



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

**Análisis ex ante del aprovechamiento maderable de árboles en potrero, con
implementación de prácticas silviculturales, en sistemas silvopastoriles en Esparza, Costa
Rica**

Por

Oscar Fabián Plata Prada

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, 2012

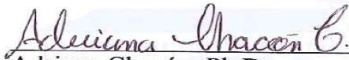
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL

FIRMANTES:



Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Consejero Principal



Adriana Chacón, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Cristóbal Villanueva, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Diego Tobar, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



I. Miley González, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado



Oscar Fabián Plata Prada
Candidato

DEDICATORIA

A Dios por darme esta excelente oportunidad

A mi Madre Fanny por su apoyo personal y espiritual

A mi Padre José Manuel por confiar en mí

A mi Hermano Manuel por su apoyo incondicional

A mi tierra Colombia.....

AGRADECIMIENTOS

La culminación de esta nueva e importante fase de mi vida no hubiera sido posible sin el apoyo de:

Mi Madre, mi padre y mi hermano, porque desde la distancia siempre recibí su fuerza y apoyo para seguir adelante

Los docentes y personal de la escuela de posgrado quienes me transmitieron parte de su conocimiento, para cumplir con los objetivos planteados

El Dr. Muhammad Ibrahim porque su presión y apoyo constante me ayudaron a forjar una nueva área de conocimiento

Diego Tobar pues sin su supervisión no hubiera sido posible terminar oportunamente esta investigación

Adriana Chacón y Cristóbal Villanueva por los comentarios y aportes que enriquecieron esta investigación

Guillermo Navarro por su valiosa amistad, conocimiento y ser uno gestores de esta investigación

Javier Fernández quien me mostro el sector forestal de una manera productiva, eficiente y sostenible

Juan Carlos Zamora por mostrarme los datos obtenidos en campo a través de la pantalla de computador

Sergio Vilchez por ayudarme a sintetizar y analizar de manera eficiente los datos obtenidos así como por su valiosa amistad

Fernando Casanoves porque siempre pude contar con su sincera amistad y apoyo incondicional

Carolina quien me apoyo en cada paso del camino y con quien compartí momentos inolvidables

Santiago porque desde el primer día se convirtió en mi gran amigo, hermano y compañero

Emily, Rebeca, Néstor, Martis, Juanfer y Juanca, con quienes formamos una excéntrica pero inolvidable familia

Edwin por compartir grandes momentos y contar con su grata amistad, compañía y conocimiento

Jerome, Gustavo, Fernando, Claudia y demás compañeros de maestría con quienes más allá de nuestras nacionalidades, culturas y tradiciones formamos lazos de amistad que serán imposibles de romper

El personal del equipo GAMMA, Don Luis, Guiselle, Johana, Braulio de quienes siempre recibí apoyo e información oportunos

Los productores ganaderos de Esparza, Costa Rica, quienes me abrieron las puertas de sus fincas, así como a las entidades relacionadas de la región quienes me permitieron obtener la información para realizar esta investigación

El personal de CATIE quienes hicieron que la vida en Costa Rica fuera más agradable y sencilla

Mis amigos y familiares en Colombia quienes siempre me cuidaron y brindaron su apoyo

Nuestro señor y de quienes ya no están entre nosotros, que me orientaron en los momentos difíciles y me ayudaron a culminar de manera satisfactoria esta Maestría.....

CONTENIDO

CONTENIDO	VI
RESUMEN	X
SUMMARY	XII
ÍNDICE DE CUADROS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS	XVIII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos del estudio.....	2
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.2 Preguntas de investigación	3
2 MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1 Sistemas Silvopastoriles	4
2.1.1 <i>Árboles dispersos en potrero</i>	5
2.1.2 <i>Cercas vivas</i>	8
2.1.3 <i>Madera de terrenos de uso agropecuario</i>	9
2.1.4 <i>Prácticas Silviculturales</i>	10
Podas	11
Raleos	12
Regeneración natural de especies arbóreas	13
3 BIBLIOGRAFÍA.....	15
4 ARTÍCULO 1: TOMA DE DECISIONES Y CONOCIMIENTO LOCAL DEL MANEJO SILVICULTURAL DE LOS ÁRBOLES EN POTREROS EN FINCAS GANADERAS DEL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA.....	18
4.1 Introducción.....	18
4.2 Materiales y métodos	20
4.3 Resultados	22
4.3.1 <i>Análisis socioeconómico de los productores ganaderos de esparza</i>	22
4.3.2 <i>Componente arbóreo regional de Esparza</i>	23
4.3.3 <i>Origen y objetivos de los árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas</i> ...	24

4.3.4	<i>Origen y objetivos de los árboles en las cercas vivas simples y multiestrato</i>	25
4.3.5	<i>Criterios para determinar el aprovechamiento de la madera de los árboles en finca</i>	26
4.3.6	<i>Limitantes para aumentar los árboles en finca</i>	27
4.3.7	<i>Conocimiento e implementación del manejo silvicultural de árboles en potrero y cercas vivas</i>	30
4.3.8	<i>Implementación y frecuencia del manejo silvicultural del componente arbóreo en finca</i>	30
4.3.9	<i>Capacitación sobre el manejo de árboles en finca</i>	32
4.3.10	<i>Beneficios del manejo silvicultural de árboles maderables dispersos en potrero y en cercas vivas</i>	32
4.3.11	<i>Clasificación de productores según las variables de toma de decisión y conocimiento de prácticas silviculturales</i>	33
4.4	<i>Discusión</i>	35
4.4.1	<i>Análisis socioeconómico de las fincas ganaderas de Esparza en Costa Rica</i>	35
4.4.2	<i>Origen y aprovechamiento de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas</i> ..	35
4.4.3	<i>Limitantes para aumentar árboles en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica</i>	37
4.4.4	<i>Conocimiento, implementación y capacitación de manejo silvicultural</i>	38
4.4.5	<i>Manejo de árboles en SSP a través de la silvicultura</i>	39
4.5	<i>Bibliografía</i>	40
5	ARTÍCULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES EN POTRERO Y EN CERCAS VIVAS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES	42
5.1	<i>Introducción</i>	42
5.2	<i>Materiales y métodos</i>	43
5.3	<i>Resultados</i>	45
5.3.1	<i>Descripción de los árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica</i>	45
5.3.2	<i>Descripción de las cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica</i>	53
5.3.3	<i>Función de producción de materia seca de <i>Brachiaria brizantha</i> en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica</i>	58

5.4	Discusión.....	59
5.4.1	<i>Composición de los árboles dispersos en potrero y en cercas vivas</i>	59
5.4.2	<i>Distribución diamétrica de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas</i>	60
5.4.3	<i>Cobertura arbórea y densidad de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas</i>	61
5.4.4	<i>Regeneración natural de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas.....</i>	62
5.4.5	<i>Dispersión de copas de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas.....</i>	63
5.4.6	<i>Distribución de los árboles en potreros.....</i>	63
5.4.7	<i>Función de producción de materia seca de Brachiaria brizantha en SSP de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica</i>	64
5.5	Bibliografía.....	65
6	ARTÍCULO 3: ANÁLISIS DE LOS INGRESOS POTENCIALES DE FINCAS GANADERAS A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICAS SILVICULTURALES EN ÁRBOLES DISPERSOS EN POTRERO Y CERCAS VIVAS	67
6.1	Introducción.....	67
6.2	Materiales y Métodos.....	68
6.3	Resultados	71
6.3.1	<i>Descripción de los árboles maderables dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica</i>	71
6.3.2	<i>Descripción de los árboles maderables en cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica</i>	72
6.3.3	<i>Dispersión de semillas.</i>	73
6.3.4	<i>Aprovechamiento de árboles en los sistemas silvopastoriles.....</i>	73
6.3.5	<i>Costos anuales de manejo de árboles en potrero.....</i>	74
6.3.6	<i>Análisis del aprovechamiento de árboles maderables de las áreas seleccionadas.</i>	74
6.4	Discusión.....	79
6.4.1	<i>Implementación de prácticas silviculturales en árboles en potreros.....</i>	80
6.4.2	<i>Impacto de la silvicultura en árboles dispersos en potrero y en cercas vivas</i>	80
6.4.3	<i>Ingresos generados del aprovechamiento de árboles dispersos en potreros y de cercas vivas con criterios silviculturales.....</i>	82

6.5	Bibliografía.....	84
7	Conclusiones generales.....	85
8	Recomendaciones	88
9	Anexos	90

Plata, O. 2011. Análisis ex ante del aprovechamiento maderable de árboles en potrero, con implementación de prácticas silviculturales, en sistemas silvopastoriles en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 124 p.

RESUMEN

Las fuertes restricciones que en los últimos años se han implementado para regular el aprovechamiento árboles en bosques, así como la falta de capacidad de las plantaciones forestales para suplir la demanda de madera del país, han provocado que la madera proveniente de áreas de uso agropecuario cobra vital importancia dentro del abastecimiento del sector maderero, además de la necesidad de optimizar la producción de los sistemas silvopastoriles dentro de las fincas ganaderas, tales como árboles dispersos en potrero y cercas vivas, han generado la necesidad de crear mecanismos que ayuden a optimizar el aprovechamiento sostenible de la madera dentro de las fincas, este mecanismo se denomina silvicultura .

A través de una entrevista semiestructurada realizada a ganaderos de Esparza, Costa Rica, se determinó que el 67.5% de los productores piensan que el componente arbóreo en la región ha aumentado en los últimos 10 años, el 62% aseguran que los árboles dentro de los potreros provienen de la regeneración natural, 71% respondieron que los árboles dentro de las cercas vivas son sembrados. Dentro de los criterios de aprovechamiento forestal el 61% de los productores aprovechan árboles caídos o en mal estado, el 26% por la forma y grosor del fuste y el 13% por la edad o altura del tronco. Las principales limitantes para el aumento de árboles en finca son el exceso de sombra, el lento crecimiento de las especies, los daños provocados por los animales a las plántulas, los trámites y costos de extracción y la falta de mercado, la práctica silvicultural más conocida por los productores son las podas y raleos.

Dentro de la composición, estructura y distribución de los árboles dispersos en potrero se determinaron, 416 individuos, 38 especies, 22 familias con un índice de Shannon 1.6, el índice de valor de importancia las especies más abundantes fueron el Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Pochote (*Pachira quinata*) y Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), y la clase diamétrica más abundante está entre los 20 y 30 cm, con una densidad de árboles promedio de 35 árboles/ha, las especies de mayor regeneración natural fueron el Roble (*Tabebuia rosea*) y el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), se determinó que la distribución de los árboles en el 83.3% de las fincas analizadas se encuentran en clúster (agrupados), en cuanto a la descripción de los árboles en cercas vivas se encontraron 285

individuos, 28 especies, 10 familias, con un índice de Shannon de 1.45, con un índice de valor de importancia para las especies más abundantes de Jiñocuabe (*Bursera simaruba*) y Pochote (*Pachira quinata*), la clase diamétrica más abundante fue entre 10 y 20 cm, con un promedio de 64 árboles/ha.

Se determinaron los ingresos potenciales estimados del aprovechamiento de madera mediante la aplicación de silvicultura para fincas con alta densidad de árboles (más de 30 árboles maderables/ ha), que además contarán con densidades de regeneración que aseguran la sostenibilidad del sistema. El análisis se realizó teniendo en cuenta los precios para especies comercializables en la zona, tales como Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Pochote (*Pachira quinata*), Cedro (*Cedrela odorata*), Cenizaro (*Samanea saman*), se incluyeron los costos de manejo de los árboles dentro del sistema y se determinó que se puede realizar un aprovechamiento selectivo de entre 2 y 3 árboles/ha/año, generando un ingreso promedio de entre 69 y 480 USD/hectárea/año, lo cual demuestra la viabilidad económica de la aplicación de silvicultura en árboles en potrero.

Palabras claves: Ingresos, silvicultura, aprovechamiento, sistemas silvopastoriles, árboles dispersos en potrero, cercas vivas, regeneración natural.

Plata, O. 2011. Análisis ex ante del aprovechamiento maderable de árboles en potrero, con implementación de prácticas silviculturales, en sistemas silvopastoriles en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 124 p.

SUMMARY

In recent years strongly restrictions have been implemented to regulate the use of trees in forests, as well as lack of capacity of forest plantations to supply timber demand in the country have caused the wood from agricultural use is of vital importance in the supply of the timber industry, as well as the need to optimize the production of silvopastoral systems in livestock farms, such as scattered trees in pastures and live fences have generated the need to create mechanisms to help optimize the use sustainable timber on the farm, this mechanism is called forestry.

Semi-structured interviews were conducted with farmers in Esparza, Costa Rica, it was determined that 67.5% of the producers think that the tree component in the region has increased over the past 10 years, 62% says that the trees within the pasture come from natural regeneration, 71% answered that trees within live fences are planted. Within the logging criteria for 61% of farmers take advantage of fallen trees or in bad condition, 26% by the shape and thickness of the shaft and 13% by age or height of the trunk. The main limiting factors for increasing on-farm trees are over-shadow, the slow growth of the species, animal damage to seedlings, the procedures and costs of extraction and the lack of market, the better known silvicultural practice by farmers are pruning and thinning.

Within the composition, structure and distribution of scattered trees in pastures were identified, 416 individuals, 38 species and 22 families with a Shannon index of 1.6, the importance value index the most abundant species were Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Pochote (*Pachira quinata*) and Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), and the most abundant size class is between 20 and 30 cm, with an average tree density of 35 trees / ha, the largest species natural regeneration were the Roble (*Tabebuia rosea*) and Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), the distribution of trees in 83.3% of farms analyzed is clustered (grouped), as to the description of the live fences are found 285 individuals, 28 species, 10 families, with a Shannon index of 1.45, the most abundant species were Jiñocuabe (*Bursera simaruba*) and Pochote (*Pachira quinata*), the most abundant size class was between 10 and 20 cm, with an average of 64 trees / ha.

Potential receipts of logging by implementing forestry were identified for farm with high density of trees (more than 30 timber trees / ha), which also had regeneration densities that ensure the sustainability of the system. The analysis was performed taking into account prices for commercial species in the area, such as Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Pochote (*Pachira quinata*), Cedro (*Cedrela odorata*), Cenízaro (*Samanea saman*), we included the costs of tree management within the system and found that producers can do a selective harvest of between 2 and 3 trees / ha / year, generating an average income of between 69 and 480 USD / ha / year, which demonstrates the economic viability of the application of forestry trees in pasture.

Key words: Receipts, silvicultural, implementing, silvopastoral systems, scattered trees in pastures, life fences, natural regeneration.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Influencia de la sombra de árboles dispersos en potrero sobre la producción animal en época seca.....	7
Cuadro 2. Tasa respiratoria de vacas lecheras y temperatura ambiental bajo sombra de árboles y a pleno sol en potreros.....	7
Cuadro 3. Categorías de crecimiento por potrero en el muestreo de la vegetación arbórea en potrero	14
4 ARTÍCULO 1: TOMA DE DECISIONES Y CONOCIMIENTO LOCAL DEL MANEJO SILVICULTURAL DE LOS ÁRBOLES EN POTREROS EN FINCAS GANADERAS DEL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA.....	18
Cuadro 1. Frecuencia de aplicación de prácticas silviculturales de árboles no maderables y maderables en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.....	31
5 ARTÍCULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES EN POTRERO Y EN CERCAS VIVAS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES	42
Cuadro 1. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.....	46
Cuadro 2. Principales usos potenciales anotados para las especies de árboles dispersos en potreros registradas en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	47
Cuadro 3. Resumen de variables estructurales y de diversidad para los árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.....	48
Cuadro 4. Resumen de las especies de Brinzales y Latizales encontradas en potrero de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.....	50
Cuadro 5. Distribución de los árboles dispersos en potrero por medio de la herramienta del promedio del vecino más cercano	52
Cuadro 6. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para cercas vivas ubicadas en Esparza, Costa Rica.....	53
Cuadro 7. Principales usos potenciales anotados para las especies de cercas vivas registradas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	54
Cuadro 8. Resumen de variables estructurales y de diversidad para los árboles en cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	55

Cuadro 9. Resumen de las especies Latizales encontradas en cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	57
6 ARTÍCULO 3: ANÁLISIS DE LOS INGRESOS POTENCIALES DE FINCAS GANADERAS A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICAS SILVICULTURALES EN ÁRBOLES DISPERSOS EN POTRERO Y CERCAS VIVAS	67
Cuadro 1. Incremento medio anual por clases diamétricas y altura de las especies registradas en Esparza según su categoría de crecimiento (lento, mediano y rápido).....	69
Cuadro 2. Precios de la madera en pie del aserradero Ledezma en Esparza Costa Rica	71
Cuadro 3. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para árboles maderables dispersos en potreros de fincas ganaderas ubicadas en Esparza, Costa Rica	72
Cuadro 4. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para árboles maderables en cercas vivas	72
Cuadro 5. Costos anuales de manejo de árboles en potrero en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica	74
Cuadro 6. Resumen de las especies Latizales maderables encontradas en el predio identificado con el número 14.....	75
Cuadro 7. Análisis del aprovechamiento de madera por hectárea en el predio identificado con el número 14	75
Cuadro 8. Resumen de las especies Latizales maderables encontradas en el predio identificado con el número 39.....	76
Cuadro 9. Análisis del aprovechamiento de madera por hectárea en el predio identificado con el número 39	77
Cuadro 10. Resumen de las especies Latizales maderables encontradas en el predio identificado con el número 44.....	78
Cuadro 11. Análisis del aprovechamiento de madera por hectárea en el predio identificado con el número 44.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Roles productivos y ecológicos de árboles en paisajes Agropecuarios.....	5
Figura 2. Demanda de Madera en Costa rica para el año 2006	10
4 ARTÍCULO 1: TOMA DE DECISIONES Y CONOCIMIENTO LOCAL DEL MANEJO SILVICULTURAL DE LOS ÁRBOLES EN POTREROS EN FINCAS GANADERAS DEL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA.....	18
Figura 1. Ubicación del área de estudio que corresponde a Esparza, Puntarenas, Costa Rica, 2011	20
Figura 2. Causas del cambio del componente arbóreo de los últimos 10 años en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	24
Figura 3. Criterios para aumentar los árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	25
Figura 4. Criterios para aumentar las cercas vivas en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	26
Figura 5. Criterios para el aprovechamiento de árboles fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	26
Figura 6. Relación entre las limitantes técnicas, políticas y económicas y el aumento de componente arbóreo en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.....	29
Figura 7. Porcentaje de conocimiento de las manejo silvicultural de los productores en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	30
Figura 8. Entidades que han impartido capacitaciones a productores en el manejo de árboles en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	32
Figura 9. Análisis de Conglomerado de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.	33
Figura 10. Análisis de correspondencia múltiple de variables de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.....	34
5 ARTÍCULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES EN POTRERO Y EN CERCAS VIVAS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES	42
Figura 1. Distribución de clases diamétricas para árboles dispersos	47
Figura 2. Distribución de la cobertura arbórea de árboles dispersos en potreros (n=12 potrero)	49
Figura 3. Distribución de la densidad de árboles dispersos en potreros (n=12 potrero)	49

Figura 4. Diagrama de dispersión de copas para árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	51
Figura 5. Vectores de dispersión de semillas de árboles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica	52
Figura 6. Distribución de clases diamétricas para árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	54
Figura 7. Distribución de la cobertura arbórea cercas vivas (n=12 potrero)	56
Figura 8. Distribución de la densidad de cercas vivas (n=12 potrero).....	56
Figura 9. Diagrama de dispersión de copas para árboles en cercas vivas	58
Figura 10. Disponibilidad de pasto <i>Brachiaria brizantha</i> en potreros con diferentes niveles de cobertura de árboles en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica	59
6 ARTÍCULO 3: ANÁLISIS DE LOS INGRESOS POTENCIALES DE FINCAS GANADERAS A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICAS SILVICULTURALES EN ÁRBOLES DISPERSOS EN POTRERO Y CERCAS VIVAS	67
Figura 1. Vectores de dispersión de semillas de árboles maderables en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica	73

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AC1: Área de Copa

ADEP: Árboles Dispersos en Potrero

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CVM: Cercas Vivas Multiestrato

CVS: Cercas Vivas Simples

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho

DC1: Diámetro Mayor

DC2: Diámetro Menor

DGF: Dirección General Forestal

DMC: Diámetro Mínimo de Corta

FAO: Organización para la Alimentación y la Agricultura

FONAFIFO: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal

GAMMA: Programa de Ganadería y Medio Ambiente

INA: Instituto Nacional de Aprendizaje

IVI: Índice de Valor de Importancia

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería

MINAET: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones

MIRENEM: Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas

ONF: Oficina Nacional Forestal

PSA: Pago por Servicios Ambientales

SAF: Sistemas Agroforestales

SSP: Sistemas Silvopastoriles

USD: Dólar de los Estados Unidos

1 INTRODUCCIÓN

En América central cerca del 40% de las áreas dedicadas al pastoreo se encuentran degradadas (Szott *et ál.* 2000), esto convierte a la ganadería en un sistema con bajos índices de productividad y rentabilidad (Betancourt *et ál.* 2007, Holmann *et ál.* 2004). En el norte de Guatemala por ejemplo, se encontraron reducciones por venta de leche desde 42 USD ha-1 año-1 en pasturas con degradación leve, y de hasta 157 USD ha-1 año-1 en pasturas con degradación muy severa, la misma situación se presenta en sistemas de producción de carne en donde las pérdidas oscilan entre 45 USD y 144 USD ha⁻¹ - año, según la misma degradación de pasturas mencionadas anteriormente (Betancourt *et ál.* 2007).

Una alternativa para enfrentar la problemática de pasturas degradadas la constituyen los sistemas silvopastoriles (SSP) que se consideran sistemas complejos que integran especies leñosas (árboles/o arbustos), pastos y animales, estos sistemas tienen el potencial para mejorar las condiciones socioeconómicas de las fincas según el diseño y el manejo que se les realice; sin embargo y pese a las claras bondades que generan los sistemas silvopastoriles (SSP), su adopción sigue siendo baja, esto se debe principalmente a los altos costos de implementación en que se incurren para su adaptación, la falta de conocimiento técnico (Alonzo *et ál.* 2001), así como el largo periodo que se requiere para establecer estos dentro de las fincas.

Pese a lo anterior la adopción de sistemas silvopastoriles tales como árboles dispersos en potreros y cercas vivas, representan una opción viable para incrementar la productividad de fincas ganaderas, mediante la diversificación de productos derivados de los árboles tales como, madera, postes, leña, productos medicinales y alimento para los humanos y el ganado (Harvey y Haber 1999) asimismo, la implementación de dichos sistemas pueden aumentar la fertilidad del suelo por medio de sus aportes de materia orgánica, reducir la erosión además de la recuperación y conservación de los suelos como consecuencia de la capacidad de éstos de retener mayor agua y manejo de la biodiversidad.

De igual forma, la madera proveniente de terrenos de uso agropecuario se ha convertido en los últimos años en una de las principales fuentes de abastecimiento al sector maderero en Costa Rica, ésta aporta cerca de 275.000 m³ al año al mercado nacional es decir cerca del 30% de la demanda de madera total, esto se debe en gran medida a que la oferta de madera proveniente de los bosques ha disminuido aproximadamente en 425.000 m³, desde el año 1994 hasta el 1999 (Arce *et ál.* 2006), como consecuencia de las restricciones legales en

cuanto al aprovechamiento de los bosques, asimismo las plantaciones forestales han sido insuficientes para satisfacer las crecientes demandas de madera que el sector requiere; lo anterior demuestra que la madera proveniente de terrenos agropecuarios tiene un potencial de comercialización dentro del mercado local.

Sin embargo mucha de esta madera no cuenta con las condiciones de calidad que requiere el mercado, hecho por el cual la actividad se convierte en poco rentable para el productor, es por esto que se deben identificar mecanismos de acción que ayuden a mejorar el componente arbóreo maderable de los (SSP), dicho mecanismo puede ser la implementación de prácticas silviculturales, los cuales son operaciones que modifican la estructura del componente arbóreo y cuyo objetivo es reducir la competencia sobre los árboles de interés (Louman *et ál.* 2001) la implementación de dichas prácticas puede generar beneficios económicos considerables al productor, sin perturbar de manera significativa las características del sistema.

La presente investigación busca identificar cual sería el ingreso potencial que generaría la implementación de prácticas silviculturales en árboles dispersos en potreros y en cercas vivas, para lograr identificar claramente esto se debe contar primero con la percepción de los productores ganaderos sobre los árboles dentro de sus fincas, además se debe identificar la estructura de los sistemas mencionados y así analizar cuáles serían las prácticas de intervención silvícolas más eficientes, para lograr la optimización y sostenibilidad de los SSP en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Determinar el impacto en los ingresos de fincas ganaderas, mediante la implementación de prácticas silviculturales en el aprovechamiento de árboles dispersos en potreros y cercas vivas en Esparza, Costa Rica.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Determinar los factores que influyen en la toma de decisiones y conocimiento local del manejo silvicultural de los árboles en potreros en fincas ganaderas del pacífico central, Costa Rica.

2. Describir la composición, estructura y distribución de los árboles en potrero y su relación con la producción de los sistemas silvopastoriles.
3. Analizar el potencial de ingresos que las prácticas silviculturales en árboles en potreros pueden generar en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.

1.2 Preguntas de investigación

- 1 ¿Cuál es el nivel de aceptación de los productores ganaderos de Esparza con respecto a la implementación de prácticas silviculturales en los árboles presentes en potreros?
- 2 ¿Cuál es el patrón de estructura, composición y distribución de los árboles en potrero y cercas vivas en Esparza?
- 3 ¿Cuál es el patrón de estructura, composición y distribución de árboles maderables en potrero y cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza?
- 4 ¿El manejo silvicultural de los árboles en potrero diversifica los ingresos de las fincas ganaderas?

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles se definen como la interacción de leñosas perennes (árboles, arbustos o palmas) en un sistema de manejo integral con herbáceas (gramíneas y/o leguminosas) y animales que ayuden a optimizar los beneficios socioeconómicos y ecológicos (Ibrahim *et ál.* 1999), las interacciones entre sus componentes dependerá del tipo de SSP que el productor desee adoptar según sus condiciones económicas y las características de su finca.

En comparación con los sistemas tradicionales de pastoreo los SSP de vegetación mixta con presencia de árboles, son más productivos, acumulan cantidades considerables de carbono, influyen sobre el aumento de la biodiversidad reduciendo la erosión de los suelos además de mejorar la infiltración del agua, por lo anterior se hace necesario promover la implementación de SSP que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población rural además de reducir o reparar los impactos negativos generados por el uso de sistemas de pastoreo tradicionales. (Casasola *et ál.* 2003).

La implementación de SSP representa especial importancia para el componente maderable y como fuente de nutrientes primordial para el ganado, convirtiéndose en una forma de optimizar la eficiencia productiva, a través de un mejor uso de la tierra, aumentando los ingresos como resultado de la comercialización de productos diversificados tales como madera, abonos, hortalizas entre otros, generando la posibilidad de secuestrar carbono, además de que el componente maderable se convertirá con el tiempo en un mecanismo para la recuperación y mantenimiento de la biodiversidad, además de la oportunidad de desarrollar dentro de estas proyectos turísticos, (Pomareda 1999, Peso y Ibrahim 1999, Zapata *et ál.* 2007, Marin *et ál.* 2007) asimismo los sistemas proveen de externalidades positivas tales como PSA pagos por servicios ambientales que harían los sistemas más competitivos. (Price 1995; Gobbi 2000).

Los sistemas silvopastoriles son económicamente favorables para el productor pues maximizan los ingresos de las fincas por la presencia de los productos provenientes de los árboles tales como: leña, madera, frutas y forrajes compensando muchas veces un uso ineficiente de la ganadería (Von Maydell 1985; Murgueitio 2000).

Otros estudios han demostrado que la rentabilidad financiera de las fincas ganaderas se mejora cuando se cuenta con una especie maderable dentro de la explotación en comparación con sistemas tradicionales (Botero *et ál.* 1999) (Figura 1).

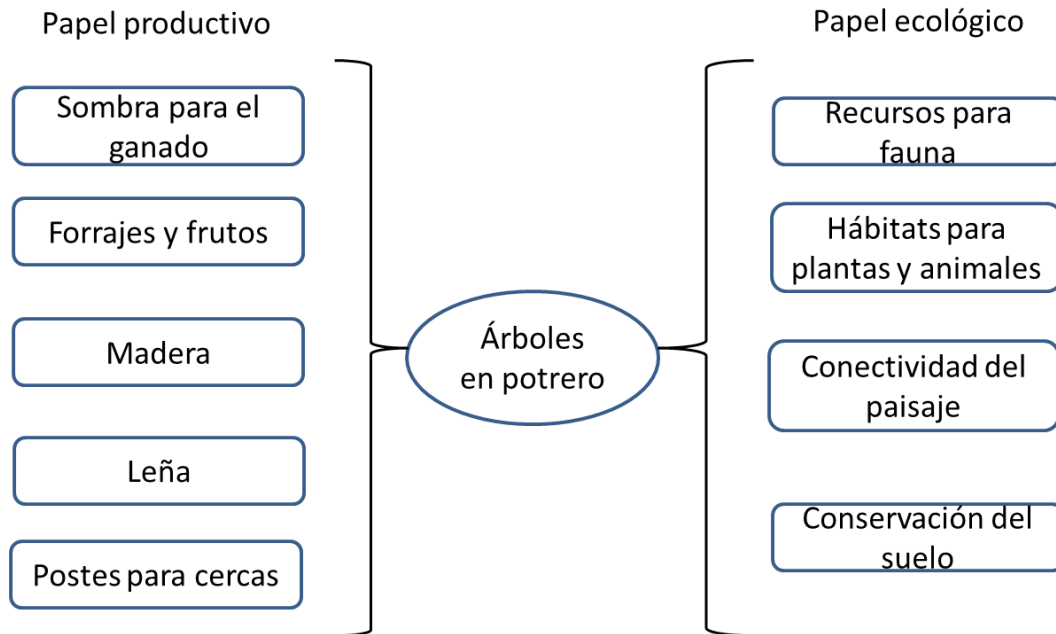


Figura 1. Roles productivos y ecológicos de árboles en paisajes Agropecuarios

Fuente: Roles productivos y ecológicos de árboles en paisajes agrícolas (adaptado Harvey et al 2003.)

2.1.1 Árboles dispersos en potrero

Los árboles dispersos en potrero son un sistema silvopastoril compuesto de especies leñosas (árboles, arbustos o palmas) que el productor ha plantado específicamente o se han retenido voluntariamente como una derivación de remanentes del bosque original o como resultado de la sucesión vegetal sin arreglo espacial definido, dentro de un área comprendida como agrícola o ganadera, cuyo objetivo es la producción de carne y/o leche, obteniendo además otros productos derivados de la actividad tales como madera, postes, leña, frutos, semillas (Ibrahim *et ál.* 1999) además de servicios ecosistémicos.

En Centro América gran parte de los productores cuentan con árboles en potreros para proveer de sombra al ganado y obtener beneficios adicionales tales como leña y madera, las configuración de manejo de dichos árboles está definida por diferentes densidades, composición y cobertura de árboles, sin embargo está demostrado que una alta cobertura arbórea puede provocar una disminución en la producción de pasto así como de la carga animal pero en contraste una mayor cobertura de árboles puede ayudar a disminuir el estrés

calórico y aumentar la producción (Betancourt *et ál.* 2003), es por esta razón que se hace necesario determinar de manera clara cuál debe ser el equilibrio entre el componente animal y el componente arbóreo para diseñar sistemas más eficientes para el productor.

La densidad de siembra de los árboles dispersos en potrero dependerá además de las condiciones biofísicas y socioeconómicas del productor (Harvey *et ál.*1999) esto va a depender en gran medida también de la densidad de copa de los árboles, es decir se puede contar con menos árboles en una pastura pero con una alta densidad de copa que provea la sombra necesaria para los animales o por el contrario se puede contar con una mayor cantidad de árboles en potrero pero con poca densidad de copa que no interactúe negativamente o sin mayores beneficios sobre los animales, según Villanueva *et ál.* (2010) la densidad de árboles por hectárea puede estar alrededor de entre 20 y 30 árboles ha-1 esta distribución ofrece mayores beneficios económicos y ecológicos a los productores en comparación con pasturas degradadas que carecen de árboles o cuentan con un componente arbóreo bastante bajo, sin embargo Harvey *et ál.* 1999 han encontrado que la densidad de árboles por hectárea va de 8,6 a 42.

El efecto de la sombra sobre las pasturas puede incrementar la producción de carne y/o leche dentro de un rango de 10% a 22% con respecto a pasturas sin cobertura (Villanueva *et ál.* 2010), (Cuadro 1), estudios realizados bajo sombra artificial muestran el aumento de la producción de los animales en comparación de aquellos que no la tienen, la respuesta de los animales al estrés hídrico es diferente pues el objetivo es mantener la temperatura corporal, las altas temperaturas pueden provocar la incrementos en la digestibilidad del alimento disminuyendo su consumo desencadenando un lento pasaje por el rumen (Betancourt *et ál.* 2003) es decir que los animales que cuentan con sombra constante reducen su estrés calórico lo cual permite gastar menos energía y consumir más alimento.

Cuadro 1. Influencia de la sombra de árboles dispersos en potrero sobre la producción animal en época seca

Ecosistema	Sistema de Producción	Cobertura Arbórea	Producción de Leche (kg/vaca/día)	Referencia
Bosque sub húmedo tropical	Doble propósito	Baja (0-7%)	3.1	Betancur <i>et al</i> 2003
		Alta (22-30%)	4.1	
Bosque húmedo tropical	Leche	Media (10–15%)	12.7	Souza 2002
		Sin sombra (0%)	11.1	

Los árboles dispersos en potrero generan grandes beneficios en la producción de fincas ganaderas, algunos estudios realizados en Matagalpa, Nicaragua demuestran el efecto positivo de la sombra sobre el componente animal, se analizó que con un 8% de cobertura arbórea de alta densidad la producción de leche aumento en un 29%, asimismo se demostró que con una cobertura de entre 20% y 32% los animales aumentan significativamente el tiempo dedicado al pastoreo y ramoneo traduciéndose esto en un aumento de la producción (Betancourt *et ál.* 2003)(Cuadro 2).

