

TIPIFICACION DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN DOS FINCAS DE LA  
PARTE BAJA DE LA CUENCA RIO LA VIEJA – MUNICIPIOS DE MONTENEGRO  
Y QUIMBAYA, DEPARTAMENTO DEL QUINDIO

RUBEN DARIO GAMBOA ORTEGA  
JESUS GEOVANY SOLARTE GUERRERO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL  
PASTO- COLOMBIA  
2007

TIPIFICACION DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN DOS FINCAS DE LA  
PARTE BAJA DE LA CUENCA RIO LA VIEJA – MUNICIPIOS DE MONTENEGRO  
Y QUIMBAYA, DEPARTAMENTO DEL QUINDIO

RUBEN DARIO GAMBOA  
JESUS GEOVANY SOLARTE

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Agroforestal

Presidente de Tesis.  
JUAN CARLOS CAMARGO Ph. D.

Co-Presidente de Tesis  
JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA Ph. D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL  
PASTO- COLOMBIA  
2007

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1º del acuerdo 324 de octubre 11 de 1996, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**JUAN CARLOS CAMARGO I. Ab. Ph.D**  
Presidente de Tesis

---

**JORGE FERNANDO NAVIA E. I. A. Ph.D**  
Co – presidente de Tesis

---

**HUGO FERNEY LEONEL I. F. M. Sc.**  
Jurado Delegado.

---

**GLORIA CRISTINA LUNA C. I.A. M.Sc.**  
Jurado

---

**JORGE VELEZ LOZANO I.AF. M. Sc.**  
Jurado

San Juan de Pasto , noviembre 7 de 2007.

***Dedico a:***

A Dios por haber permitido en mi la perseverancia y por haber logrado así este triunfo como bendición.

A mis padres Alvaro y Carmen por creer en mi y por su apoyo incondicional tanto económico como moral.

A mis hermanos Alvaro y Jhon por estar presentes cuando más los necesité.

A Vanesa por convertirse en mi fuerza y estar presente en los momentos más difíciles.

***JESUS GEOVANNY SOLARTE G.***

***Dedico a:***

A Dios por ser mi compañero y mi guía,  
por escuchar cada una de mis plegarias.

A mis padres Eduardo y Miriam por su gran  
apoyo incondicional por cada uno de sus  
esfuerzos y por hacer tuyas mis tristezas  
y alegrías. Gracias por creer en mí siempre.

A mis hermanos James, Fabian y Lina por compartir  
cada uno de mis sueños, por estar siempre  
ahí y por ese cariño inmenso que se manifiesta  
en cada sonrisa y en ese lindo convivir.

A la señora Erlinda por el apoyo brindado durante  
el transcurso de mi carrera, haber compartido cada  
uno de mis sueños y hacer parte de mi vida.  
Nunca lo olvidaré.

***RUBEN DARIO GAMBOA O.***

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al Grupo de Investigación en **Gestión de Agroecosistemas Tropicales Andinos** (GATA) por brindarnos la oportunidad de participar dentro del proyecto "Estrategias para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con árboles maderables en el eje cafetero de Colombia".

Al Ingeniero Ambiental y docente de la Universidad Tecnológica de Pereira JUAN CARLOS CAMARGO GARCIA Ph.D. en Ciencias Forestales por su orientación, asesoramiento, colaboración, apoyo y paciencia durante la investigación y realización de este proyecto.

Al Ingeniero Agrónomo y docente de la Universidad de Nariño JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA. Ph.D. en Suelos por su disposición, asesoramiento, colaboración y apoyo durante esta investigación.

A HUGO FERNEY LEONEL, DIEGO MUÑOZ GUERRERO y CRISTINA LUNA CABRERA, JURADO docentes de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas de la UDENAR por la asesoría prestada en la investigación.

Cabe destacar y agradecer de una manera muy especial al Ingeniero Ambiental GUSTAVO CARDONA M.Sc en Sistemas de Información Geográfica (SIG), por brindarnos su apoyo y colaboración desinteresada, haciendo posible que este trabajo se realizará.

Al Ingeniero Agroforestal JAVIER LEON GUEVARA MSc en agroforestería, por brindarnos su apoyo y colaboración desinteresada en esta investigación.

ALBA LUCY PEÑAFIEL. I. A. Secretaria de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

ALVARO CASTILLO MARIN I.A., Esp. Secretario General Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

Y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización y culminación del presente trabajo.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	20
2. MARCO TEORICO	22
2.1. Definición de Sistema	22
2.1.1 Estructura de un sistema	22
2.1.2. Función de un sistema	23
2.1.3. Diagramas de Hart	24
2.2. Sistema de producción	24
2.2.1. Clasificación de los sistemas de producción	25
2.2.1.1. Sistemas de producción agropecuaria	25
2.2.1.2. Sistema agrícola	25
2.2.1.3. Sistema pecuario	25
2.2.1.4. Sistema forestal	25
2.2.1.5. Sistema agroforestal	26
2.3. Agroforestería	26
2.3.1. La agroforestería como sistema	27
2.3.2. Clasificación de los sistemas agroforestales	27
2.3.2.1. Árboles en cultivos	27
2.3.2.2 Cercos vivos	28
2.3.2.3 Sistemas silvopastoriles	28
2.4. Definición de caracterización	28
2.5. Estudios de tipificación	29
2.5. Planificación agroforestal de fincas (PAF)	30
2.5.1. El diagnóstico	31
2.5.1.1. Diagnóstico biofísico	31
2.5.1.2 Diagnóstico agroforestal	31



