 6 RECOMENDACIONES

- Realizar una réplica del análisis financiero en una localidad diferente a la de Esparza, debido a que esta zona podría considerarse atípica para algunos usuarios, ya que ha sido muy favorecida con diversos proyectos los cuales han incidido en alguna forma sobre las prácticas agronómicas y culturas que realizan los productores de la zona, de manera tal que se puedan validar los resultados presentados.
- Para favorecer el manejo de regeneración natural de las diferentes especies comerciales priorizadas en la zona a trabajar, es fundamental identificar los periodos de floración y fructificación de las diferentes especies, no obstante la forma de manejo será distinto de acuerdo a las condiciones climáticas de cada sitio. En zonas húmedas, eliminar parte de la cobertura puede contribuir a la sobrevivencia de las plántulas, más aun cuando el patrón de crecimiento de las pasturas permite pocos espacios en el lugar. En este sentido, es importante desde el punto de vista económico para el productor que forma de eliminación de la cobertura es la más viable ya sea manual, con herbicidas o con pastoreo intensivo, teniendo en consideración las implicancias ambientales de cada método.
- El fomento de una política de aprovechamiento maderable simplificado en fincas ganaderas como parte de la innovación en el manejo agropecuario y forestal debe de ir acompañado de una serie de políticas que promuevan nuevas actividades económicas a través de la diversificación con productos maderables dentro de fincas agropecuarias, en donde las instituciones del estado (ONF, SINAC, MINAET) deben de ser los que lideren este tipo de iniciativas de manera tal que los productores puedan registrar los árboles presentes en sus fincas, y cuando sea necesario realizar un aprovechamiento forestal comercial, sólo se necesite una inspección del recurso, emitiéndose una guía de transporte o nota de envío de productos maderables por el volumen a aprovechar, sin ningún trámite engorroso.
- Crear un programa de sensibilización y formación de capacidades humanas a todo nivel (desde pequeños ganaderos hasta los decisores de política) que muestre las

bondades del manejo silvicultural de especies maderables en potreros, así como la realización de aprovechamientos de árboles maderables en fincas ganaderas de manera legal. Para esto se debe de identificar un lugar con un potencial de producción maderable bajo sistemas silvopastoriles, en donde la conservación y uso racional de los recursos naturales, puedan promover la generación de empleo, estabilización de la sociedad local, seguridad alimentaria, mejoramiento de la calidad de vida y podría reflejarse hasta en un aumento del índice de desarrollo humano en general.

- Las instituciones de gobierno deben acercarse más al trabajo que realicen los productores en el campo. De manera tal, que se vincule a la población objetivo con los tomadores de decisiones a efecto de fortalecer la capacidad de búsqueda de soluciones en forma compartida o concertada, diseñando además un programa que permita a los productores beneficiarse de la cadena de valor y comercialización de los diversos productos provenientes de sus fincas.
- El SINAC conjuntamente con la ONF deberían de implementar un programa de educación y capacitación que involucre actores como el MAG, Cámara de Productores Ganaderos e Instituciones locales en forma agresiva hacia la población, con la finalidad de mostrar los beneficios del manejo maderable en fincas ganaderas con miras a una producción sostenible, creando mecanismos jurídicos que favorezcan este tipo de actividades, fortaleciendo al sistema de información de recursos naturales de Costa Rica (SIREFOR), y realizando alianzas con centros de investigación y educación que manejen indicadores técnicos y financieros que puedan incidir en los tomadores de decisiones, utilizando fincas modelo (con alto potencial para el manejo de regeneración natural en forma sostenible) como centros de aprendizaje.
- La formulación y gestión de un proyecto para la zona de Esparza, que pueda validar un mecanismo de pago por incentivos para el manejo de regeneración natural en fincas pilotos de la zona, sería adecuado para que FONAFIFO pudiera validar los resultados obtenidos en el presente estudio y evalúe la posibilidad de implementar dicho pago en acciones futuras, acompañado de una estrategia de creación de valor para el producto maderable.

## 7 ANEXOS

### Anexo 1. *Lista de especies, géneros y familias reportadas en los 135 potreros de alta densidad de árboles en Esparza, Costa Rica.*

Nombre común	Nombre científico	Género	Familia
Acacia	<i>Acacia sp.</i>	<i>Acacia</i>	Leguminosae Mimosoideae
Aceituno	<i>Simaruba glauca</i>	<i>Simaruba</i>	Simaroubaceae
Aguacate	<i>Persea Americana</i>	<i>Persea</i>	Lauraceae
Almendra	<i>Andira inermis</i>	<i>Andira</i>	Leguminosae Papilionoideae
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	<i>Chrysophyllum</i>	Sapotaceae
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Swietenia</i>	Meliaceae
Carao	<i>Cassia grandis</i>	<i>Cassia</i>	Leguminosae Caesalpiinoideae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cedrela</i>	Meliaceae
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Ceiba</i>	Bombacaceae
Cenizaro	<i>Samanea saman</i>	<i>Samanea</i>	Leguminosae Mimosoideae
Chaperno	<i>Lonchocarpus sp.</i>	<i>Lonchocarpus</i>	Leguminosae Papilionoideae
Chilamate	<i>Ficus insipida</i>	<i>Ficus</i>	Moraceae
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	<i>Dalbergia</i>	Leguminosae Papilionoideae
Corteza	<i>Tabebuia ochracea</i>	<i>Tabebuia</i>	Bignoniaceae
Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	<i>Acrocomia</i>	Palmae
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	<i>Anacardium</i>	Anacardiaceae
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	<i>Eucalyptus</i>	Myrtaceae
Gallinazo	<i>Schizolobium parahyba</i>	<i>Schizolobium</i>	Leguminosae
Gavilan	<i>Pentaclethra macroloba</i>	<i>Pentaclethra</i>	Leguminosae Mimosoideae
Guaba	<i>Inga sp.</i>	<i>Inga</i>	Leguminosae Mimosoideae
Guachipelín	<i>Myrospermum frutescens</i>	<i>Myrospermum</i>	Leguminosae Papilionoideae
Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Guazuma</i>	Esterculiaceae
Guanabana	<i>Annona reticulata</i>	<i>Annona</i>	Annonaceae
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Enterolobium</i>	Mimosaceae
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Hymenaea</i>	Leguminosae Caesalpiinoideae
guarumo	<i>Cecropia sp.</i>	<i>Cecropia</i>	Cecropiaceae
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	<i>Psidium</i>	Myrtaceae
Guayaquil	<i>Albizia guachepele</i>	<i>Albizia</i>	Fabaceae
Higueron	<i>Ficus obtusifolia</i>	<i>Ficus</i>	Moraceae
Higuito	<i>Ficus pertusa</i>	<i>Ficus</i>	Moraceae
Huitite	<i>Xylosma intermedia</i>	<i>Xylosma</i>	Flacourtiaceae
Indio Desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	<i>Bursera</i>	Burseraceae
Jicaro	<i>Crescentia alata</i>	<i>Crescentia</i>	Bignoniaceae
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	<i>Spondias</i>	Anacardiaceae
Jocote	<i>Spondias purpurea</i>	<i>Spondias</i>	Anacardiaceae
Lagarto	<i>Gyrocarpus americanus</i>	<i>Gyrocarpus</i>	Hernandiaceae

Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Cordia</i>	Boraginacea
Lengua de Vaca	<i>Miconia Argentea</i>	<i>Miconia</i>	Melastomataceae
Limon	<i>Citrus limonius</i>	<i>Citrus</i>	Rutaceae
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Gliricidia</i>	Leguminosae Papilionoideae
Mamon	<i>Melicoccus bijugatus</i>	<i>Melicoccus</i>	Sapindaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i>	<i>Mangifera</i>	Anacardiaceae
Marañon	<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Anacardium</i>	Anacardiaceae
Mastate	<i>Brosimun Alicastrum</i>	<i>Brosimun</i>	Moraceae
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Gmelina</i>	Verbenaceae
Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Maclura</i>	Moraceae
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Byrsonima</i>	Malpighiaceae
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Citrus</i>	Rutaceae
Palma	<i>Acrocomia sp.</i>	<i>Acrocomia</i>	Palmae
Palo Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Ochroma</i>	Bombacacea
Panama	<i>Sterculia apetala</i>	<i>Sterculia</i>	Sterculiaceae
Papaturro	<i>Coccoloba sp.</i>	<i>Coccoloba</i>	Polygonaceae
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	<i>Bombacopsis</i>	Bombacacea
Poro	<i>Erythrina sp.</i>	<i>Erythrina</i>	Leguminosae Papilionoideae
Pulgoso (lena)	<i>Thouinidium decandrum</i>	<i>Thouinidium</i>	Sapindaceae
Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i>	<i>Lysiloma</i>	Fabaceae Mimosoideae
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Tabebuia</i>	Bignoniaceae
Ronron	<i>Dalbergia glomerata</i>	<i>Dalbergia</i>	Leguminosae Papilionoideae
Sapote	<i>Pouteria sp.</i>	<i>Pouteria</i>	Sapotaceae
Tamarindo	<i>Cojoba arborea</i>	<i>Cojoba</i>	Leguminosae Mimosoideae
Tempate	<i>Jatropha curcas</i>	<i>Jatropha</i>	Euphorbiaceae
Vainillo	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	<i>Stryphnodendron</i>	Leguminosae

Anexo 2. *Lista de propietarios, código identificador y área de finca y potreros evaluadas*

<b>No</b>	<b>ID_P RÓD</b>	<b>Propietario</b>	<b>Área Total</b>	<b>Área Total de Potreros.</b>	<b>Área Potreros con Arboles</b>	<b>Localidad</b>
1	203	Luis Emilio Mora Badilla	59,55	49,937	49,076	San jerónimo
2	209	Aracely Fernández Segura	27,76	23,092	13,062	Cerrillos
3	229	Raúl Hidalgo Campos	33,71	26,045	26,045	Guadalupe
4	232	Gerardo Murillo Berrocal	14,57	8,032	8,032	San Miguel
5	241	José Angel Venegas Arroyo	11,35	8,556	8,177	Juanilama
6	253	Fernando Barrantes Hidalgo	35,26	23,735	23,735	Angostura
7	262	Luis Angel Castro Montero	61,87	34,093	31,37	San Juan
8	266	Fabio Madrigal Conejo	7,11	6,037	6,037	San Juan
9	272	Fernando Castro Montero	52,92	33,662	32,185	San Juan
10	278	Dimas Venegas Arroyo	32,81	18,222	18,222	Juanilama
11	285	Lorenzo Elizondo Oliveiro	56,18	37,576	30,555	Miramar
12	315	Carlos Porrás Benavides	21,56	12,602	12,211	Juanilama

Anexo 3. *Precios de la madera promedio para Costa Rica, en colones*

<b>Especie</b>	<b>En pie</b>	<b>En patio</b>
	<b>pmt-rollo</b>	<b>pmt-rollo</b>
Acacia	67	114
Almendro	115	320
Caoba	109	277
Pulgoso	74	159
Cedro	244	390
ceiba	90	167
Cenizaro	202	383
Chilamate	84	162
Roble	109	208
Espavel	87	168
Eucalipto	94	177
Cocobolo	244	330
Gallinazo	71	158
Gavilan	93	203
Guacimo	76	161
Guanacaste	230	393
Corteza Amarilla	110	287
Jobo	76	174
Lagarto	96	197
Laurel	109	203
Guachipelin	104	190
Melina	80	164
Guapinol	97	182
Jicaro	97	182
Jocote	97	182
Pochote	148	253
Ronron	99	163
Chaperno	115	264
Aceituno	172	299
Guayaquil	67	132
guarumo	97	182
Madero Negro	97	182
Quebracho	97	182
Sajino	70	100

Anexo 4. Costos anuales por hectárea para el mantenimiento de la actividad forestal en un aprovechamiento menor a 10 árboles por finca.

<b>Costos de Mantenimiento de la actividad forestal</b>		
	Costo	Unidad
<b>Manejo de regeneración Natural</b>		
Trasplante	1	unidad
Chapeas	15	ha
Plateos	1	unidad
<b>Costos de Operación</b>		
Inventario Finca (mapa)	30	ha
Marcado de árboles semilleros	30	global
Acceso a la legalidad	8	m <sup>3</sup>

Anexo 5. *Flujo de caja por hectárea, en la situación sin proyecto para la estimación del VAN, TIR y B/C*

5.1) *Finca No 209*

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>		<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>			
Tasa de inflación acumulada	9,35%		Riesgo biológico + climático				1,50%			
Área de pastos: 12,69 ha										
<b>AÑOS</b>										
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68
Manejo de pastos	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89
Mantenimiento cercas vivas	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03
Insumos pasturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos cercas vivas	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Costo transporte ganado	2,20	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
Costo transporte lácteos										
Costo compra animales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b><i>Cotos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>117,43</i></b>	<b><i>118,09</i></b>	<b><i>118,09</i></b>	<b><i>118,09</i></b>	<b><i>122,33</i></b>	<b><i>122,33</i></b>	<b><i>118,09</i></b>	<b><i>118,09</i></b>	<b><i>118,09</i></b>	<b><i>126,57</i></b>
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos venta ganado	119,25	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43
<b><i>Ingresos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>119,25</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>	<b><i>128,43</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>1,82</b>	<b>10,34</b>	<b>10,34</b>	<b>10,34</b>	<b>6,10</b>	<b>6,10</b>	<b>10,34</b>	<b>10,34</b>	<b>10,34</b>	<b>1,86</b>