Cuadro 2. Tasa respiratoria de vacas lecheras y temperatura ambiental bajo sombra de árboles y a pleno sol en potreros

Indicador	Potreros con sombra	Potreros sin sombra
Tasa respiratoria (respiraciones minuto-1)	65	80
Temperatura ambiental (°C)	26.3	27.2

Fuente: Souza (2002).

La alteración del rango de termoneutralidad o zona de confort del ganado puede afectar negativamente sus índices reproductivos y la supervivencia de los animales el estrés calórico impide liberar el calor interno eficientemente esto reduce considerablemente el consumo de alimento así como el tiempo de pastoreo y de rumia, algunos trabajos han demostrado que en condiciones tropicales las temperaturas por debajo de 5° C y superiores a 20°C pueden llegar a afectar los índices reproductivos y productivos, otros autores aseguran que a partir de los 27°C se inicia el estrés calórico y que por encima de 29°C se afecta la tasa de concepción. (Panadero 2007).

La presencia de árboles dispersos en potrero ayuda de incrementar la biodiversidad, pues proporcionan alimento para las plantas y animales del bosque que se encuentran en el agropaisaje. (Galindo *et ál.* 2003), además los árboles sirven como sitios de anidación y descanso de las aves residentes y migratorias (Harvey *et ál.* 1999) asimismo se favorecer la multiplicación y conservación de plantas debido a la dispersión de semillas por vertebrados beneficiando así la conservación de especies del bosque, algunos estudios de Harvey *et ál.* (1999) han señalado que alrededor del 60% de los árboles encontrados en potreros pertenecen a bosque primario o secundario regional y se observó además que la gran mayoría de los productores han optado por su conservación dado el alto valor comercial de la madera.

La cantidad de árboles por hectárea dependerá de la función de estos dentro del potrero, así como el nivel de sombra que toleren los pastos dentro del mismo, si el rango de sombra que se desea está entre un 20 a 30% se debe contar con entre 25 y 40 árboles adultos en total; la distribución aproximada de los árboles por hectárea debería ser así 2 o 3 árboles deben proveer sombra, 12,5 árboles para producción de madera, 2,5 árboles para generar frutos para aves, 10 árboles para producción de forraje y 2,5 árboles para producción de frutas para consumo humano. (Casasola *et ál.* 2005)

2.1.2 Cercas vivas

El arreglo lineal sembrado con leñosas (árboles, arbustos o palmas) se denomina cercas vivas, estas pueden servir de soporte al alambre de púas o liso y cuya finalidad es delimitar la propiedad o las divisiones de la finca y de los diferentes usos del suelo (agricultura, bosques, potrero, etc.) que se encuentran dentro de una propiedad, estas cercas vivas pueden estar compuestas exclusivamente por leñosas o pueden ser una combinación de especies leñosas con postes muertos y según la composición de especies y la estructura de las mismas tales como altura y el diámetro de copas, estas pueden ser calificadas como simples o multiestratos.(Harvey *et ál.*2005).

Las simples son las que cuentan con una o dos especies dominantes y son manejadas con podas a una altura similar, generalmente en el trópico húmedo estas son podadas una vez al año y en el trópico sub húmedo o seco cada dos años; las cercas vivas multiestrato cuentan con más de dos especies leñosas con diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales, etc.).

Las cercas vivas generan ventajas económicas y ecológicas para los productores, estudios demuestran que con el establecimiento de estas se puede generar un ahorro de hasta el 16% en comparación con cercas muertas, asimismo las que son enriquecidas con especies maderables y en condiciones de trópico húmedo pueden generar hasta un 15% de ingreso en las familias, además el valioso aporte ecológico de las cercas vivas multiestrato en la conservación de la biodiversidad. Además proveen variedad de productos tales como forraje que contribuyen con el proceso productivo de la finca, además de producir leña, frutos, y madera al sistema en general,

Lo ideal para fincas ganaderas es la combinación entre cercas simples y cercas multiestrato, para disminuir la competencia con el pasto y además generar ingresos adicionales al productor, se debe tener en cuenta a la hora de ubicar las cercas dentro de las fincas la orientación de estas con respecto al sol, se recomienda entonces ubicar las cercas multiestrato en dirección Este-Oeste esto con el fin de reducir el efecto de la sombra sobre las pasturas, asimismo esta distribución puede generar un corredor estratégico para el paso de animales silvestres. (Villanueva *et ál.* 2005)

2.1.3 Madera de terrenos de uso agropecuario

A pesar de que el mayor porcentaje de madera que se consume la industria en Costa Rica proviene de plantaciones forestales, la madera proveniente de terrenos de uso agropecuario abarca cerca del 30 % del total comercializada (Figura 2), es decir que de los 1.018.569 metros cúbicos en rollo m^3 -r, cerca de 300.458 m^3 -r corresponden a maderas extraídas de áreas agropecuarias (Arce *et ál.* 2006), esto indica el potencial que presenta los árboles presentes en potreros en sistemas silvopastoriles teniendo en cuenta además la significativa disminución de extracción de madera de los bosques, y los altos costos y disponibilidad de tierra-a que requieren las plantaciones comerciales.

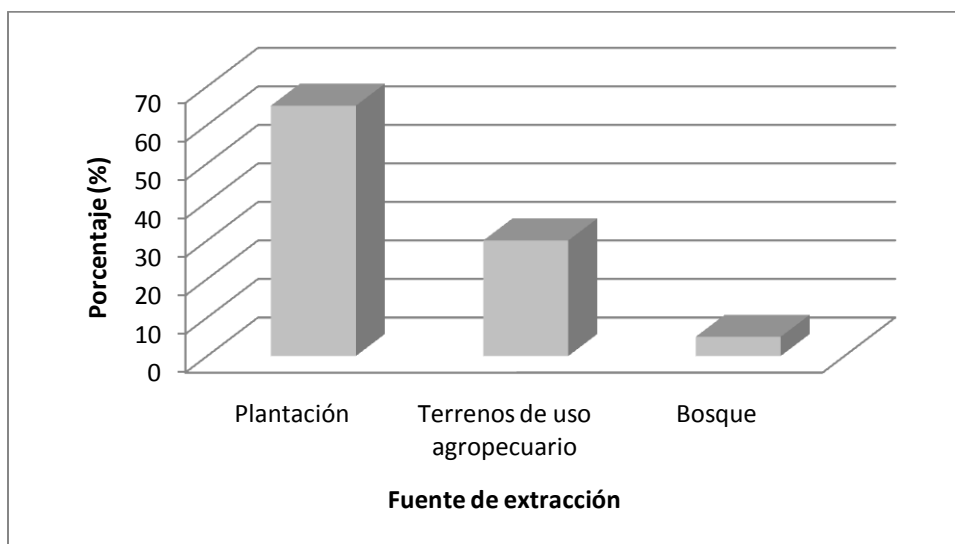


Figura 2. Demanda de Madera en Costa Rica para el año 2006

Fuente: Arce, H; Barrantes, A. 2006

Las maderas provenientes de áreas de uso agropecuario se han convertido en un renglón importante dentro del sector forestal, dado que en Costa Rica las restricciones generales que se requieren para el aprovechamiento del bosque, así como la creciente demanda de madera que el mercado incluyendo las plantaciones no está en capacidad de suplir, entra entonces a jugar un papel importante dentro de la producción de maderas, que además de contar con parte del mercado desde aproximadamente el año 2000, se puede convertir en un renglón importante de ingresos para las fincas de con sistemas silvopastoriles, que cuentan en sus áreas de producción con árboles maderables de valor comercial (Barrantes 2008).

2.1.4 Prácticas Silviculturales

La aplicación de conocimientos de dasometría y ciencias forestales en árboles se conoce como silvicultura, su objetivo es conducir el flujo de energía a través de la planta para obtener productos forestales deseados tales como madera, resinas, leña, postes, etc., asimismo obtener algunos beneficios indirectos tales como protección del suelo, captación de agua, conservación de la biodiversidad.

Las prácticas silviculturales deben responder a las características propias del sistema según las necesidades, gustos y preferencias de la población objetivo y a las restricciones, lineamientos legales vigentes así como a la disponibilidad de recursos tanto económicos, como técnicos e instrumentales. Por esto no es conveniente copiar sistemas, lo recomendable es diseñarlo para las condiciones de únicas de cada caso (Hutchinson 1993).

Las estrategias de manejo silvicultural pueden favorecer la regeneración natural de las leñosas de valor comercial dentro del sistema, sin embargo la reaparición de las leñosas también puede darse como resultado de la regeneración natural resultado del banco de semillas remanentes del suelo o por dispersión de semillas por medio de animales (Jansen 1982, Somarriba 1985).

El sistema es generalmente resultado de un proceso natural o de la acción del hombre que orienta el proceso, lo cual genera la distribución aleatoria de las leñosas, es decir que no está de acuerdo con un arreglo espacial determinado, lo cual puede dificultar la interacción entre las forrajeras y las especies arbóreas (Ibrahim *et ál.* 1996), para reducir este impacto se podría utilizar un arreglo similar al de sistema de plantaciones puras pero con una menor densidad para minimizar el impacto de las leñosas sobre la vegetación herbácea.

Podas

Las podas son una práctica silvicultural que consiste en suprimir las ramas que por vigor, grosor, altura, rectitud y ubicación (ramas inferiores) tienen a competir con el tallo central, quitándole fuerza, produciendo nudos vivos o muertos esta práctica busca generar tallos únicos, derechos, bien formado y sin nudos (Vásquez 2001); se debe tener en cuenta que los árboles dispersos en potrero tienden a ramificar más que en plantaciones puras, debido en gran medida a la menor competencia lateral, estas podas no deben superar el 30% de la copa (Barrance *et ál.* 2003), sin embargo se debe tener en cuenta la importancia de los árboles y su interacción con el ganado, esto quiere decir que las podas que se realicen deben procurar la optimización del componente maderable sin que este afecte de manera significativa el componente animal.

La poda natural se presenta cuando el dosel de las copas tiene una forma continua con espesura normal, esta tiende a detener los rayos de luz, absorbe parte de esta y refleja el resto, las ramas de la parte inferior al igual que las pasturas reciben poca luz dificultando los procesos fotosintéticos, generando la muerte de las ramas cuya caída depende de la especie puede variar entre algunos meses y en otros casos pueden ser años proceso que no es recomendable para el manejo de árboles (Vásquez 2001)

La poda artificial está relacionada con la densidad de la plantación, respecto a los árboles dispersos en potrero no sería de mayor importancia dado que el objetivo de las plantaciones forestales es netamente maderable y el del SSP es mejorar el paso de luz hacia las pasturas sin

afectar la sombra para el ganado no, sin embargo el obtener del sistema buena madera, troncos rectos, de buena forma, libre de nudos gruesos es un beneficio adicional generaría mayores ingresos para el productor como resultado de la venta de maderas de mejor calidad (Vásquez 2001)

No existe un criterio establecido acerca del inicio de las podas algunos autores no recomiendan realizar esta práctica cuando las plantas están en su primer periodo de desarrollo pues estas deben utilizar todas sus ramas y copa para realizar sus funciones fisiológicas que son de gran intensidad en los primeros años y la recomendación habitual es que esta se realice cuando la copa forme una cubierta continua (Vásquez 2001)

Las operaciones de poda son una técnica que requiere cierta experiencia para su ejecución y consiste en cortar las ramas inferiores lo más cerca posible del tronco, sin desgarrar la corteza y así evitar el ataque de hongos e insectos, este corte permite que el cambium forme tejidos protectores rápidamente sobre la herida y esta cicatrice bien, asimismo el corte debe dejar una superficie lisa, sin puntas o trozos salientes de ramas, pues además de formar un nudo penetrante en cuña en el tronco dificulta la cicatrización del corte.

Raleos

Los raleos o aclareos son los cortes realizados a un rodal en algún momento entre el establecimiento y la cosecha, con lo cual se busca reducir el número de árboles para que las raíces y copas de los remanentes cuenten con espacio y alcancen su tamaño comercial rápidamente, además se busca eliminar los árboles que tengan mala forma, se encuentren torcidos o bifurcados, así como aquellos que se encuentren muertos o enfermos y puedan convertirse en foco de infección, dicha práctica busca además favorecer los árboles vigorosos y de buena forma para la cosecha final.

Los raleos sobre árboles individuales pueden generar copas más profundas es decir que el follaje que antes se encontraba sombreado puede captar más luz favoreciendo la actividad fotosintética, se estimula además el desarrollo lateral de las ramas, follaje y raíces como resultado de ampliar el espacio alrededor de cada árbol, aumentando así la tasa de crecimiento en diámetro de los árboles, se debe señalar que mientras más grande el diámetro mayor porcentaje de madera utilizable para aserrío se produce, se sabe entonces que después del raleo generalmente no existe un crecimiento grande en altura pero si un aumento en el desarrollo del diámetro alcanzando estos mayor conicidad, además el propietario puede decidir entre tener

un gran número de árboles de menor tamaño o un número menor de gran tamaño según sus necesidad o las necesidades del mercado; para el manejo de árboles dispersos en potreros se deben realizar raleos selectivos inspeccionando cada árbol y así decidir que individuos se van a eliminar y cuáles van a quedar en pie (Melo *et ál.* 2003)

El raleo se puede realizar con varias herramientas entre ellas la trozadora para dos hombres, el hacha, la moto sierra liviana, o el machete si los árboles son pequeños, la utilización de estas dependerá de la capacidad financiera y técnica del productor, la extracción de los árboles deber hacerse preferiblemente cuando el suelo está seco pues existe un menor riesgo de compactar el suelo; los residuos generados de los raleos pueden ser utilizados por los productores para beneficios tanto en la finca como para la venta pues se puede producir, leña y poste, es importante retirar las hojas de las ramas y dejarlas en el sitio de extracción pues estas generan protección y fertilidad del suelo.

Regeneración natural de especies arbóreas

La regeneración natural de árboles en campos agrícolas está directamente relacionada con la riqueza y abundancia, además de tomar en cuenta factores tales como, la lluvia de semillas, banco de semillas, banco de plántulas juveniles y adultos, dispersión y post-dispersión de semillas y su germinación, se debe tener en cuenta además que el establecimiento y la germinación de la plántulas son las etapas más críticas de la regeneración y determinan de manera significativa la supervivencia de las plantas (Caicedo 2007)

Los árboles se clasifican en brinzales que son los individuos que tiene más de dos metros de altura pero que no han alcanzado el diámetro mínimo existente; latizal es aquel árbol que cuenta con el diámetro y características mínimas establecidas para el aprovechamiento maderero, y fustal se define como aquel árbol maduro que cuenta con las condiciones óptimas de aprovechamiento y encaja con los mayores índices de producción de madera se clasificaran los árboles así (Encino 2008) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorías de crecimiento por potrero en el muestreo de la vegetación arbórea en potrero

Categorías	Categorías de Crecimiento
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.

Es necesario para la conectividad y conservación de paisajes agrícolas y ganaderos la diversidad arbórea, por esto se hace necesario conservar y proteger los fragmentos de bosques remanentes y aumentar la cobertura arbórea dentro de las fincas, los sistemas agroforestales (SAF) contribuyen a conservar la conectividad y a disminuir la degradación al aumentar la diversidad florística y estructural, para asegurar esto se hace necesario maximizar la diversidad florística, incluir especies nativas, mantener la cobertura arbórea todo el año, mantener la vegetación muerta sobre el suelo, favorecer la regeneración natural, minimizar el laboreo (Beer *et ál.* 2003).

3 BIBLIOGRAFÍA

- Alonzo, Y; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforesteria en las Américas* 8(30):21–27.
- Arce, H.; Barrantes, A. 2006. La Madera en Costa Rica. Situación Actual y Perspectivas. FONAFIFO, ONF. San José, Costa Rica. 25 p.
- Betancourt H; Pezo, D; Cruz, J; Beer, J. 2007. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en el Chal, Petén, Guatemala. *Pastos y forrajes* 30(1):169–177.
- Barrance, A; Beer, J; Boshier, D; Cordero, J; Chamberlain, J; Detlefsen, G; Finegan, B; Galloway, G; Gómez, M; Gordon, J; Hands, M.; Hellin, J; Hughes, C; Ibrahim, M; Kass, D; Leakey, R; Mesén, F; Montero, M; Rivas, C; Somarriba, E; Stewart, J; Pennington, T. 2003. Árboles de Centroamérica un manual para extensionistas. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1079 p.
- Barrantes, A. 2008. Desabastecimiento de madera en Costa Rica y consecuencias. *Revista Ambientico*. 15p
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforesteria en las Américas* 10:80.
- Betancourt, K; Harvey, C; Ibrahim, M; Vargas B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforesteria en las Américas*. Vol. 10 N° 39 -40
- Botero, J; Andrade, H; Ibrahim, M; Bouman, B; Camargo, C. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 48–50.
- Caicedo, CA. 2007. Patrones de regeneración natural establecida de especies leñosas y su relación con aspectos estructurales, funcionales y de manejo en un agropaisaje mesoamericano. M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 196
- Casasola, F; Gobb, J. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas*. Vol 10 N° 39 - 4
- Casasola, F; Ibrahim M; Barrantes, J. 2005. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Los árboles en los potreros. 20 p.
- Encino, O y Imaña, J. 2008. *Epidometria forestal*. Universidad de Brasilia. Universidad de los Andes – Venezuela. 66p
- Galindo, W.F; Hurgueteo, E. 2003. Herramientas de Manejo sostenible para la ganadería 19-88 In Galindo, W.F; Murgueitio, E; Giraldo, L U; Marin, A; Berrio, L F; Uribe F. 2003. Manejo Sostenible de los Sistemas Ganaderos Andinos. Fundación CIPAV, Cali, Colombia.
- Gobbi, J. A. 2000. Analysis: Is biodiversity-friendly coffee financially viable? An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador. *Ecological Economics* 33:267- 281

- Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and conservation of biodiversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 10 (1):155-173.
- Harvey, C.A; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vílchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruíz, F; López, F; Lang, I; Kunth, S; Sinclair, F.L. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería de las Américas* 10 (39-40): 30-39.
- Holmann, F; Argel, P; Rivas, L; White, D; Estrada, RD; Burgos, C; Pérez, E; Ramírez, G; Medina, A. 2004. ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. CIAT, DICTA, ILRI. Cali, Colombia 34 p. (Documento de trabajo, no. 196).
- Hutchinson, I. D. 1993. Puntos de Partida y Muestreo Silvicultural para la Silvicultura de Bosques Naturales del Trópico Húmedo. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales No 7. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica: Informe Técnico No 204.
- Ibrahim, M; Pezo, D. 1996. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In 1er. Foro Internacional sobre "Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales". Veracruz, México, 7 – 9 noviembre 1996. Morelia, México. FIRA – Banco de México. 39 p.
- Ibrahim, M.; Pezo, D. 1999. Sistemas Silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 276 p. (Materiales de enseñanza, no. 44).
- Janzen, D.H. 1985. Differential seed survival and passage rates in cows and horses, surrogate Pleistocene dispersal agents. *Oikos*. P150-156
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation: Central América in the 80s and 90s, a police perspective. Jakarta, ID. CIFOR. 88 p. (Special Publication).
- Louman, B; Quiros, D; Nilsson, M.2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. 218p
- Marin, Y.; Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Ramirez, E.; Sepulveda, 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 Matiguas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. no. 45 p. 109-116.
- Melo, O; Vargas, R. 2003 Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. 222 p
- Murgueitio, E. 2000. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. *Pastos y Forrajes*. 23(3):235-250.
- Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales; Principios y aplicaciones en los trópicos. 2da. Ed. San Jose, CR. Organización para estudios tropicales. 622 p.
- Murgueitio, E. 1999. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. Eds. C Pomareda; H Steinfeld. *In Seminario Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales*. 1 ed. Nuestra tierra, San José, CR. CATIE-FAO-SIDE. p. 219-246.

- Panadero, A. 2007. Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. Revista ACOVEZ, 16.
- 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.
- Price, C. 1995. Economic evaluation of financial and non-financial costs and benefits in agroforestry development and the value of sustainability. *Agroforestry Systems*. 30:75-86.
- Russo R. 1994. Los sistemas Agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. *Agroforesteria en las Américas*. Año 1, N° 2. 31 p.
- Somarriba, E. 1985. Árboles de guayaba (*Psidium guajaba* L) en pastizales. 1. Producción de fruta y potencia de dispersión de semillas. Turrialba (Costa Rica). p 329 -332
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in the Humid Tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 166 p.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The Hamburger Connection Hangover: Cattle Pasture Land Degradation and Alternative Land Use in Central America. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 71 p. (Serie Técnica / Informe técnico, no. 313).
- Vasquez, A. 2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Universidad del Tolima facultad de ingeniería forestal Ibagué – Tolima. 304 p
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F; Arguedas, R. 2005. Las cercas vivas de las fincas ganaderas. 20 p
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Ríos, J, Suárez, J. Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea en el trópico de Costa Rica.
- Von Maydell, H. J. 1985. The contribution of agroforestry to world forestry development. *Agroforestry Systems*. 3:83-90

4 ARTÍCULO 1: TOMA DE DECISIONES Y CONOCIMIENTO LOCAL DEL MANEJO SILVICULTURAL DE LOS ÁRBOLES EN POTREROS EN FINCAS GANADERAS DEL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA

4.1 Introducción

La mayoría de los sistemas agrícolas tradicionales (incluyendo los ganaderos) en América Central cuentan con árboles intercalados de diversas formas, variando árboles con cultivos y/o pastos, lo cual, según Beer *et ál.* 2003 se define como un sistema agroforestal, y al incluir ganado dentro de esto se define como un sistema silvopastoril SSP, estos últimos han sido reconocidos durante los últimos años como sistemas viables física y económicamente promoviéndose como sistemas sostenibles, que además ayudan a reducir la erosión, mantener la biodiversidad, aumentar la fertilidad del suelo y generar beneficios económicos mediante la diversificación de productos tales como leña, frutos, forrajes, madera, entre otros (Alonzo 2000).

Los sistemas silvopastoriles (SSP), como los árboles dispersos en potreros y las cercas vivas, proveen gran variedad de productos para el aprovechamiento en fincas tales como frutos, leña, forraje además de grandes beneficios ambientales tales como la conectividad del paisaje y la protección de fuentes de agua, asimismo dichos sistemas permiten la producción ganadera junto con la forestal, convirtiéndose en sistemas atractivos, económicamente viables, permitiendo la generación de ingresos de la explotación ganadera y sus derivados como leche y los subproductos de esta, además de generar otros ingresos como resultado de la producción de madera que se encuentra en los sistemas, los árboles en los potreros generalmente proviene de un remante de bosque, mientras que las especies encontradas dentro de las cercas vivas son en la mayoría de los casos plantadas según los objetivos productivos del productor. El manejo de los árboles en las pasturas facilita una alternativa para suplir la demanda de madera y minimizar la presión hacia las áreas de bosque.

Teniendo en cuenta, que el volumen de madera proveniente de bosque naturales ha disminuido considerablemente en los últimos años, según datos de Barrantes (2008), en entre los años 1998 y 1999 la producción de madera proveniente de bosque naturales disminuyó en 191.484 m³, al mismo tiempo al madera proveniente de terrenos de uso agrícola alcanzó un

valor máximo en el año 2001 de 673.423 m³ rollo, asimismo Arce *et ál.* (2006), aseguraron que la madera la que proveniente de terrenos de uso agropecuario sin bosque reemplazaría la parte no cubierta por la madera de los bosques, plantaciones forestales e importaciones proyectadas.

Sin embargo, a pesar de los grandes beneficios que se pueden obtener de los árboles dentro de los sistemas silvopastoriles, los sistemas no suelen ser perfectos y suelen presentar fallas que generan en los productores cierta resistencia a la hora de su implementación; una de estas limitantes es que el aumentar la cantidad de árboles en los SSP puede claramente generar una disminución en la producción de pasto de los potreros. Villanueva, *et ál.* (2008) han demostrado que la producción de pasto bajo copas puede variar entre 4 y 70% en relación con la producción a pleno sol, asimismo las especies arbóreas con copas densas presentan mayores reducciones de pasto en relación con especies de menor tamaño de copa, lo cual se puede atribuir a la menor trasmisión de luz de las copas, además de la intensificación del uso del suelo por parte de los animales para buscar la sombra, por todo esto el productor debe ser muy cuidadoso al momento de la selección de árboles dentro de sus sistemas, pues esta especies deben estar acorde con los objetivos productivos que se quieran alcanzar.

Asimismo, pese a que los sistemas silvopastoriles (SSP) cuentan con un potencial de producción de madera evidente, la visión y el manejo que se realiza a estos es aún incipiente, esto puede deberse en gran medida a que se desconoce el verdadero potencial que existe dentro del recurso árboles maderables en finca, y que muchas veces el productor no reconoce el verdadero valor de estos dentro de su sistema productivo, además no existen mecanismos claros que enfoquen al productor hacia un manejo sostenible de la relación ganado/árbol, es por esto que se hace indispensable conocer la percepción actual que los productores ganaderos tiene acerca de los árboles en finca, se deben determinar cuáles son los factores que lleva al finquero a tomar decisiones de manejo del componente arbóreo dentro de sus SSP.

Según lo anterior se pretende en este estudio determinar los factores de toma decisión de los productores ganaderos así como la visión con respecto al manejo silvicultural de árboles en finca, que permita generar la información requerida para determinar los mecanismos adecuados que los productores deben implementar para alcanzar SSP sostenibles, que ayuden a mejorar la calidad de vida de los productores ganaderos y sus familias de la zona de Esparza Costa Rica.

4.2 Materiales y métodos

1. Área de estudio
2. Selección de fincas
3. Recolección de datos
4. Análisis de datos
5. Taller de socialización

1. El trabajo se desarrolló en la Zona Pacífico Central, Cantón de Esparza de Costa Rica ($10^{\circ} 10'$ Norte y $84^{\circ} 42'$ Oeste) y Se visitaron productores en los distritos de Barranca, Espíritu Santo, Jesús María, Juanilama, La Unión, Macacona, Miramar, Mojón, Quinto, Salitral, San Jerónimo, San Juan, San Juan Grande, San Mateo, San Rafael, San Ramón (Figura 1). La región presenta lluvias temporales desde junio a diciembre y período seco de enero a mayo con promedio de 2.300 mm anuales; las zonas de vida corresponden a bosque sub húmedo tropical, con una altitud entre 300-900 msnm, una temperatura promedio de 27°C (Instituto Meteorológico Nacional 2001).

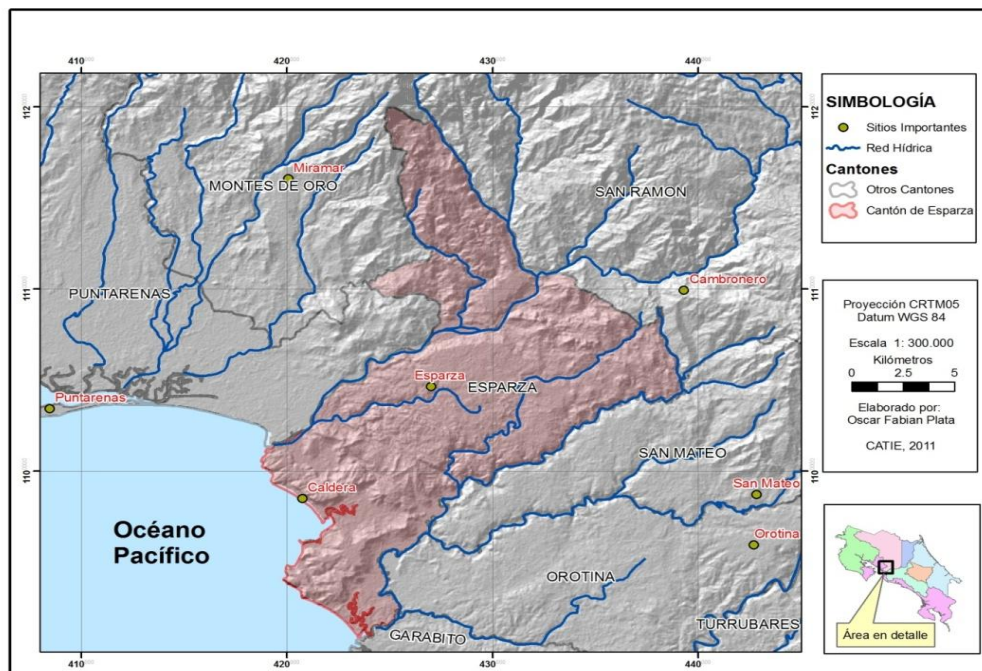


Figura 1. Ubicación del área de estudio que corresponde a Esparza, Puntarenas, Costa Rica, 2011

Las principales actividades comerciales de cantón son la agricultura, la ganadería, el comercio y los servicios, la ganadería se realiza de forma extensiva para engorde; sin embargo, se ha visto una disminución considerable del hato en los últimos años; la pesca y la extracción

de moluscos se practica de manera artesanal, la agricultura está basada en cultivos de clima seco y cálido de zonas bajas y tales como mango, aguacate, naranja, papaya, sandía, melón, maíz y caña de azúcar, y a pesar de la falta de industria cabe destacar unas industrias familiares de quesos en San Jerónimo que es un medio para comercializar la leche producida en el cantón.

2. En el área de estudio se seleccionaron 70 fincas ganaderas que manejan árboles en potreros bajo tres tipos de sistemas silvopastoriles (SSP), de árboles dispersos en potreros (ADEP), cercas vivas simples (CVS) y cercas vivas multiestrato (CVM), la selección de productores se realizó mediante la base de datos de productores del Programa GAMMA del proyecto “Enfoques Silvopastoriles Integrados para el manejo de Ecosistemas” GEF. SSP - CATIE y del Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG de Esparza y San Mateo.

Para el presente estudio se define “árboles dispersos en potrero” como las especies leñosas (árboles, arbustos o palmas) que se encuentran en pasturas, habitualmente provienen de la regeneración natural sin embargo estas también pueden ser sembradas por el hombre, además de obtener otros productos tales como leña, frutas, postes, semillas y madera. Las cercas vivas según Villanueva *et ál.* (2010) consisten en hileras de árboles que delimitan una propiedad, división de usos de la tierra, potrero y que a su vez pueden servir para la protección contra el viento y para diferentes propósitos. Esta puede utilizarse para la producción de forraje, leña, madera, frutos, postes, etc.

3. Se realizó una entrevista semiestructurada con preguntas abiertas y cerradas respuesta predeterminadas, lo cual facilita el análisis de los datos permite comparar y agregar respuestas con facilidad, las preguntas se pueden realizar en corto tiempo y estas se pueden realizar tanto en hogares urbanos como rurales. (Mikkelsen 1995).

La entrevista permitió obtener información acerca de las características generales de la finca, descripción del componente familiar del productor, composición del hato ganadero y de otras especies animales, usos de la tierra, preferencias y visión del productor con respecto a los árboles en finca, principales limitantes de los productores para aumentar el componente arbóreo en finca, conocimiento y manejo silvicultural de los árboles en SSP.

Para la elaboración de las encuestas se siguieron los siguientes pasos:

- a) Reconocimiento del área de estudio durante el mes de Febrero de 2011, con el fin de conocer el nivel de interés de los productores hacia la investigación

- b) Diseño del borrador de la entrevista teniendo en cuenta las necesidades de la investigación así como los objetivos de los productores.
- c) Implementación de la (entrevista piloto) en 12 fincas de la región en el mes de Marzo de 2011.
- d) Modificación de la entrevista para el enfoque de objetivos de la investigación.
- e) Aplicación de entrevista definitiva en fincas seleccionadas en la zona entre los meses de Abril y Mayo de 2011 (Anexo 1).

4. Se utilizó el programa Excel para diseñar las tablas de frecuencia según los indicadores de respuesta con el fin de describir y resumir las características más sobresalientes de los productores, por medio de tablas, gráficos y medidas de resumen; se realizó el análisis de conglomerado con el índice de Gower que sirve para calcular distancias como funciones de medidas de similitud de datos cualitativos y cuantitativos combinados. Con base en esta herramienta se definieron los grupos de productores con respecto a la percepción y el manejo de los árboles en finca, así como la visión de los SSP, aprovechamiento de madera, y conocimiento y aplicación de prácticas silviculturales de árboles en finca; asimismo, se realizó un análisis de correspondencia múltiple para determinar las tendencias de agrupación a las variables con respecto a las respuestas de cada productor. La información fue analizada por el medio del programa estadístico InfoStat (2011).

5. Se realizó un taller con los productores encuestados en el mes de Junio de 2011, con el propósito de socializar la información obtenida en las encuestas acerca del componente arbóreo en fincas ganaderas en Esparza, obtener mayor información acerca de las limitantes para el aumento de árboles en finca, y validar los factores claves en la toma de decisiones de los productores para el aprovechamiento de Árboles dispersos en potreros (ADEP), Cercas vivas simples (CVS) y Cercas vivas multiestrato (CVM).

4.3 Resultados

4.3.1 Análisis socioeconómico de los productores ganaderos de esparza

Las mayoría de las fincas se dedican a la producción de ganado doble propósito, de estas cerca del 54% se enfocan más en la venta de ganado mientras que un 40% se enfocan más en la venta de leche, el resto de las fincas dedican algo de su producción a la venta de frutas.