2.5.1.3 Diagnóstico social y económico	31
3. DISEÑO METODOLOGICO	33
3.1. Localización	33
3.2. Flujograma metodológico	35
3.3. Revisión de fuentes secundarias	35
3.4. Metodología por objetivo	36
3.4.1. Identificación de los sistemas de producción	36
3.4.2. Priorización de los sistemas de producción identificados SAFS	36
3.5. Función y estructura de los sistemas agroforestales	36
3.5.1. Diagnóstico biofísico	37
3.5.2. Diagnóstico socioeconómico	37
3.5.3. Diagnóstico agroforestal	38
3.6. Diagrama de Hart	38
3.7. Diseño y opción agroforestal a proponer	42
4. RESULTADOS Y DISCUSION	43
4.1. Finca Nápoles	43
4.1.1. Reseña histórica	43
4.1.2. Diagnóstico biofísico	43
4.1.2.1. Suelos	43
4.1.2.2 Cobertura y uso del suelo – Año 2005 – 2007	44
4.1.3. Sistemas de producción	45
4.1.4. Diagnóstico socioeconómico	49
4.1.5. Priorización de los sistemas de producción SAFS	50
4.1.6. Sistema silvoagrícola: Yuca <i>Manihot esculenta</i> /especies arbóreas	50
4.1.6.1. Interacciones en el sistema silvoagrícola	51
4.1.6.2. Composición florística del sistema silvoagrícola	54
4.1.6.3. Estructura horizontal del sistema silvoagrícola	55
4.1.6.4. Estructura vertical del sistema silvoagrícola	56
4.1.7. Sistema silvopastoril 1: Árboles dispersos/ganado	57
4.1.7.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 1	58

4.1.7.2. Composición florística del sistema silvopastoril 1	62
4.1.7.3. Estructura horizontal del sistema silvopastoril 1	63
4.1.7.4. Estructura vertical del sistema silvopastoril 1	64
4.1.8. Sistema silvopastoril 2. Árboles maderables y forrajeros/ganado	65
4.1.8.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 2	66
4.1.8.2. Composición florística del sistema silvopastoril 2	70
4.1.8.3. Organización horizontal del sistema silvopastoril 2	71
4.1.8.4. Estructura vertical del sistema silvopastoril 2	72
4.1.9. Sistema silvopastoril 3. Guayaba <i>Psidium guajava</i> /ganado	73
4.1.9.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 3	74
4.1.10. Sistema silvopastoril 4. Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> /ganado	75
4.1.10.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 4	76
4.2. Finca Veraguas	79
4.2.1. Reseña histórica	79
4.2.2. Diagnóstico biofísico	79
4.2.2.1. Suelos	79
4.2.2.2. Usos y cobertura del suelo	80
4.2.3. Sistemas de producción	83
4.2.4. Diagnóstico socioeconómico	84
4.2.5. Sistemas silvopastoril: Cercas vivas de Matarratón	
<i>Gliricidia sepium</i> /ganado	85
4.2.5.1. Interacciones en el sistema silvopastoril Cercas vivas de Matarratón	
<i>Gliricidia sepium</i> /ganado	86
4.3. Diseño y alternativa agroforestal	89
4.3.1. Análisis de especies de preferencia para el productor - Finca Nápoles.	89
4.3.2. Diseños alternativos	92
4.3.2.1. Sistema silvoagrícola: Yuca <i>Manihot esculenta</i> /especies arbóreas	92
4.3.2.2. Sistema silvopastoril 2. Árboles maderables y forrajeros/ganado	94
4.3.2.3. Sistema silvopastoril 3. Guayaba <i>Psidium guajava</i> /ganado	96
4.3.2.4. Sistema silvopastoril 4. Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> /ganado	96

5. CONCLUSIONES	99
6. RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFIA	101

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Cobertura y uso del suelo – Finca Nápoles	44
Cuadro 2. Nivel social de participación – Finca Nápoles	49
Cuadro 3. Composición florística del sistema silvoagrícola: Yuca <i>Manihot esculenta</i> /especies arbóreas. Finca Nápoles	54
Cuadro 4. Distribución por alturas del sistema silvoagrícola: Yuca <i>Manihot esculenta</i> /especies arbóreas. Finca Nápoles	56
Cuadro 5. Composición florística del sistema silvopastoril 1: Árboles dispersos/ganado. Finca Nápoles	62
Cuadro 6. Distribución por alturas del sistema silvopastoril 1: Árboles dispersos/ganado. Finca Nápoles	64
Cuadro 7. Composición florística del sistema silvopastoril 2: Árboles maderables y forrajeros/ganado. Finca Nápoles	70
Cuadro 8. Distribución por alturas del sistema silvopastoril 2: Árboles maderables y forrajeros/ganado. Finca Nápoles	72
Cuadro 9. Nivel social de participación – Finca Veraguas 2007	84
Cuadro 10. Nivel de ingresos mensuales – Finca Veraguas 2007	85

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama de Hart	24
Figura 2. Localización de la zona – 2007	34
Figura 3. Esquema del diseño metodológico	35
Figura 4. Clasificación de los sistemas de producción - Nápoles 2007	45
Figura 5. Cobertura y uso del suelo - Nápoles 2005	46
Figura 6. Cobertura y uso actual del suelo – Nápoles 2007	47
Figura 7. Clasificación de los sistemas de producción de acuerdo al uso de suelo – Nápoles 2007	48
Figura 8. Sistema silvoagrícola: Yuca <i>Manihot esculenta</i> / especies arbóreas. Finca Nápoles	51
Figura 9. Diagrama de las interacciones del sistema silvoagrícola	52
Figura 10. Distribución de familias por géneros en el sistema silvoagrícola	55
Figura 11. Índice de valor de importancia de las leñosas perennes en el sistema silvoagrícola	56
Figura 12. Danserograma del sistema silvoagrícola	57
Figura 13. Sistema silvopastoril 1: Árboles dispersos/ganado	58
Figura 14. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 1	59
Figura 15. Distribución de familias por géneros en el sistema silvopastoril 1	63
Figura 16. Índice de valor de importancia de las leñosas perennes en el sistema silvopastoril 1	64
Figura 17. Danserograma del sistema silvopastoril 1	65