5.2) Finca No 229

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>		<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>			
Tasa de inflación acumulada	9,35%		Riesgo biológico + climático				1,50%			
Área de Potreros	12,02 ha									
	<b>AÑOS</b>									
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42
Manejo de pastos	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mantenimiento cercas vivas	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20
Insumos pasturas	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Insumos cercas vivas	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Costo transporte ganado	1,46	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo compra animales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b><i>Cotos totales sin proyecto</i></b>	<b>312,75</b>	<b>313,59</b>	<b>313,59</b>	<b>313,59</b>	<b>317,83</b>	<b>317,83</b>	<b>313,59</b>	<b>313,59</b>	<b>313,59</b>	<b>322,07</b>
Producción leche	590,09	673,30	693,95	693,95	683,75	673,70	663,79	654,04	644,42	634,95
Ingresos leche y derivados	229,65	262,03	270,06	270,06	266,09	262,18	258,33	254,53	250,79	247,10
Ingresos venta ganado	80,63	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95
<b><i>Ingresos totales sin proyec</i></b>	<b>310,27</b>	<b>360,98</b>	<b>369,02</b>	<b>369,02</b>	<b>365,05</b>	<b>361,13</b>	<b>357,28</b>	<b>353,48</b>	<b>349,74</b>	<b>346,06</b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-2,48</b>	<b>47,39</b>	<b>55,42</b>	<b>55,42</b>	<b>47,21</b>	<b>43,30</b>	<b>43,69</b>	<b>39,89</b>	<b>36,15</b>	<b>23,98</b>

### 5.3) Finca No 241

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>				
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%				
Área de Potreros	8,15 ha									
		<b>AÑOS</b>								
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60
Manejo de pastos	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mantenimiento cercas vivas	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87
Insumos pasturas	0,99	0,00	0,99	0,00	0,99	0,00	0,99	0,00	0,99	0,00
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos cercas vivas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo transporte ganado	1,97	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo transporte insumos	13,54	13,54	13,54	13,54	13,54	13,54	13,54	13,54	13,54	13,54
<i>Cotos totales sin proyecto</i>	<i>205,37</i>	<i>203,99</i>	<i>204,97</i>	<i>203,99</i>	<i>209,21</i>	<i>208,23</i>	<i>204,97</i>	<i>203,99</i>	<i>204,97</i>	<i>212,47</i>
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos venta ganado	162,06	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74
<b><i>Ingresos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>162,06</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>	<b><i>225,74</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-43,31</b>	<b>21,76</b>	<b>20,77</b>	<b>21,76</b>	<b>16,53</b>	<b>17,52</b>	<b>20,77</b>	<b>21,76</b>	<b>20,77</b>	<b>13,28</b>

5.4) Finca No. 253

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>					
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%					
Área de Potreros	15,56 ha										
<b>AÑOS</b>											
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
Cuidado animales	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	
Manejo de pastos	17,88	15,18	15,18	17,88	15,18	15,18	17,88	15,18	15,18	17,88	
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mantenimiento cercas vivas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85	
Insumos ganado	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	
Insumos pasturas	25,81	3,71	3,71	25,81	3,71	0,00	25,81	0,00	0,00	25,81	
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insumos cercas vivas	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
Costo transporte ganado	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cotos totales sin proyecto</i>	<i>134,46</i>	<i>109,66</i>	<i>109,66</i>	<i>134,46</i>	<i>113,90</i>	<i>110,19</i>	<i>134,46</i>	<i>105,95</i>	<i>105,95</i>	<i>142,94</i>	
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos venta ganado	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	
<b><i>Ingresos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	<b><i>134,75</i></b>	
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>0,30</b>	<b>25,09</b>	<b>25,09</b>	<b>0,30</b>	<b>20,85</b>	<b>24,57</b>	<b>0,30</b>	<b>28,81</b>	<b>28,81</b>	<b>-8,18</b>	

5.5) Finca No 262

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>					
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%					
Área de Potreros	25,5 ha										
<b>AÑOS</b>											
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
Cuidado animales	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	
Manejo de pastos	7,15	0,00	0,00	7,15	0,00	0,00	7,15	0,00	0,00	7,15	
Manejo de bancos forrajeros	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	
Mantenimiento cercas vivas	11,20	0,00	0,00	11,20	0,00	0,00	11,20	0,00	0,00	11,20	
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85	
Insumos ganado	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	
Insumos pasturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insumos cercas vivas	0,65	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,65	
Costo transporte ganado	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	
Costo transporte lácteos	6,55	7,47	7,70	7,70	7,59	7,47	7,36	7,26	7,15	7,04	
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cotos totales sin proyecto</i>	<i>278,00</i>	<i>259,92</i>	<i>260,15</i>	<i>279,16</i>	<i>264,28</i>	<i>264,17</i>	<i>278,82</i>	<i>259,71</i>	<i>259,60</i>	<i>286,98</i>	
Producción leche	409,16	466,85	481,17	481,17	474,10	467,13	460,26	453,49	446,83	440,26	
Ingresos leche y derivados	152,31	173,78	179,12	179,12	176,48	173,89	171,33	168,81	166,33	163,89	
Ingresos venta ganado	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	
<b><i>Ingresos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>273,99</i></b>	<b><i>295,46</i></b>	<b><i>300,79</i></b>	<b><i>300,79</i></b>	<b><i>298,16</i></b>	<b><i>295,56</i></b>	<b><i>293,01</i></b>	<b><i>290,49</i></b>	<b><i>288,01</i></b>	<b><i>285,56</i></b>	
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-4,02</b>	<b>35,54</b>	<b>40,64</b>	<b>21,64</b>	<b>33,88</b>	<b>31,40</b>	<b>14,19</b>	<b>30,78</b>	<b>28,40</b>	<b>-1,42</b>	