El número de personas promedio por familia es de 3 personas, el nivel de educación del componente familiar es, el 3% del componente de las familias no cuenta con ningún tipo de educación, el 28% tiene escuela no terminada, el 33% ha terminado la escuela, el 14% tienen colegio no terminado, otro 14% tienen colegio terminado y finalmente un 6% cuentan con educación universitaria. El tamaño de los predios oscila entre 5.37 y 250 hectáreas con un promedio de 43.89 ± 7 hectáreas.

El 86% de los productores visitados son propietarios de sus predios, todas las fincas cuentan con carretera de acceso, sin embargo el 61% tienen carretera en pavimentada, mientras que el 28% tiene la carretera en regular estado es decir que no se encuentran pavimentadas; las fincas cuentan con diversos usos de la tierra, dentro de los que se destacan las cercas vivas multiestrato 71.4% de las fincas, las pasturas mejoradas con alta densidad de árboles (60%), y las cercas vivas simples y bosques secundarios con un (41.4%).

4.3.2 Componente arbóreo regional de Esparza

EL 76.5% de los productores entrevistados piensan que la densidad arbórea en la región ha venido en aumento durante los últimos 10 años, de estos productores el 71.1% asegura que esto se debe a la conservación de árboles a través de la disminución de las talas masivas y reforestación que se ha presentado en la zona, el 19,2% de estos afirma que se debe a la protección de fuentes de agua debido a las prolongadas sequias que se han presentado en la zona durante los últimos años , y el 9,6% respondió que se debe a otros factores como aumento de plantaciones forestales principalmente de Teca, abandono de la tierra y legislación contra las cortas (Figura 2), en relación con el tamaño de la finca y la visión del componente arbóreo el 50% de los encuestados cuentan con fincas pequeñas (<25 ha), 35% con fincas medianas (25-50 ha) y 11% con fincas grandes (>50).

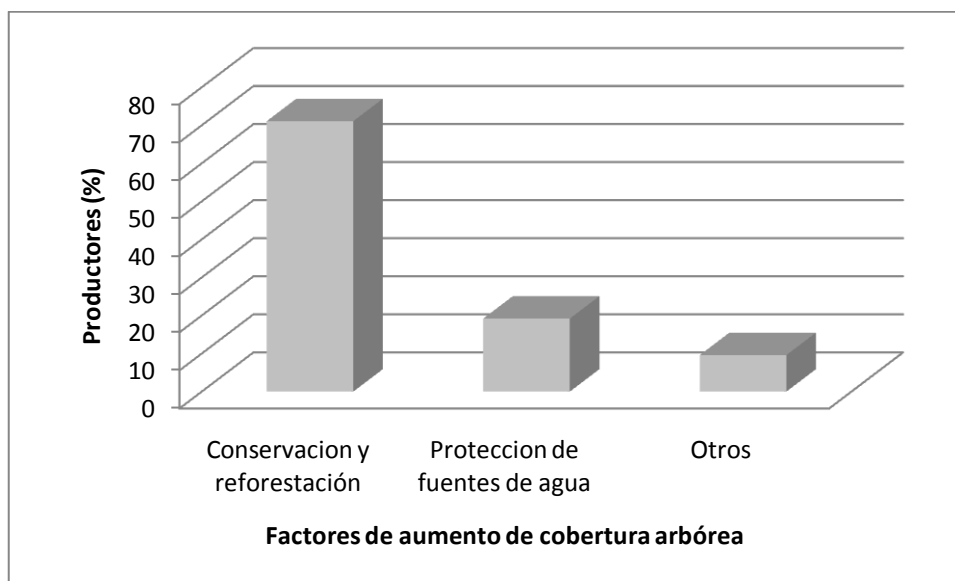


Figura 2. Causas del cambio del componente arbóreo de los últimos 10 años en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

4.3.3 Origen y objetivos de los árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas

Se encontró que el 62% de los productores aseguran que árboles dispersos potreros provienen de la regeneración natural, un 35% de los productores respondieron que los árboles son plantados por los productores, estas generalmente son especies poco comunes dentro de la región y su objetivo es generalmente la producción de algún bien o servicio como madera o sombra para el ganado, el restante 3% quedan como árboles de remanentes de bosque, Se identificó que el 59% de los productores entrevistados realizan aprovechamiento de árboles maderables dispersos en potrero, la madera obtenida generalmente es utilizada para postes para cercas, realizar mejoras de los corrales e instalaciones en general construcción y mejoras en viviendas asimismo a madera es vendida en pie en el mercado local.

El 82% de los productores encuestados tiene intenciones de aumentar los árboles en potreros para aprovechar los siguientes beneficios: un grupo 52.2% señala las ventajas de la sombra para la producción animal; el 38.7% para aumentar la producción de madera; y el 9.1% de los productores lo harían para mantener y aumentar la biodiversidad, mejorar la belleza escénica y protección de fuentes de agua (Figura 3).

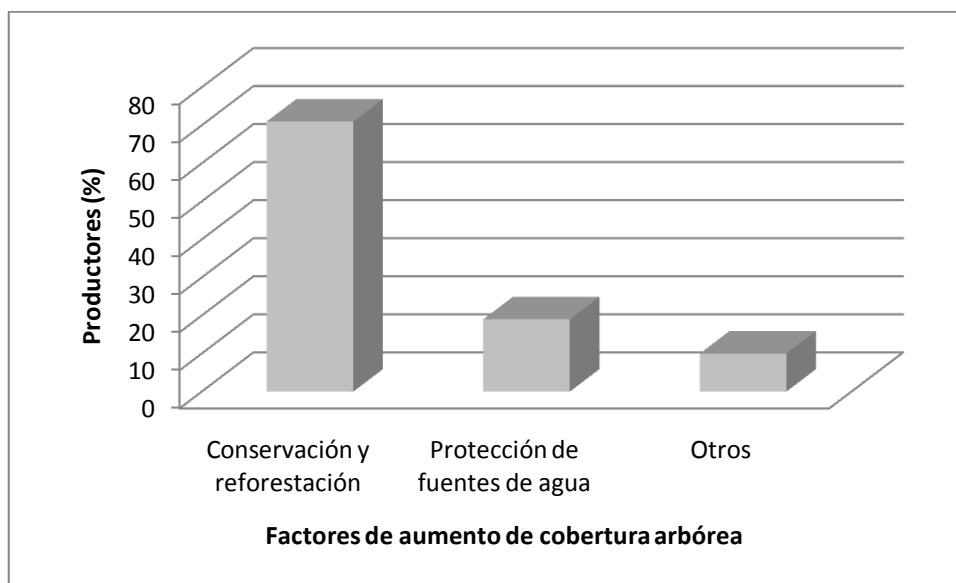


Figura 3. Criterios para aumentar los árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

4.3.4 Origen y objetivos de los árboles en las cercas vivas simples y multiestrato

Se determinó dentro del origen de las cercas vivas multiestrato que el 71% de los productores indican que los árboles encontrados son sembrados según las condiciones productivas de la finca así como la disponibilidad de semillas para la multiplicación, es decir que la disposición de árboles y arbustos dentro de estos sistemas están de acuerdo con los objetivos de los productores dentro de sus fincas. Se estimó que 29% de los productores indican que de los árboles en cercas vivas provienen de la regeneración natural de especies ya establecidas dentro de las cercas; en cuanto al aprovechamiento de especies maderables de cercas vivas el 70% de los productores aseguran que realizan dicha práctica.

Con respecto a si los productores se encuentran conformes con la cantidad de árboles dentro del sistema, el 85% quisiera aumentar el componente en las cercas vivas multiestrato, las razones que los productores exponen para estos son, un 48.7% desean aumentar la cantidad de sombra, el 37% quieren aumentar la cantidad de madera dentro del sistema y un 14.6% persiguen objetivos como la protección de las fuentes de agua, manejo y conservación de la biodiversidad, producción de frutos para el ganado y las familias frutos, ornato y la producción leña (Figura 4), esto a través de la siembra y manejo de especies como Jiñocuabe (*Bursera simaruba*) y Tempate (*Jatropha curcas*) para delimitar los distintos usos de la tierra y con especies maderables como el pochote, (*Pachira quinata*) y Roble (*Tabebuia rosea*).

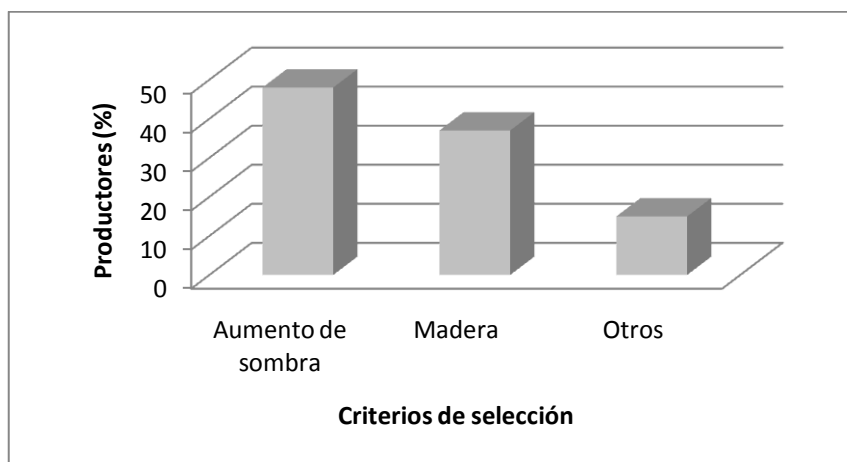


Figura 4. Criterios para aumentar las cercas vivas en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

4.3.5 Criterios para determinar el aprovechamiento de la madera de los árboles en finca

En cuanto al aprovechamiento de árboles maderables dentro de las fincas, los criterios que utilizan los productores para la corta de árboles no difieren entre sistemas, es decir que son los mismos para árboles dispersos en potreros y en cercas vivas simples o multiestrato, entonces el 61% de los productores aseguran que los árboles que aprovechan dentro de sus fincas son aquellos que se encuentran en mal estado o se han caído, el 26% de los productores afirman que aprovechan la madera teniendo en cuenta la forma, grosor y el 13% de los productores utilizan criterios tales como edad, altura o calidad del árbol para su aprovechamiento (Figura 5).

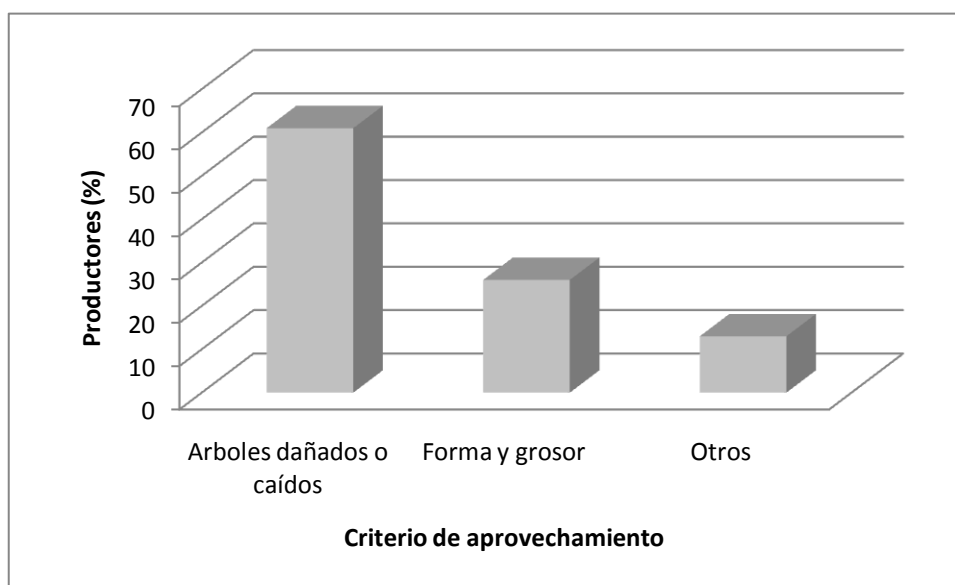


Figura 5. Criterios para el aprovechamiento de árboles fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

4.3.6 *Limitantes para aumentar los árboles en finca*

El 81% de los encuestados afirman que existen limitantes para aumentar el componente arbóreo dentro de sus fincas, las cuales se clasifican en tres categorías siguientes: técnicas, políticas y económicas.

1. **Limitantes técnicas:** los productores conocen las bondades del mantenimiento de árboles en los sistemas de producción sin embargo, el aumento de esta puede generar bajas considerables en la producción de forraje lo cual genera disminución en la producción de ganado en cuanto a ganancia de peso y producción de leche; el lento crecimiento de las especies maderables puede generar resistencia por parte de los productores dado el largo tiempo de recuperación de la inversión de la siembra o manejo de los árboles, así como la competencia con el pasto provoca que las especies arbóreas no sobrevivan mucho tiempo, además estos árboles en presencia de pastoreo de animales corren el riesgo de ser pisoteados en etapas tempranas del crecimiento o de ser maltratados por el paso de los animales generando malformaciones y bajas de calidad en la madera.
2. **Limitantes políticas:** el exceso de tramitología sumada a la falta de información que poseen los productores en cuanto a los tramites que exige el Ministerio de Ambiente y Energía y telecomunicaciones (MINAET), que se define como el órgano rector de la administración del ambiente, y quien determina las normas para la extracción de maderas dentro de las fincas, además una vez se supera la fase burocrática los finqueros se enfrentan a lento proceso de la tramitología de los papeles en las oficinas encargadas de los tramites. Según Lozano (2011), en la zona de Hojancha Costa Rica, la duración de los trámites para aprovechamiento de madera alcanza 80 días, para permisos pequeños ≤ 10 árboles y un promedio de 94 días para inventarios forestales Scheelje (2009) en un estudio en Esparza reportó que el trámite promedio 60 días.
3. **Limitantes económicas:** Los altos costo de extracción que se originan de la corta para productores con poca cantidad de árboles, es decir desde los equipos para la corta o bien la mano de obra y el transporte no generan al productor una ganancia atractiva, además de no existir según los productores mercados justos y precios estables para las maderas producidas en las fincas, una forma de contrarrestar este efecto es la venta de madera en pie, la cual evita que el productor incurra en gastos de corta y transporte, a

pesar de obtener un precio bajos por pulgada métrica tica (pmt)¹, se pueden asegurar ingresos netos aceptables para la sostenibilidad del sistema.

Para el análisis de dichas categorías se diseñó un cuadro sinóptico que muestra la relación entre las limitantes, sus causas y consecuencias (Figura 6).

¹ 1 m³ equivale a 462 pmt (pulgadas madereras ticas)

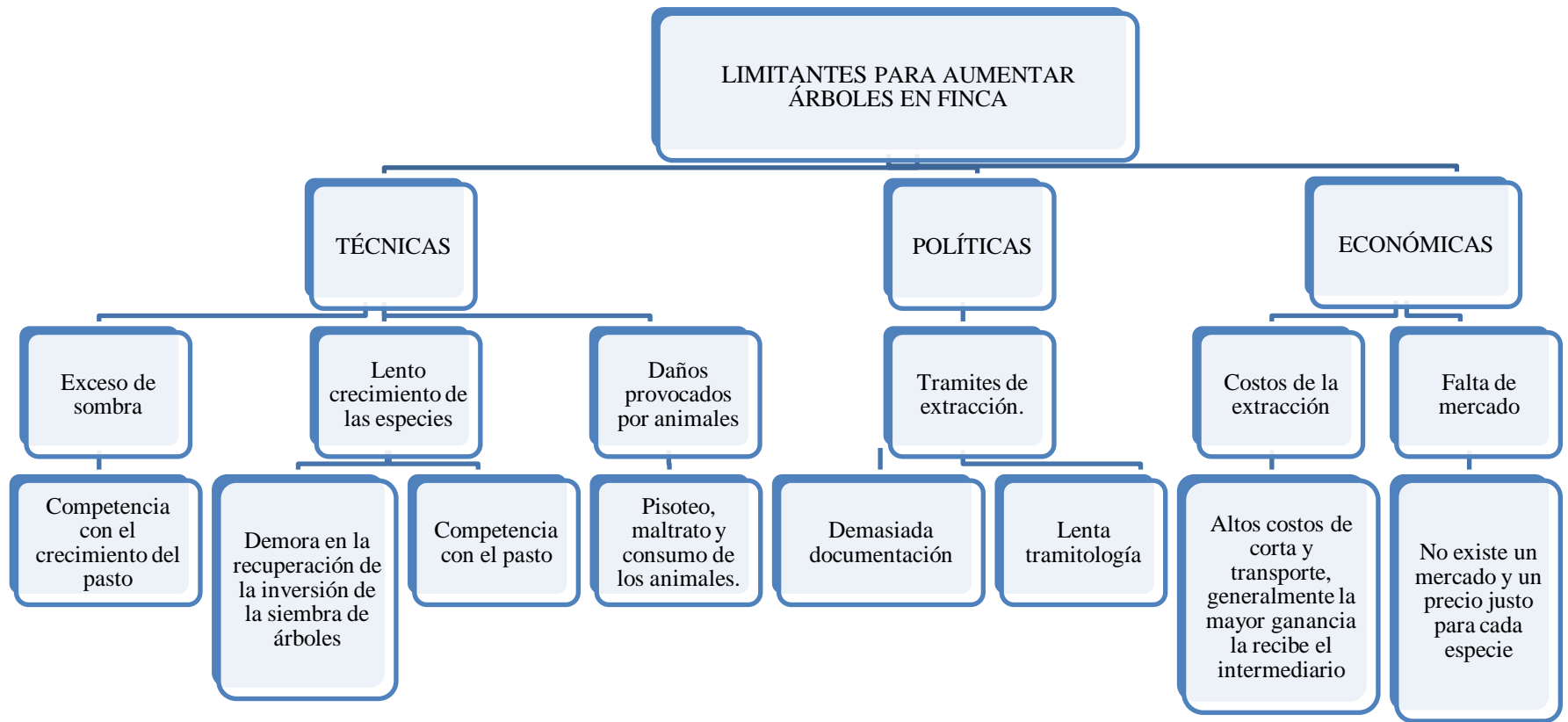


Figura 6. Relación entre las limitantes técnicas, políticas y económicas y el aumento de componente arbóreo en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

4.3.7 *Conocimiento e implementación del manejo silvicultural de árboles en potrero y cercas vivas*

Se buscó identificar el conocimiento que poseen los productores acerca de las prácticas silviculturales más comunes para el manejo de árboles, se definió entonces que el 45% conocen dos tipos de prácticas las podas y los raleos, el 30%, tienen conocimiento de solamente de podas y un 15% por ciento conoce prácticas como la fertilización y el control de plagas (Figura 7).

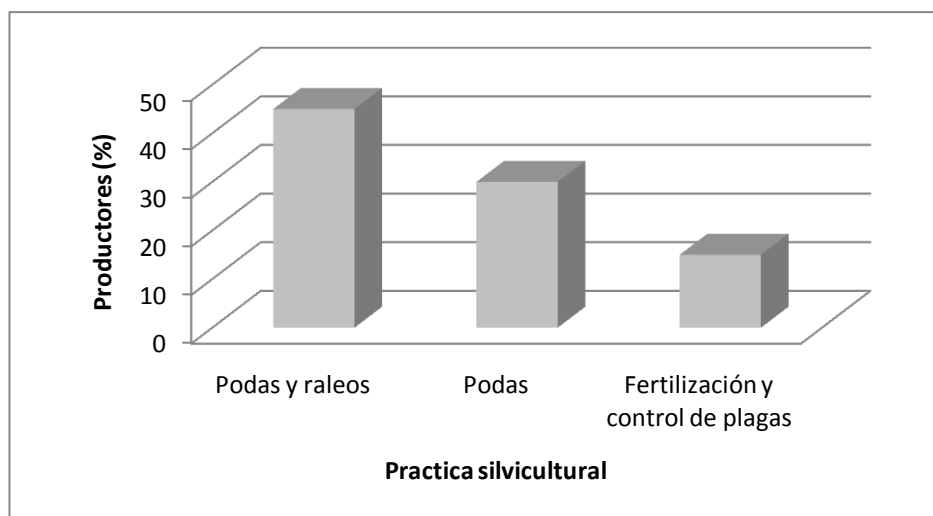


Figura 7. Porcentaje de conocimiento de las manejo silvicultural de los productores en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

4.3.8 *Implementación y frecuencia del manejo silvicultural del componente arbóreo en finca*

En cuanto a la implementación de las prácticas silviculturales de los árboles no maderables dentro de la finca, es decir especies forrajeras, frutales y productoras de leña el 80% de los productores aplican podas, dichas prácticas se realizan básicamente en las cercas vivas de Jiñocuabe (*Bursera simaruba*) y Tempate (*Jatropha curcas*) con el fin de disminuir el tamaño de la copa (desrame) y la producción de estacas para uso en la finca o venta, y el 20 % restante de los productores dicen aplicar silvicultura a los árboles no maderables dispersos en potrero con el fin de reducir el exceso de sombra sobre las pasturas.

Dentro de los productores solo el 44% realizan manejo silvicultural a los árboles maderables existentes en finca, dichas prácticas son básicamente podas de ramas bajas es decir la eliminación manual de ramas que se encuentran en la parte baja de los árboles y están al alcance del productor, dichas prácticas buscan además de la eliminación de ramas, liberar

parte de la cobertura de los árboles y buscar aumentar la producción de pasto dentro de los potreros.

Las prácticas silviculturas que llevan a cabo en los árboles en potreros son la poda, raleos y control de malezas. La mayoría de productores realizan la poda y raleo una vez por año para las especies no maderables como Jiñocuabe (*Bursera simaruba*) y Tempate (*Jatropha curcas*) y aprovechando dichos eventos para realizar la poda de maderables como el Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Pochote (*Pachira quinata*) Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) Guachipelin ratón (*Myrospermum frutescens*), los raleos en maderables son más frecuentes cada dos años, sin embargo se determinó que la poda es la práctica silvicultural más conocida y aplicada por los productores esta es implementada para regular el tamaño de las copas de los árboles, cosechar postes vivos y muertos para utilización en la finca (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia de aplicación de prácticas silviculturales de árboles no maderables y maderables en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Prácticas silviculturales al componente arbóreo y frecuencia en finca	Productores (%)	
	No maderables	Maderables
Una poda por año	51	34
Más de una poda por año	25	8
Un raleo por año	13	0
Más de un raleo por año	7	0
Al menos una fertilización año	4	0
Raleos cada 2 años o más	0	21
Podas cada 2 años o más.	0	18
Control de malezas cada año	0	5
No aplican	0	22

4.3.9 Capacitación sobre el manejo de árboles en finca

El 35% de los productores han recibido capacitación en temas relacionados sobre al manejo de árboles, en la siembra, cobertura arbórea, biodiversidad y medio ambiente, dichas capacitaciones fueron impartidas por el INA - Instituto nacional de aprendizaje, el Centro agrícola cantonal y el CATIE - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, este último realizó el 76% de dichas capacitaciones (Figura 8).

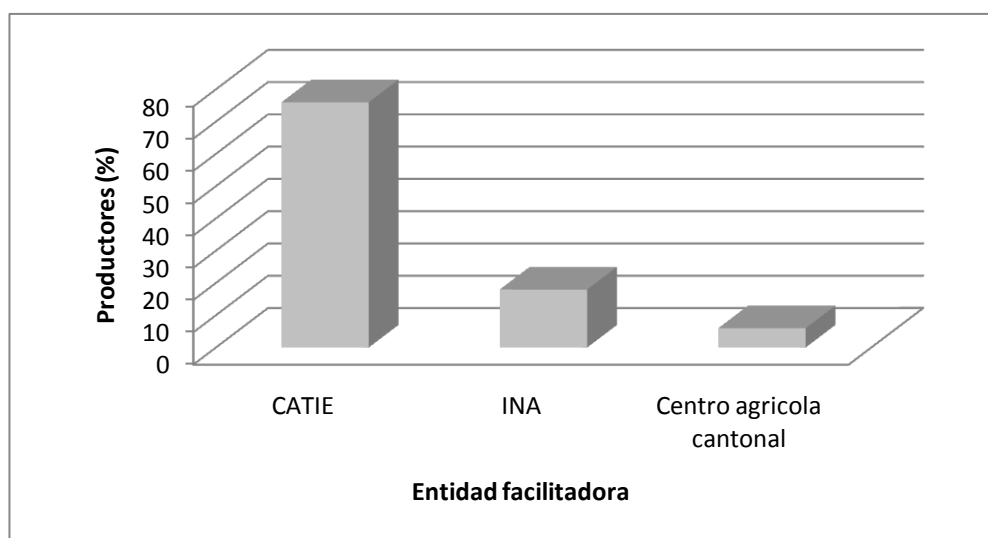


Figura 8. Entidades que han impartido capacitaciones a productores en el manejo de árboles en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

El 47% de los productores piensan que las capacitaciones recibidas han contribuido en mejorar sus SSP, en cuanto a las relación de árboles en potrero y el aumento de la producción de pasto dentro de sus potreros, el 41% de los productores han enfocado las capacitaciones hacia el aumento en la cantidad de árboles en finca y el 12% restante se han preocupado más por la protección y conservación de las fuentes de agua.

4.3.10 Beneficios del manejo silvicultural de árboles maderables dispersos en potrero y en cercas vivas

Según los criterios de los productores para la implementación de prácticas silviculturales dentro de los árboles maderables existentes en las fincas. El 50% de los productores cree que la implementación del manejo silvicultural (podas) en árboles dispersos en potrero mejora el rendimiento de madera, el 39% indica que se favorece el crecimiento de los árboles, el 16% la calidad de la madera; asimismo, el 41% de los productores respondieron que las prácticas silviculturales de los árboles en cercas vivas pueden mejorar el rendimiento de madera, el 39% el crecimiento y el 21% restante su calidad

4.3.11 Clasificación de productores según las variables de toma de decisión y conocimiento de prácticas silviculturales

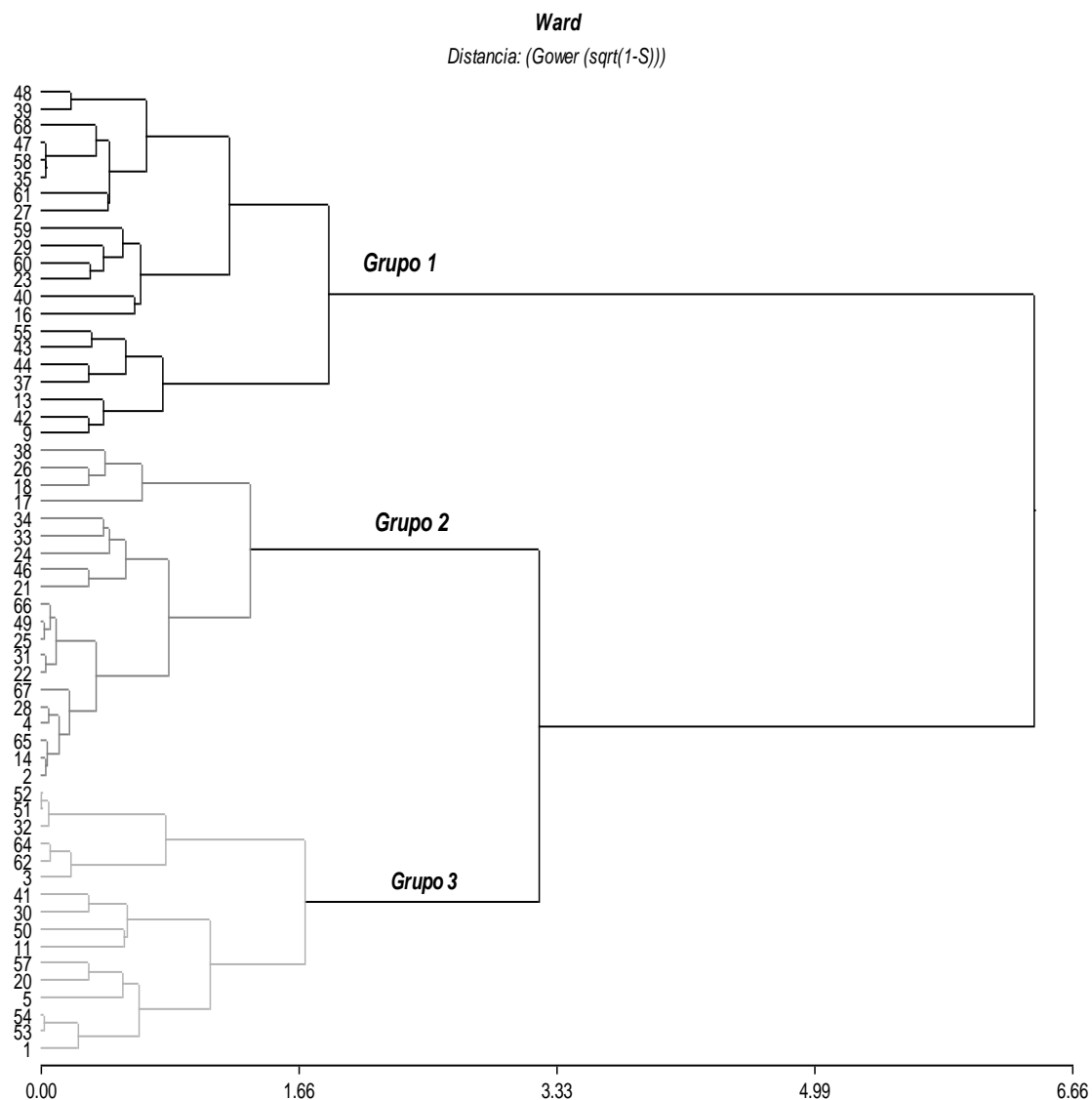


Figura 9. Análisis de Conglomerado de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica.

Los resultados definieron tres tipologías de productores: El Grupo 1, incluye a los productores que desean mantener o disminuir la cantidad de árboles dispersos en potrero (30 productores), el Grupo 2, agrupa los productores que desean incrementar la cantidad de árboles tanto en potrero como en cercas vivas (14 productores), el Grupo 3, clasifica a los productores que plantan y aprovechan árboles dispersos en potreros, que además desean aumentar la cantidad de árboles en cercas vivas y cuentan con capacitación silvicultural en manejo de árboles en finca (24 productores); (Figura 9).

Se determinó que dentro de los tres grupos existen productores que realizan aprovechamiento de cercas vivas cuentan con conocimiento silvicultural de manejo de árboles, plantan árboles en las cercas vivas, y mantienen la regeneración de árboles dispersos en potreros, se puede observar que los productores se clasifican entre los que cuentan con conocimiento de árboles y hacen aprovechamiento, aquellos quienes quieren incrementar los árboles dentro de sus (SSP), y un grupo que prefiere mantener o disminuir la cantidad el componente arbóreo dentro de sus fincas (Figura 10).

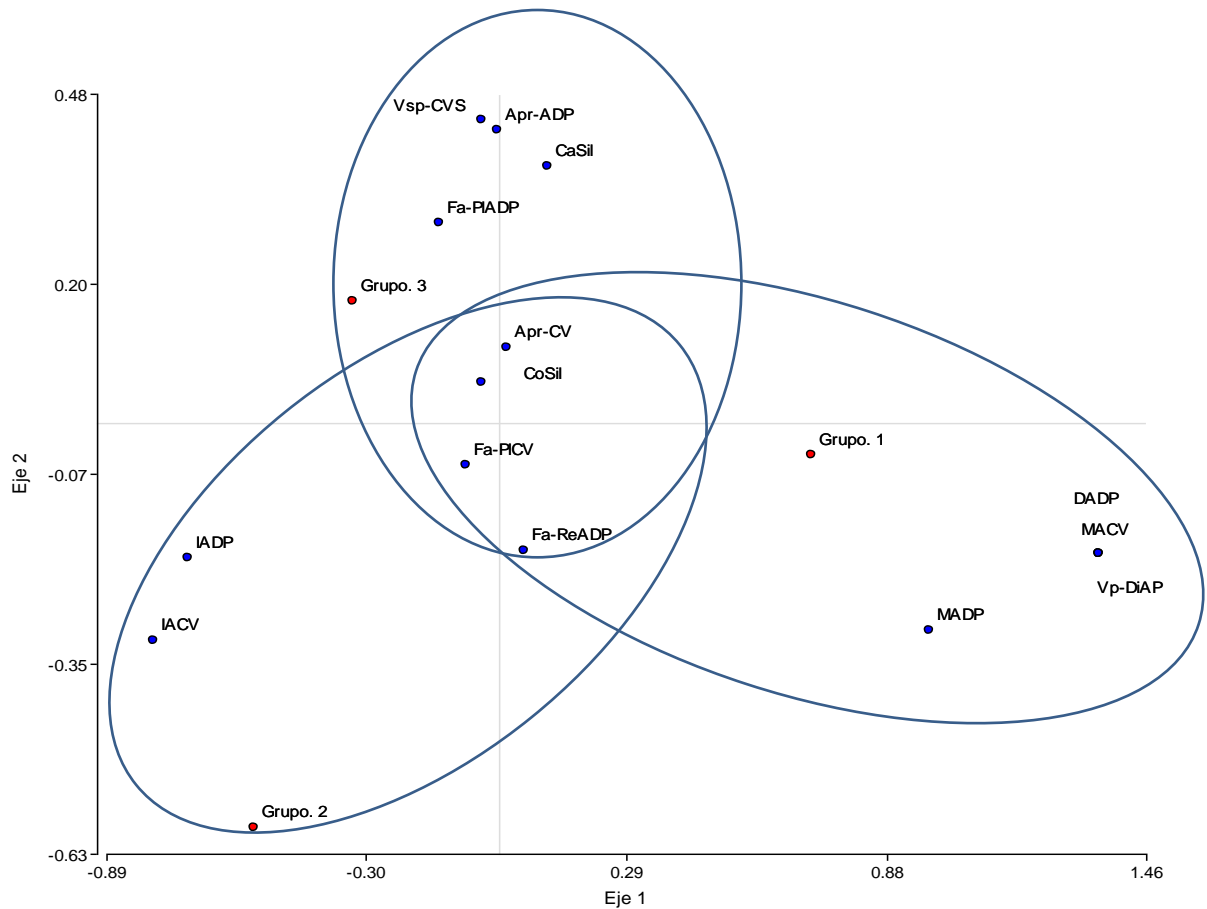


Figura 10. Análisis de correspondencia múltiple de variables de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Vsp-cvs: visión de sistemas silvopastoriles cercas vivas simples, Apr-ADP: Aprovechamiento de árboles dispersos en potreros, Casil: Capacitación silvicultural, Fa-PIADP: Fuentes de los árboles dispersos en potreros, Apr-CV: Aprovechamiento de cercas vivas, Cosil: Conocimiento silvicultural, Fa-PLCV: Fuentes de los árboles plantados en cercas vivas, Fa-ReADP: Fuentes de los árboles regeneración de árboles dispersos en potreros, IADP: Incremento de árboles dispersos en potreros, IACV: Incremento de árboles en cercas vivas, DADP: Disminución de árboles dispersos en potrero, MACV: Mantener árboles en cercas vivas, Vp-DiAP: Visión del productor disminuir árboles en potrero, MADP: Mantener árboles dispersos en potrero.