Figura 18. Sistema silvopastoril 2: Árboles maderables y forrajeros/ganado	66
Figura 19. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 2	67
Figura 20. Distribución de familias por géneros en el sistema silvopastoril 2	70
Figura 21. Índice de valor de importancia de las leñosas perennes en el sistema silvopastoril 2	71
Figura 22. Danserograma del sistema silvopastoril 2	72
Figura 23. Sistema silvopastoril 3: Guayaba <i>Psidium guajava</i> /ganado	73
Figura 24. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 3	74
Figura 25. Sistema silvopastoril 4: Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> /ganado	76
Figura 26. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 4	77
Figura 27. Uso y cobertura del suelo – Veraguas 2004	81
Figura 28. Uso y cobertura del suelo – Veraguas 2007	82
Figura 29. Clasificación de los sistemas de producción – Veraguas 2007	83
Figura 30. Sistemas silvopastoril: cercas vivas de Matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> )/ganado	86
Figura 31. Diagrama de las interacciones del sistema: Cercas vivas de Matarratón <i>Gliricidia sepium</i> /ganado	87
Figura 32. Sistema agroforestal a proponer: Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> , especies maderables: Teca <i>Tectona grandis</i> , Nogal <i>Cordia alliodora</i>	93
Figura 33. Sistema agroforestal a proponer: Especies maderables: Tambor <i>Schizolobium parahyba</i> , Nogal <i>Cordia alliodora</i> , Especies forrajeras: Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> y Matarratón <i>Gliricidia sepium</i>	95
Figura 34. Sistema agroforestal a proponer: Especies forrajeras: Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> y Matarratón <i>Gliricidia sepium</i>	97

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág</b>
Anexo 1. Encuesta dirigida a los productores para la identificación de los sistemas de producción y caracterización de los sistemas agroforestales	104
Anexo 2. Formulario para la toma de datos de estructura de sistemas agroforestales	107
Anexo 3. Sistemas de producción – Nápoles 2007	108
Anexo 4. Interacciones entre los componentes del sistema silvoagrícola: yuca <i>Manihot esculenta</i> / especies arbóreas. Finca Nápoles	110
Anexo 5. Estructura horizontal del sistema silvoagrícola: yuca <i>Manihot esculenta</i> /especies arbóreas	111
Anexo 6. Interacciones entre los componentes de los sistemas silvopastoriles: árboles maderables – árboles forrajeros - frutal – suelo – cerca - pasto – ganado. Finca Nápoles	112
Anexo 7. Estructura horizontal del sistema silvopastoril 1: árboles dispersos/ganado	114
Anexo 8. Estructura horizontal del sistema silvopastoril 2. Árboles maderables y forrajeros/ganado	115
Anexo 9. Sistemas de producción –Veraguas 2007	116
Anexo 10. Interacciones entre los componentes del sistema silvopastoril: cercas vivas de matarratón <i>Gliricidia sepium</i> /ganado	117

## GLOSARIO

**ABUNDANCIA.** Número total de individuos presentes en la muestra.

**ADMINISTRACIÓN.** Parte organizativa y decisoria de la finca.

**AREA BASAL.** Es la superficie de una sección transversal de tallo o de tronco del individuo a determinada altura del suelo, se toma como referente el diámetro normal (DN) tomado a 1.30 m y se expresa en centímetros o metros cuadrados de material vegetal por unidad de superficie de terreno. Se utiliza para estimar la dominancia de las especies

**CARACTERIZACION.** Proceso mediante el cual se determinan elementos diferenciadores de los sistemas productivos, que deben ser expresados en modelos y por lo tanto dar cuenta de una funcionalidad.

**COMPONENTES.** Son las partes que lo componen y lo configuran. Pueden estar dentro del sistema o fuera de él, pero dentro de sus límites, los elementos del sistema son: elementos físicos, biológicos y socioeconómicos.

**COMPOSICION FLORISTICA.** Lista numerada de especies de una comunidad vegetal.

**DAP** (diámetro a la altura del pecho). Medida del porte de los árboles más usadas, aproximadamente a 1.30 m de la base del árbol.

**DOMINANCIA.** Grado del predominio o prevalencia de los individuos de una especie que compiten por recursos limitados para suplir las necesidades vitales, está determinada por el número de individuos y por su pasividad

**ESTRUCTURA.** Está dada por el número, tipo y la interacción entre componentes. El número de componentes influye sobre la simplicidad o complejidad de los sistemas.

**ESTRUCTURA VERTICAL.** Distribución de las especies en capas o estratos.

**FRECUENCIA.** Se refiere a la uniformidad o regularidad con que las plantas de una especie se distribuyen dentro de una comunidad.

**FUNCIÓN.** Se define en términos y procesos y está relacionada con la recepción de entradas y la producción de salidas. La función como proceso puede caracterizarse aplicando criterios de productividad, eficiencia y variabilidad.



**INVENTARIO FLORISTICO.** Cuantificación de la existencia de un bosque por medio de algunas técnicas de recolección de información acompañados de un dispositivo estadístico conceptual.

**LÍMITES.** Bordes físicos del conjunto. Son los que ubican o definen el sistema y pueden ser de tipo espacial (área del sistema o localización) y del tipo temporal (tiempo de un ciclo de producción de un sistema o tiempo de estudio de un sistema de producción).

**SISTEMA.** Es cualquier conjunto de elementos o componentes relacionados que interactúan entre sí o en arreglo de cosas unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad.

**SISTEMA AGROFORESTAL.** Son aquellos sistemas que involucran actividades agrícolas, pecuarias y forestales (especies agrícolas, permanentes, semipermanentes o temporales), destinados a la producción del suelo, producción de alimentos para el autoconsumo y en algunos casos excedentes para la comercialización.

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en las fincas: **Nápoles** ubicada a 4°32'42,7" Latitud Norte y 75°49'47,8" Longitud Oeste de la vereda Calle Larga, municipio de Montenegro y **Veraguas** ubicada a 4°34'69,1" Latitud Norte y 75°51'03.2" Longitud Oeste de la vereda El Gigante, municipio de Quimbaya, departamento del Quindío.