5.6) Finca No 278

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>		<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>			
Tasa de inflación acumulada	9,35%		Riesgo biológico + climático				1,50%			
Área de Potreros	14,01 ha									
	<b>AÑOS</b>									
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86
Manejo de pastos	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mantenimiento cercas vivas	55,84	0,00	55,84	0,00	55,84	0,00	55,84	0,00	55,84	0,00
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03
Insumos pasturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos cercas vivas	0,57	0,00	0,57	0,00	0,57	0,00	0,57	0,00	0,57	0,00
Costo transporte ganado	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cotos totales sin proyecto</i>	<i>106,32</i>	<i>49,91</i>	<i>106,32</i>	<i>49,91</i>	<i>110,56</i>	<i>54,15</i>	<i>106,32</i>	<i>49,91</i>	<i>106,32</i>	<i>58,39</i>
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos venta ganado	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59
<b><i>Ingresos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>	<b><i>99,59</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-6,73</b>	<b>49,68</b>	<b>-6,73</b>	<b>49,68</b>	<b>-10,97</b>	<b>45,44</b>	<b>-6,73</b>	<b>49,68</b>	<b>-6,73</b>	<b>41,20</b>

5.7) Finca No 285

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>					
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%					
Área de Potreros	17,48 ha										
<b>AÑOS</b>											
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
Cuidado animales	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	
Manejo de pastos	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	
Manejo de bancos forrajeros	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	
Mantenimiento cercas vivas	1,89	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	1,89	
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85	
Insumos ganado	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	
Insumos pasturas	2,53	0,00	0,00	2,53	0,00	0,00	2,53	0,00	0,00	2,53	
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insumos cercas vivas	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	
Costo transporte ganado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cotos totales sin proyecto</i>	<i>108,18</i>	<i>103,75</i>	<i>103,75</i>	<i>108,18</i>	<i>107,99</i>	<i>107,99</i>	<i>108,18</i>	<i>103,75</i>	<i>103,75</i>	<i>116,66</i>	
Producción leche	287,39	327,91	337,97	337,97	333,00	328,10	323,28	318,53	313,85	309,23	
Ingresos leche y derivados	121,57	138,71	142,96	142,96	140,86	138,79	136,75	134,74	132,76	130,81	
Ingresos venta ganado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b><i>Ingresos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>121,57</i></b>	<b><i>138,71</i></b>	<b><i>142,96</i></b>	<b><i>142,96</i></b>	<b><i>140,86</i></b>	<b><i>138,79</i></b>	<b><i>136,75</i></b>	<b><i>134,74</i></b>	<b><i>132,76</i></b>	<b><i>130,81</i></b>	
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>13,39</b>	<b>34,95</b>	<b>39,21</b>	<b>34,79</b>	<b>32,87</b>	<b>30,80</b>	<b>28,57</b>	<b>30,99</b>	<b>29,01</b>	<b>14,15</b>	

5.8) Finca No 315

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>					
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%					
Área de Potreros	12,14 ha										
<b>AÑOS</b>											
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
Cuidado animales	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	
Manejo de pastos	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Manejo de bancos forrajeros	9,17	7,67	7,67	9,17	7,67	7,67	9,17	7,67	7,67	9,17	
Mantenimiento cercas vivas	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85	
Insumos ganado	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	
Insumos pasturas	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	
Insumos bancos forrajeros	42,30	0,00	0,00	42,30	0,00	0,00	42,30	0,00	0,00	42,30	
Insumos cercas vivas	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	
Costo transporte ganado	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cotos totales sin proyecto</i>	<i>217,50</i>	<i>173,70</i>	<i>173,70</i>	<i>217,50</i>	<i>177,94</i>	<i>177,94</i>	<i>217,50</i>	<i>173,70</i>	<i>173,70</i>	<i>225,98</i>	
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos venta ganado	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	
<b><i>Ingresos totales sin proyecto</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	<b><i>213,94</i></b>	
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-3,56</b>	<b>40,24</b>	<b>40,24</b>	<b>-3,56</b>	<b>36,00</b>	<b>36,00</b>	<b>-3,56</b>	<b>40,24</b>	<b>40,24</b>	<b>-12,04</b>	

Anexo 6. *Flujo de caja por hectárea, en la situación con proyecto para la estimación del VAN, TIR y B/C.*

6.1) *Finca No 209.*

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>		<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>			
Tasa de inflación acumulada	9,35%		Riesgo biológico + climático				1,50%			
Área de Potreros	12,69 ha									
<b>AÑOS</b>										
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68	18,68
Manejo de pastos	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89	9,89
Mantenimiento cercas vivas	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03	76,03
Insumos pasturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos cercas vivas	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Costo transporte ganado	2,20	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
Costo transporte lácteos										
Costo compra animales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costos Manejo Regeneración	17,81	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00
Costos operación	39,33	5,47	6,75	4,24	5,91	4,66	5,20	5,21	4,44	5,80
<b><i>Cotos totales con proyecto</i></b>	<b><i>174,58</i></b>	<b><i>152,57</i></b>	<b><i>153,85</i></b>	<b><i>151,33</i></b>	<b><i>157,24</i></b>	<b><i>155,99</i></b>	<b><i>152,29</i></b>	<b><i>152,30</i></b>	<b><i>151,53</i></b>	<b><i>161,38</i></b>
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos venta ganado	119,25	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43	128,43
<i>Ingreso por venta de madera</i>	80,64	66,69	104,61	71,87	72,54	41,92	81,13	47,82	47,78	72,56
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>199,89</i></b>	<b><i>195,13</i></b>	<b><i>233,05</i></b>	<b><i>200,30</i></b>	<b><i>200,97</i></b>	<b><i>170,36</i></b>	<b><i>209,56</i></b>	<b><i>176,25</i></b>	<b><i>176,22</i></b>	<b><i>201,00</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>25,31</b>	<b>42,56</b>	<b>79,20</b>	<b>48,97</b>	<b>43,73</b>	<b>14,37</b>	<b>57,27</b>	<b>23,95</b>	<b>24,69</b>	<b>39,62</b>