4.4 Discusión

4.4.1 Análisis socioeconómico de las fincas ganaderas de Esparza en Costa Rica

Los productores de la región muestran gran preocupación dada la difícil situación que presenta en el sector ganadero, pues afirman que los precios del ganado han bajado en los últimos años, mientras que el precio de los insumos para el manejo del sistema ganadero se ha mantenido o han venido en aumento. Asimismo Betancourt *et ál.* (2007) y Holmann *et ál.* (2005) han evidenciado que la baja productividad de las fincas ganaderas en Centro América, está asociada al alto porcentaje de pasturas degradadas que se estiman en un 40% aproximadamente, uno de los mecanismos conocidos para tratar de mitigar este fenómeno de degradación son los SSP, que además de disminuir los fuertes impactos ambientales de la ganadería extensiva, genera a los productores aumento de los ingresos como resultado de la producción de diversos productos tanto para la venta como para el consumo dentro de la finca.

Lo anterior genera inevitablemente que los productores deban buscar fuentes de ingresos adicionales a las existentes dentro de sus fincas, es decir que la ganadería tradicional no sea el soporte financiero de las familias, surgen entonces alternativas de diversificar la producción como la venta de maderas en mercados locales como lo evidencio Sheelje (2009) que en asegura que en promedio las fincas pueden obtener un ingreso anual por venta de madera de hasta 37 dólares por hectárea con una proyección de ingreso de 10 años, pesar de que la principal actividad continua siendo la ganadera de doble propósito, lo ingresos que se pueden recibir de la venta de subproductos provenientes de los árboles en finca ratifican la bondad que tiene los sistemas silvopastoriles dentro de las fincas ganaderas.

4.4.2 Origen y aprovechamiento de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas

Las especies arbóreas encontradas en los potreros en fincas de Esparza, se originan básicamente de remanentes de bosques, y se mantienen mediante la regeneración natural relacionada con la facilidad de propagación y alta producción de semillas de los árboles más abundantes en la región (Esquivel 2004), por ejemplo semillas de especies como el Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Cedro (*Cedrela odorata*) son dispersadas por el viento mientras que el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) se realizan por mamíferos medianos y pequeños, Villanueva *et ál.* (2007), señala que muchas estas especies cumplen funciones económicas como fuente de sombra, forraje y producción de madera, por lo cual muchos productores buscan protegerlas y mantenerlas dentro de sus potrero.

La relación densidad de copa con respecto a la producción de pasto es otro de los factores que tienen en cuenta los productores al momento de mantener árboles dentro de sus potreros, un ejemplo claro de esto, es el Cenízaro (*Samanea saman*), pues a pesar de ser una especie de buena producción y amplia dispersión, los productores buscan mantener densidades bajas en sus potreros (cerca de un árbol por hectárea), debido a la copa grande y densa con la que cuenta la especie la cual suele influir negativamente con la producción de pasto, caso similar ocurre con el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), (Villanueva *et al.* 2007)

El origen de las cercas vivas está definido por la finalidad de estas dentro de la finca, su ubicación está dada por el cambio en los usos de la tierra o por la delimitación de áreas de producción, es decir que estas serán ubicadas en los puntos donde el productor desee que funcione, asimismo las especies que se encuentren dentro de estas serán definidas por el productor según los objetivos productivos del sistema, como lo afirmaron alrededor del 70% de los productores entrevistados, es allí donde el productor puede tomar la decisión de diseñar e implementar cercas vivas con diversos tipos de especies maderables de alto valor que ayuden a diversificar el sistema productivo y de ingresos de la finca.

Entonces los árboles se consideran como una tecnología de autoabastecimiento, en potreros con árboles que ayudan a la producción de postes para cercas y madera para arreglos de instalaciones, leña, frutos y forrajes y en cercas vivas además de las mencionadas como fuente de producción de material vegetal para la multiplicación de especies asimismo los árboles dentro de los sistemas silvopastoriles proveen funciones como la regulación de microclima para el ganado Pezo *et ál.* (1999). Por otro lado, Galindo *et ál.* (2003) han demostrado que la integración de árboles dentro de los potreros mejora la productividad y sostenibilidad de las fincas ganaderas, reduciendo el estrés calórico de los animales, disminuyendo así el tiempo de estos a la sombra e incrementando el tiempo de consumo de alimento, control de la erosión en zonas de ladera, regulación de población de insectos, conexión de parches de bosque, conservación de la biodiversidad entre otros.

Asimismo se debe considerar la producción y aprovisionamiento de madera para la venta que sumado a los criterios de conservación de los productores de la zona pueden crear sistemas productivos altamente sostenibles, buscando el equilibrio entre el aprovechamiento y la conservación.

4.4.3 Limitantes para aumentar árboles en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Las limitantes políticas generadas por la ambigüedad de la ley forestal que generan exceso de documentación, lenta tramitología que concluye en un exceso de burocracia, es decir que para el manejo del recurso maderable dentro de los SSP se requieren los mismo procedimientos administrativos que para realizar aprovechamiento en plantaciones forestales o bosques, es decir que los ganaderos requieren de un plan de manejo para realizar la cosecha de los árboles Defletsen *et ál.* (2008), han generado que cerca del 40% de los productores de la región de Esparza realicen aprovechamiento de árboles de forma ilegal Sheelje (2009), el mismo autor indica se debe diseñar una política que promueva actividades económicas de diversificación de productos maderables dentro de las fincas en donde las entidades del estado encargadas de regular el aprovechamiento maderero en Costa Rica, generen los lineamiento para que los árboles de valor comercial dentro de las fincas puedan ser aprovechados de manera sostenible.

Las limitantes técnicas que los productores argumentan acerca de la disminución en la producción de pastos y perdida de plantas por pisoteo de animales se sustentan en estudios de Villanueva (2008) que determinaron la reducción de disponibilidad de pasto bajo copa, lo cual se puede atribuir a la menor transmisión de luz de las copas o por la intensificación del uso bajo los árboles de los animales, para la reducción del estrés calórico, sin embargo y pese a lo anterior la reducción en la temperatura de los animales pueden significar aumentos en la producción hasta de un 12% (Restrepo *et ál.*2004), lo cual podría compensar de alguna forma las pérdidas ocasionadas por la disminución en la producción de pasto, en cuanto al manejo de la regeneración árboles se podrían implementar formas de protección artesanales de árboles con cercas de materiales obtenidos de la finca.

Pese a la percepción de los productores con respecto al mercado de la madera, entre los años de 1998 y 2002 cerca del 60% de la madera de abastecimiento nacional proviene de terrenos de uso agropecuario Barrantes (2008), esto demuestra el gran potencial que tiene la madera proveniente de potreros y cercas vivas, sin embargo los mismo autores argumentan que no existe sostenibilidad en cuanto a la explotación de madera de dichos sistemas, dado que generalmente los árboles aprovechados nos son reemplazados, lo que podría generar a largo plazo desabastecimiento del producto en el mercado, es por esto que se hace indispensable crear una herramienta de manejo silvicultural para árboles en terrenos

agropecuarios, que aseguren la sostenibilidad de la producción ganadera y de madera de buena calidad.

4.4.4 Conocimiento, implementación y capacitación de manejo silvicultural

A pesar de las prácticas silviculturales son muchos más frecuentes en plantaciones comerciales, estas prácticas son también aplicadas por productores ganaderos a sus árboles dentro de sus fincas, muchas veces estas son implementadas sin los criterios técnicos necesarios, su implementación busca indiscutiblemente mejorar los sistemas. En este sentido Arguedas *et ál.* (2005) resaltan la importancia de la podas al sistema dado que se reduce el exceso de sombra en las pasturas, se evita el volcamiento de los árboles por tener copas muy grandes, se maneja la forma de las copas, y del tronco, la cosecha de estacones y la producción de forraje para animales .

La implementación de silvicultura busca mejorar el control de malezas para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes, los raleos ayudan a eliminar aquellos árboles enfermos, dañados o dominados y de esta manera mejorar la disponibilidad de luz alimento y agua es recomendable realizar esta práctica cuando los árboles se encuentran muy tupidos, asimismo es importante implementar las podas para eliminar ramas bajas de los árboles mejorar la forma del tronco y producir madera de mejor calidad, es recomendable realizar esta práctica en la época seca para evitar el ataque de hongos a los cortes. (Barrantes *et ál.* 2005).Las podas² son las prácticas silviculturales de mayor aplicación por los productores en la zona especialmente en el componente arbóreo de las cercas vivas, sin embargo a pesar de que los productores reconocen la importancia de dicha práctica no es frecuente su aplicación en los árboles maderables presentes en los potreros.

Los raleos o aclareos³, es la práctica menos frecuente tanto en árboles en potrero como en cercas vivas por parte los productores; es en este aspecto que se deben centrar el enfoque del manejo de árboles dentro de las fincas, dada la importancia y los cambios en estructura y distribución que se pueden generar mediante esta práctica en los árboles en finca, además de

² Práctica que consiste en suprimir las ramas que por vigor, grosor, altura, rectitud y ubicación (ramas inferiores) tienen a competir con el tallo central, quitándole fuerza, produciendo nudos vivos o muertos esta práctica busca generar tallos únicos, derechos, bien formado y sin nudos (Vásquez 2001)

³ Los raleos o aclareos son cortes realizados a un rodal en algún momento entre el establecimiento y la cosecha, con lo cual se busca reducir el número de árboles para que las raíces y copas de los remanentes cuenten con espacio y alcancen su tamaño comercial rápidamente, además se busca eliminar los árboles que tengan mala forma, se encuentren torcidos o bifurcados, así como aquellos que se encuentren muertos o enfermos y puedan convertirse en foco de infección, dicha práctica busca además favorecer los árboles vigorosos y de buena forma para la cosecha final. (Vásquez 2001)

transformar los potreros y cercas vivas sistemas más productivos y eficientes mediante la producción de maderas de buena calidad para el mercado, convirtiendo los SSP en alternativas para la diversificación de los ingresos de fincas ganaderas.

Las capacitaciones realizadas en la región han mostrado a los productores la forma adecuada de sembrar árboles, se han descuidado en mostrar la forma de manejar los árboles en la medida de su crecimiento; sin embargo y a pesar de esto es claro que este tipo de manejo no es desconocido para los productores dado que en muchos casos el conocimiento tradicional así como el conocimiento impulsado a través de la comunicación entre finqueros pueden generar sistemas de manejo de árboles maderables aceptables, es en este punto donde los profesionales encargado de difundir el manejo de sistemas silvopastoriles deben intervenir y mostrar de manera clara pero eficiente la manera como deben ser optimizados dichos sistemas para mejorar la calidad de vida de productores y sus familias.

4.4.5 Manejo de árboles en SSP a través de la silvicultura

La realidad que afrontan los sistemas silvopastoriles a nivel local en gran medida están de acuerdo con lo expuesto por Villanueva *et ál.*(2010) quienes aseguran que la implementación de SSP es baja debido entre otros, a los altos costos de inversión inicial, la falta de acompañamiento por parte de los profesionales encargados de difundir los sistemas a nivel rural, la falta de conocimiento técnico de los productores, situación que se repite también en el manejo silvicultural de árboles, pues aunque realizan dicho manejo de manera empírica, es indispensable buscar mecanismos que permitan que las prácticas silviculturales que se aplican a los árboles disperso en potrero y en cercas vivas se realicen con bases técnicas apropiadas que tiendan a mejorar la calidad y cantidad de árboles dentro de los SSP.

Dado el potencial de los árboles existentes en los potrero y en las cercas vivas en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica y debido a que gran parte de los productores se encuentra receptivos hacia el manejo adecuado de los árboles maderables, además del potencial que tiene la madera proveniente de los SSP entonces en el mercado nacional, no es ilógico entonces pensar que la capacitación a productores y la posterior aplicación y replicación de conocimientos adquiridos en cuanto al manejo de los árboles maderables de fincas ganaderas puedan generar SSP mucho más sostenibles, maximizando así los ingresos de los productores, mejorando así su calidad de vida, a través de un término poco utilizado en el sector productivo “silvicultura de árboles dispersos en potreros y en cercas vivas”.

4.5 Bibliografía

- Alonzo, YM. 2000. Potential of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 81 p.
- Arce, H.; Barrantes, A. 2006. La Madera en Costa Rica. Situación Actual y Perspectivas. FONAFIFO, ONF. San José, Costa Rica. 25 p.
- Arguedas, R; Casasola, F; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Serie cuadernos de campo. 20p
- Barrantes, J; Casasola, F; Ibrahim, M .2005. Los árboles en los potreros. Serie cuadernos de campo. 20p
- Barrantes, A. 2008. Desabastecimiento de madera en Costa Rica y consecuencias. Revista Ambientico. 15p
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas 10:80.
- Betancourt, K; Harvey, C; Ibrahim, M; Vargas B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas. Vol. 10 N° 39 -40
- Costa Rica, Instituto Meteorológico Nacional. 2001. <http://www.imn.ac.cr/educa/clima/PCENTRAL>. consultado el 20 de Agosto de 2011.
- Detlefsen, G; Pomareda, C; Ibrahim, M; Pezo, D. 2008. La legislación forestal debe ser revisada para fomentar y aprovechar el recurso maderable en fincas ganaderas de Centroamérica. Turrialba, C.R; CATIE. 4 p.
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, C; Villanueva, C; Benjamin, T; Sinclair, F. 2004 Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Revista agroforestería de las Américas. 7p
- Galindo, W.F; Murgueitio, E. 2003. Herramientas de Manejo sostenible para la ganadería 19-88 In Galindo, W.F; Murgueitio, E; Giraldo, L U; Marin, A; Berrio, L F; Uribe F. 2003. Manejo Sostenible de los Sistemas Ganaderos Andinos. Fundación CIPAV, Cali, Colombia.
- Holmann, F; Rivas, L. 2005. Los forrajes mejorados como promotores del crecimiento económico y la sostenibilidad: el caso de los pequeños productores de Centroamérica. Cali, CO, CIAT. 70 p.
- Lozano, G. 2011. Barreras y oportunidades para la comercialización de madera nativa legal procedente de sistemas silvopastoriles en la región de Hojanca y zona baja de Nandayure, Costa Rica. 137p
- Mikkelsen, B. 1995. Methods for development work and research: a guide for practitioners. Sage Publications. New Delhi. 296p
- MINAET Ministerio del Medio Ambiente y Energía. 1997. Reglamento a la Ley Forestal. Ley Forestal número 7575.
- MINAET (2004) Plan de Acción 2004 - 2010 para la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo Forestal Costa Rica (TCP/FAO/COS/2901). SINAC-FONAFIFO- ONF

- 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.
- Restrepo C., M. Ibrahim, C. Harvey, M. Harmand y J. Morales. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforesteria de las Américas*, 41-42: 29-36.
- Scheelje, M. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. 177p
- Vasquez, A. 2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Universidad del Tolima facultad de ingeniería forestal Ibagué – Tolima. 304 p
- Villanueva, C; Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, R; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del pacifico central de Costa Rica. *Revista agroforesteria de las Américas*. 9 p
- Villanueva, C; Ibrahim ,M; Rios, J, Suárez, J.2008. Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea en el trópico de Costa Rica.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Haensel, G.2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles Estudios de caso en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Serie técnica-Manual técnico No. 95. 82 p.

5 ARTÍCULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES EN POTRERO Y EN CERCAS VIVAS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

5.1 Introducción

El cambio más importante en el uso del suelo en las últimas décadas ha sido la conversión de bosques a pasturas (FAO 2009), se estima que las áreas dedicadas al pastoreo aumentaran en los próximos años en aproximadamente 20% ejerciendo mayor presión sobre los bosques, además de la creciente demanda de productos agropecuarios de en zonas urbanas, así como el acelerado crecimiento de la población han desencadenado la expansión de la producción ganadera, relacionándose esta con una alta carga animal y un deficiente manejo de las pasturas (Díaz y piedrahita *et ál.* 2007), esto ha generado inevitablemente la degradación de las pasturas y problemas ambientales relacionados con la erosión del suelo, pérdida de fuentes de agua, pérdida de fertilidad de los suelo, emisión de gases de efecto invernadero (Kaimowitz 2001, Harvey *et ál.* 2003).

Es por esto que se han buscado alternativas de producción amigable y sostenible con el ambiente que diversifiquen los bienes y servicios, que además ayuden a mitigar el impacto generado por la ganadería intensiva (Botero 1999; Dagang y Nair 2003). En este sentido los sistemas silvopastoriles (SSP), que son sistemas de producción pecuaria donde las leñosas perennes (árboles o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (herbáceas forrajeras y animales) bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim 1998) que ayudan a incrementar la productividad, sostenibilidad y rentabilidad de las fincas ganaderas se convierten en una buena alternativa para enfrentar los problemas de la ganadera intensiva.

La implementación de Sistemas silvopastoriles (SSP) incrementan la composición florística de los paisajes agropecuarios, incrementan la estructura, favorecen la conservación de la biodiversidad y generan servicios ecosistémicos (Harvey *et ál.* 2008), facilitan el movimiento de vida silvestre a través de la conectividad del paisaje (Chacón y Harvey 2006), ayudan a la conservación de fuentes de agua, protección del suelo contra la erosión (Ríos *et ál.* 2006) además del secuestro de carbono (Ibrahim *et ál.* 2007), asimismo proveen alimentos para los animales con alta calidad nutricional tales como forraje, frutos así como sombra que

se le proporciona al ganado (Villanueva *et ál.* 2010), estos sistemas además ofrecen escenarios de regeneración natural con condiciones óptimas para bancos de semillas y plántulas de especies del bosque (Guevara 2005), se generan ingresos adicionales a la ganadería provenientes de la madera y postes para cercas incrementando así la rentabilidad de las fincas.

El presente estudio busca describir como es la composición, estructura y distribución de los árboles dispersos en potrero y en cercas vivas de las fincas ganaderas de Esparza Costa Rica, asimismo se determinara la relación que tienen la cobertura arbórea actual de los árboles dispersos en potrero con relación a la disponibilidad de pasto *Brachiaria brizantha*.

5.2 Materiales y métodos

Para el desarrollo de este estudio se desarrolló la metodología siguiendo los siguientes parámetros:

1. Área de estudio
2. Selección de fincas
3. Caracterización de árboles dispersos y cercas vivas
4. Distribución de árboles
5. Estimación de producción de MS de pasto *Brachiaria brizantha*

1. El trabajo se desarrolló en la Zona Pacífico Central, Cantón de Esparza de Costa Rica (10° 10' Norte y 84° 42' Oeste). La región presenta lluvias temporales desde junio a diciembre y período seco de enero a mayo con promedio de 2.300 mm anuales; las zonas de vida corresponden a bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque seco tropical (bs-T), en pisos altitudinales que oscilan desde los 50 hasta los 1.000 m y 27°C. la ganadería de engorde y leche así como el cultivo del café, cultivos de caña, mango, aguacate, arroz, palma africana algodón, ganadería de engorde además se encuentran los asentamientos urbanos y el comercio en general y las costas son aprovechadas para frutales, la pesca artesanal y el turismo.

2. Se seleccionaron 12 fincas al azar del total entrevistadas, cuya principal actividad productiva fuera la ganadería. Para la selección del sitio de muestreo, se tomó en cuenta el tipo de cobertura predominante (Murgueitio *et ál.* 2003) y la presencia de árboles maderables dentro del sistema, estos dos criterios fueron utilizados para seleccionar un potrero por finca. Esta metodología ha sido utilizada en la región centroamericana para la caracterización de árboles dispersos en pasturas, entre los que se destacan estudios de Esquivel *et ál.* (2003),

Villacis *et ál.* (2003) y Villanueva *et ál.* (2007). El tamaño promedio de los potreros fue de una (1) hectárea y de 100 metros lineales de cerca viva.

3. Se caracterizaron árboles dispersos en potreros y en cercas vivas, para la medición de los árboles dispersos en potrero, se realizó un censo total de árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ 10 cm, a los que se les registró la siguiente información: Identificación de la especie, dap, altura total, uso potencial maderable o no maderable y área de la copa (AC). La AC se estimó mediante la medición horizontal del diámetro mayor (DC1) y menor (DC2), considerando como una sola copa los árboles en grupo, la densidad de árboles (número de árboles/ha), y porcentaje de cobertura de copa (sumatoria del área de copas de los árboles/área total del potrero*100), se estimó el porcentaje de sombra con densímetro bajo las copas de los árboles hacia los 4 puntos cardinales (el porcentaje de sombra se calculó mediante el promedio de estas mediciones), se realizó la georeferenciación individual de cada árbol.

Para la medición de las cercas vivas multiestrato, se realizó un censo total de árboles maderables con diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ 10 cm, a los que se les registró la siguiente información: Identificación de la especie, dap, altura total, para el área de copa se midió el diámetro mayor (DC1) al inicio de la cerca, a los 25, 50, 75 y 100 metros y el porcentaje de sombra hacia los 4 puntos cardinales en estos mismos puntos, se utilizaron los promedios para área de copa y el porcentaje sombra, se realizó la descripción vegetal de las cercas, en el caso de este sistema solo se georeferenciaron las especies maderables.

Para determinar brinzales y latizales se delimitó un área de 80*60 m, dentro de la hectárea de árboles dispersos se contó el número de árboles correspondiente a cada especie, la estimación de brinzales y latizales se realizó durante la caracterización vegetal de las cercas

Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) mediante la suma relativa de las abundancias (número de individuos por especie), frecuencias (existencia o ausencia de una determinada especie en un potrero) y dominancia ($Dm = (\pi/40000) * \sum dap^2$) que expresa el grado de cobertura de las especies o el espacio ocupado por ellas.

Se realizó un análisis de las distribuciones diamétricas, con el fin de evaluar la persistencia de los árboles en el tiempo, y un diagrama de dispersión de copas (Melo *et ál.* 2003), el cual corresponde a una gráfica cartesiana, en la cual los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la altura total para el eje de las ordenadas y las alturas fustales para el eje de las abscisas. Una vez construido el diagrama, se visualiza un

número de conglomerados equivalente al número de estratos esto con el fin de evaluar los patrones de tipo espacial de los árboles entre el suelo y el dosel. Los análisis así como el índice de Shannon se estimaron con la implementación del programa estadístico InfoStat 2011.

4. Para determinar la distribución de los árboles dispersos en potreros se utilizó la herramienta del promedio del vecino más cercano (estadística espacial) del programa ArcGIS 9.3, el cual calcula un índice de vecino más cercano en base a la distancia promedio desde cada entidad hasta la entidad vecina más cercana, utilizando como método de distancia la Euclidiana, la cual mide la distancia en línea recta entre dos puntos.

5. Se ajustó la disponibilidad de pasto en los potreros según la cobertura arbórea aplicando la ecuación generada por Villanueva *et ál.* (2008) que se detalla a continuación.

$$Y = 3,294 - 0,012x$$

Dónde:

Y = cantidad de pasto *Brachiaria brizantha* en toneladas de materia seca por hectárea

x= Porcentaje de cobertura arbórea estimado por hectárea

La disponibilidad de materia seca de las distintas coberturas arbóreas se transformo en su equivalente en carne y leche por medio del programa LIFE SIM.

5.3 Resultados

5.3.1 Descripción de los árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Composición florística

Dentro de la composición de especies dentro de los potreros se identificaron 416 individuos pertenecientes a 38 especies y 22 familias. EL IVI (Anexo 2), presentó un valor promedio de 2.56 ± 0.55 ; tan solo 12 especies superan la media, las 27 restantes muestran valores de IVI inferiores, resultando similar al que muestra (Scheelje 2009) en potrero de Esparza en Costa Rica. Dentro de las especies con mayor abundancia ecológica se destacan Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Pochote (*Pachira quinata*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) Guachipilín ratón (*Myrospermum frutescens*) (Cuadro 1), Se

destaca entonces la alta presencia de árboles maderables de alta calidad así como de árboles con maderas de uso común, además de especies forrajeras y de producción de frutos.

Cuadro 1. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Nombre científico	Porcentaje (%)			
	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI
<i>Tabebuia rosea</i>	18.03	14.61	9.43	14
<i>Cordia alliodora</i>	12.02	7.98	10.8	10.1
<i>Pachira quinata</i>	12.5	12.54	4.72	9.92
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	8.65	12.21	8.49	9.78
<i>Myrospermum frutescens</i>	12.5	7.11	3.77	7.79
<i>Cedrela odorata</i>	3.85	4.13	6.6	4.86
<i>Persea americana</i>	4.33	7.04	2.83	4.73
<i>Samanea saman</i>	2.64	4.72	6.6	4.66
<i>Dyphisa americana</i>	5.77	2.86	4.72	4.45
<i>Acrocomia aculeata</i>	4.57	0	7.55	4.04

El índice de Shannon para árboles dispersos en potrero estimado fue de 1.69 ± 0.11 , el cual es similar al reportado por Villanueva *et ál.* (2007), para el mismo sistema en la zona que fue de 1.67 ± 0.07 .

Principales usos de los árboles dispersos en potrero

Se determinaron los principales usos de los árboles dispersos en potrero encontrados dentro de la zona de estudio, se estimó entonces que el 47% de los árboles encontrados son considerados de uso maderable el cual coincide por lo reportado para la zona por Villanueva *et ál.* (2007) en la zona, el 35% son utilizados para la producción de frutos, el 12% para la producción de forraje y el 6% para la extracción de leña (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales usos potenciales anotados para las especies de árboles dispersos en potreros registradas en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Principales usos potenciales	N° de Especie	% del total de especies (n=38)
Madera	17	45
Frutos	13	34
Forraje	5	13
leña	3	8

Distribución diamétrica de árboles en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Se observó en el histograma que los árboles en potrero tiene una tendencia de J invertida a partir de los árboles con clase diamétrica de entre 20 – 29.9 cm, los cuales corresponden al 35% de los individuos, un 20 % son individuos con diámetros entre 10 – 19.9 cm, y un 18% son individuos con entre 30 – 39.9 cm, se observa entonces que gran parte de los árboles tiene un diámetro a la altura del pecho (DAP) que está en entre 20 y 29.9 cm sin embargo también se encuentran especies con diámetros entre 10 y 19.9 lo que puede definirse como un buen grupo de árboles jóvenes para el manejo de los sistemas (Figura 1).

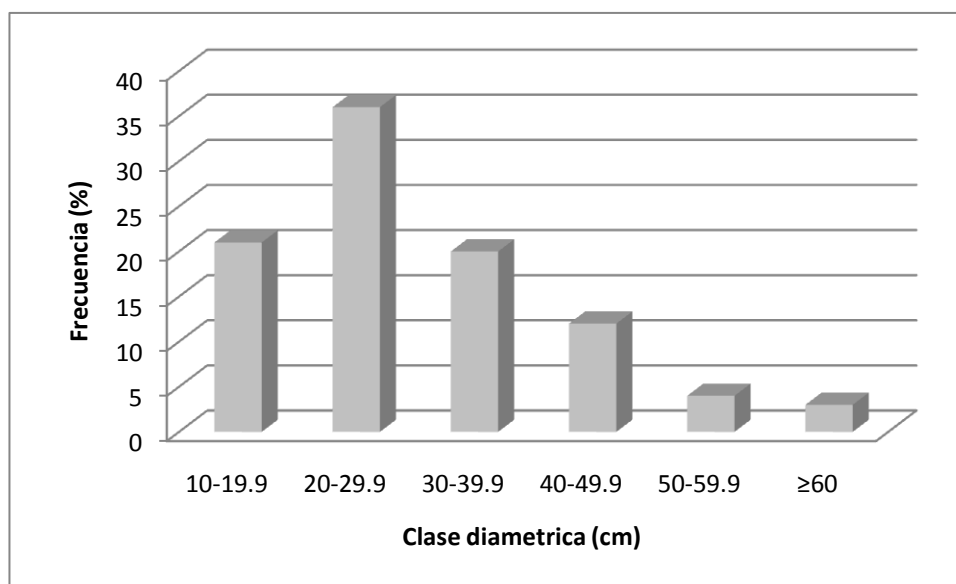


Figura 1. Distribución de clases diamétricas para árboles dispersos

Cobertura arbórea y densidad de árboles dispersos en potrero

Se determinó que la cobertura arbórea promedio en porteros con árboles dispersos es de 26.07 ± 4.56 la cual es más alta que la reportada por Villanueva *et ál.* (2007) quien reporta una cobertura de 16.8 ± 1.4 . La mayoría de los potreros (58%) muestran un rango de cobertura de entre 10% a 20%, un 25% presentan coberturas entre 20% a 30% y el restante de las fincas tiene coberturas que superan el 30% (Figura 2), entonces casi el 80% de los potreros presentan coberturas que no afectan la producción animal según lo descrito por Costa *et ál.* (1999) que demuestran que la alta cobertura de árboles en potreros (27%) no tiene influencia negativa sobre la producción animal. La densidad promedio de árboles fue de 34.67 ± 5 individuos/ha, variando entre 19 y 82 individuos /ha. El 42% de los potreros que muestran una densidad de entre 20 y 30 árboles/ha y un 33% cuentan con una densidad de entre 30-40 árboles/ha (Figura 3), entonces se determinó según el promedio de densidad de árboles que son potreros activos con alta densidad según lo descrito por (Murgueitio *et ál.* 2003) quienes afirma que un potrero con alta densidad como aquellos que son 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 hectárea. Se determinó un porcentaje de sombra de 20.32 ± 1.55 , que va desde 13.9% hasta 30.2, no se observan diferencias significativas entre la densidad de árboles y el área basal ($p > 0.05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de variables estructurales y de diversidad para los árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Variables	Media	EE	Mínimo	Máximo
Cobertura arbórea (%)	26.07	4.83	13.1	62.6
Densidad de árboles (individuos/ha)	34.67	5	19	82
Área basal (m ² /ha)	3.43	2.09	0.91	8.34
Sombra (%)	20.32	1.55	13.9	30.2

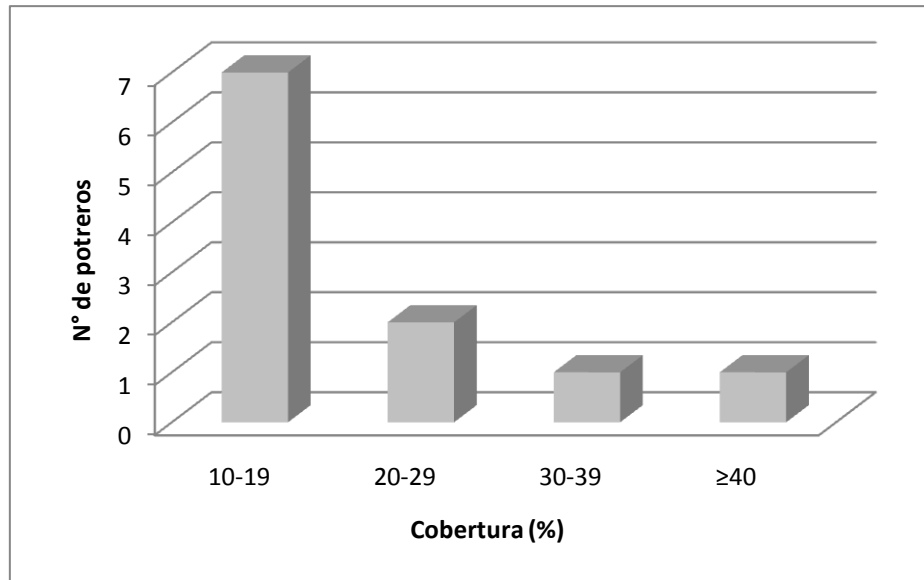


Figura 2. Distribución de la cobertura arbórea de árboles dispersos en potreros (n=12 potrero)

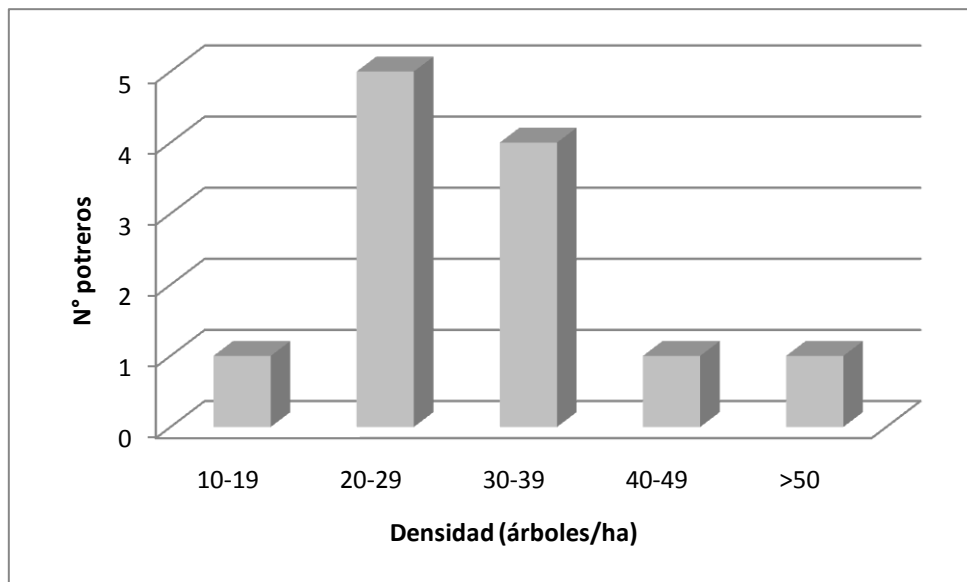


Figura 3. Distribución de la densidad de árboles dispersos en potreros (n=12 potrero)

Regeneración natural en árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Las especies con mayor cantidad de brinzales dentro de los potreros fueron el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) con 34.57%, el Guachipelin ratón (*Myrospermum frutescens*) con 27.9% y el Roble (*Tabebuia rosea*) con 8.38%, dentro de los latizales se destacan en Roble (*Tabebuia rosea*) con un 41.01%, el Guachipelin ratón (*Myrospermum frutescens*) con un 13.67% y el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) con 11.5% (Cuadro 4). Lo que muestra que se cuenta con un gran potencial para el crecimiento de especies maderables dentro de los potreros, las cuales con el manejo indicado pueden llegar a convertirse en buen indicador de valor de maderas dentro de los potreros (Anexo 3).