La metodología se desarrolló teniendo en cuenta información secundaria suministrada por el Grupo de Investigación en Gestión de Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA); luego, se realizó un reconocimiento de cada finca donde se identificaron los sistemas de producción y mediante el Diagnóstico y Diseño agroforestal (D&D) se determinó la función y estructura de los sistemas agroforestales. Posteriormente, se elaboró una encuesta semiestructurada donde se obtuvieron datos de cultivos y especies leñosas; además de información complementaria de tipo biofísico, socioeconómico y agroforestal necesarios para el conocimiento de los sistemas agroforestales.

Las fincas se caracterizan por ser comerciables. Sus principales sistemas de producción son la *Guadua angustifolia Kunt* y los sistemas silvopastoriles representados por las especies de mayor peso ecológico como *Leucaena leucocephala*, *Schizolobium parahyba*, *Spathodea campanulatha*, *Psidium guajava* y *Gliricidia sepium*.

La economía de las fincas se basa en la venta de *Guadua angustifolia Kunt*, leche y ganado que se vende dentro y fuera del país.

Por último se plantearon diseños y alternativas de manejo para sistemas silvopastoriles con la introducción de árboles maderables de gran importancia comercial como *Tectona grandis*, *Cordia alliodora* y *Schizolobium parahyba*; y especies forrajeras como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* para suplemento alimenticio del ganado.

## SUMMARY

The present study was carried out in the properties: Nápoles located at 4°32'42,7 " North Latitude and 75°49'47,8 " Length West of the sidewalk Remains silent Long, municipality of Montenegro and Veraguas located at 4°34'69,1 " North Latitude and 75°51'03.2 " Length West of the sidewalk The Giant, municipality of Quimbaya, department of the Quindío.

The methodology was developed keeping in mind secondary information given by the Group of Investigation in Administration of Andean Tropical Agroecosistemas (CAT); then, was carried out a recognition of each property where the production systems were identified and by means of the Diagnosis and Design agroforestral (D&D) it was determined the function and structure of the systems agroforestals. Later on, a survey semistructured was elaborated where data of cultivations and woody species were obtained; besides complementary information of biophysical, socioeconomic type and necessary agroforestral for the knowledge of the systems agroforestals.

The properties are characterized to be marketable. Their main production systems are the *Guadua angustifolia Kunt* and the systems silvopastoriles represented by the species of more ecological weight as *Leucaena leucocephala*, *Schizolobium parahyba*, *Spathodea campanulatha*, *Psidium guajava* and *Gliricidia sepium*.

The economy of the properties is based on the sale of *Guadua angustifolia Kunt*, milk and livestock that one sells inside and outside of the country.

Lastly they thought about designs and alternative of handling for systems silvopastoriles with the introduction of trees maderabs of great commercial importance as *Tectona grandis*, *Cordia alliodora* and *Schizolobium parahyba*; and species fodder like *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* for nutritious supplement of the livestock.

## INTRODUCCION

En Colombia las entidades vinculadas a la investigación y desarrollo de alternativas tecnológicas se han concentrado principalmente en la generación de conocimientos altamente especializados si bien útiles, difíciles de aplicar en la producción agropecuaria, por lo que es necesario abordar la identificación de los sistemas productivos.<sup>1</sup>

La falta de conocimiento de muchos agricultores sobre el uso adecuado del suelo se ha visto reflejado en el mal manejo de los componentes de sus fincas; por esta razón, los sistemas agroforestales se perfilan en el panorama de conservación y producción agropecuaria, como formas de uso de la tierra que puede incrementar la productividad, diversificar la producción y mejorar la sostenibilidad ecológica. Estos beneficios se alcanzan cuando las recomendaciones agroforestales responden a las condiciones particulares de cada finca, de cada sistema de producción y de cada productor.<sup>2</sup>

Para una implementación exitosa de sistemas agroforestales, se requiere del diagnóstico detallado de los componentes productivos tanto en la parte biofísica y socioeconómica como base fundamental para mejorar el manejo de los recursos naturales: "*Primero diagnosticar y luego recomendar*".<sup>3</sup>

Es el caso de las fincas estudiadas Nápoles y Veraguas donde se encontraron sistemas agroforestales (sistema silvoagrícola y sistemas silvopastoriles) que fueron identificados y caracterizados para analizar su función y estructura, con el fin de mejorarlos de acuerdo a sus limitantes y potencialidades para lograr una mayor calidad de vida al productor.

El trabajo a desarrollar esta enmarcado dentro del proyecto "Estrategias para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con árboles maderables en el eje cafetero de Colombia", liderado por el Grupo de Investigación en Gestión de Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA), de La Facultad de Ciencias

---

<sup>1</sup> NAVIA, E. Sistema de expertos para la aplicación de metodología y transferencia de agrotecnología con enfoque integral de producción. Tesis Mag. Sc., Turrialba: Costa Rica. (CATIE). 1994. p 112.

<sup>2</sup> ROCHELEAU, D; VONK, R. El papel de la agrosilvicultura en el FSR&D. Farming Systems Support Project Newsletter. 1983. p 1- 3.

<sup>3</sup> SOMARRIBA, E; CALVO, G. Planificación agroforestal de fincas. En: Agroforestería de las Américas. Vol. 5, No 3 (feb, 2000). p 21.

Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Financiado por COLCIENCIAS.

Esta investigación se realizó con el fin de identificar los sistemas de producción, determinar la función y estructura de los sistemas agroforestales de dos fincas ubicadas en la parte baja de la cuenca Río La Vieja, Departamento del Quindío, las cuales fueron seleccionadas por el Grupo GATA; y posteriormente diseñar y plantear alternativas de manejo técnico. Por medio de esto se busco generar información para mejorar los procesos productivos que generen un bienestar social y ambiental.