6.2) Finca No 229

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>		<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>			
Tasa de inflación acumulada	9,35%		Riesgo biológico + climático				1,50%			
Área de Potreros	12,02 ha									
	<b>AÑOS</b>									
<b>Ítems/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42
Manejo de pastos	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mantenimiento cercas vivas	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20	272,20
Insumos pasturas	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Insumos cercas vivas	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Costo transporte ganado	1,46	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo compra animales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costos Manejo Regeneración	26,1	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Costos operación	35,2	1,8	2,5	1,7	2,1	2,6	3,9	3,2	4,8	4,0
<i>Cotos totales con proyecto</i>	<i>374,03</i>	<i>344,38</i>	<i>345,11</i>	<i>344,27</i>	<i>348,91</i>	<i>349,47</i>	<i>346,52</i>	<i>345,83</i>	<i>347,35</i>	<i>355,03</i>
Producción leche	590,09	673,30	693,95	693,95	683,75	673,70	663,79	654,04	644,42	634,95
Ingresos leche y derivados	229,65	262,03	270,06	270,06	266,09	262,18	258,33	254,53	250,79	247,10
Ingresos venta ganado	80,63	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95	98,95
<i>Ingreso por venta de madera</i>	<i>44,19</i>	<i>19,23</i>	<i>26,58</i>	<i>17,75</i>	<i>21,91</i>	<i>26,36</i>	<i>40,44</i>	<i>34,21</i>	<i>46,79</i>	<i>41,76</i>
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>354,47</i></b>	<b><i>380,21</i></b>	<b><i>395,60</i></b>	<b><i>386,77</i></b>	<b><i>386,96</i></b>	<b><i>387,49</i></b>	<b><i>397,72</i></b>	<b><i>387,69</i></b>	<b><i>396,54</i></b>	<b><i>387,81</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-19,56</b>	<b>35,83</b>	<b>50,49</b>	<b>42,50</b>	<b>38,05</b>	<b>38,02</b>	<b>51,20</b>	<b>41,86</b>	<b>49,18</b>	<b>32,79</b>

### 6.3) Finca No 241

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>		<b>Tasa de interés Nominal</b>		<b>11,50%</b>					
Tasa de inflación acumulada	9,35%		Riesgo biológico + climático		1,50%					
Area de Potreros	8,15 ha									
<b>AÑOS</b>										
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60
Manejo de pastos	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87	9,87
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mantenimiento cercas vivas	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87
Insumos pasturas	0,99	0,00	0,99	0,00	0,99	0,00	0,99	0,00	0,99	0,00
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos cercas vivas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo transporte ganado	1,97	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo transporte insumos	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Costos Manejo Regeneración	23,2	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Costos operación	37,1	4,7	3,7	0,7	2,6	1,4	5,0	2,2	3,9	4,7
<i>Cotos totales con proyecto</i>	<i>265,69</i>	<i>237,71</i>	<i>237,65</i>	<i>233,73</i>	<i>240,79</i>	<i>238,63</i>	<i>238,95</i>	<i>235,16</i>	<i>237,88</i>	<i>246,19</i>
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos venta ganado	162,06	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74	225,74
<i>Ingreso por venta de madera</i>	<i>40,89</i>	<i>76,15</i>	<i>36,07</i>	<i>8,87</i>	<i>30,60</i>	<i>17,23</i>	<i>59,99</i>	<i>22,04</i>	<i>47,70</i>	<i>54,84</i>
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>202,95</i></b>	<b><i>301,90</i></b>	<b><i>261,81</i></b>	<b><i>234,61</i></b>	<b><i>256,34</i></b>	<b><i>242,97</i></b>	<b><i>285,73</i></b>	<b><i>247,78</i></b>	<b><i>273,44</i></b>	<b><i>280,58</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-62,74</b>	<b>64,18</b>	<b>24,16</b>	<b>0,88</b>	<b>15,55</b>	<b>4,34</b>	<b>46,78</b>	<b>12,62</b>	<b>35,56</b>	<b>34,39</b>

6.4) Finca No 253

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>					
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%					
Área de Potreros	15,56 ha										
<b>AÑOS</b>											
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
Cuidado animales	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	10,23	
Manejo de pastos	17,88	15,18	15,18	17,88	15,18	15,18	17,88	15,18	15,18	17,88	
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mantenimiento cercas vivas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85	
Insumos ganado	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	72,88	
Insumos pasturas	25,81	3,71	3,71	25,81	3,71	0,00	25,81	0,00	0,00	25,81	
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insumos cercas vivas	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
Costo transporte ganado	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo compra ganado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Costos Manejo Regeneración	16,2	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	
Costos operación	34,2	4,5	3,7	2,2	2,6	2,7	2,5	3,3	2,6	2,6	
<i>Cotos totales con proyecto</i>	<i>184,87</i>	<i>143,20</i>	<i>142,40</i>	<i>165,67</i>	<i>145,50</i>	<i>141,84</i>	<i>165,94</i>	<i>138,22</i>	<i>137,51</i>	<i>174,49</i>	
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos venta ganado	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	134,75	
<i>Ingreso por venta de madera</i>	<i>20,29</i>	<i>93,04</i>	<i>33,11</i>	<i>18,28</i>	<i>36,58</i>	<i>22,89</i>	<i>48,58</i>	<i>67,53</i>	<i>37,94</i>	<i>34,47</i>	
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>155,04</i></b>	<b><i>227,79</i></b>	<b><i>167,86</i></b>	<b><i>153,03</i></b>	<b><i>171,33</i></b>	<b><i>157,64</i></b>	<b><i>183,34</i></b>	<b><i>202,28</i></b>	<b><i>172,69</i></b>	<b><i>169,22</i></b>	
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-29,83</b>	<b>84,60</b>	<b>25,46</b>	<b>-12,63</b>	<b>25,84</b>	<b>15,80</b>	<b>17,40</b>	<b>64,06</b>	<b>35,18</b>	<b>-5,27</b>	

6.5) Finca No 262

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>					<b>11,50%</b>	<b>25,5</b>			
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático					1,50%				
Área de Potreros	25,5 ha										
<b>AÑOS</b>											
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
Cuidado animales	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	22,92	
Manejo de pastos	7,15	0,00	0,00	7,15	0,00	0,00	7,15	0,00	0,00	7,15	
Manejo de bancos forrajeros	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	
Mantenimiento cercas vivas	11,20	0,00	0,00	11,20	0,00	0,00	11,20	0,00	0,00	11,20	
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85	
Insumos ganado	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	217,89	
Insumos pasturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insumos cercas vivas	0,65	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,65	
Costo transporte ganado	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	
Costo transporte lácteos	6,55	7,47	7,70	7,70	7,59	7,47	7,36	7,26	7,15	7,04	
Costo compra ganado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Costos Manejo Regeneración	25,1	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	
Costos operación	32,3	1,9	2,6	2,5	2,1	1,9	3,3	2,5	2,1	2,3	
<i>Cotos totales con proyecto</i>	<i>335,37</i>	<i>290,82</i>	<i>291,71</i>	<i>310,69</i>	<i>295,36</i>	<i>295,05</i>	<i>311,15</i>	<i>291,22</i>	<i>290,68</i>	<i>318,26</i>	
Producción leche	409,16	466,85	481,17	481,17	474,10	467,13	460,26	453,49	446,83	440,26	
Ingresos leche y derivados	152,31	173,78	179,12	179,12	176,48	173,89	171,33	168,81	166,33	163,89	
Ingresos venta ganado	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	121,68	
<i>Ingreso por venta de madera</i>	<i>24,31</i>	<i>29,30</i>	<i>43,58</i>	<i>46,67</i>	<i>24,59</i>	<i>33,37</i>	<i>39,32</i>	<i>47,05</i>	<i>35,38</i>	<i>37,13</i>	
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>298,29</i></b>	<b><i>324,76</i></b>	<b><i>344,38</i></b>	<b><i>347,46</i></b>	<b><i>322,75</i></b>	<b><i>328,94</i></b>	<b><i>332,33</i></b>	<b><i>337,54</i></b>	<b><i>323,38</i></b>	<b><i>322,69</i></b>	
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-37,08</b>	<b>33,94</b>	<b>52,67</b>	<b>36,77</b>	<b>27,38</b>	<b>33,89</b>	<b>21,18</b>	<b>46,32</b>	<b>32,70</b>	<b>4,43</b>	