Cuadro 4. Resumen de las especies de Brinzales y Latizales encontradas en potrero de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Brinzales		Latizales	
Nombre científico	Abundancia relativa (%) de individuos	Nombre científico	Abundancia relativa (%) de individuos
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	34.57	<i>Tabebuia rosea</i>	41.01
<i>Myrospermum frutescens</i>	27.9	<i>Myrospermum frutescens</i>	13.67
<i>Tabebuia rosea</i>	8.38	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	11.51
<i>Tabebuia ochracea</i>	5.77	<i>Zanthoxylon spp</i>	6.47
<i>Gliricidia sepium</i>	5.36	<i>Tabebuia ochracea</i>	4.32
<i>Cordia alliodora</i>	4.88	<i>Cordia alliodora</i>	3.6

Diagrama de dispersión de copas de árboles dispersos en potrero

Se idéntica en el análisis de dispersión de puntos un conglomerado claramente definido, con un estrato de árboles con alturas que van desde los 3 hasta los 13 metros, con 29 especies de árboles, un total de 353 de individuos que representan el 84% del total de la población, de los cuales se destacan la presencia de Roble (*Tabebuia rosea*) con el 18.9%, Pochote (*Pachira quinata*), con 14.1%, Laurel (*Cordia alliodora*) y Guachipelin ratón (*Myrospermum frutescens*) con el 13.3% se indica a través de la gráfica que no existe un estrato definido en los árboles dispersos, es decir que las no existe una homogeneidad en su

estructura horizontal característica típica de los árboles en potrero debido a que las especies son diversas así como el origen de estas es diferente (Figura 4).

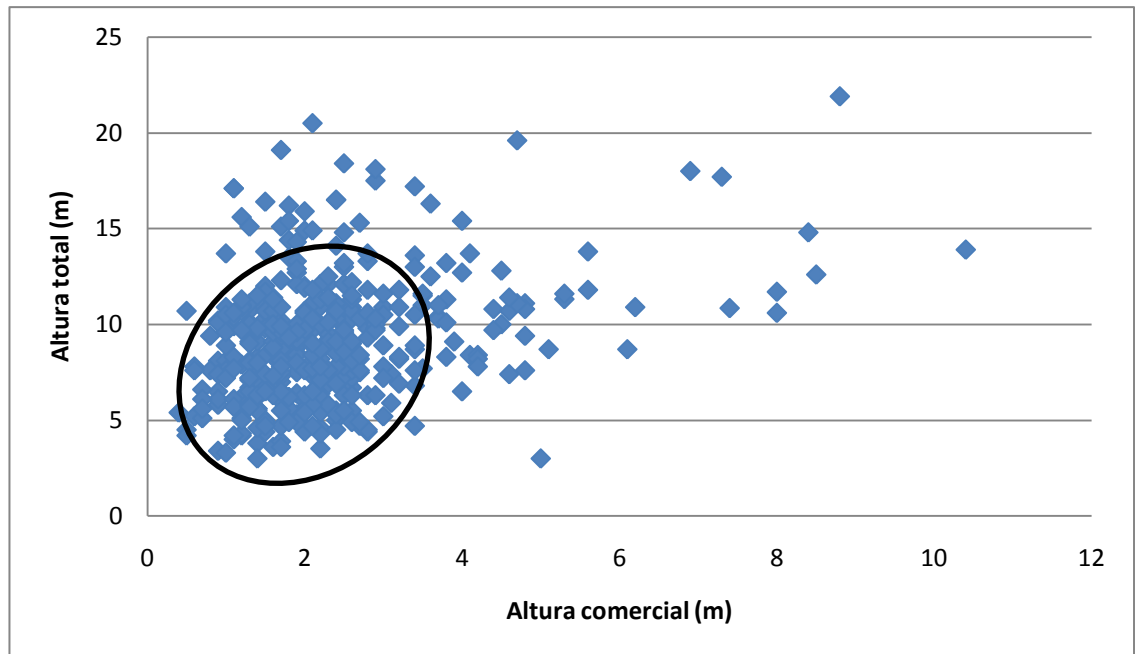
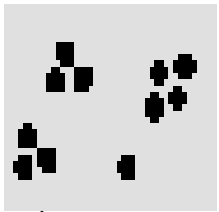
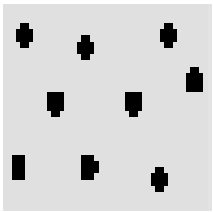


Figura 4. Diagrama de dispersión de copas para árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Distribución de los árboles dispersos en potrero

Se determinó que en el 83.3% de los potreros seleccionadas los árboles se encuentran en clúster o agrupaciones, se estimó que la distancia promedio de estos dentro de las agrupaciones es de 6 ± 0.5 m, en el restante 16.7% de las fincas los árboles en potrero se encuentran dispersos y la distancia promedio entre árboles es de 9 ± 0.9 m, con un valor Z promedio de -3.75 y un valor P de 0.076(Cuadro 5), se realizaron mapas de la distribución de los árboles teniendo en cuenta la georeferenciación de árboles maderables y no maderables. (Anexo 4).

Cuadro 5. Distribución de los árboles dispersos en potrero por medio de la herramienta del promedio del vecino más cercano

DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES EN POTRERO		
	CLÚSTER (AGRUPACIONES)	DISPERSOS
Porcentaje de potreros	83.3	16.7
Distancia promedio en metros de árboles en los clúster	6±0.5	9±0.9

Se determinaron cuáles son los principales vectores de dispersión para las especies arbóreas encontradas dentro de los potreros : zoocoria (58%), que se refiere a la dispersión de semillas animales silvestres como aves, murciélagos, roedores y hormigas anemocoria (54%), que se refiere a la dispersión de semillas por viento, mamalocoria (25%) dispersión por animales domésticos como ganado bovino y caballo, Plantados (13%) y autocoria (8%) que se dispersan por medio de plantas madre (Esquivel 2005) (Figura 5).

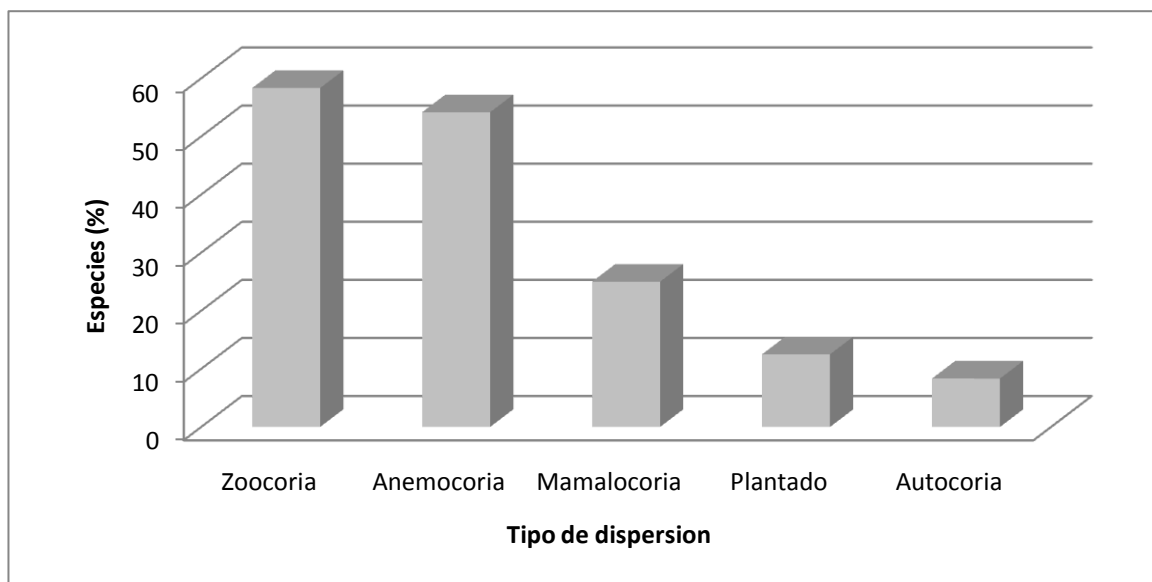


Figura 5. Vectores de dispersión de semillas de árboles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica

5.3.2 Descripción de las cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Composición florística de las cercas vivas

Se identificaron un total de 385 individuos en la cercas vivas, pertenecientes a 26 especies y 18 familias, el índice de valor de importancia (IVI) (Anexo 5), tuvo un promedio de $3.85\% \pm 1.37$. Dentro de las especies más abundantes se encuentran, el Jiñocuabe (*Bursera simaruba*) con 33.56%, Pochote (*Pachira quinata*), con 17.27%, Roble (*Tabebuia rosea*) con 5.33%, Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) con 5.23% y Laurel (*Cordia alliodora*) con 5.17% (Cuadro 6), se encuentran especies con gran potencial maderables dentro de los sistemas y la producción de la finca, sin embargo la especie más abundante es una especie de producción forrajera, pero esto demuestra los grandes aportes que pueden realizar las cercas vivas a los ingresos de la finca a través de la producción de diversos servicios.

Cuadro 6. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para cercas vivas ubicadas en Esparza, Costa Rica

Nombre científico	Porcentaje (%)			
	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI
<i>Bursera simarouba</i>	57.14	24.23	19.30	33.56
<i>Pachira quinata</i>	10.13	32.92	8.77	17.27
<i>Tabebuia rosea</i>	3.90	5.08	7.02	5.33
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.04	9.38	5.26	5.23
<i>Cordia alliodora</i>	2.86	3.89	8.77	5.17
<i>Swietenia macrophylla</i>	5.45	6.46	3.51	5.14
<i>Samanea saman</i>	5.45	2.85	5.26	4.52
<i>Myrospermum frutescens</i>	2.34	4.54	5.26	4.05
<i>Cedrela odorata</i>	1.30	1.97	7.02	3.43
<i>Cassia spp</i>	3.12	2.68	1.75	2.52

El índice de Shannon para árboles en cercas vivas multiestrato estimado fue de 1.04 ± 0.11 , el cual es difiere del reportado por Tobar *et ál.* (2006), para el mismo sistema en la zona que fue de 1.45 ± 0.34 .

Usos de los árboles en cercas vivas

Se determinaron los principales usos de los árboles en cercas vivas multiestrato encontradas dentro de la zona de estudio, se estimó que el 40% de los árboles son de uso maderable, el 32% proveen frutos, el 12% forraje y un porcentaje similar son de ornato y un 4% son para la producción de leña (Cuadro 7).

Cuadro 7. Principales usos potenciales anotados para las especies de cercas vivas registradas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Principales usos potenciales	N° de Especie	% del total de especies (n=26)
Madera	10	38
Frutos	8	31
Forraje	3	12
Ornato	3	12
Leña	2	8

Distribución diamétrica de árboles en cercas vivas

Se observó que la tendencia del histograma es de un a J invertida, cerca del 60% de los individuos oscilan en la clase diamétrica 10 a 20 cm, el 20% entre 20 a 30 cm y un 10% entre un 30 – 40 %, la mayor parte de las especies vegetales encontradas en las cercas vivas cuentan con un DAP promedio de entre 10 y 20 cm, teniendo en cuenta que muchas de ellas pertenecen a especies forrajeras de porte mediano (Figura 6).

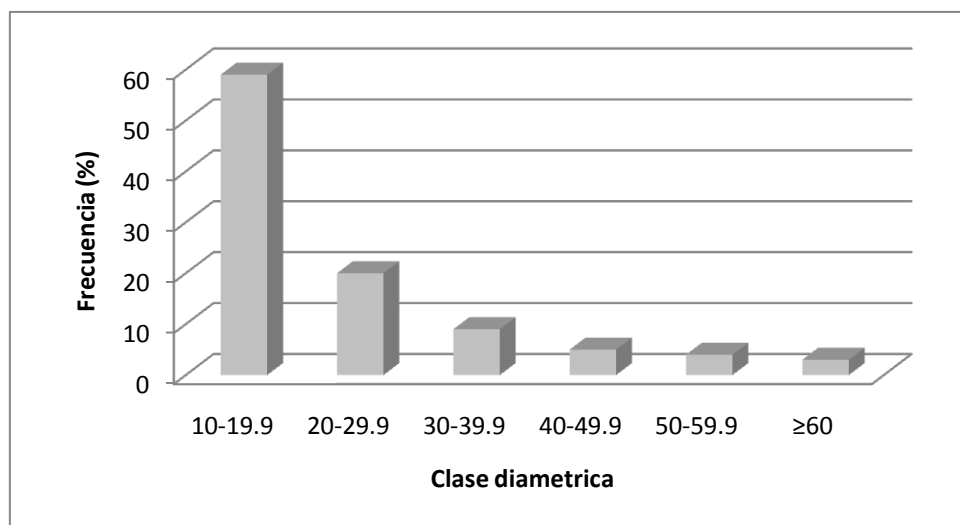


Figura 6. Distribución de clases diamétricas para árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Cobertura arbórea y densidad de árboles en cercas vivas

La cobertura arbórea promedio de las cercas vivas es de $8.35 \pm 0.84\%$, donde la mayoría de las cercas el (50%) muestran un rango de cobertura de entre 7 – 10% y un 25% presentan cobertura entre 4 y 7% (Figura 7), a pesar de ser una densidad aparentemente baja las cercas vivas cuentan con la ventaja de proveer de sombra largos trayectos los cuales pueden proteger varios animales sin causar compactación como consecuencia de un gran número de animales en una sola área. La densidad promedio de árboles es de 64.16 ± 9.1 individuos/200 m, que varían entre 11 y 65, el 33% de las cercas cuentan con entre 40-60 árboles, el 25% con entre 20-40 árboles y un porcentaje similar al anterior entre 60-80 árboles por cada 200 metros de cerca viva (Figura 8), esta densidad está compuesta de especies de diversos usos como maderas, forrajes, leña, frutos etc., que proveen al sistema gran variedad de productos para el consumo y venta de la finca; el porcentaje de sombra es de 29.58 ± 2.28 , y no se observan diferencias significativas entre la densidad de árboles y el área basal ($p > 0.05$) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resumen de variables estructurales y de diversidad para los árboles en cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

VARIABLES	Media	EE	Mínimo	Máximo
Cobertura arbórea (%)	8.35	0.84	4.16	14.36
Densidad de árboles (individuos/ha)	64.16	9.1	22	130
Área basal (m ² /ha)	3.87	0.22	0.8	6.2
Sombra (%)	29.13	2.28	20	43.6

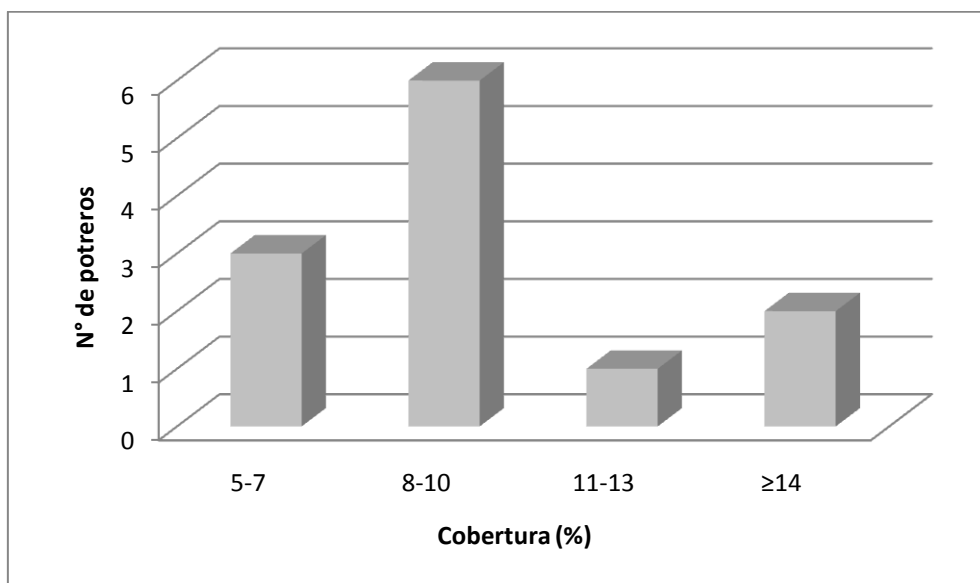


Figura 7. Distribución de la cobertura arbórea cercas vivas (n=12 potrero)

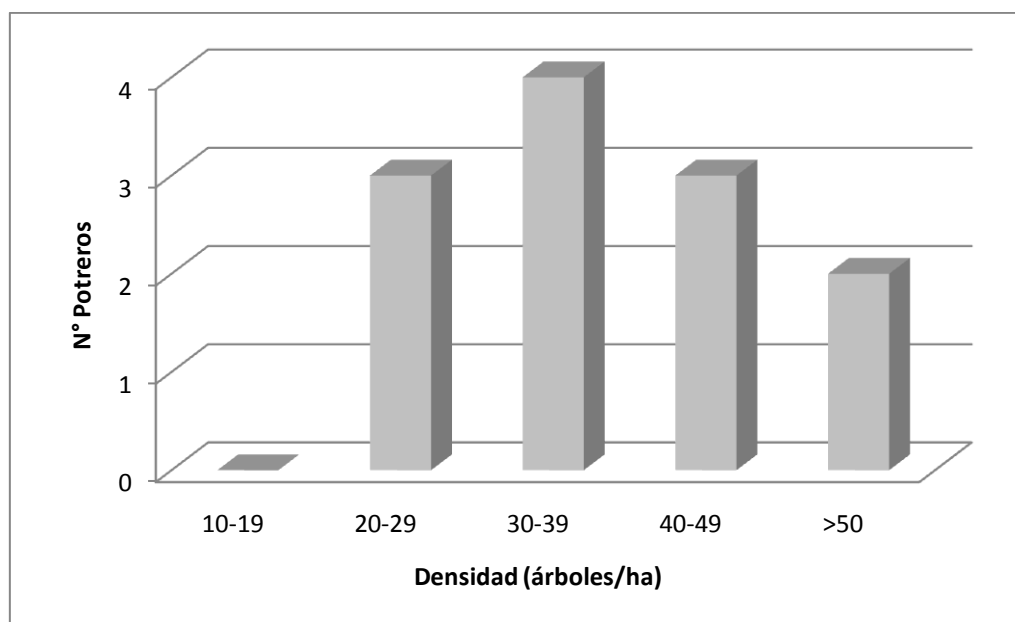


Figura 8. Distribución de la densidad de cercas vivas (n=12 potrero)

Regeneración natural de árboles en cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Dentro de la caracterización de la regeneración en cercas vivas, no se encontraron brinzales de ninguna especie, en cuanto a los latizales predominan el Tempate (*Jatropha Curcas*) con un 44.29%, la Caña india (*Dracaena spp*) con un 26.57% y el Jiñocuabe (*Bursera simaruba*) con 18.65% del total regenerado (Cuadro 9) (Anexo 6).

Cuadro 9. Resumen de las especies Latizales encontradas en cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Latizales	
Nombre científico	Abundancia relativa(%) de individuos
<i>Jatropha curcas</i>	44.29
<i>Dracaena spp</i>	26.57
<i>Bursera simarouba</i>	18.65
<i>Tectona grandis</i>	3.5
<i>Pachira quinata</i>	1.17

Diagrama de dispersión de copas de árboles en cercas vivas

El diagrama de dispersión de puntos muestra un conglomerado de árboles claramente definido que cuenta con 21 especies y 339 individuos que corresponden al 88% de la población total entre los 3 y los 11 metros, caracterizado por 201 individuos de Jiñocuabe (*Bursera simarouba*) que corresponden al 59% de los individuos del conglomerado, 31 individuos de Pochote (*Pachira quinata*), con un 9% y 20 individuos de Cenízaro (*Samanea saman*) que corresponden al 6%, las restantes 18 especies componen el 26% grupo, los restantes 46 en el diagrama se encuentra un grupo claramente de definido de árboles que se agrupan entre los 3 y los 6 metros de altura este grupo define claramente que existe homogeneidad entre los árboles encontrados en el sistema, esto se puede deber a el tipo de manejo de poda que se realiza dentro del sistema y cuya altura está definida por el alcance del productor (Figura 9).

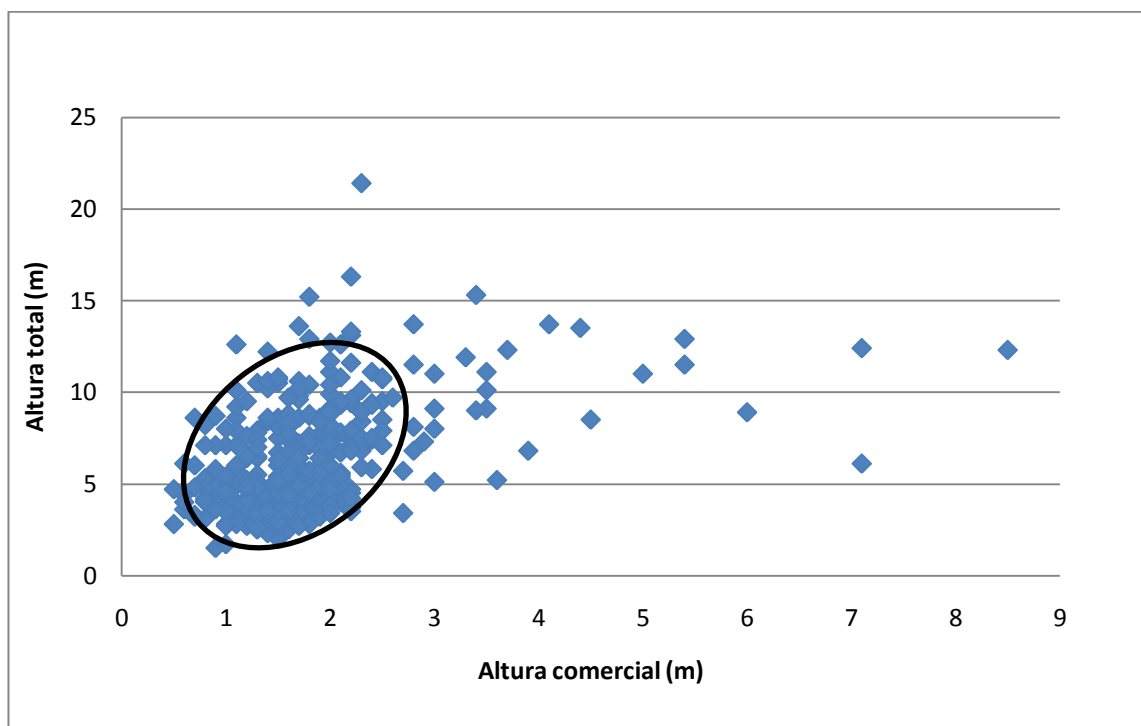


Figura 9. Diagrama de dispersión de copas para árboles en cercas vivas

5.3.3 Función de producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Se determinó la función de producción del sistema productivo de árboles dispersos en potreros teniendo en cuenta el porcentaje de cobertura arbórea de los árboles dispersos en potreros estimado en 26.07 ± 4.83 , se calculó que el promedio de materia seca de pasto *Brachiaria brizantha*, en fincas ganaderas de Esparza es de 2.98 ± 0.06 toneladas de materia seca por hectárea (Figura 10), se confirma lo explicado por Villanueva *et ál.* (2008), quienes afirman que la disponibilidad de pasto se deprime a partir del 20% de cobertura arbórea en potreros ganaderos.

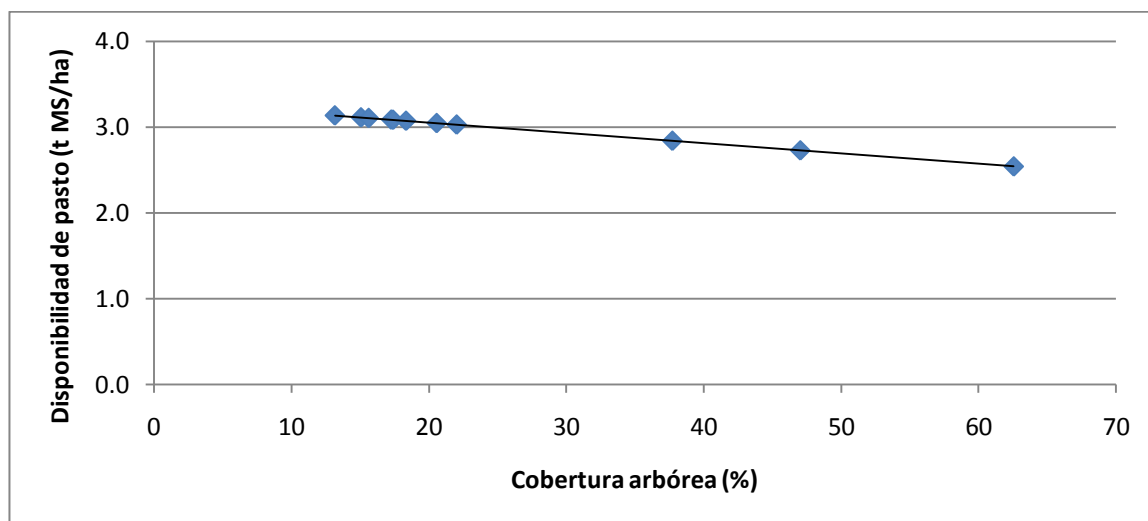


Figura 10. Disponibilidad de pasto *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura de árboles en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

5.4 Discusión

La creciente demanda de carne y leche que exige el mercado actual han generado un proceso de transformación de la ganadería, desencadenando una fuerte presión sobre los recursos naturales disponibles, en Centroamérica las áreas dedicadas al pastoreo intensivo se incrementaron durante las últimas décadas en el 2002 cerca del 38% (94 millones de hectáreas) son tierras utilizadas para este fin (FAO 2002), esto implica que si no se realiza un proceso de cambio para el uso del suelo adecuado, se pueden generar un impacto ambiental y productivo irreversible.

5.4.1 Composición de los árboles dispersos en potrero y en cercas vivas

En los potreros evaluados se encontraron 22 familias y 38 especies de árboles, menor cantidad que la reportada por (Arguedas *et ál.* 2005) con 35 familias y 68 especies, según el índice de valor de importancia IVI actual las especies de mayor importancia ecológica en los potreros son el Roble (*Tabebuia rosea*), el Laurel (*Cordia alliodora*) y el Pochote (*Pachira quinata*), resultado que en su mayoría coinciden con lo reportado por (Scheelje 2009), sin embargo difieren en el primer lugar con lo reportado por (Arguedas *et ál.* 2005), quienes afirman que el Coyol (*Acrocomia aculeata*) es la especie más abundante, pero están de acuerdo en especies como Roble (*Tabebuia rosea*), el Laurel (*Cordia alliodora*), que también cuentan con un valor de importancia alto dentro de los potreros.

Dentro de las cercas vivas se determinaron 26 especies, 18 familias, dentro del índice de valor de importancia IVI las especies de mayor importancia ecológica en las cercas vivas fueron el Indio desnudo (*Bursera simaruba*), Pochote (*Pachira quinata*), Roble (*Tabebuia rosea*), Guanacaste (*Entorolobium cyclocarpum*) que difieren en orden de importancia con los datos obtenidos por (Ibrahim *et ál.* 2009) en el Laurel (*Cordia alliodora*) que ocupa dentro de su investigación el segundo lugar de importancia, además de incluir dentro las principales el Marañón (*Anacardium occidentale*) que no cuenta con un índice de importancia en los resultados obtenidos actualmente, así como la especie, Uruca (*Trichilia havanensis*) que no se encontró dentro de ninguna de las cercas medidas en esta investigación.

Se deben mantener las cercas vivas dentro de las funciones productivas de las fincas, se puede observar entonces que en gran parte de la composición actual de las cercas vivas se encuentran árboles maderables, que cumplen pueden convertirse en una fuente importante de ingresos para el productor.

5.4.2 Distribución diamétrica de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas

La evaluación de las clases diamétricas de los árboles dispersos en potreros determino que el 20% de los árboles tiene diámetros entre 10 -20 cm, el 35% entre 20 -30 cm el 20% diámetros entre 30 - 40 cm cerca del 12% entre 40 -50 cm, y con porcentajes por debajo de 10% árboles con diámetros superiores a 50 cm, a diferencia de lo reportado por Arguedas *et ál.* (2006), quienes muestran entre el 55 y 65 % de los árboles están entre 5 -20 cm , entre 25 y 32% árboles entre 21 y 35 cm y el resto de los individuos tiene clases diamétrica por encima de 35cm, esto puede deberse a que se ha venido aprovechando los árboles con fustales inferiores a 20 cm, posiblemente para utilización dentro de las fincas dado el bajo interés comercial que presentan estos diámetros de árbol en el mercado; asimismo se mantiene la tendencia de los árboles con clases diamétrica iguales o superiores a 20 cm.

En los árboles en cercas vivas las distribuciones diamétricas tienen una clara tendencia a la disminución de árboles a medida que aumenta su diámetro, es decir que cerca del 55% de los árboles se encuentran entre 10 – 20 cm, un 20% entre 20 - 30 y con porcentajes inferiores a 10% árboles con diámetros mayores a 30 cm, situación que hace pensar que los productores no mantienen árboles de grandes fustales dentro de las cercas vivas probablemente por la dificultad de manejo que estos representan o bien por evitar volcamientos de los mismo que puedan afectar el funcionamiento de la cerca.

5.4.3 Cobertura arbórea y densidad de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas

La cantidad de árboles dispersos por hectárea encontrada fue de entre 11 y 65 con una media de $(34.67 \pm 5$ individuos ha⁻¹), cantidad que se encuentra por encima de lo reportado por Scheelje en el (2009) quien afirma que encontró cerca (32 individuos ha⁻¹) en Esparza, y al encontrado por Esquivel (2005) (38 árboles ha⁻¹) y a lo descrito por Sousa de Abreu *et ál.* (2000) en la fortuna (12 – 22 individuos por ha⁻¹, pero por debajo de lo reportado por (Ibrahim *et ál.* 2006), quienes aseguran la cantidad de individuos por hectárea esta alrededor de $51,0 \pm 5,8$ de dentro de las especies reportadas se destacan en orden de importancia , Roble (*Tabebuia rosea*), Guachipelin Ratón (*Myrospermum frutescens*), Pochote (*Pachira quinata*), Laurel (*Cordia alliodora*), sin embargo se encuentra una diferencia marcada en cuanto a la especie de mayor abundancia con lo reportado por Ibrahim *et ál.* 2006 y es presencia de Coyol (*Acrocomia aculeata*), cuya presencia en esta investigación no fue significativa; la cobertura arbórea en potreros estimada fue de $26.07 \pm 4.83\%$, la cual es mayor a la reportada por (Arguedas *et ál.* 2006) que fue de $16,8 \pm 1,4\%$.

Lo anterior confirma la afirmación de los productores en cuanto a que la cobertura arbórea ha aumentado en la zona durante los últimos años, asimismo se destaca la presencia de árboles maderables dentro de los potreros, situación que hace pensar en una buena fuente de ingreso proveniente no solo del sistema ganadero sino también de la venta de madera.

Dentro de los árboles en cercas vivas se encontraron 385 individuos, resultado que coinciden con los reportados por (Villanueva *et ál.* 2007), pues reportan una cantidad de similar al de individuos dentro del sistema, las especies de mayor abundancia encontradas fueron, Indio desnudo (*Bursera simaruba*), Pochote (*Pachira quinata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Cenízaro (*Samanea saman*), se estimó una cobertura promedio de las cercas vivas fue de 8.35 ± 0.84 .

Se observa dentro de las cercas vivas, que los árboles forrajeros son la especie que más predomina generando estos grandes beneficios para la producción ganadera, además de generar una o dos veces por año material vegetal que puede ser utilizado para replicar los sistemas dentro de la finca, cabe destacar además la presencia de árboles maderables de frecuente comercialización en la zona resaltando la importancia de cenízaro dentro del mercado local.

5.4.4 Regeneración natural de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas

La regeneración natural de árboles dispersos en potrero muestra una gran variedad de especies en cuanto a brinzales se destacan el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) 34%, Guachipelin ratón (*Myrospermum frutescens*) 27%, Roble (*Tabebuia rosea*) 8%, sin embargo en el estadio de latizales la mayor regeneración se presenta en el Roble (*Tabebuia rosea*) con 41%, Guachipelin ratón (*Myrospermum frutescens*)13%, Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)11%, (Scheelje. 2009) afirma que la mayor parte de la regeneración de brinzales se da en el Roble (*Tabebuia rosea*), además de incluir al Guayaquil (*Albizia guachapele*) como una especie de alta regeneración en este estado, sin embargo en cuanto a latizales reporta que al igual que en el presente estudio que la especie de mayor regeneración es el Roble (*Tabebuia rosea*) pero incluye al Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) como la segunda especie en regeneración en potreros.