## 2. MARCO TEORICO

**2.1. Definición de Sistema.** Un sistema es una estructura de componentes que interactúan entre sí y con un entorno, para producir efectos previstos y avanzar en su adaptación.<sup>4</sup>

En esta definición es muy importante tener en cuenta las siguientes nociones : **estructura de componentes** o relación de comportamientos regulares que produce efectos específicos, **interacciones** o relación específica entre componentes, **entorno** o sistemas de mayor jerarquía que contienen el sistema objeto , **objetivos** finalidades del sistema objeto y **adaptación** capacidad de utilizar eficientemente el entorno, transformándose o transformándolo.

Hart (1985)<sup>5</sup>, afirma que el análisis de un sistema tiene como meta principal llegar a entender la relación existente entre la estructura y la función del mismo para alcanzar objetivos prácticos y una mayor eficiencia tecnológica.

La estructura del sistema está compuesta por un conjunto de relaciones internas e interacciones entre componentes y estables que de manera articulada, determina la función que cumplen los elementos dentro de la totalidad del sistema.<sup>6</sup>

La función del sistema está dada por los procesos que realiza el sistema para cumplir con sus objetivos. Esta se puede caracterizar a través de la relación de entradas y salidas: producción (cantidad de salidas); eficiencia (la salida dividida por la entrada) y la variabilidad (cambios en la producción según diversos factores).<sup>7</sup>

**2.1.1 Estructura de un sistema.** Los elementos que conforman un sistema son:

- **Límites:** Son los que se ubican o definen el sistema hasta donde llega y pueden ser de tipo espacial (área de sistema o localización) y de tipo temporal (tiempo de

---

<sup>4</sup> HERNANDEZ A; SILVA C. "Ideas y nociones de los sistemas", "Elementos, interacciones y estructura", "El sistemas de producción agropecuaria". 1994. p 17.

<sup>5</sup> HART, R. Agroecosistemas: conceptos básicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba: Costa Rica. 1985. p. 85.

<sup>6</sup> PARRA, M. El agroecosistema: un concepto básico para entender el cambio tecnológico. In Memorias del primer Simposio Nacional sobre Agricultura Sostenible: una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental. México, U. Autónoma Chapingo. Colegio de posgraduados. 1991. p. 52.

<sup>7</sup> HART, R. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. In Tipificación de sistemas de producción agrícola. RIMISP. Santiago de Chile. 1990. p. 45.

un ciclo de producción de un sistema o tiempo de estudio de un sistema de producción)<sup>8</sup>.

- **Entradas y salidas:** Son los flujos (productos) que entran y salen de la unidad. El proceso de recibir entradas y producir salidas es lo que da función a un sistema.
- **Componentes:** Es la materia del sistema y son los principales constituyentes que aparecen relacionados para formar el sistema.
- **Interacciones entre componentes:** Relaciones estructurales o regulares entre los componentes.
- **Administración:** Parte organizativa y decisoria del sistema (personas – humanos).

Las relaciones entre dos componentes pueden ser del tipo de cadena directa, en la cual una salida de un componente es una entrada a otro de cadena cíclica, en la cual hay retro-alimentación; y de tipo competitivo; en el cual dos componentes compiten por la misma entrada. Un sistema sólo puede tener uno de estos tipos de interacción o, si el sistema es más complejo, puede tener las tres<sup>9</sup>.

Las relaciones entre componentes y flujos producen el arreglo característico de un sistema. Si al arreglo se suma el tipo y número de componentes, el resultado es la estructura del sistema. Esta estructura está muy ligada con la función del sistema<sup>10</sup>.

**2.1.2. Función de un sistema.** Se define en términos y procesos y está relacionada con la recepción de entradas y la producción de salidas. La función como proceso puede caracterizarse aplicando los criterios de productividad, eficiencia y variabilidad<sup>11</sup>.

- **Productividad:** La producción bruta de un sistema es una medida de la salida de un sistema. Casi siempre es necesario incluir unidades de tiempo (Ej. kg/día) y en muchos casos una unidad que da información sobre la área o superficie (Ej. TM / Km. / año) La producción neta de un sistema es la cantidad de las salidas, restando las entradas (producción neta = producción bruta- entradas).<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> HART, R. Diagramación de fincas. Turrialba: Costa Rica. CATIE, 1985. p. 23.

<sup>9</sup> Ibid., p.12.

<sup>10</sup> Ibid., p.13.

<sup>11</sup> Ibid., p. 20.

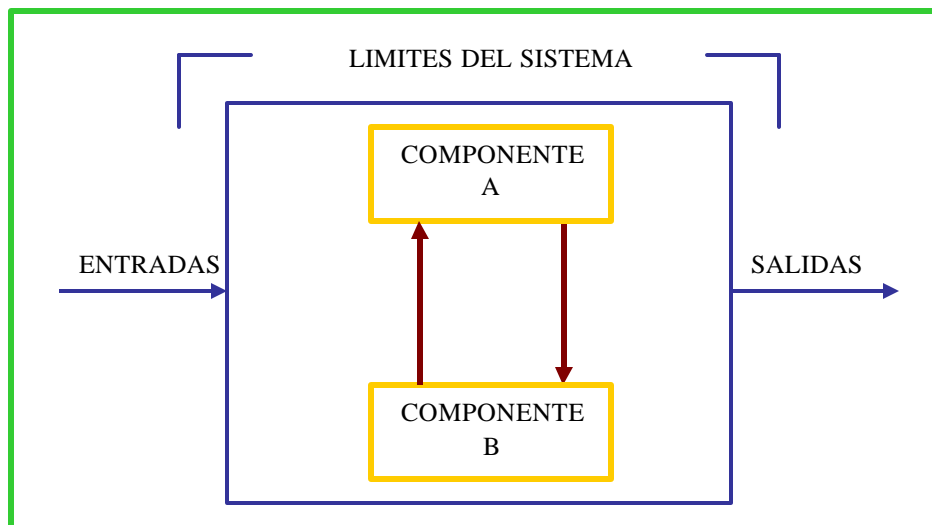
<sup>12</sup> Ibid., p. 20.