6.6) Finca No 278

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>	<b>14,01</b>			
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%				
Área de Potreros	14,01 ha									
<b>AÑOS</b>										
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86
Manejo de pastos	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55
Manejo de bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mantenimiento cercas vivas	55,84	0,00	55,84	0,00	55,84	0,00	55,84	0,00	55,84	0,00
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03
Insumos pasturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos cercas vivas	0,57	0,00	0,57	0,00	0,57	0,00	0,57	0,00	0,57	0,00
Costo transporte ganado	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos Manejo Regeneración	21,1	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Costos operación	37,6	4,2	3,8	3,4	5,1	3,8	3,8	4,6	4,3	3,4
<i>Cotos totales con proyecto</i>	<i>165,03</i>	<i>83,08</i>	<i>139,15</i>	<i>82,31</i>	<i>144,62</i>	<i>86,92</i>	<i>139,09</i>	<i>83,51</i>	<i>139,63</i>	<i>90,81</i>
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos venta ganado	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59
<i>Ingreso por venta de madera</i>	<i>73,65</i>	<i>55,19</i>	<i>40,00</i>	<i>32,38</i>	<i>61,91</i>	<i>49,35</i>	<i>72,40</i>	<i>54,08</i>	<i>61,51</i>	<i>41,30</i>
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>173,23</i></b>	<b><i>154,78</i></b>	<b><i>139,59</i></b>	<b><i>131,97</i></b>	<b><i>161,49</i></b>	<b><i>148,93</i></b>	<b><i>171,98</i></b>	<b><i>153,67</i></b>	<b><i>161,10</i></b>	<b><i>140,89</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>8,20</b>	<b>71,70</b>	<b>0,44</b>	<b>49,66</b>	<b>16,87</b>	<b>62,01</b>	<b>32,89</b>	<b>70,16</b>	<b>21,47</b>	<b>50,08</b>

6.7) Finca No 285

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>		<b>11,50%</b>						
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático		1,50%						
Área de Potreros	17,48 ha									
<b>AÑOS</b>										
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83	65,83
Manejo de pastos	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14
Manejo de bancos forrajeros	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23
Mantenimiento cercas vivas	1,89	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	1,89
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30
Insumos pasturas	2,53	0,00	0,00	2,53	0,00	0,00	2,53	0,00	0,00	2,53
Insumos bancos forrajeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos cercas vivas	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89
Costo transporte ganado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos Manejo Regeneración	16,8	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Costos operación	35,2	1,7	1,5	1,5	1,9	1,9	1,5	2,4	1,6	1,7
<i>Cotos totales con proyecto</i>	<i>160,14</i>	<i>134,49</i>	<i>134,22</i>	<i>138,67</i>	<i>138,86</i>	<i>138,89</i>	<i>138,73</i>	<i>135,16</i>	<i>134,37</i>	<i>147,34</i>
Producción leche	287,39	327,91	337,97	337,97	333,00	328,10	323,28	318,53	313,85	309,23
Ingresos leche y derivados	121,57	138,71	142,96	142,96	140,86	138,79	136,75	134,74	132,76	130,81
Ingresos venta ganado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ingreso por venta de madera</i>	<i>55,68</i>	<i>26,72</i>	<i>17,75</i>	<i>17,68</i>	<i>21,97</i>	<i>26,74</i>	<i>18,35</i>	<i>30,60</i>	<i>27,71</i>	<i>25,24</i>
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>177,25</i></b>	<b><i>165,43</i></b>	<b><i>160,71</i></b>	<b><i>160,64</i></b>	<b><i>162,83</i></b>	<b><i>165,53</i></b>	<b><i>155,10</i></b>	<b><i>165,34</i></b>	<b><i>160,47</i></b>	<b><i>156,05</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>17,10</b>	<b>30,94</b>	<b>26,49</b>	<b>21,97</b>	<b>23,97</b>	<b>26,64</b>	<b>16,38</b>	<b>30,18</b>	<b>26,10</b>	<b>8,72</b>

6.8) Finca No 315

<b>Tasa Mínima aceptable</b>	<b>5,97%</b>	<b>Tasa de interés Nominal</b>				<b>11,50%</b>				
Tasa de inflación acumulada	9,35%	Riesgo biológico + climático				1,50%				
Área de Potreros	12,14 ha									
<b>AÑOS</b>										
<b>Items/ha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cuidado animales	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84
Manejo de pastos	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Manejo de bancos forrajeros	9,17	7,67	7,67	9,17	7,67	7,67	9,17	7,67	7,67	9,17
Mantenimiento cercas vivas	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Manejo de árboles en potrero	4,37	4,37	4,37	4,37	8,61	8,61	4,37	4,37	4,37	12,85
Insumos ganado	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73
Insumos pasturas	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01	25,01
Insumos bancos forrajeros	42,30	0,00	0,00	42,30	0,00	0,00	42,30	0,00	0,00	42,30
Insumos cercas vivas	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56
Costo transporte ganado	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Costo transporte lácteos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo compra ganado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos Manejo Regeneración	15,7	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Costos operación	34,1	1,5	2,1	2,2	3,2	3,3	3,5	4,4	2,2	4,2
<i>Cotos totales con proyecto</i>	<i>267,25</i>	<i>204,15</i>	<i>204,80</i>	<i>248,75</i>	<i>210,16</i>	<i>210,23</i>	<i>250,01</i>	<i>207,07</i>	<i>204,94</i>	<i>259,14</i>
Producción leche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos leche y derivados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos venta ganado	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94	213,94
<i>Ingreso por venta de madera</i>	<i>23,13</i>	<i>22,81</i>	<i>19,00</i>	<i>30,68</i>	<i>27,79</i>	<i>35,00</i>	<i>35,08</i>	<i>45,17</i>	<i>18,57</i>	<i>41,92</i>
<b><i>Ingresos totales con proyecto</i></b>	<b><i>237,06</i></b>	<b><i>236,75</i></b>	<b><i>232,93</i></b>	<b><i>244,61</i></b>	<b><i>241,73</i></b>	<b><i>248,94</i></b>	<b><i>249,02</i></b>	<b><i>259,11</i></b>	<b><i>232,51</i></b>	<b><i>255,86</i></b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>-30,19</b>	<b>32,60</b>	<b>28,13</b>	<b>-4,14</b>	<b>31,57</b>	<b>38,71</b>	<b>-1,00</b>	<b>52,04</b>	<b>27,57</b>	<b>-3,28</b>