Se observa además que especies como el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) tiene amplia presencia de brinzales pero una baja sobrevivencia a latizales al igual que el Guachipelin ratón (*Myrospermum frutescens*) y el Roble (*Tabebuia rosea*), esto puede deberse a la alta competencia que se encuentran en potreros con las pasturas, se evidencia además que existen árboles que a pesar de que se encuentran en estado Brinzal, no logran sobrevivir al estado de latizales, especies como Espavel (*Anacardium excelsum*) , Ron ron (*Astronium graveolens*) o Santa María (*Calophyllum brasiliense*).

En cuanto a la regeneración encontrada dentro de las cercas vivas se debe tener en cuenta que no se encontraron plántulas en estado brizal, en estado latizal se destaca la presencia de Tempate (*Jatropha Curcas*), el cual se utiliza como forraje, Caña india (*Dracaena spp*), el Indio pelado (*Bursera simaruba*), así como la presencia de un una especie maderable de gran valor como la Teca (*Tectona grandis*), además de pochote (*Pachira quinata*).

El origen de la regeneración de árboles en los SSP, está influenciada directamente por la presencia de diferentes tipos de árboles que diseminan su semilla para su multiplicación, sin embargo el manejo que realice de estos desde las primeras instancias de vida serán determinantes para el manejo y la producción de los sistemas, es por esto que se debe ser muy cuidadoso al momento de utilizar herbicidas para control de malezas así como en el momento

de las chapias para evitar eliminar algunas especies deseables dentro de los potreros y la cercas vivas.

5.4.5 *Dispersión de copas de árboles dispersos en potrero y en cercas vivas*

El diagrama de dispersión de copas de árboles en potrero, no muestra una estratificación de los árboles es decir que los potreros tiene una tendencia a ser potreros homogéneos árboles entre 3 y 13 metros de altura en su mayoría, es decir que estos sistemas presentan una menor complejidad dado estructural es decir que la gran mayoría de los árboles tienen la misma tendencia, esta estructura puede estar relacionada con la selección de árboles que realiza el productor a la hora de manejar sus potreros, dado que como lo afirman uno de los intereses de los árboles es generar sombra para el ganado, así como la provisión de leña y frutos para los animales y la familia, dicho sistema de manejo crea una situación ideal para el manejo silvicultural de los árboles pues es fácil realizar prácticas de poda de ramas bajas que se encuentren.

Dentro de los árboles en cercas vivas se encuentra una situación similar a la de los árboles en potrero con árboles homogéneos en su tamaño que van en su mayoría de entre 3 y 11 metros, sin embargo esta estructura está definida por el manejo general que se realiza a las cercas, una o dos veces al año a través de las podas, generando así que se pueda mantener el control de la cerca, además de generar el beneficio silvicultural mencionado en el manejo de árboles en potreros.

5.4.6 *Distribución de los árboles en potreros*

La buena distribución de los árboles facilita la buena movilidad de los animales dentro de los potreros y evitan que estos se estén bajo un solo grupo de árboles. Además la distribución de los árboles definirá la producción de las pasturas pues una distribución adecuada disminuirá el impacto de producción de pasto, asimismo la producción de madera dependerá la cercanía entre individuos, es decir que árboles que se encuentren demasiado cerca tienden a ser menor calidad (Casasola *et ál.* 2005), dadas las condiciones de alta competencia, por agua, luz y nutrientes, este punto será de fundamental importancia a la hora de tomar decisiones silviculturales de aprovechamiento, que ayuden a liberar árboles en Clúster (agrupaciones) y así beneficiar el sistema de producción de madera dentro de los SSP

5.4.7 Función de producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* en SSP de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Dado que muchos estudios en Centroamérica han demostrado el efecto que generan los árboles en potrero con relación con la oferta de alimento, la diversificación de productos y la productividad animal (Souza. 2002), y teniendo en cuenta la relación que existe entre la cobertura arbórea y la producción de pasto *Brachiaria brizantha* (Villanueva *et ál.* 2008), se determinó la función de producción, teniendo en cuenta los diversos rangos de coberturas que están entre 13.16 y 62.56 con una media de 26.07 ± 4.83 se estimó que la materia seca producida por hectárea está entre 2,5 y 3,1 con un promedio de 2.96 ± 0.06 toneladas de materia seca por hectárea. La función de producción de pasto dependerá del porcentaje de cobertura con que cuente el potrero, es decir que cualquier tipo de cambio que se realice a dicho porcentaje puede sugerir un cambio en la producción de materia seca del mismo debido al aumento o disminución del paso de luz a través de los árboles.

5.5 Bibliografía

- Arguedas, R; Casasola, F; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Serie cuadernos de campo. 20p
- Botero, J; Andrade, H; Ibrahim, M; Bouman, B; Camargo, C. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 48–50.
- Chacón, M; Harvey, CA. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultura landscape. *Agroforestry Systems* 68:15-26.
- Casasola, F; Ibrahim M; Barrantes, J. 2005. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. *Los árboles en los potreros*. 20 p.
- Chacón, M; Harvey, CA. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. *Agroforestry Systems* 68:15-26.
- 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.
- Dagang, ABK; Nair, PKR. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* 59:149-155.
- Diaz, Z; Piedrahita, L. 2007. Como diseñar estrategias para el manejo de plantas de interés para la conservación en paisajes ganaderos. *Agroforestería en las Américas* (45):117-122.
- Esquivel, MJ. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua Tesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 142 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2009. Base de datos FAOSTAT. Precios al productor y Producción de leche y carne. Statistics Division FAO. Rome, Italy.
- Guevara, S; Laborde, J; Sánchez, G. 2005. Los árboles que la selva dejó atrás. *Interciencia*. Vol.30 (10): 594 – 60.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R; López, M; Kunth, S; Sinclair, FL. 2008. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. In: C Harvey, CA; Sáenz, J. (Eds.). *Evaluación y Conservación de Biodiversidad en Agropaisajes de Mesoamérica*.
- Ibrahim, M; Villanueva, C; Tobar, D; Casasola, F; Barrantes, R; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del pacífico central de Costa Rica. *Revista agroforestería de las Américas*. 9 p
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation: Central América in the 80s and 90s, a police perspective. Jakarta, ID. CIFOR. 88 p. (Special Publication).
- Melo, O; Vargas, R. 2003 Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. 222 p

- Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas. Guía para el pago de servicios ambientales del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Cali, Colombia. CIPAV.97 p.
- Nair, KR. 1997. Agroforestería. Krishnamurthy. Trad. L. Krishnamurthy. Ed. Universidad Autónoma Chapingo, México. 543 p.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. 2. ed. Turrialba, CR, Proyecto agroforestal CATIE-GTZ. 275 p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal No 2.)
- Ríos, N; Jiménez, F; Ibrahim; M; Andrade, H; Sancho, F. 2006. Parámetros hidrológicos y de cobertura vegetal en sistemas de producción ganadera en la zona de recarga de la subcuenca del Río Jabonal Costa Rica. Revista Recursos Naturales y Ambiente. 48:111-117
- Scheelje, M. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. 177p
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in the Humid Tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE.166 p.
- Tobar, D; Ibrahim M.2009¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios?.18p
- 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; Ibrahim ,M; Rios, J, Suárez, J.2008. Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea en el trópico de Costa Rica.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Haensel, G.2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles Estudios de caso en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Serie técnica-Manual técnico No. 95. 82 p.

6 ARTÍCULO 3: ANÁLISIS DE LOS INGRESOS POTENCIALES DE FINCAS GANADERAS A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICAS SILVICULTURALES EN ÁRBOLES DISPERSOS EN POTRERO Y CERCAS VIVAS

6.1 Introducción

La estimación de la rentabilidad en la aplicación de una tecnología que pueda mejorar los sistemas silvopastoriles, se ha convertido en una herramienta fundamental para proveer a productores y decisores ideas claras acerca de la viabilidad financiera de la inversión para el manejo adecuado y sostenible de los Sistemas silvopastoriles (SSP).

La tecnología silvicultural es una herramienta fundamental dentro del proceso de producción de madera finas, dicha tecnología se encarga del control de la densidad, composición y estructura de los árboles, interviniendo en su crecimiento mediante tratamiento silviculturales, por ello uno de las principales objetivos que debe buscar el silvicultor es optimizar el proceso de fotosíntesis de los árboles, dada la influencia que se puede ejercer sobre la iluminación solar de la copa, lo cual tiende a aumentar la tasa de crecimiento, es decir que se puede evaluar el resultado de una práctica silvicultural determinando el cambio de intensidad de iluminación sobre la pastura (Stanley 1998). Asimismo la silvicultura genera algunos beneficios indirectos como corregir y evitar la erosión del suelo, fijar arenas en movimiento, disminuir el efecto del viento, regulación de microclima, formación de aludes, así como la conservación de la biodiversidad, por todo lo anterior la silvicultura debe buscar que las masas forestales se adapten y satisfagan las necesidades del hombre de forma permanente y rentable.

Es importante dentro de los sistemas silvopastoriles y más aun dentro de los árboles en fincas, conocer la relación entre la cobertura arbórea con la producción de pastos dado que esta relación puede mejorar el manejo agroecológico de las pasturas permitiendo así incrementar la productividad y la carga animal por hectárea, así como la conservación de los recursos naturales. Esta relación de producción puede ser manejada a través de prácticas silviculturales tales como los raleos o aclareos, que son los cortes de árboles que se realizan en algún momento entre la aparición del fustal y el aprovechamiento, con lo cual se busca reducir el número de árboles para que las raíces y copas de los remanentes cuenten con espacio y

alcancen su tamaño comercial rápidamente, además se busca eliminar los árboles que tengan mala forma, se encuentren torcidos o bifurcados, así como aquellos que se encuentren muertos o enfermos y puedan convertirse en foco de infección, dicha práctica busca además favorecer los árboles vigorosos y de buena forma y mejorar a si la calidad y cantidad de madera para su aprovechamiento final.

El presente estudio tiene como objetivo describir la composición, estructura y distribución de árboles maderables de SSP en fincas ganaderas de Esparza, calcular los ingresos potenciales de la madera producida mediante la implementación de criterios silviculturales de aprovechamiento simulando el raleo de árboles dentro de potreros y cercas vivas.

6.2 Materiales y Métodos

Para el desarrollo de este estudio se desarrolló la metodología siguiendo los siguientes parámetros:

1. Descripción de la composición de los árboles maderables dispersos en potreros y en cercas vivas.
2. Criterios silviculturales de aprovechamiento de árboles
3. Estimación de volumen de madera
4. Ingresos en dólares por venta de madera.
5. Ingresos totales

1 - Se analizaron los árboles maderables de 3 sistemas productivos de árboles dispersos en potrero y de cercas vivas de 1 hectárea y 200 m cada uno respectivamente, teniendo en cuenta aquellos que contarán con mayor variedad y abundancia de especies maderables comercializables, se estimó el volumen de madera, proyectando el uso a 15 años, se estimó el incremento medio anual de las clases diamétricas y de las alturas de las especies según lo descrito en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Incremento medio anual por clases diamétricas y altura de las especies registradas en Esparza según su categoría de crecimiento (lento, mediano y rápido)

Clase diamétricas(cm)	Diámetro		
	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

Clase de altura metros	Altura		
	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

Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) mediante la suma relativa de las abundancias (número de individuos por especie), frecuencias (existencia o ausencia de una determinada especie en un potrero) y dominancia ($Dm = (\pi/40000) * \Sigma dap^2$) que expresa el grado de cobertura de las especies o el espacio ocupado por ellas.

2 - Los criterios silviculturales de aprovechamiento de árboles utilizados para el presente trabajo son:

- a) Se verificara el listado de especies arbóreas que cuenten con interés y valor comercial dentro de la zona de estudio, teniendo en cuenta que la venta se realizara en pie en finca.
- b) Se determinaran las especies con mayor abundancia según el índice valor de importancia (IVI).
- c) Teniendo un diámetro mínimo de corta de árboles de 40 cm se determinaran las especies aptas para aprovechamiento. Paniagua *et ál.* (2011)
- d) Se verificara el estado sanitario, de calidad y forma del fuste.
- e) Se tendrá en cuenta el Artículo 27 de la ley forestal de Costa Rica, que estipula que no se podrán aprovecha más de 3 árboles por hectárea anualmente.

3 - Para el cálculo del volumen de madera se estimó el volumen por individuo de los árboles maderables muestreados dentro de cada potrero y de las cercas vivas, utilizando la fórmula propuesta por la Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica (MIRENEM 1994).

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

Dónde:

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

dap = Diámetro a la altura del pecho (cm)

hc = Altura comercial (m)

Teniendo en cuenta que en Costa Rica la medida de venta de madera más frecuente es la pulgada métrica tica (pmt), se estima el volumen teniendo dividiendo el volumen en m³ estimado entre 462⁴.

⁴ 1 m³ equivale a 462 Pulgadas métricas ticas (pmt).

4 - Para determinar el ingreso por venta de madera proveniente de árboles aprovechados se tendrá en cuenta el precio de venta en pie por pulgadas madereras ticas del Aserradero Ledezma S.A ubicado en Esparza, Costa Rica (Cuadro 2), los ingresos de árboles maderables aprovechados en cercas vivas serán duplicados teniendo en cuenta que las mediciones se realizaron para 200 metros lineales y estos sistemas pueden abarcar dos linderos dentro de una misma hectárea Villanueva *et ál.* (2005).

Cuadro 2. Precios de la madera en pie del aserradero Ledezma en Esparza Costa Rica

Nombre científico	Nombre común	Clasificación de las maderas	Precio pie (pmt) Aserradero Ledezma (USD)
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Finas, decorativas, duras	0.40
<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	Finas, decorativas, duras	0.30
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Finas, decorativas, duras	0.30
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Semidura	0.20
<i>Pachira quinata</i>	Pochote	Finas, decorativas, duras	0.30
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble	Finas, decorativas, duras	0.20

El tipo de cambio corresponde al promedio del mes de Noviembre del 2011, según el Banco central de Costa Rica, 1 US\$=501 colones.

6.3 Resultados

6.3.1 Descripción de los árboles maderables dispersos en potreros de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Composición florística

Dentro de la composición de especies dentro de los potreros se identificaron 245 individuos pertenecientes a 6 especies y 5 familias. El índice de valor de importancia IVI coincide con las dos especies más abundantes de árboles maderables reportadas por (Scheelje 2009) en potrero de Esparza en Costa Rica. Dentro de las especies más abundantes se destacan, Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Pochote (*Pachira quinata*) (Cuadro 3), dentro de las especies de mayor abundancia se observa la presencia de árboles con buena calidad de madera.

Cuadro 3. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para árboles maderables dispersos en potreros de fincas ganaderas ubicadas en Esparza, Costa Rica

Nombre científico	Porcentaje (%)			
	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI
<i>Tabebuia rosea</i>	18.03	14.61	9.43	14
<i>Cordia alliodora</i>	12.02	7.98	10.8	10.1
<i>Pachira quinata</i>	12.5	12.54	4.72	9.92
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	8.65	12.21	8.49	9.78
<i>Cedrela odorata</i>	3.85	4.13	6.6	4.86
<i>Samanea saman</i>	2.64	4.72	6.6	4.66

6.3.2 Descripción de los árboles maderables en cercas vivas de fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica

Composición florística

Dentro de la composición de especies maderables en las cercas vivas se identificaron 95 individuos pertenecientes a 4 especies y 4 familias. EL IVI muestra la distribución de las especies maderables en los sistemas, Tobar *et ál.* 2009 aseguran que la abundancia de Pochote (*Pachira quinata*) es más frecuente en las cercas vivas simples, asimismo identifican abundancia de especies como el Laurel (*Cordia alliodora*) y el Roble (*Tabebuia rosea*) en cercas vivas multiestrato, resultados que coinciden con lo encontrado en esta investigación (Cuadro 4), dentro de las especies de mayor abundancia se observa la presencia de árboles con buena calidad de madera.

Cuadro 4. Índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (%) para árboles maderables en cercas vivas

Nombre científico	Porcentaje (%)			
	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI
<i>Pachira quinata</i>	10.13	32.92	8.77	17.27
<i>Tabebuia rosea</i>	3.90	5.08	7.02	5.33
<i>Cordia alliodora</i>	2.86	3.89	8.77	5.17
<i>Samanea saman</i>	5.45	2.85	5.26	4.52

6.3.3 *Dispersión de semillas.*

Se determinaron cuáles son los principales vectores de dispersión para las especies maderables encontradas dentro de los potreros, se estimó que las semilla de especies como Roble (*Tabebuia rosea*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Cedro (*Cedrela odorata*) se dispersan anemocoria es decir por viento (50%), el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) mamalocoria que es dispersión por animales domésticos como ganado bovino y caballo (33%) y el Pochote (*Pachira quinata*) por zoororia es decir que sus semillas se dispersan por animales silvestres como aves, murciélagos, roedores y hormigas (17%) (Esquivel 2005) (Figura 1).

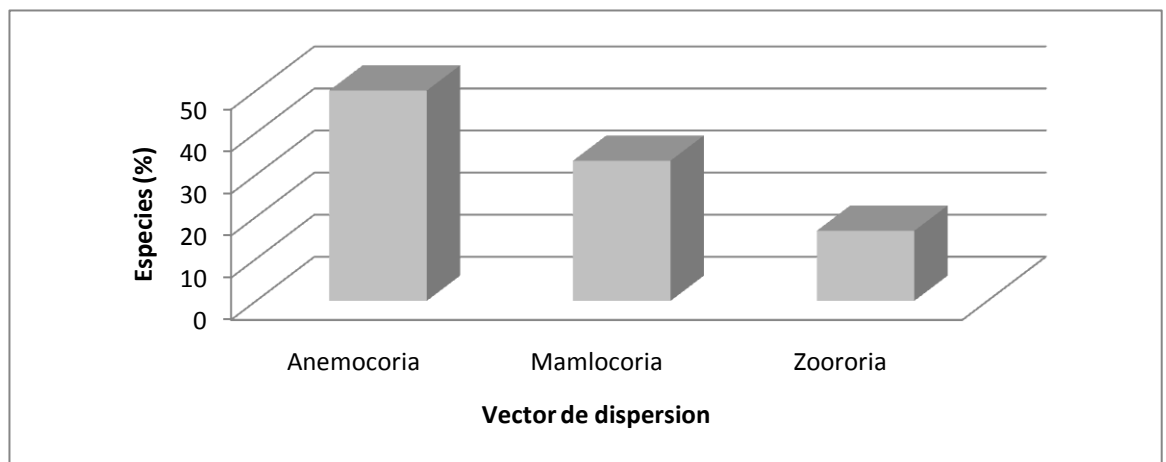


Figura 1. Vectores de dispersión de semillas de árboles maderables en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica

6.3.4 *Aprovechamiento de árboles en los sistemas silvopastoriles*

La rentabilidad del sistema se estimó teniendo en cuenta el aprovechamiento en pie de los árboles cada sistema silvopastoril, según el valor comercial de cada uno, así como la abundancia dentro de las fincas y las clase diamétrica adecuada para la comercialización, se definió entonces que para el sistema de árboles dispersos en potrero se aprovecharías 4 especies, Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Laurel (*Cordia alliodora*), Pochote (*Pachira quinata*) Roble (*Tabebuia rosea*) y en las cercas vivas dos especies, Pochote (*Pachira quinata*), Roble (*Tabebuia rosea*), el diámetro a la altura del pecho que se estableció para el aprovechamiento árboles con DAP superior a 40cm, pues aunque años atrás en Costa Rica existía un diámetro mínimo de corta (DMC), para árboles de más de 60 cm, hoy en día el mercado exige árboles con diversas clases diamétricas, según la oficina nacional forestal (ONF), (2011), hoy en día se pueden comercializar árboles hasta de 26 cm de diámetro, lo cual

genera que se cuente con un rango de comercialización más amplio, generando mayores oportunidades de mercado para las maderas que provengan de terrenos agropecuarios jóvenes o aquellos en los cuales se quiera disminuir la cobertura arbórea.

6.3.5 Costos anuales de manejo de árboles en potrero

Se determinaron los costos anuales de manejo en que se incurre para el manejo de árboles en potrero mediante lo estudiado en la zona de Esparza, Costa Rica por Villanueva *et al.* 2010, dichos costos incluyen la fertilización, control de malezas y la asistencia técnica para los tres primeros años de desarrollo de los árboles, así como el costo de aplicación de podas durante los 15 años de manejo del sistema proyectado, (Cuadro 5).

Cuadro 5. Costos anuales de manejo de árboles en potrero en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica

COSTOS	AÑOS					
	1	2	3	4	5	6 -15
Fertilización	13,3	21,8	29,40			
Control malezas	6,9	6,9	6,90			
Podas de formación	2,3	2,3	2,3	3,5	3,5	4,6
Asistencia técnica	15,5	15,5	15,50			
Total costos	38,0	46,5	54,1	3,5	3,5	4,6

6.3.6 Análisis del aprovechamiento de árboles maderables de las áreas seleccionadas.

El área correspondiente al productor identificado con el numero 14, muestra en potreros gran variedad de árboles maderables y no maderables, con una densidad moderada alta y un distanciamiento irregular entre los mismos, en las cercas vivas cuentan con varias especies de árboles con un buen espaciamento entre las especies maderables, se observo una buena y diversa cantidad de árboles provenientes de la regeneración natural en estado latizal es decir entre los 5 y 10 cm de dap (Cuadro 6), se mantienen algunos árboles de Roble (*Tabebuia rosea*) para la producción de semilla de nuevos árboles.

Cuadro 6. Resumen de las especies Latizales maderables encontradas en el predio identificado con el número 14

Latizales	
Nombre científico	Número de individuos
<i>Cedrela odorata</i>	5
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5
<i>Cordia alliodora</i>	3
<i>Tabebuia rosea</i>	9

Se realizó el análisis del aprovechamiento selectivo de árboles maderables, generando la liberación de la regeneración en parches y se recomienda dar manejo de protección a la misma mediante la protección de los árboles durante las chapias, así como la implementación de sistemas de barreras artesanales para evitar el pisoteo y ramoneo del ganado asegurando que el sistema no quedara sin la protección de árboles en el futuro; se estimaron los ingresos generado por el aprovechamiento en pie de los árboles dentro de los sistemas silvopastoriles, Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis del aprovechamiento de madera por hectárea en el predio identificado con el número 14

AÑO	N° DE ÁRBOLES APROVECHADOS	VOLUMEN EN pmt*	INGRESO NETO US\$	COSTO ANUAL	INGRESO TOTAL US\$
1	3	648,8	167,3	38,0	129,3
2	3	893,8	178,8	46,5	132,3
3	3	734,0	188,6	54,1	134,5
4	3	766,6	153,3	3,5	149,8
5	3	849,8	170,0	3,5	166,5
6	3	637,5	127,5	4,6	122,9
7	3	853,8	170,8	4,6	166,2
8	3	647,0	129,4	4,6	124,8
9	3	620,3	124,1	4,6	119,5
10	3	741,9	148,4	4,6	143,8
11	3	801,6	160,3	4,6	155,7
12	3	735,1	147,0	4,6	142,4
13	3	774,2	154,8	4,6	150,2
14	2	579,8	116,0	4,6	111,4
15	2	650,0	130,0	4,6	125,4

*pmt: Pulgadas madereras ticas, medida de comercialización de madera frecuente en Costa Rica

El área correspondiente al productor identificado con el número 39, cuenta con una cantidad baja de árboles aprovechables dentro del potrero, sin embargo cuenta con una alta densidad de árboles de Pochote (*Pachira quinata*) dentro de las cercas vivas con un buen espaciamiento entre ellos así como buena forma de los fustes, se cuenta con una cantidad media de regeneración de latizales (Cuadro 8), es recomendable mantener los árboles con dap inferior a 25 cm, hasta el final del ciclo de aprovechamiento con el fin de mantener la sostenibilidad de árboles dentro del sistema.

Cuadro 8. Resumen de las especies Latizales maderables encontradas en el predio identificado con el número 39

Latizales	
Nombre científico	Número de individuos
<i>Cedrela odorata</i>	1
<i>Samanea saman</i>	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4
<i>Cordia alliodora</i>	3
<i>Tabebuia rosea</i>	1

Se realizó el análisis del aprovechamiento selectivos de los árboles de las cercas vivas y de los potreros, se busca incentivar la regeneración de árboles maderables dentro de los sistemas entonces no se descarta la posibilidad de realizar siembras de árboles deseables dentro del sistema; se estimaron los ingresos generado por el aprovechamiento en pie de los árboles dentro de los sistemas silvopastoriles, (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis del aprovechamiento de madera por hectárea en el predio identificado con el número 39

AÑO	N° DE ÁRBOLES APROVECHADOS	VOLUMEN EN pmt*	INGRESO NETO US\$	COSTO ANUAL	INGRESO TOTAL US\$
1	3	778,5	200,6	38,0	162,6
2	3	1290,9	258,2	46,5	211,7
3	3	1786,8	257,7	54,1	203,6
4	3	1110,9	222,2	3,5	218,7
5	3	1225,3	245,1	3,5	241,6
6	3	1356,8	271,4	4,6	266,8
7	3	677,4	270,5	4,6	265,9
8	3	1559,3	311,9	4,6	307,3
9	3	1577,5	315,5	4,6	310,9
10	3	1648,6	342,2	4,6	337,6
11	3	1756,8	351,4	4,6	346,8
12	3	1844,6	368,9	4,6	364,3
13	3	1836,0	367,2	4,6	362,6
14	3	1973,8	394,8	4,6	390,2
15	3	2424,1	484,8	4,6	480,2

*pmt: Pulgadas madereras ticas, medida de comercialización de madera frecuente en Costa Rica

El área identificada con el número 44, cuenta con una alta población de Pochote (*Pachira quinata*) dentro de los potreros, y a pesar de que la presencia de árboles en las cercas vivas no es abundante cuenta con árboles de gran tamaño que pueden ser aprovechados, se mantienen dentro del sistema árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y Roble (*Tabebuia rosea*) para la producción de semilla de nuevos árboles, se observó una gran cantidad de árboles latizales provenientes de la regeneración natural (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resumen de las especies Latizales maderables encontradas en el predio identificado con el número 44

Latizales	
Nombre científico	Número de individuos
<i>Cedrela odorata</i>	1
<i>Samanea saman</i>	3
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4
<i>Cordia alliodora</i>	3
<i>Samanea saman</i>	2
<i>Tabebuia rosea</i>	20

Se realizó el análisis del aprovechamiento selectivo de árboles maderables, teniendo en cuenta en primer lugar los árboles de mayor tamaño que se encontraban dentro de las cercas vivas, asimismo se realizó el aprovechamiento de los árboles dentro de los potreros, se debe procurar proteger y manejar la regeneración natural para evitar el pisoteo y ramoneo del ganado, se estimaron los ingresos generados por el aprovechamiento en pie de los árboles dentro de los sistemas silvopastoriles, (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis del aprovechamiento de madera por hectárea en el predio identificado con el número 44

AÑO	N° DE ÁRBOLES APROVECHADOS	VOLUMEN EN pmt*	INGRESO NETO US\$	COSTO ANUAL	INGRESO TOTAL US\$
1	2	688,6	156,8	38,0	118,8
2	2	1645,5	329,1	46,5	282,6
3	2	1833,1	366,6	54,1	312,5
4	2	545,7	109,1	3,5	105,6
5	2	610,7	122,1	3,5	118,6
6	2	477,2	95,4	4,6	90,8
7	2	370,6	74,1	4,6	69,5
8	2	434,8	87,0	4,6	82,4
9	2	449,9	90,0	4,6	85,4
10	2	451,8	90,4	4,6	85,8
11	2	509,2	101,8	4,6	97,2
12	2	544,6	108,9	4,6	104,3
13	2	625,6	125,1	4,6	120,5
14	3	720,3	144,1	4,6	139,5
15	3	1042,5	208,5	4,6	203,9

*pmt: Pulgadas madereras ticas, medida de comercialización de madera frecuente en Costa Rica

6.4 Discusión

A pesar de los grandes beneficios que los sistemas silvopastoriles generan dentro de los sistemas productivos, los altos costos de la implementación y la falta de conocimiento se convierten en algunas de las barreras para la adopción de los mismos dentro de las fincas ganaderas (Alonzo 2000), en Costa Rica por ejemplo los altos costos de la mano de obra constituyen una limitante para la adopción de sistemas, sin embargo y pese a lo anterior existen claros ejemplos de que los sistemas pueden ser llevados de manera sostenible, es así como esta investigación ha demostrado que los árboles presentes en finca tanto en potrero como en cercas vivas representan un claro potencial de ingreso para los productores

Se ha observado en los últimos años el incremento en la extracción de madera de fincas ganaderas, esto relacionado probablemente a la baja en el precio de la carne y el alto precio que se paga por maderas finas extraídas de potreros García (2003) afirma que en Esparza, Costa Rica se encontró que la extracción de árboles maderables de fincas pequeñas (< 40 ha), medianas (40 –100 ha) y grandes (> 100 ha), fue de 1.35, 0.55 y 0.13 m³ ha⁻¹ respectivamente.

6.4.1 Implementación de prácticas silviculturales en árboles en potreros

Las prácticas implementadas como desarrollo manejo silvicultural en estos sistemas buscaron liberar los sistemas, es decir que uno de los objetivos fundamentales de estas prácticas será dar ventaja a aquellas especies que se encuentren dentro del sistema que puedan en el futuro generar mejores resultados, estos resultados dependerán únicamente de los objetivos del productor, por lo cual realizar cortas selectivas de árboles busca no solo generar un ingreso adicional al sistema productivo de la finca busca también orientar los árboles del sistema hacia un mejor desarrollo a futuro y así mejorar su calidad, cantidad y optimizar de manera eficiente el SSP, como parte integral de la economía de las familias ganaderas

Las prácticas de manejo silvicultural de árboles maderables en potreros buscar favorecer las especies de mayor valor y rápido crecimiento dado que la mayoría de las veces las ya se encuentran establecidas, se debe decidir según los objetivos del productor cuales son los árboles que desea manejar, esto con el fin de favorecer dichas especies, en el caso de árboles en grupo de árboles se deben eliminar aquellos que compitan por luz, agua y nutrientes y en el caso de árboles aislados se debe determinar el impacto de este sobre las pasturas, además de otros factores como aquellas especies que pueden servir como fuente de semillas, así como determinar el valor ecológico del mismo dentro del sistema.

Las prácticas de manejo silvicultural de árboles maderables dentro de las cercas vivas, van relacionadas con la estructura de estas dentro de la finca, es decir que cuando se tiene cercas vivas multiestrato el tratamiento de los maderables es bastante similar al que se le da a las especies forrajeras, entonces es de esperar que las características de estas especies sean un poco mejor productivamente hablando, asimismo cabe anotar que siendo las cercas vivas un sistema diseñado por el hombre, se cuenta con la posibilidad de sembrar las especies que el productor desee, esto puede generar que este sistema se convierta en una buena fuente de productos maderables dentro de las cuales se pueda manejar una producción cíclica de árboles, además de la posibilidad de poder replicar dichos sistemas dentro de todas la finca que cuente con cercas vivas.

6.4.2 Impacto de la silvicultura en árboles dispersos en potrero y en cercas vivas

Es claro que no existe ninguna fórmula establecida que pueda definir la aplicación óptima de silvicultura en árboles dispersos en potreros y cercas vivas, se debe entender que el origen de cada sistema es completamente distinto es más se podría afirmar que no existen dos

sistemas con las mismas características, esto genera que el manejo que se realice a cada uno debe establecerse únicamente relacionado con los objetivos del productor, sin embargo es claro también que existe una clara rentabilidad en la madera proveniente de los árboles en potrero y en las cercas vivas.

En el (2009) Scheelje, afirmó que la actividad de venta de madera sería rentable desde el principio si esta se vendiera en patio de aserradero, sin embargo y a aunque es claro que el precio que se paga por (pmt)en patio es mayor al que se paga por madera en pie, el costo de operación y administración, es decir los costos de corta, acarreo y transporte, así como los costos de solicitud ante el MINAET para el aprovechamiento harían que la actividad se convirtiera para el productor en un proceso largo y costoso generando al final menores beneficios económicos, esto genera entonces que se plantee en esta investigación que la madera sea vendida en pie a los intermediarios locales que manejan los tramite con precisión generando para el productor el máximo de ganancia, teniendo en cuenta que su actividad principal es la ganadería y que la venta de madera es un ingreso que se presenta de manera ocasional.

Sin embargo surge la necesidad de perpetuar los maderables dentro de los SSP, es por esto que no sería prudente aprovechar los árboles en una sola corta pues aunque se obtendría una mayor cantidad de ingreso el sistema quedaría desprovisto de los beneficios productivos y ambientales provenientes de los árboles tales leña, frutas, postes, semillas . (Villanueva *et ál.* 2010), además del aumento de la biodiversidad reduciendo además la erosión de los suelos además de mejorar la infiltración del agua, (Casasola *et ál.* 2003), asimismo se debe evitar cortar los árboles maduros que puedan ser fuente de semillas para la producción de nuevos árboles, asimismo surge la necesidad de manejar y proteger la regeneración natural que se encuentre en los potreros, los árboles que se mantenga bien sea con control en las chapeas o con la protección con cercas deben estar de acuerdo a los objetivos que el productor tenga para estos y para la productividad del sistema

Tal como lo afirma Melo en (2001), las estrategias que se implementen para el manejo sostenible de los árboles en los sistemas deben partir del conocimiento de su forma y funcionamiento, garantizando la conservación de la biodiversidad así como la utilización racional de los servicios, por tal razón es importante que tanto productores como profesionales manejen los elementos fundamentales para la evaluación técnico y científica del manejo de árboles en finca que le permitan tomar decisiones para manejo, conservación y recuperación.