- **Eficiencia.** Es una medida que toma en cuenta las cantidades de entradas y salidas de un sistema; la eficiencia es la salida dividida por la entrada.<sup>13</sup>

- **Variabilidad.** Es un concepto que toma en cuenta la probabilidad en la cantidad de salidas.<sup>14</sup>

Las características de la función, como productividad, eficiencia y variabilidad, son un resultado directo de las características de estructura de un sistema. Analizar un sistema no es otra cosa que relacionar la estructura con la función de ese sistema<sup>15</sup>.

**2.1.3. Diagramas de Hart.** Los diagramas son representaciones gráficas que nos ayudan a sintetizar la información requerida para el análisis de un sistema, teniendo en cuenta sus componentes, interacción entre componentes, entradas, salidas y límites. La diagramación es una representación esquemática de un sistema de producción a través del análisis de su función y estructura <sup>16</sup>(Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama de Hart.

## 2.2. Sistema de producción.

Los sistemas de producción son el conjunto de los procesos de trabajo de cada sector de la producción, que comparten el mismo grado de desarrollo de las

---

<sup>13</sup> Ibid., p. 20.

<sup>14</sup> HART. Diagramación de fincas, op. cit., p. 20..

<sup>15</sup> Ibid., p. 21.

<sup>16</sup> Ibid., p.22.



fuerzas productivas y que pueden identificarse por las propiedades de sus elementos participantes, la dinámica de las relaciones (organización del trabajo, estrategia adaptativa o de control, la intensidad de uso del suelo y la productividad de la fuerza de trabajo)<sup>17</sup>.

Los sistemas productivos son subsistemas de los agroecosistemas y se clasifican en sistemas de cultivo y de animales, en donde, como cualquier otro sistema son arreglos espaciales cronológicos de componentes, con entradas y salidas<sup>18</sup>. Estos no solamente obedecen a factores endógenos a la finca, sino que también responden a las influencias exógenas (radiación solar, viento, lluvia) de diverso carácter.

### **2.2.1. Clasificación de los sistemas de producción.**

**2.2.1.1. Sistemas de producción agropecuaria.** Es una estructura de componentes animales o vegetales manejado por una persona o un grupo de personas haciendo interactuar unos recursos (tierra, capital y trabajo) entre sí y con un entorno, (en función de unas normas sociales, un mercado, unas instituciones y otros sistemas) para producir en forma eficiente y sostenible bienes y servicios de origen animal o vegetal que satisfagan una demanda intermedia o final<sup>19</sup>.

**2.2.1.2. Sistema agrícola:** Conjunto de actividades agrícolas orientados al uso intensivo de los recursos físicos (suelo, agua, radiación solar), bióticos (cultivos), y socio-económicos (mano de obra, capital e insumos), con el fin de optimizar la explotación agrícola<sup>20</sup>.

**2.2.1.3 Sistema pecuario:** Conjunto de actividades pecuarias orientadas al uso intensivo de los recursos físicos (suelo, agua y radiación solar), bióticos (pasturas y animales) y socio-económicos (mano de obra, capital e insumos), con el fin de optimizar la explotación pecuaria<sup>21</sup>.

**2.2.1.4. Sistema Forestal:** Conjunto de actividades forestales que se realizan en un terreno de una o más hectáreas, cultivado de una o más especies forestales cuyo objetivo principal, pero no único, será la producción de madera<sup>22</sup>.

---

<sup>17</sup> ESCOBAR, G; BERDEGUE, J. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile: RIMISP, 1990. p.26.

<sup>18</sup> HART, op. cit., p. 23.

<sup>19</sup> HERNÁNDEZ, A; NAVIA, J. Aspectos Metodológicos del Proceso de Caracterización. Informe Técnico No.3. Palmira: Colombia. 1999. p. 29.

<sup>20</sup> CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA. Estado actual del enfoque de sistemas de producción y su aplicación en CORPOICA. S.I: Mimeografiado, 1996. p.8.

<sup>21</sup> Ibid, 1996. p 22.

<sup>22</sup> Ibid, 1996. p 23.

Una plantación forestal consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras<sup>23</sup>.

**2.2.1.5. Sistema agroforestal:** Es una forma de producción donde los árboles, cultivos, animales o pasturas asociados y los suelos, funcionan como unidad en el tiempo y en el espacio, presentando interacciones positivas y negativas entre ellos.<sup>24</sup>

### 2.3 Agroforestería.

La agroforestería es una forma de uso de la tierra donde los perennes leñosos interactúan biológica y económicamente en la misma área con cultivos y/o animales. Estos elementos pueden asociarse simultánea o secuencialmente en zonas o intermezclados. Los sistemas de producción agroforestal son apropiados tanto para sistemas frágiles como estables, a escalas que varían de fincas a regiones, y niveles de subsistencia o comerciales.<sup>25</sup>

Objetivos de la agroforestería:

- Diversificar la producción.
- Mejorar la agricultura migratoria
- Aumentar los niveles de materia orgánica al suelo.
- Fijar el nitrógeno atmosférico.
- Reciclar los nutrientes.
- Modificar el microclima.
- Optimizar la productividad del sistema respetando el concepto de producción sostenible.

La agroforestería debe ser compatible con las prácticas socioculturales y servir para mejorar las condiciones de vida de la región.

Otros objetivos para la agroforestería:<sup>26</sup>

- Preservar la biodiversidad.
- Asegurar la sostenibilidad de la explotación.
- Mitigar los efectos perjudiciales del sol, viento y la lluvia sobre los suelos.

---

<sup>23</sup> GALLOWAY, G. Manejo de Plantaciones Forestales. CATIE. Turrialba: Costa Rica. 1993. p 21.