### **Anexo 7. Manejo de Regeneración Natural**

Con la finalidad de garantizar un manejo y aprovechamiento sostenible de arboles maderables comerciales en potreros activos de Esparza, Costa Rica, se elaboró el documento.

En primer lugar el productor debe de identificar en su finca las especies comerciales maderables las cuales desee manejar y aprovechar en los años futuros, con la finalidad de poder identificar la época de floración y fructificación de los arboles semilleros que se encuentran en su finca.

Una vez identificadas las especies y la época de semillación, el productor en el primer año debe de proteger un mínimo de 20 plántulas por hectárea que cuenten con una altura mayor a 30 cm, de la(s) especie(s) seleccionada(s), para luego realizar las siguientes actividades:

- Año 1: Conservar un mínimo de 20 plántulas de regeneración natural por hectárea, de especies maderables comerciales. De acuerdo a las características del potrero si la regeneración no se encuentra distribuida uniformemente se realizara un trasplante de plántulas, no mayor al 70% de las 20 seleccionadas, para lo cual tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - a) Realizar el trasplante en la época de lluvia, justo en los primeros días de inicio de las mismas. Es preferible elegir un día nublado y fresco.
  - b) El día antes de extraer la planta riega para humedecer la tierra.
  - c) El terreno que recibirá la planta debe ser cuidadosamente preparado: remover la tierra y abonarla.
  - d) Tras el trasplante es indispensable regar en abundancia.
  - e) Poda parte de la copa para evitar que una excesiva transpiración marchite a la planta.
  
- Año 2: Realizar una o dos chapeas manuales al área del potrero dependiendo de la agresividad de los pastos, y un plateo a los árboles que sobrevivieron del año anterior, tratando de mantener un aproximado de 12 árboles por hectárea, debido a la

mortalidad. Adicionalmente, a medida de lo posible tratar de disminuir la carga animal en dicho potrero a la mitad, para evitar daños a los plantones establecidos.

- Año 3: Se realizará un primer raleo de los árboles, dejando un promedio de 5 individuos por hectárea, según sus características fenológicas evitando árboles con bifurcaciones, torceduras, con presencia de enfermedades, débiles, sinuosos, etc. A los 5 árboles seleccionados se les realizara una poda de formación siguiendo las siguientes recomendaciones:
  - a) El corte debe de realizarse cerca del fuste, utilizando herramientas adecuadas como serrucho curvo o cola de zorro.
  - b) Evitar podas de ramas grandes.
  - c) Lo ideal es realizar la poda cuando las ramas tiene 2,5 cm de diámetro.
  - 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 de abajo y un segundo corte en la parte superior de la rama.
  
- Año 4 y 5: Realizar una limpieza del potrero al año, y un plateo manual alrededor de los arboles en el área.
  
- Año 6 y 7: Realizar por lo menos una limpieza manual del potrero al año.
  
- Año 8: Se debe de realizar un segundo raleo, eligiendo los dos individuos con mejores características físicas 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 pequeños o leña.

Otras consideraciones a tener en cuenta son las siguientes: el raleo en el año 8 solo se realizará si es que el finquero realiza un aprovechamiento de árboles en un mismo potrero por tres años consecutivos. En todo caso, si el aprovechamiento del potrero es

escalonado (por ejemplo cada tres años), no se debe de realizar el raleo en el año 8, manteniéndose los árboles seleccionados.

**Consideraciones Generales:**

La época más propicia para realizar una poda es en el otoño o el invierno. La primera poda en especies que forman ramas grandes se debe hacer cuando los árboles tienen tres metros de altura (mientras más grandes son las ramas, más trabajo lleva cortarlas y toman más tiempo para cicatrizar). Las ramas deben cortarse a ras del fuste, sin dañar la corteza del árbol, para evitar ataques de hongos (pudrición de la madera). Es conveniente ejecutar la primera poda al final de la época seca, ya que se facilita la operación y se obtiene un secado rápido de los cortes, bajo riesgo de enfermedades, cicatrización rápida de los cortes. En el primer raleo se deben cortar árboles malformados, con plagas y/o enfermedades y de pobre crecimiento. Los raleos son recomendados para potreros con la finalidad de mantener una cobertura promedio de arboles maderables comerciales del 17%.

**Anexo 8. Encuesta de aprovechamiento forestal y acceso a la legalidad.**

1. ¿En su finca se aprovecha o se ha aprovechado los árboles maderables? si \_\_\_ no \_\_\_
2. Objetivo de aprovechamiento: madera \_\_\_ Leña \_\_\_ Postes \_\_\_
3. ¿Cuántos árboles aprovecha al año? \_\_\_ Madera \_\_\_ m<sup>3</sup> leña \_\_\_ cargas  
postes \_\_\_ No. y Largo  
\_\_\_\_\_ otros  
\_\_\_\_\_
4. ¿Qué especie (s) es la que ha aprovechado? \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿Cuál es el destino? consumo familiar \_\_\_\_\_ venta \_\_\_\_\_
6. ¿Cómo lo vende? Árboles en pie \_\_\_\_\_ trosas \_\_\_\_\_ madera cuadrada \_\_\_\_\_ tablas  
\_\_\_\_\_ tablones \_\_\_\_\_
7. ¿Cómo ha sido la extracción de la madera? aserradero portátil \_\_\_ motosierra \_\_\_  
sierra de viento \_\_\_ otro (especificar)
8. ¿El equipo con que asierra es propio \_\_\_ o rentado \_\_\_? ¿Cuánto es el costo?  
\_\_\_\_\_
9. ¿En cuánto calcula el costo de aserrío? \_\_\_\_\_
10. **Si es aserrada la madera** ¿Cómo seca la madera? Aire libre \_\_\_\_\_ horno \_\_\_\_\_
11. ¿Cuál es el costo del secado? \_\_\_\_\_
12. ¿Dónde lo vende? Finca \_\_\_\_\_ intermediario \_\_\_\_\_ industria \_\_\_\_\_
13. ¿El mercado de la madera es atractivo para realizar aprovechamiento de árboles en las finca? si \_\_\_ no \_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
14. ¿Ha tenido experiencia en solicitar permiso de aprovechamiento de los árboles maderables dentro de su finca? SI NO (si es no pasar a la 18)
15. ¿Cuánto tiempo le tomó conseguir el permiso? \_\_\_\_\_
16. ¿Usted cree que el procedimiento podría ser más sencillo?  
\_\_\_\_\_
17. ¿Cuánto fue el costo en el que usted incurrió para conseguir el permiso