6.4.3 Ingresos generados del aprovechamiento de árboles dispersos en potreros y de cercas vivas con criterios silviculturales

Se determinó que el ingreso generado por el aprovechamiento sostenible de árboles en sistemas silvopastoriles genera ingresos que van desde los 69.3 hasta los 480.2 dólares ha⁻¹ superiores a los reportados por Scheelje en (2009), quien determinó ingresos de 37 dólares ha⁻¹, estos ingresos se obtienen mediante la aplicación de prácticas silviculturales de cortas selectivas de árboles manteniendo los objetivos básicos de los sistemas silvopastoriles, sin embargo para lograr la sostenibilidad del sistema los potreros deberán contar con altos porcentajes de individuos es decir más de 30 árboles por hectárea para lograr mantener el sistema en el tiempo entonces se puede asegurar entonces que la implementación de prácticas silviculturales a los árboles presentes dentro de los sistemas silvopastoriles con altas densidades de árboles, pueden generar una situación de ganar, ganar siempre y cuando este aprovechamiento se realice con criterios de aprovechamiento adecuados y que correspondan a las características únicas de cada sistema.

Se pudo estimar entonces que los ingresos que generan como resultado del aprovechamiento maderable de sistemas silvopastoriles podría corresponder entre el 2.2 y 15% del total de los ingresos netos de una finca con sistemas silvopastoriles y producción de ganado doble propósito en un año de fincas ganaderas doble propósito, según lo reportado por (Villanueva *et ál.* 2010) sin embargo y a pesar de que el ingreso no pueden generarse constantemente debido a que muchas veces no se cuenta con un número considerable de potreros con alta cobertura arbórea, con especies maderables de valor comercial, sin embargo generar mecanismos que ayuden a mejorar los sistemas generando mejores ingresos, pueden incentivar a los productores a realizar las prácticas necesarias para lograr la sostenibilidad de los sistemas.

Es importante tener en cuenta que este tipo de prácticas de aprovechamiento de productos generados por los SSP, no deben interferir considerablemente con el objetivo básico de los sistemas, es decir que se debe mantener el sistema de manera integral, en este sentido es importante que se tenga en cuenta las prácticas necesarias para perpetuar los sistemas, en el caso de árboles dispersos en potrero se debe considerar el manejo y la protección de la regeneración natural de especies maderables y no maderable de rápido crecimiento que ayuden a compensar los espacios generados por los aprovechamientos, en el caso de las cercas vivas se debe considerar que siendo este un sistema cuya estructura, composición y

distribución es diseñada por el productor se debe procurar por un sistema con especies maderables, que mantengan distancias y manejos acordes para el óptimo de producción de madera.

6.5 Bibliografía

- Alonzo, YM. 2000. Potential of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 81 p.
- Casola, F; Gobb, J. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. Agroforesteria en las Américas. Vol. 10 N° 39 - 4
- CORFOGA; Corporación ganadera. 2011. Costos de producción y rentabilidad de fincas ganaderas Agosto de 2011. 35p
- Esquivel, MJ. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua Tesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 142 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.
- Louman, B; Quiros, D; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. 218p
- Melo, O; Vargas, R. 2003 Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. 222 p
- Paniagua, R; Chaves, G. 2011. Precios de la madera en Costa Rica 2011 y tendencia de las principales especies comercializadas. 13p
- Scheelje, M. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. 177p
- Stanley, S.A. 1998. Muestreo diagnóstico: una herramienta útil en la toma de decisiones silvícolas. Turrialba, CR, CATIE. 41p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 300. Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya Petén, Guatemala. No. (9). 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.
- Tobar, D; Ibrahim M. 2009. ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios?. 18p
- Vargas, A. 2009. Análisis de rentabilidad de cuatro fincas de doble propósito que han implementado sistemas silvopastoriles en Esparza, Costa Rica. 145p
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Rios, J, Suárez, J. 2008. Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea en el trópico de Costa Rica.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Haensel, G. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles Estudios de caso en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Serie técnica-Manual técnico No. 95. 82 p.

7 CONCLUSIONES GENERALES

- No existe una fórmula exacta para el manejo silvicultural de árboles en potrero, sin embargo se cuenta con información de otros sistemas de producción de madera que pueden orientar las el mejoramiento de los SSP, dado el claro potencial que tiene la madera provenientes de áreas de uso agropecuario
- El componente arbóreo en la zona de Esparza, Costa Rica, ha aumentado en los últimos años según los productores ganaderos, debido a criterios de conservación y reforestación así como la protección de fuentes de agua; asimismo los productores ganaderos de la zona reconocen la importancia productiva y ecológica de los sistemas silvopastoriles tales como los árboles dispersos en potreros y cercas vivas, asimismo la mayoría de estos preferirían aumentar la cantidad de árboles dentro de cada sistema.
- La mayor parte de los árboles que se encuentran dentro del sistema de árboles dispersos en potreros tienen su origen en la regeneración natural, por otra parte un gran porcentaje de los árboles que se encuentran dentro de las cercas vivas provienen de las siembras realizadas por los productores, estos en su mayoría realizan aprovechamiento de los árboles dentro de los sistemas silvopastoriles, los criterios más frecuentes que se utilizan para realizar dichas cortas son en su mayoría aserrar los árboles dañados o caídos, un porcentaje más bajo de productores aprovechan árboles por criterios de forma o tamaño de los fustales.
- El aumento de los árboles dentro de los potrero puede traer consecuencias negativas tales como el aumento de sombra dentro de los potreros lo que desencadenaría la disminución en la producción de pastos entonces se debe ser muy selectivo a la hora de mantenerlas dentro de los potrero sin embargo mantener estas especies puede ser complicado debido a la competencia por agua luz y nutrientes entre pasto y árboles, así como los daño que pueden causar el ganado a las especies en las etapas tempranas de crecimiento como consecuencia de ramoneo o consumo y en etapas más grandes del tronco los daños generado por el paso del ganado.
- Existen limitantes de tipo legal en cuanto a la tramitología para la extracción de madera, a pesar de reconocer que los tramites pueden no ser muy costosos, el exceso de documentación que se exige al productor así como la lenta tramitología ante la entidad encargado de la gestión (MINAET), se convierten en una barrera que se realicen aprovechamiento de manera efectiva; asimismo la falta de un mercado

constante con precios justos se convierte en un impedimento para que los productores realicen aprovechamiento dentro de sus fincas.

- Los productores reconocen la importancia de las prácticas silviculturales de árboles en finca en, y cuentan con un conocimiento básico acerca de dichas prácticas basadas en la experiencia, la cual se centra básicamente en la realización de podas de árboles, en el caso de árboles no maderables se realiza cada año aproximadamente y para el caso de los maderables la práctica puede extenderse hasta después de los 2 años, asimismo dado que no cuentan con la capacitación técnica requerida para mejorar el componente arbóreo dentro de sus sistemas, prácticas como raleos de árboles son muy poco frecuentes tanto en árboles maderables como en no maderables; las capacitación que han recibido los productos acerca del manejo de árboles en fincas y sistemas silvopastoriles, se han enfocado básicamente en la producción y conservación de árboles sin orientarse hacia las prácticas de manejo silvicultural que puedan mejorar las características físicas de los árboles dentro de sus sistemas productivos.
- Los árboles dispersos en potrero y las cercas vivas cuentan con gran cantidad de especies arbóreas 38 y 26 respectivamente, dentro de los usos de dichas especies se encuentran para producción de madera, árboles frutales, especies forrajeras, para producción de leña y plantas ornamentales, se encuentran en diversidad de clases diamétricas que van desde árboles en las primeras instancias de crecimiento (Brinzales), hasta árboles con diámetros que superan los 80 cm de diámetro a la altura del pecho DAP.
- Los potreros establecidos cuentan con coberturas arbóreas promedio de $26.07\% \pm 4.56$, asimismo las cercas vivas aportan al sistema un promedio de $6.27 \pm 0.84\%$, lo cual determina que son potreros con altas coberturas arbóreas que se dedican a la ganadera de doble propósito con pasturas mejoradas de *Brachiaria brizantha*, asimismo cerca del 83.3% de árboles dispersos en potreros se encuentran en agrupaciones o (clúster) y las cercas vivas se encuentran dominadas por especies como el Indio pelao (*Bursera simaruba*).
- El promedio de los árboles dispersos en potrero está entre 3 y 13 metros de altura, y sin mostrar una distribución homogénea entre estos, esto puede deberse las diferentes etapas de origen de estos además de no contar con un manejo silvicultural que ayuden a mantener una estructura, asimismo los árboles dentro de las cercas vivas la altura de los árboles está entre los 3 y 11 metros, sin embargo en estos se puede definir un

estrato de alturas homogéneas entre los 3 y los 6 metros, esto puede deberse al manejo silvicultural de podas que los productores suelen realizar al sistema.

- Se cuenta en los árboles dispersos en potreros una gran cantidad de especies en estado de brinzal, que disminuyen significativamente al pasar al estado de latizal, y más aún al determinar abundancia de especies en fustales, por ejemplo el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) cuenta con una abundancia relativa en brinzales de 34% en latizales del 11% y en estado de fustales solamente el 8% y en el caso de las cercas vivas la regeneración solo se encuentra en estado latizal y está dominada por la especie Tempate (*Jatropha curcas*) cuya abundancia puede estar explicada por la intervención en la siembra de la especie por parte de los productores.
- Se determinaron las especies maderables más abundantes dentro de los árboles dispersos en potreros y las cercas vivas sin embargo para determinar las especies para aprovechar se tuvieron en cuenta además factores como las clases diamétricas, valor de comercialización en la zona, y la forma del fuste, entonces basado en esto se determinaron que las especies que se aprovecharían en árboles en potrero fueron en orden de abundancia de pulgadas madereras ticas (pmt), el Roble (*Tabebuia rosea*), Pochote (*Pachira quinata*), Laurel (*Cordia alliodora*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), asimismo en la cercas vivas se determinó el aprovechamiento de Pochote (*Pachira quinata*), Roble (*Tabebuia rosea*), por orden de volumen (pmt) respectivamente.
- El manejo y aprovechamiento adecuado de los árboles en potrero en fincas ganaderas doble propósito pueden generar SSP sostenibles, teniendo en cuenta que estos ingresos no generan costos de permiso de corta, equipos, aprovechamiento y transporte al productor ya que se estableció que la madera se vendería en pie dentro de la finca.
- La perpetuidad del sistema dependerá del manejo que se realice al mismo, es decir que si se maneja de adecuada la regeneración y los árboles jóvenes, así como la de árboles adultos que superen los 80 cm de DAP como fuentes de semillas, se podrán obtener sistemas sostenibles para realizar aprovechamientos periódicos que incrementen los ingresos de las fincas y mejoren la calidad de vida de los productores y sus familias.

8 RECOMENDACIONES

- Se deben buscar mecanismos de capacitación en prácticas de manejo silvicultural para los productores ganaderos de la región, dado que cuentan con las características de finca y la disposición para convertir sus sistemas silvopastoriles en sistemas sostenibles de producción, dichas capacitaciones deberán enfocarse en el manejo de los árboles existentes dentro de las fincas con aprovechamiento sostenibles, dichas capacitaciones deben reforzar temas de manejo como la adecuada aplicación de podas de los árboles maderables y no maderables así como destacar la importancia que tienen la realización de raleos dentro de los árboles en finca.
- Se deben generar mecanismos legales con criterios técnicos eficientes que ayuden a los profesionales del sector forestal a intervenir en la ley forestal para que esta cree parámetros claros acerca del aprovechamiento de árboles presentes en potreros y en cercas vivas.
- Se debe concienciar a los productores de la importancia que tiene los árboles semilleros de gran tamaño dentro de las fincas, dado que son fuentes de semillas para la producción de nuevos árboles, asimismo es importante dentro del manejo de árboles en finca es el mantenimiento de la regeneración natural, como principal mecanismo de sostenibilidad del sistema, entonces se debe establecer la forma de favorecer dicha regeneración de árboles en potreros, de especies de valor comercial asimismo se deben identificar claramente los sitios donde se quiere que las especies se establezcan, dado que esto definirá la distribución de especies, el crecimiento y la competencia de los árboles dentro del sistema.
- Las cercas vivas se pueden convertir en una fuente de producción de madera constante mediante la siembra escalonada de especies de árboles maderables de alto valor comercial pues la regularidad de manejo que se realiza pueden darle grandes beneficios a los árboles.
- Se deben fomentar investigaciones enfocadas hacia las relaciones existentes entre los componentes de los sistemas, es decir por ejemplo la relación entre cobertura arbórea y volumen de madera, o la relación entre la regeneración de árboles maderables y las pasturas mejoradas, investigaciones o el impacto de la madera caída en los ingresos de las familias, dichas investigaciones podrán generar herramientas de toma de decisión

para el manejo adecuado de los sistemas silvopastoriles en Esparza, que además puedan ser replicados en distintas partes del país y fuera de este.

- Se deben buscar los medios para que el conocimiento y la experiencia en manejo de árboles pueda ser transmitida de productor a productor, así como dentro del propio entorno familiar, esto con el fin de que el manejo de los sistemas se pueda perpetuar por las siguientes generaciones.

9 ANEXOS



9.1 Anexo 1. Formato de encuesta

DIAGNÓSTICO DEL COMPONENTE FORESTAL EN FINCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

1. Nombre del propietario (s) _____, 2. Finca No. _____,
3. Cantón _____, 4. Distrito _____, 5. Fecha _____,
6. Responsable o administrador _____, 7. Área de la finca _____ ha,
8. Costo de la tierra en ha. _____, 9. Cuenta con carretera de acceso Si ____ . No ____.
10. Estado de la carretera _____, 11. Distancia de la carretera a la finca _____.

II. INFORMACIÓN SOBRE LA FINCA

a) Composición familiar:

Nombre	Parentesco	Edad	Ocupación	Nivel educativo

12. ¿Es propietario de la finca? Si () - No () _____.
13. ¿Cuántas personas de la familia dependen directamente de la finca? _____.

14. Tipo de explotación:

0. NA		2. Carne	
1. Leche		3. Doble propósito	

15. ¿Cómo se distribuyen porcentualmente los ingresos de su finca?

Venta de ganado	Venta de leche	Frutales	Otros	Mano de obra	Otros ingresos
%	%	%	%	%	%

Inventario ganadero											
0. Sin animales	Vacunos									Otros	
	Vacas		3. Novillas > 2 años	4. Novillas < 2 años	5. Novillos > 2 años	6. Novillas < 2 años	7. Terneras	8. Terneros	9. Toros	10. Caballos	11. Otras especies
	1. Paridas	2. Secas									

b) Uso de la tierra.

16. ¿Cuáles son los usos de la tierra con los que cuenta su finca?

1. Pasturas degradadas		9. Cercas vivas multiestrato	
2. Pasturas naturales sin árboles		10. Frutales	
3. Pasturas naturales con baja densidad de árboles		11. Cultivos anuales	
4. Pasturas naturales con alta densidad de árboles		12. Cultivos perennes	
5. Pasturas mejoradas sin árboles		13. Plantaciones forestales	
6. Pasturas mejoradas con baja densidad de árboles		14. Bosque Secundarios y ribereños.	
7. Pasturas mejoradas con alta densidad de árboles		15. Regeneración natural barbechos	
8. Cercas vivas simples		16. Otros	
Cuáles?			

III. PREFERENCIAS Y VISIÓN DEL PRODUCTOR

17. ¿Cuál es el objetivo de tener árboles dentro del potrero?

1. Madera		5. Fuentes de agua	
2. Leña		6. Frutos	
3. Forraje		7. ninguno	
4. Sombra		8. otros	
Cuáles?			

18. ¿Con respecto a los árboles en su finca le gustaría?

1. Incrementar árboles dispersos en potrero.	
2. Incrementar árboles en cercas vivas	
3. Incrementar árboles en bloques	

19. Realice un croquis del estado actual de su finca haciendo énfasis en los potreros y los árboles dentro de estos.

20. ¿Cuáles son las limitaciones que le impiden tener más árboles en potreros en su finca?

Técnicas		Políticas	
1. Exceso de sombra		1. Tramites	
2. Daños provocados por animales		2. Costos de tramites	
3. Lento crecimiento de las especies			
4. Competencia con el pasto			
Sociales		Económicas	
1. Distancia de la vía de acceso		1. Altos costos de extracción	
2. Falta de mano de obra para la extracción		2. Falta de equipo	
		3. Falta de mercado	
Otros?			

21. Como visualiza en el futuro el componente arbóreo de su finca?

1. Árboles dispersos en potrero	
2. Cercas vivas multiestrato	
3. Cercas vivas simples	
Porque.	

IV. MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE ÁRBOLES

22. ¿Cuál es la fuente de los árboles dispersos en potrero?

1. Plantados.		3. Remanente del bosque	
2. Regeneración		4. Otros	
Cuáles?			

23. ¿Cuál es la fuente de las cercas vivas?

1. Plantados.		3. Remanente del bosque	
2. Regeneración		4. Otros	
Cuáles?			

24. ¿Ha aumentado o disminuido (2) la densidad de árboles en su finca con el paso del tiempo?

Aumentado	Disminuido
Por qué?	Por qué?

25. ¿Ha recibido alguna capacitación sobre manejo de árboles en su finca? Si __, No __. En que temas _____.

26. ¿En que han contribuido estas capacitaciones al manejo de su finca? _____.

27. ¿Conoce algunas prácticas de manejo silvicultural de árboles dispersos en potrero y cercas vivas? Si ____ No ____

<p><u>1. Podas:</u> La poda es la práctica de cortar las ramas para producir madera limpia, es decir libre de nudos.</p>	<p><u>4. Control de malezas:</u> Son las prácticas incluyen tareas de desyerbo alrededor de los árboles incluyendo bejucos.</p>
<p><u>2. Raleos:</u> Sen los cortes realizados a un rodal con lo cual se busca reducir el número de árboles para que las raíces y copas de los remanentes cuenten con espacio y alcancen su tamaño comercial rápidamente.</p>	<p><u>5. Fertilización:</u> Es la aplicación de fertilizantes en las concentraciones y contenidos que cada árbol requiera.</p>
<p><u>3. Control de plagas:</u> programa de control de insectos, hongos, bacteria, deficiencias y otras, así como sistemas de protección de plantas en desarrollo Brinzales y Latizales.</p>	<p><u>Otras.</u></p>

28. ¿Hace algún manejo silvicultural al componente arbóreo de su finca? Si__ No__. Con que fin? _____

1. Poda cada 6 meses.		9. Control de plagas más de un año	
2. Poda cada año.		10. Control de malezas cada 6 meses	
3. Poda más de un año.		11. Control de malezas cada año	
4. Raleo cada 6 meses		12. Control de malezas más de un año	
5. Raleo cada año		13. Fertilización cada 6 meses	
6. Raleo más de un año		14. Fertilización cada año	
7. Control de plagas cada 6 meses		15. Fertilización más de un año	
8. Control de plagas cada año			

29. ¿Hace algún manejo silvicultural al componente maderable de su finca? Si__ No__. Con que fin? _____.

1. Poda cada 6 meses.		9. Control de plagas más de un año	
2. Poda cada año.		10. Control de malezas cada 6 meses	
3. Poda más de un año.		11. Control de malezas cada año	
4. Raleo cada 6 meses		12. Control de malezas más de un año	
5. Raleo cada año		13. Fertilización cada 6 meses	
6. Raleo más de un año		14. Fertilización cada año	
7. Control de plagas cada 6 meses		15. Fertilización mas de un año	
8. Control de plagas cada año			

30. ¿Cree que la implementación de prácticas silviculturales de los árboles dispersos en potrero pueden mejorar?.

Criterio		Por qué?
1.Crecimiento		
2. Rendimiento		
3. Valor		
4. Calidad		
5. Otros		

31. ¿Cree que la implementación de prácticas silviculturales de las cercas vivas pueden mejorar?

Criterio		Por qué ?
1.Crecimiento		
2. Rendimiento		
3. Valor		
4. Calidad		
5. Otros		

32. ¿Hace aprovechamiento forestal de árboles existentes en potrero. ? Si _, No _.

33. ¿Hace aprovechamiento forestal de árboles existentes en cercas vivas? Si _, No _.

34. ¿Qué criterios utiliza para estimar el valor de la madera? _____

35. ¿Cuántos árboles aprovecha al año? _____. Para que uso _____.

Especie	Usos de especies aprovechadas						
	1.Madera	2.Leña	3. Postes	4. Finca	5. Poste Vivo	6. Leña	7.Otros
Cuáles?							

36. ¿Cómo vende la madera?

Forma	Cantidad	Precio de Venta (US\$)	Mercado	Observaciones
1. En pie				
2. Troza				
3. Madera				
4. Tablas				
5. Tablones				
6. Postes				
7. Leña				
8. Otros				
Cuáles?				

37. ¿Estaría dispuesto a permitir el manejo silvicultural de los árboles existentes en los potreros de su finca? Si _____ No _____.

Comentarios Finales _____

Nombre del Encuestador.

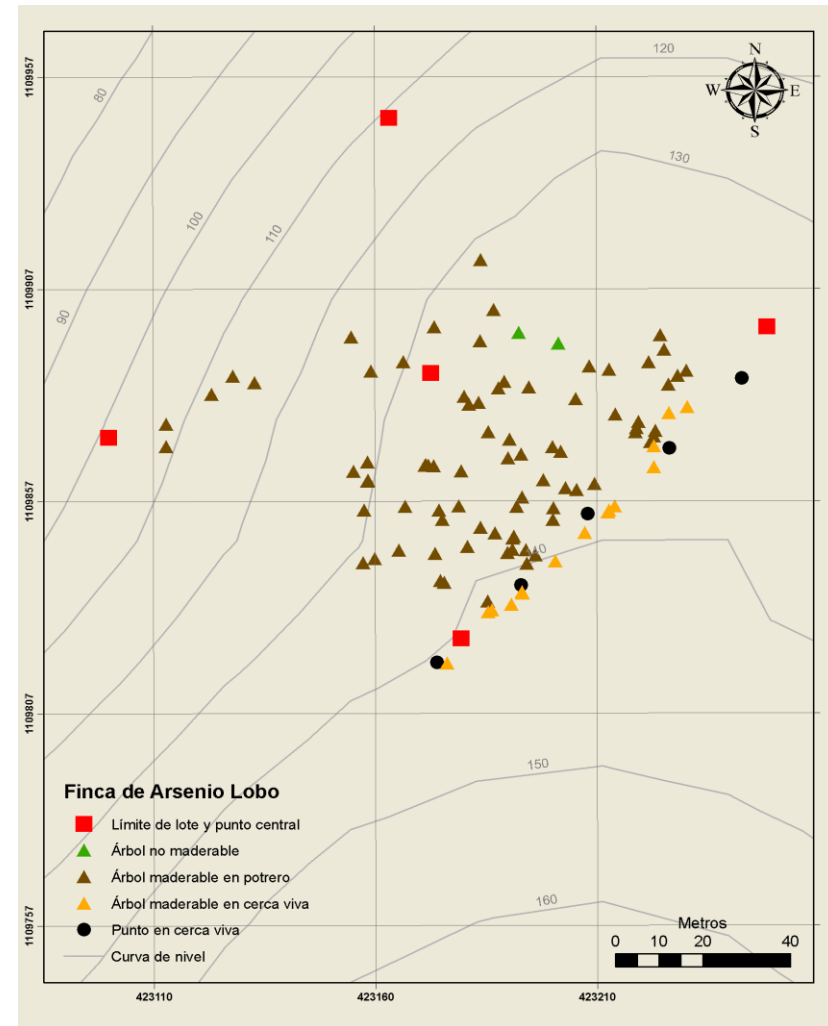
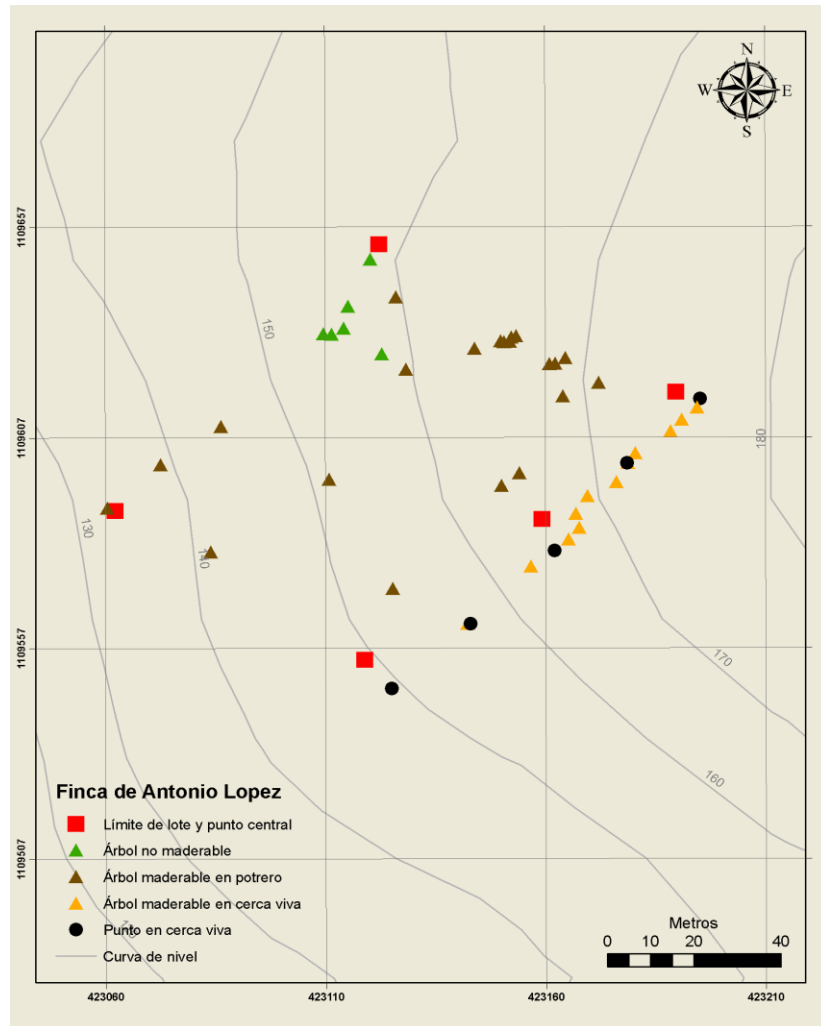
9.2 Anexo 2. Índice de valor de importancia (IVI) – árboles dispersos en potrero

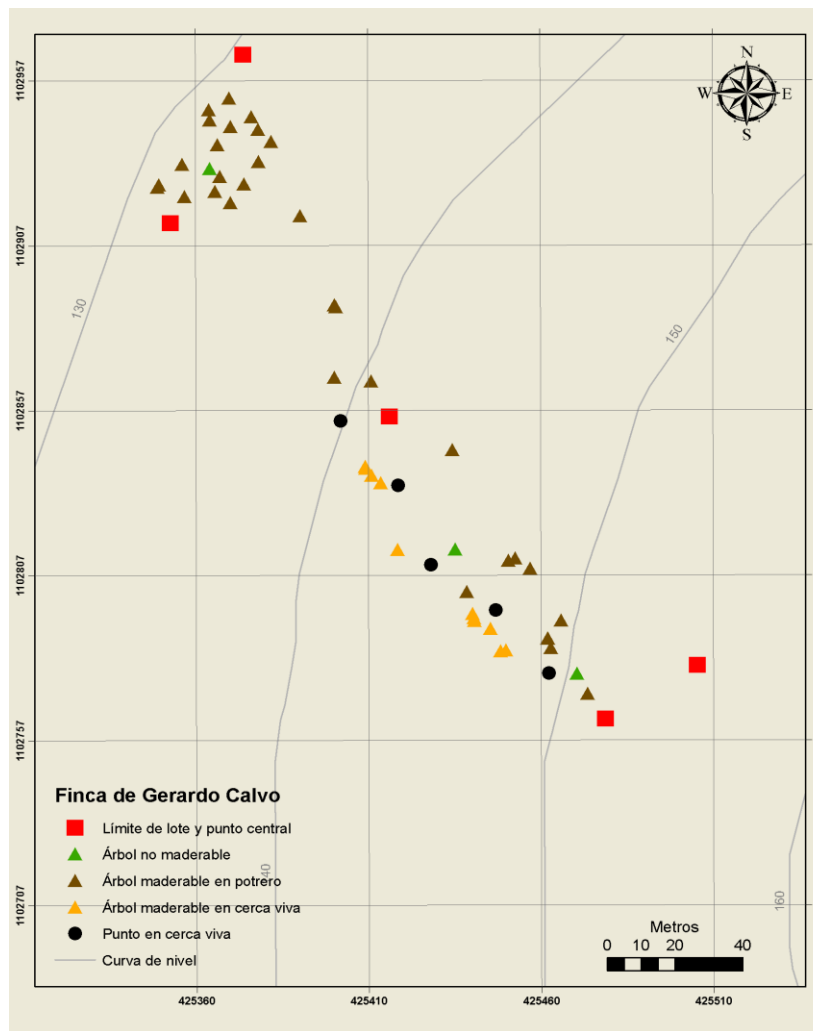
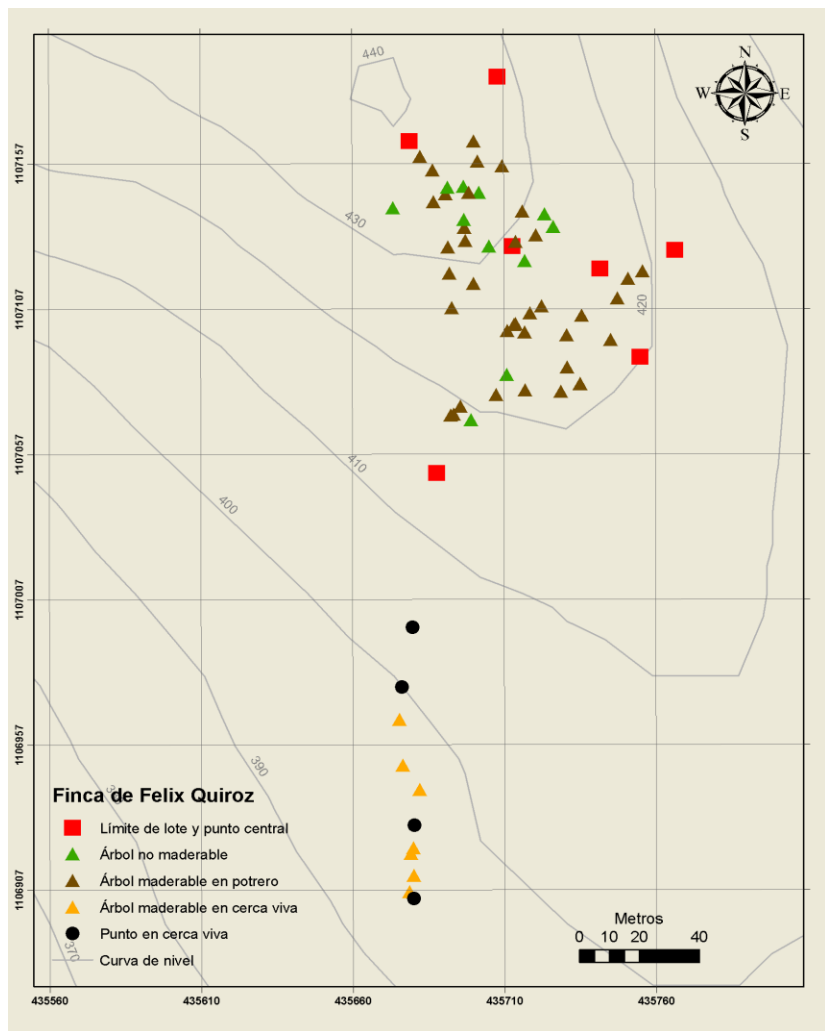
Nº	Nombre científico	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI
1	<i>Tabebuia rosea</i>	18.03	14.61	9.43	14
2	<i>Cordia alliodora</i>	12.02	7.98	10.38	10.1
3	<i>Bombacopsis quinata</i>	12.5	12.54	4.72	9.92
4	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	8.65	12.21	8.49	9.78
5	<i>Myrospermum frutescens</i>	12.5	7.11	3.77	7.79
6	<i>Cedrela odorata</i>	3.85	4.13	6.6	4.86
7	<i>Persea americana</i>	4.33	7.04	2.83	4.73
8	<i>Samanea saman</i>	2.64	4.72	6.6	4.66
9	<i>Dyphisa americana</i>	5.77	2.86	4.72	4.45
10	<i>Acrocomia aculeata</i>	4.57	0	7.55	4.04
11	<i>Mangifera indica</i>	0.24	9.67	0.94	3.62
12	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.44	4.9	2.83	3.06
13	<i>Citrus sinensis</i>	2.16	2.2	1.89	2.08
14	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1.44	1.03	2.83	1.77
15	<i>Bursera simarouba</i>	1.68	0.45	1.89	1.34
16	<i>Pouteria sapota</i>	0.48	1.31	1.89	1.23
17	<i>Ficus spp</i>	0.48	0.95	1.88	1.11
18	<i>Lysiloma divaricatum</i>	0.48	0.87	1.89	1.08
19	<i>Zanthoxylon spp</i>	1.2	0.58	0.94	0.91
20	<i>Gmelina arborea</i>	0.24	0.78	0.94	0.66
21	<i>Gliricidia sepium</i>	0.48	0.54	0.94	0.65
22	<i>Schyzolobium parahyba</i>	0.72	0.26	0.94	0.64
23	<i>Tamarindus indica</i>	0.24	0.71	0.94	0.63
24	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.24	0.69	0.94	0.62
25	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	0.48	0.37	0.94	0.6
26	<i>Tabebuia ochracea</i>	0.24	0.57	0.94	0.58
27	<i>Citrus spp</i>	0.24	0.18	0.94	0.46
28	<i>Anacardium occidentale</i>	0.24	0.16	0.94	0.45
29	<i>Pseudobombax septenatum</i>	0.24	0.12	0.94	0.43
30	<i>Sapindus saponaria</i>	0.24	0.11	0.94	0.43
31	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0.24	0.09	0.94	0.42
32	<i>Dalbergia retusa</i>	0.24	0.08	0.94	0.42
33	<i>Cecropia spp</i>	0.24	0.06	0.94	0.41
34	<i>Brosimum alicastrum</i>	0.24	0.04	0.94	0.41
35	<i>Spondias mombin</i>	0.24	0.04	0.94	0.41
36	<i>Crescentia alata</i>	0.24	0.01	0.94	0.4
37	<i>Terminalia oblonga</i>	0.24	0.01	0.94	0.4
38	<i>Vernonia patens</i>	0.24	0	0.94	0.39