<sup>24</sup> ESCOBAR, M. Sistemas agroforestales. Bogotá, Colombia: INDERENA. 1993. P 10.

<sup>25</sup> SOMARRIBA, E. Planificación agroforestal en fincas. En: serie materiales de enseñanza. Turrialba: Costa Rica. CATIE, 1998. p. 36.

<sup>26</sup> MONTAGNINI, F. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 4ed. San José, 1992. p. 622.

### 2.3.1 La agroforestería como sistema.

“La agroforestería es un sistema por que conforma una unidad compuesta de partes o elementos (árboles, cultivos, pastos, animales) que se interrelacionan entre si dentro de unos limites; esta unidad intercambia con el exterior, hacia afuera y hacia adentro”.<sup>27</sup>

La agroforestería es un sistema de uso de la tierra que implica una integración aceptable, en términos sociales y ecológicos, de árboles con cultivos y/o animales, simultánea o secuencialmente, de tal manera que se incrementa la productividad total de plantas y animales de una forma sustancial por unidad de producción o finca, especialmente bajo condiciones de bajos niveles de insumos tecnológicos y en tierras marginales.<sup>28</sup>

### 2.3.2 Clasificación de los sistemas agroforestales

La agroforestería incluye una amplia variación de sistemas de uso de la tierra, existen diversos factores que caracterizan las diferencias entre los distintos tipos de sistemas agroforestales.<sup>29</sup> Los factores importantes incluidos en la distinción de los sistemas agroforestales son:

Los factores importantes incluidos en la distinción de los sistemas agroforestales son:

- ❖ Componentes de producción.
- ❖ Arreglos en el espacio (horizontal y vertical)
- ❖ Arreglos en el tiempo (simultáneos y secuenciales),
- ❖ Régimen de manejo y función.

Algunos sistemas agroforestales son:

**2.3.2.1 Árboles en cultivos:** Es la producción de 2 o más especies de árboles plantados en combinación con cultivos, se practica ampliamente en los trópicos; el principal producto económico es proporcionado por el cultivo. El principal objetivo de la inclusión de los árboles es la producción de sombra para los cultivos agrícolas, de carácter permanente. También producen leña, postes y madera.<sup>30</sup>

---

<sup>27</sup> CASTAÑO, F. Los sistemas agroforestales o la cultura del árbol en las fincas agrícolas, pecuarias y forestales. En: Ambiente y desarrollo. No. 5 (feb, 1995). p. 14.

<sup>28</sup> NAIR, R. Agroforestería. Chapingo: México, 1997. p. 351

<sup>29</sup> AVILA, M; KRISHNAMURTHY, L. Agroforestería Básica. Serie de textos básicos para la formación ambiental No. 3 FAO, México, 1999. p. 61.

<sup>30</sup> MUSALEM, M Sistemas Silvopastoriles. Una alternativa de Desarrollo Rural Sustentable para el Trópico Mexicano. Palacio de Minería, Ciudad de México, Distrito Federal. 2003. p. 10.

Los principios involucrados en el sistema de combinación árbol - cultivo son la óptima utilización del espacio (vertical y horizontal), mejor captura y utilización eficiente de recursos de crecimiento, mejoramiento de un microclima favorable y contenido mejorado de materia orgánica del suelo y reciclaje de nutrientes.

La combinación árbol cultivo, causa una reducción de la temperatura del aire y las fluctuaciones de temperatura así como también el déficit de presión de vapor bajo condiciones tropicales.<sup>31</sup>

**2.3.2.2 Cercos vivos:** Es una o algunas líneas de especies leñosas (ocasionalmente con no leñosas) que restringen el paso de personas y animales a una propiedad o parte de ella. Una cerca viva generalmente está asociada con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas, otras tecnologías agroforestales y viviendas.<sup>32</sup>

Su función principal es demarcar límites. Además generan varios productos y servicios (frutas, madera, forraje, sombra, embellecimiento de fincas y caminos veredales).

### **2.3.2.3 Sistemas silvopastoriles.**

Es la combinación de especies forestales o frutales y animales, sin la presencia de cultivos. Se practican a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales.<sup>33</sup>

Son las diferentes formas de uso y ordenamiento de la tierra, que permiten una mejor productividad de la finca a través de la combinación de cultivos agrícolas con pastos, arbustos, árboles de uso múltiple y explotación de animales, al mismo tiempo o en forma sucesiva.<sup>34</sup>

Se llaman especies arbustivas o arbóreas de uso múltiple, porque pueden servir como forraje para el ganado, sombra, madera, abono verde, como postes, en la protección del suelo, y otras más.<sup>35</sup>

## **2.4. Definición de caracterización.**

Caracterizar significa comprender las regularidades o interacciones básicas que explican el funcionamiento de sistemas de producción, así como las situaciones aleatorias no controlables (una caracterización permite entender el funcionamiento de un sistema. Por ejemplo: un carro requiere de los elementos que lo componen

---

<sup>31</sup> AVILA, M; KRISHNAMURTHY, L., op. cit., p. 81.

<sup>32</sup> MONTAGNINI., op cit., p. 82.

<sup>33</sup> Ibid., p. 84.

<sup>34</sup> HERNÁNDEZ, M; ANDRADE, H. Sistemas silvopastoriles. Bogotá: Colombia. Calidad editorial. 2002. p 3.

<sup>35</sup> Ibid., p. 4.

y unas interacciones específicas que le permiten cumplir sus funciones, además de las condiciones en que no puede utilizarse). A partir de estos procesos resulta el diagnóstico como forma de interpretar la realidad sobre la cual se va a actuar<sup>36</sup>.

La caracterización es la determinación específica del efecto integral de los factores, físicos, bióticos, económicos, socio-culturales y ambientales que permite conocer, entender y formular hipótesis acerca de la estructura, función, manejo y razón de ser de los sistemas de producción en áreas específicas y aporta elementos de análisis para quienes toman decisiones en torno al desarrollo regional<sup>37</sup>.