Gestiones suyas ante el servicio forestal o alcaldía (especificar No. de días y otros gastos en los que se incurrió) \_\_\_\_\_

Pago de técnico forestal para inventario \_\_\_\_\_ Plan de manejo \_\_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_\_

Pago de intermediario para trámites de los permisos \_\_\_\_\_

Pago de abogado \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

18. ¿Volvería a solicitar el permiso de aprovechamiento?  
\_\_\_\_\_

19. Para usted la solicitud del trámite es muy difícil? si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

20. Que documento fue el mas difícil en conseguir?  
\_\_\_\_\_

21. Hubo algún trámite particular que se complicara? Si \_\_\_ no \_\_\_ ¿cuánto tiempo le llevó resolverlo? \_\_\_\_\_

22. ¿Qué trámite es el que le consumió mayor cantidad de recursos económicos y tiempo? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ¿cuánto?  
\_\_\_\_\_ colones.

23. ¿Si fuera más sencilla usted apostaría por tener mayor cantidad de especies maderables dentro de su finca o potrero? si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

24. ¿Por qué motivo nunca ha solicitado un permiso de aprovechamiento?  
\_\_\_\_\_

25. ¿Cómo hace la extracción de los árboles en su finca?  
\_\_\_\_\_

26. Cómo fue el trato en las oficinas de los funcionarios encargados? bueno \_\_\_ malo \_\_\_  
regular \_\_\_\_\_ excelente \_\_\_\_\_ ¿por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

27. Cómo califica el proceso de legalización para aprovechar árboles en los SSP?  
excelente \_\_\_\_\_ bueno \_\_\_\_\_ regular \_\_\_\_\_ malo \_\_\_\_\_ ¿por qué?  
\_\_\_\_\_

---

---

28. Conoce la legislación que rige al sector forestal en Costa Rica? Si \_\_\_ no \_\_\_

29. ¿La legislación forestal actual posee fortalezas en cuanto al aprovechamiento de madera en SSP? si \_\_\_ no \_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

30. ¿Existen limitaciones en la legislación forestal encargada de normar el aprovechamiento de madera en SSP? Si \_\_\_ no \_\_\_

31. ¿Cuáles cree que son las que más afectan? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

32. Comentarios finales \_\_\_\_\_

---

---

---

**Anexo 9. Encuesta sobre preferencias y visión del productor**

1. ¿Cuál es el objetivo de tener árboles en su finca? madera \_\_\_ leña \_\_\_  
forraje \_\_\_\_\_ sombra \_\_\_ protección \_\_\_ ninguno \_\_\_ otros  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Le gustaría tener más árboles en su finca? si \_\_\_ no \_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ¿Qué tipo de árboles? maderables \_\_\_\_\_ frutales \_\_\_\_\_ forrajeros \_\_\_\_\_
4. ¿Plantaría esos árboles? si \_\_\_ no \_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿Qué especie (s) plantaría? \_\_\_\_\_  
¿Por  
qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. ¿Cree que los árboles pueden mejorar los ingresos en la finca? si \_\_\_ no \_\_\_\_\_
7. ¿Existen problemas que afecten el aprovechamiento de los árboles maderables de su  
finca? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. ¿Estaría dispuesto a hacer manejo de regeneración si lograra vender la madera a buen  
precio y sin muchos trámites legales? si \_\_\_ no \_\_\_
9. ¿Qué beneficios encuentra en tener árboles en su finca?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
10. ¿Hay limitaciones que usted percibe en tener árboles en su finca?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
11. ¿Cuáles son las limitaciones que en forma general posee en su finca? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

---

12. ¿Cuáles son las fortalezas y oportunidades de su finca? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

**Anexo 10: Lista de Participantes Taller: “Análisis de políticas que inciden en el aprovechamiento de arboles maderables de fincas agropecuarias en Costa Rica”**

<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>E-mail</b>
Antonio Chavarría	CATIE	<a href="mailto:achavarría.cr@catie.ac.cr">achavarría.cr@catie.ac.cr</a>
Guillermo Detlefsen	CATIE	<a href="mailto:gdetlefsen@catie.ac">gdetlefsen@catie.ac</a>
David Reyes Cordero	ITCR	<a href="mailto:Reyesdavid30@gmail.com">Reyesdavid30@gmail.com</a>
Rafael A. Mena	MAG-PFPAS	<a href="mailto:Rmena2451@hotmail.com">Rmena2451@hotmail.com</a>
Gabriela Cabezas	FONAFIFO	<a href="mailto:gcabezas@fonafifo.com">gcabezas@fonafifo.com</a>
Laura Rojas Acuña	FONAFIFO	<a href="mailto:lrojas@fonafifo.com">lrojas@fonafifo.com</a>
Oscar Sánchez	FONAFIFO	<a href="mailto:osanchez@fonafifo.com">osanchez@fonafifo.com</a>
Natalia guerrero	COORFOGA	<a href="mailto:natalia@corfoga.org">natalia@corfoga.org</a>
Carlos Pomareda	SIDE	<a href="mailto:sidesa@racsa.co.cr">sidesa@racsa.co.cr</a>
Mauricio Scheelje	CATIE	<a href="mailto:Scheelje@catie.ca.cr">Scheelje@catie.ca.cr</a>
Emel Rodríguez	CATIE	<a href="mailto:Emel9017@gmail.com">Emel9017@gmail.com</a>
Ismael Hernández	ORGANIX	<a href="mailto:ismaher@racsa.co.cr">ismaher@racsa.co.cr</a>
Tannia Amour	CATIE - Finnfor	