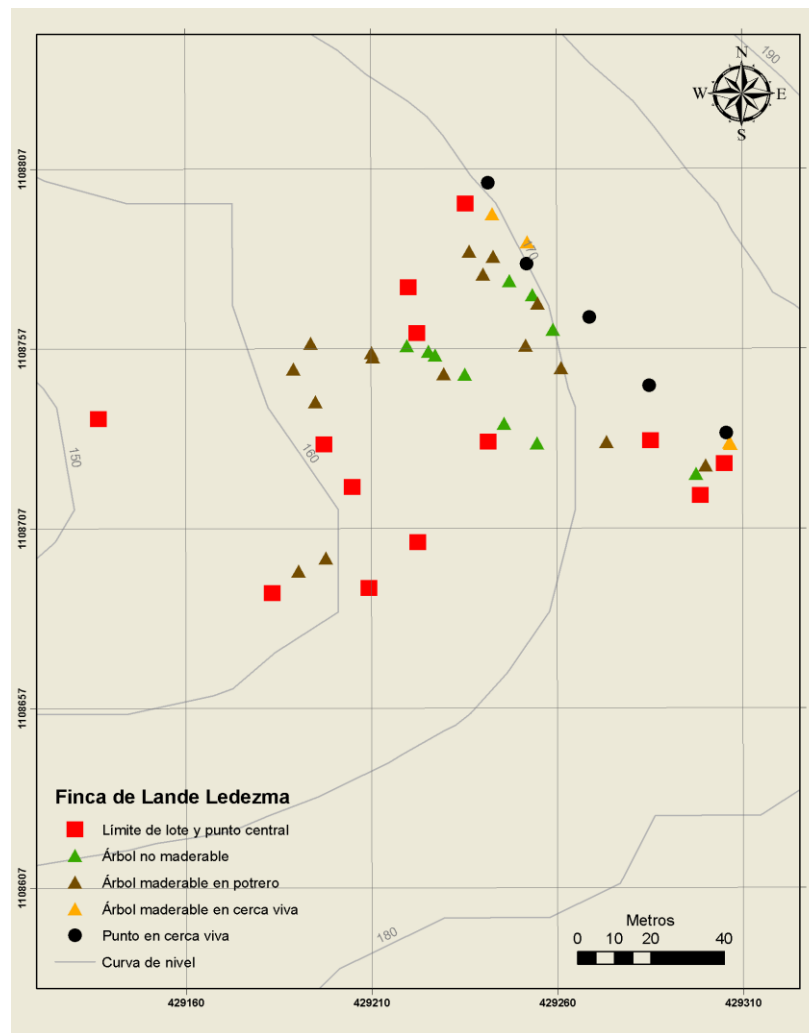
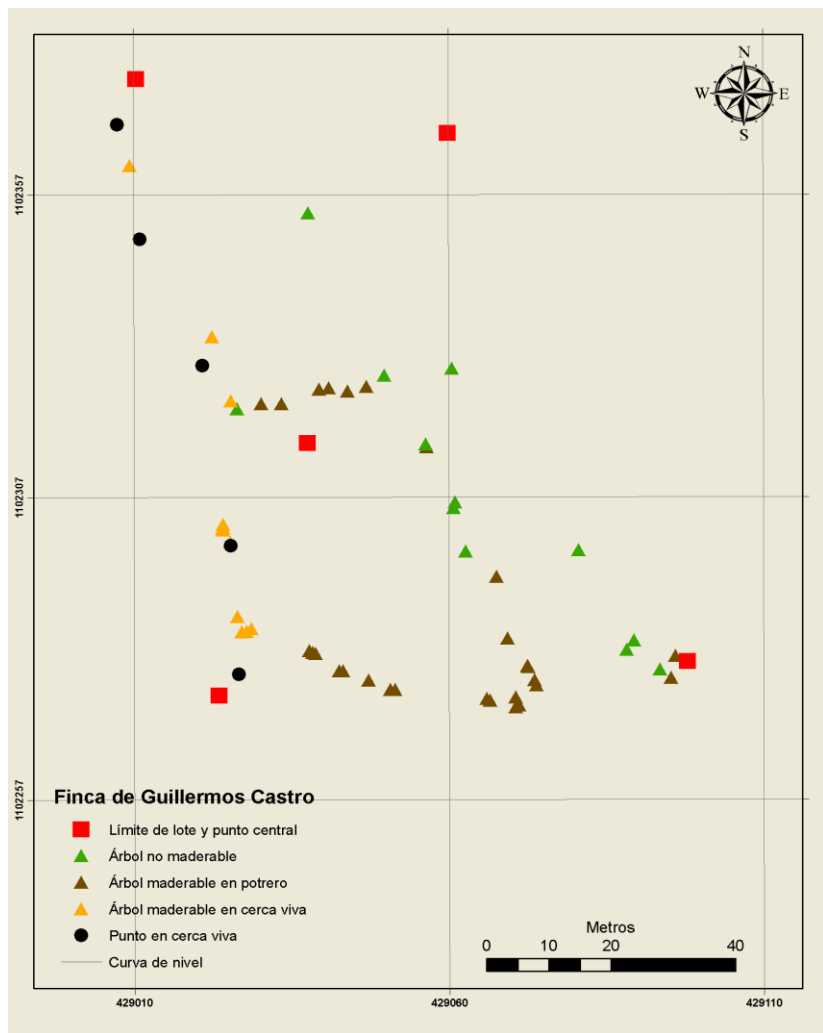
9.3 Anexo 3. Regeneración natural árboles dispersos en potrero

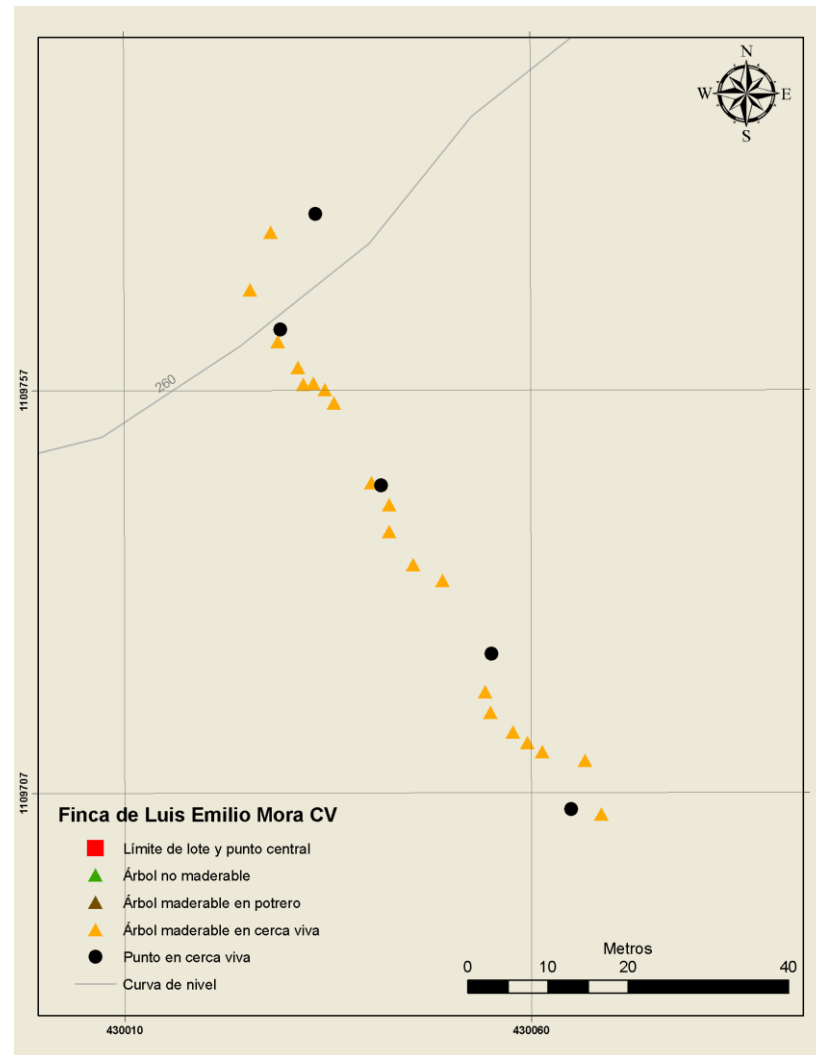
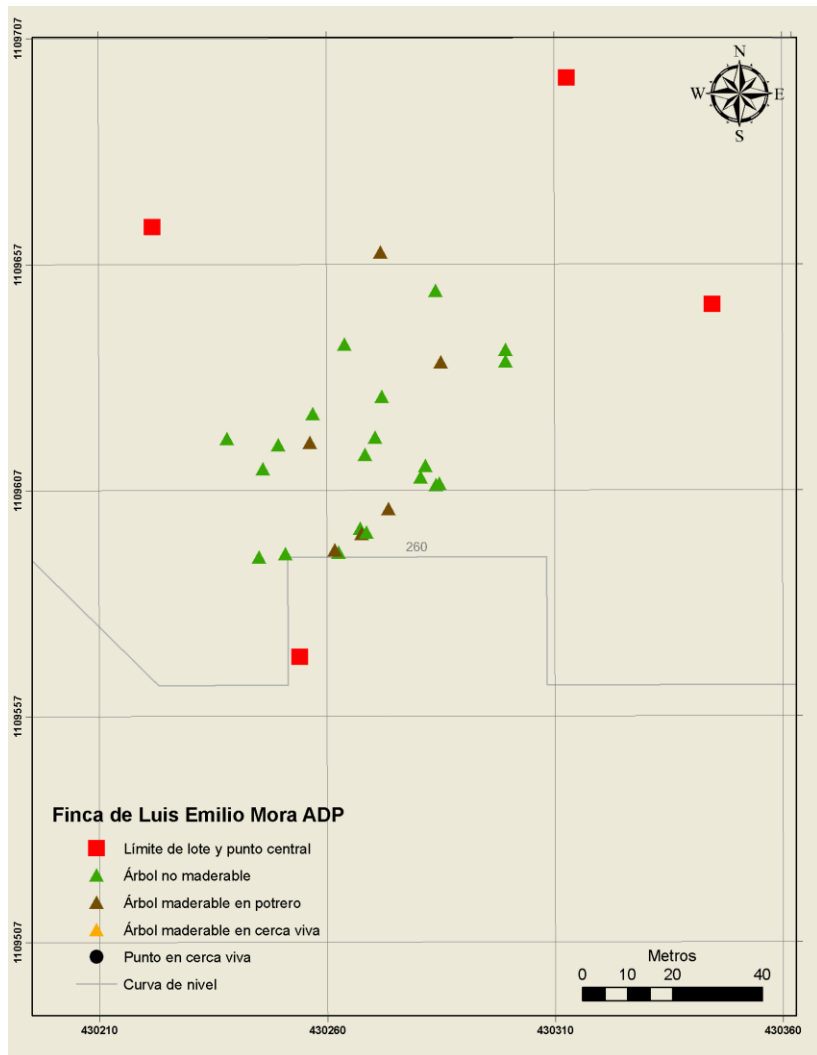
Brinzales			Latizales		
Nombre científico	Abundancia total N° Individuos	Abundancia relativa (%) de individuos	Nombre científico	Abundancia total N° Individuos	Abundancia relativa (%) de individuos
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	503	34.57	<i>Tabebuia rosea</i>	57	41.01
<i>Myrospermum frutescens</i>	406	27.9	<i>Myrospermum frutescens</i>	19	13.67
<i>Tabebuia rosea</i>	122	8.38	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	16	11.51
<i>Tabebuia ochracea</i>	84	5.77	<i>Zanthoxylon spp</i>	9	6.47
<i>Gliricidia sepium</i>	78	5.36	<i>Tabebuia ochracea</i>	6	4.32
<i>Cordia alliodora</i>	71	4.88	<i>Cordia alliodora</i>	5	3.6
<i>Anacardium excelsum</i>	43	2.96	<i>Cedrela odorata</i>	4	2.88
<i>Samanea saman</i>	35	2.41	<i>Dyphisa americana</i>	4	2.88
<i>Hymenaea courbaril</i>	32	2.2	<i>Gliricidia sepium</i>	3	2.16
<i>Zanthoxylon spp</i>	20	1.37	<i>Prunus amygdalus</i>	3	2.16
<i>Dyphisa americana</i>	14	0.96	<i>Astronium graveolens</i>	2	1.44
<i>Cedrela odorata</i>	9	0.62	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	1.44
<i>Schyzolobium parahyba</i>	6	0.41	<i>Cerasus avium</i>	2	1.44
<i>Albizia guachapele</i>	5	0.34	<i>Schyzolobium parahyba</i>	2	1.44
<i>Cerasus avium</i>	5	0.34	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	1.44
<i>Calophyllum brasiliense</i>	4	0.27	<i>Anacardium excelsum</i>	1	0.72
<i>Prunus amygdalus</i>	4	0.27	<i>Hymenaea courbaril</i>	1	0.72
<i>Byrsonima crassifolia</i>	3	0.21	<i>Samanea saman</i>	1	0.72
<i>Cecropia spp</i>	3	0.21	<i>Albizia guachapele</i>	0	0
<i>Swietenia macrophylla</i>	3	0.21	<i>Byrsonima crassifolia</i>	0	0
<i>Astronium graveolens</i>	2	0.14	<i>Calatola costaricensis</i>	0	0
<i>Calatola costaricensis</i>	2	0.14	<i>Calophyllum brasiliense</i>	0	0
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.07	<i>Cecropia spp</i>	0	0

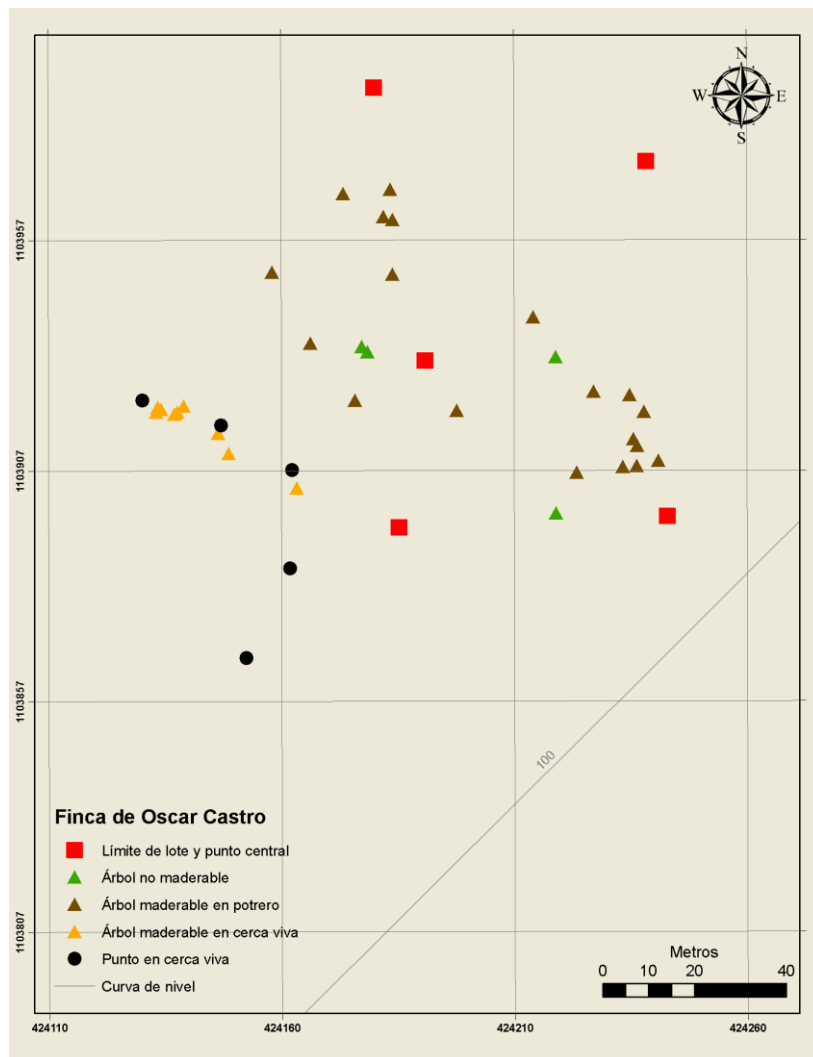
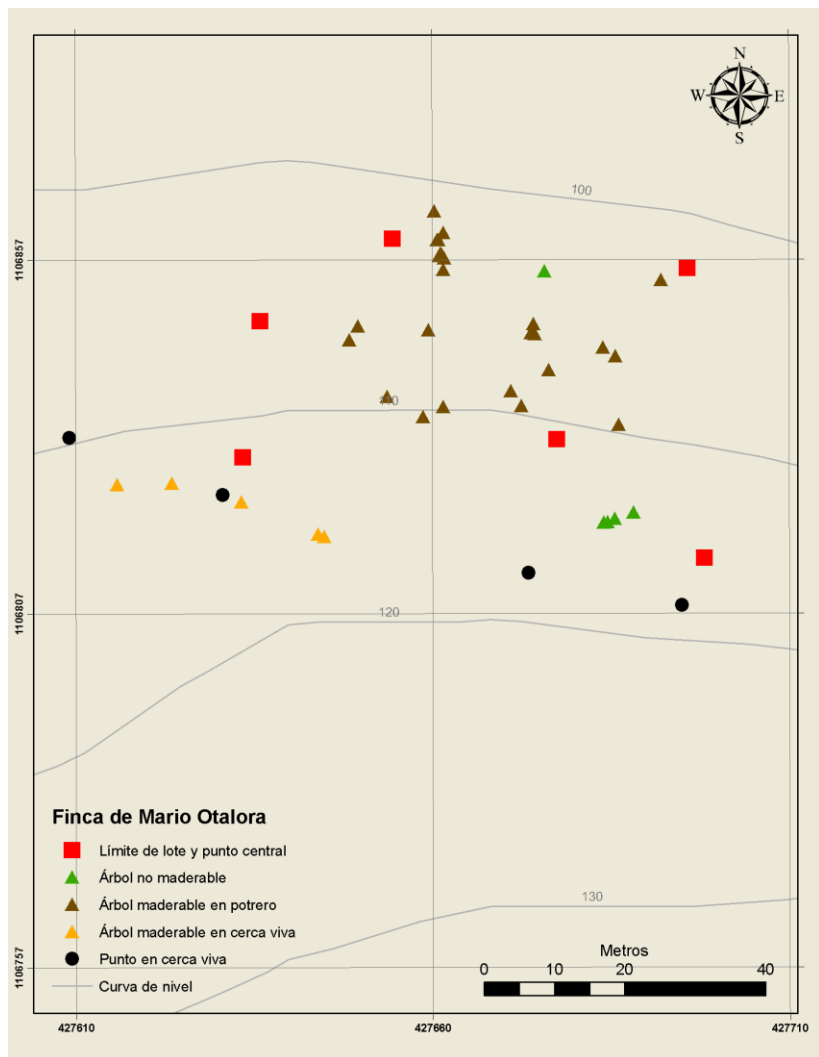
9.4 Anexo 4. Mapas de distribución de árboles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.

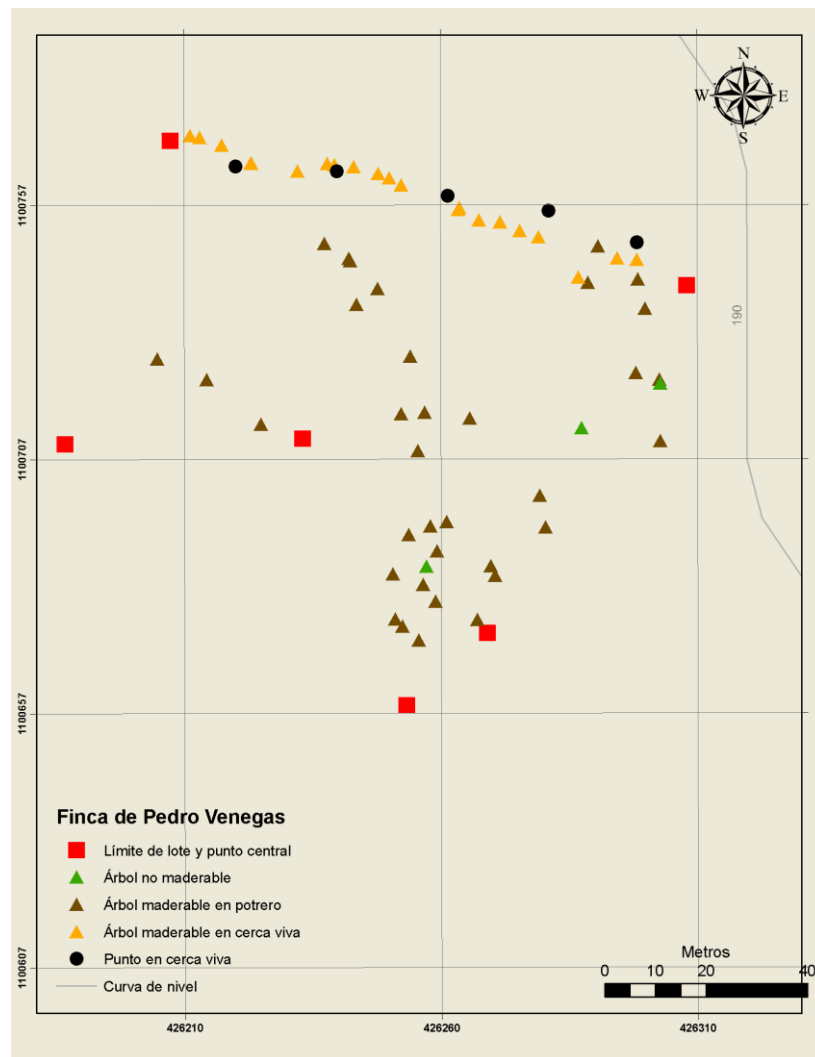
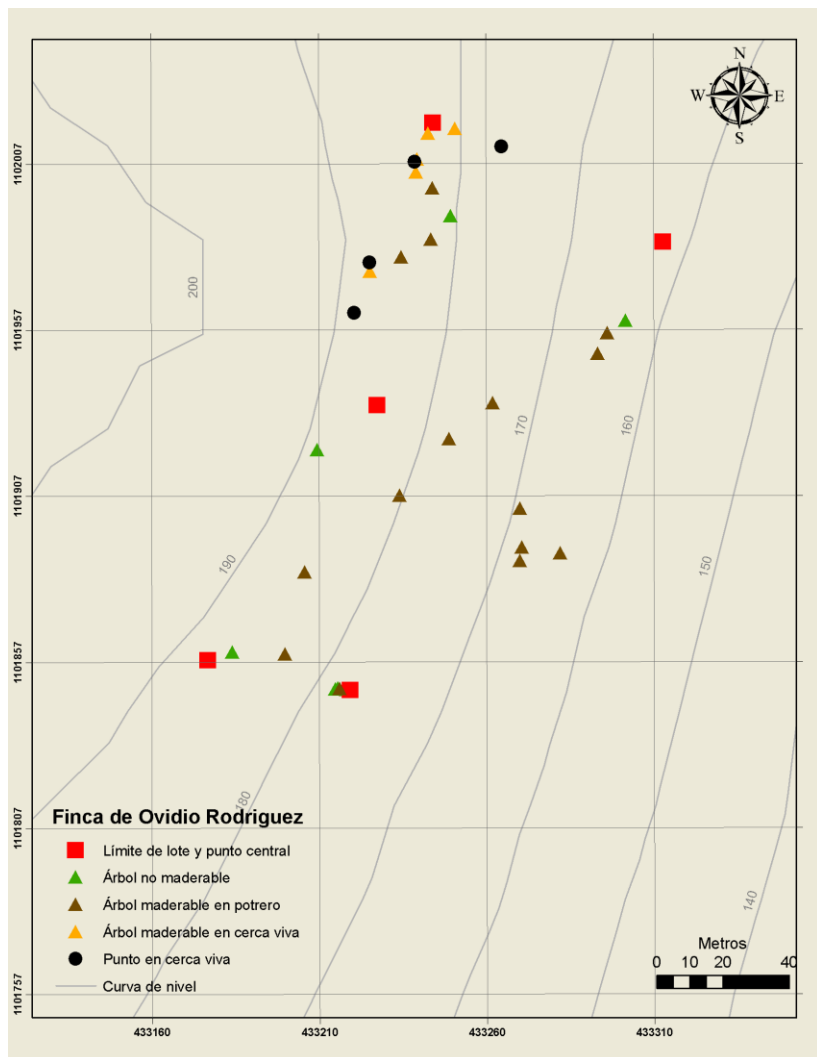


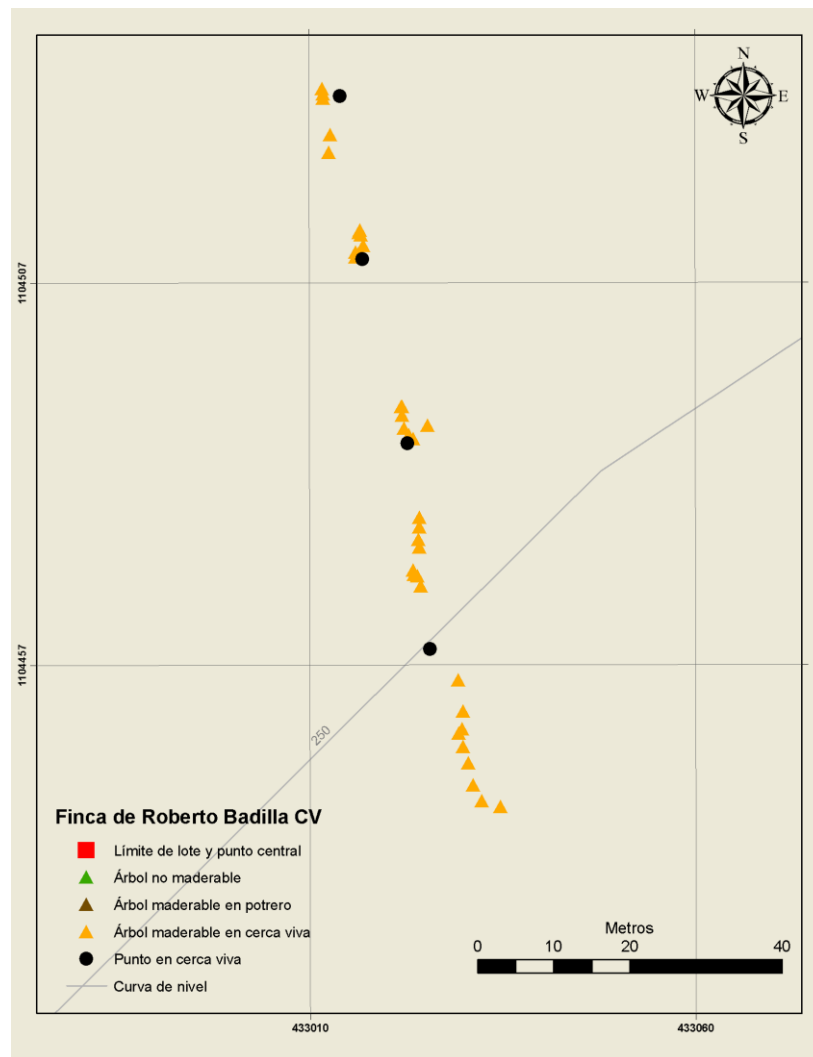
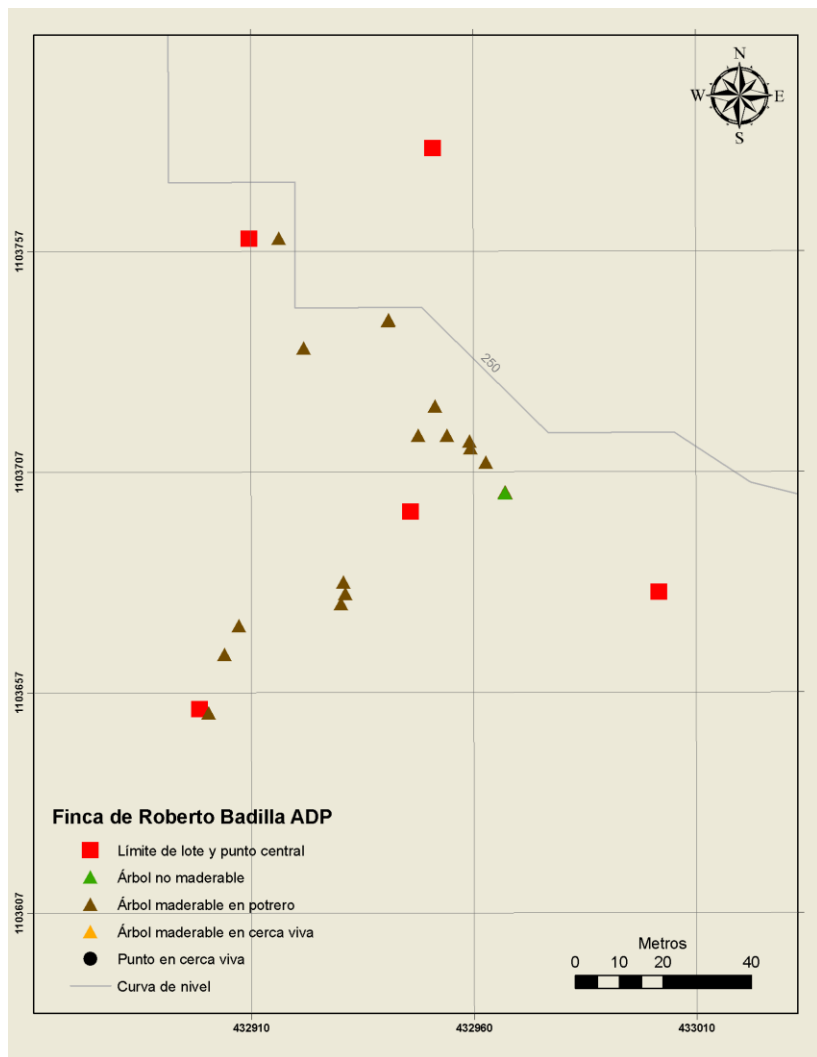












9.5 Anexo 5. Índice de valor de importancia - IVI cercas vivas

Nº	Nombre científico	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI
1	<i>Bursera simarouba</i>	57.14	24.23	19.30	33.56
2	<i>Bombacopsis quinata</i>	10.13	32.92	8.77	17.27
3	<i>Tabebuia rosea</i>	3.90	5.08	7.02	5.33
4	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.04	9.38	5.26	5.23
5	<i>Cordia alliodora</i>	2.86	3.89	8.77	5.17
6	<i>Swietenia macrophylla</i>	5.45	6.46	3.51	5.14
7	<i>Samanea saman</i>	5.45	2.85	5.26	4.52
8	<i>Myrospermum frutescens</i>	2.34	4.54	5.26	4.05
9	<i>Cedrela odorata</i>	1.30	1.97	7.02	3.43
10	<i>Cassia spp</i>	3.12	2.68	1.75	2.52
11	<i>Khaya senegalensis</i>	1.82	1.32	1.75	1.63
12	<i>Ficus spp</i>	0.78	1.12	1.75	1.22
13	<i>Anacardium occidentale</i>	1.30	0.52	1.75	1.19
14	<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.26	0.62	1.75	0.88
15	<i>Zanthoxylon spp</i>	0.26	0.51	1.75	0.84
16	<i>Lonchocarpus costaricensis</i>	0.26	0.41	1.75	0.81
17	<i>Nephelium lappaceum</i>	0.26	0.38	1.75	0.80
18	<i>Spondias mombin</i>	0.26	0.30	1.75	0.77
19	<i>Gliricidia sepium</i>	0.26	0.25	1.75	0.75
20	<i>Citrus sinensis</i>	0.26	0.21	1.75	0.74
21	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	0.26	0.11	1.75	0.71
22	<i>Cecropia spp</i>	0.26	0.08	1.75	0.70
23	<i>Miconia ssp</i>	0.26	0.05	1.75	0.69
24	<i>Annona muricata</i>	0.26	0.05	1.75	0.69
25	<i>Sapindus saponaria</i>	0.26	0.05	1.75	0.69
26	<i>Acrocomia aculeata</i>	0.26	0.00	1.75	0.67

9.6 Anexo 6. Regeneración natural - cercas vivas

Latizales		
Nombre científico	Abundancia total N° Individuos	Abundancia relativa(%) de individuos
<i>Jatropha Curcas</i>	190	44.29
<i>Dracaena spp</i>	114	26.57
<i>Bursera simarouba</i>	80	18.65
<i>Tectona grandis</i>	15	3.5
<i>Bombacopsis quinata</i>	5	1.17
<i>Spondias mombin</i>	4	0.93
<i>Zanthoxylon spp</i>	4	0.93
<i>Codiaeum variegatum</i>	3	0.7
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	0.7
<i>Sapindus saponaria</i>	3	0.7
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.23
<i>Dyphisa americana</i>	1	0.23
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.23
<i>Crescentia alata</i>	1	0.23
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.23
<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.23
<i>Acrocomia aculeata</i>	1	0.23
<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.23