## **2.5. Estudios de tipificación.**

En un estudio realizado en Santiago de Estero, Argentina donde el objetivo del trabajo fue clasificar y tipificar una muestra de explotaciones rurales que puedan ser usadas para la generación y transferencia de alternativas tecnológicas coherentes con las circunstancias de la agricultura de regadío. La tipificación de los sistemas productivos permitió identificar formas de gestión rural bien diferenciadas entre sí, con necesidades y limitaciones diferentes, que facilitaron la detección de debilidades y fortalezas, y en base a esto establecer prioridades a la hora de diseñar políticas de desarrollo para esta zona.

En otro estudio de investigación donde el objetivo general fue realizar una tipificación de los sistemas de producción (SP) ubicados en el cauce medio del río Palmar, estado Zulia, Venezuela y la caracterización socio-técnica-económica de los grupos de fincas identificados, los resultados fueron los siguientes: la zona está caracterizada como bosque seco tropical, los sistemas de producción fueron divididos en tres grupos con características que los diferencian como el manejo del pastizal, indicadores productivos y económicos, entre otras siendo los SP que riegan entre 23,5 y 71,5% de su superficie, los que evidenciaron ganancias en operaciones e indicadores productivos mayores.

Los resultados sugirieron que es necesario un adecuado programa de manejo de pastizales, uso del riego y estrategias de suplementación, para disminuir el posible impacto de la regulación de las aguas del río Palmar, puesto que puede lograrse obtener beneficios económicos adecuados, con una menor superficie regada y con un manejo de riego en forma más eficiente.

---

<sup>36</sup> Ibid., p. 6.

<sup>37</sup> CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA, op. cit., p. 24.

## 2.6. Planificación agroforestal de fincas (PAF).

La planificación de fincas es una herramienta para la gestión de recursos y ordenamiento de las actividades productivas a escala predial. Planificar significa diagnosticar para diseñar y ejecutar mejoras en el sistema de producción, con base en el uso mas recomendable de las diferentes partes de la finca de acuerdo a su potencial natural, en función de los objetivos del productor y teniendo en cuenta las oportunidades del mercado<sup>38</sup>.

La planificación de la finca puede hacerse aprovechando el conocimiento y capacidad de gestión de su administrador con la facilitación de los técnicos. Para ello, es importante el entrenamiento de los facilitadores de enfoques y técnicas que integran el análisis de los medios de vida, la teoría de sistemas y el uso de recursos modernos de planificación como los SIG<sup>39</sup>.

El estudio de caracterización utiliza el método D&D (Diagnóstico y Diseño), llenando de esta manera el vacío metodológico que presentan otros estudios, al tener en cuenta en el análisis no solamente los componentes del sistema (cultivos anuales, cultivos perennes y animales) sino que involucra de una parte, toda la unidad productiva (empresa), e incorpora la participación del productor para conocer las potencialidades, limitaciones y comprender las ventajas técnicas y económicas de introducir prácticas adecuadas y disponibles<sup>40</sup>.

La PAF combina adaptaciones al diagnóstico y diseño agroforestal (D&D), con elementos de análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Deficiencias y Amenazas)<sup>41</sup>.

El diagnóstico y diseño agroforestal (D&D) se centra en el análisis del componente leñoso perenne, de sus interacciones con los otros componentes productivos, de su manejo y de su utilización por parte de la familia que administra la tierra. El D&D visualiza la finca como un sistema donde interactúan el hombre, los sistemas de producción y el entorno ambiental y económico<sup>42</sup>.

De acuerdo a Somarriba y Calvo, "la naturaleza compleja de los sistemas de producción y las fincas exige un diagnóstico multivariado. Se puede agrupar

---

<sup>38</sup> IBRAHIM, M. Planificación de fincas ganaderas eco-amigables: una aproximación desde la teoría de sistemas y el análisis de medios de vida. Turrialba: Costa Rica. 2006.

<sup>39</sup> Ibid., p. 8.

<sup>40</sup> FAO. Sistemas Agroforestales en América Latina y el Caribe. Santiago: FAO. 1984. p.14

<sup>41</sup> SOMARRIBA, E; CALVO, G, op. cit., p 22.

<sup>42</sup> SOMARRIBA, E. Diagnóstico y diseño agroforestal. En: Agroforestería de las Américas. Vol. 5, No 3 (feb, 2000). p. 68-72.

variables bajo ámbitos biofísico, agroforestal y humano (sociocultural, antropológico y económico)”.

### **2.6.1. El diagnóstico.**

La finca es un sistema, compuesto por partes que interactúan entre sí para producir un productos prediales (carne, leche, alimentos, materias primas, etc). Dichas partes pueden ser componentes agrícolas, pecuarios y forestales o la combinación de estos, interactuando mediante la utilización de los recursos naturales (suelo, agua, aire, recursos genéticos animales y vegetales). Dichos componentes son organizados y manejados por el hogar y varían en función de las condiciones biofísicas y de las trayectorias en el tiempo derivadas del entorno social y ambiental.<sup>43</sup>

**2.6.1.1. Diagnóstico biofísico.** Es identificar y cuantificar los sistemas de producción de la finca, valorar su importancia relativa para el productor, identificar las oportunidades y limitaciones para el uso de la agroforestería en la finca. En este diagnóstico es necesario medir la asignación de la tierra a las actividades productivas, área de pendiente, drenajes naturales, variaciones en suelos, sitios fuertemente erosionados, zonas de protección etc.<sup>44</sup>

En el diagnóstico biofísico: 1) la finca se visualiza en superficies (ejemplo, número de hectáreas dedicadas a cultivos, cultivos, potreros, áreas no productivas como pantanos, barrancos, etc.) y líneas, 2) se mapean los sitios especiales de la finca, 3) se reconstruye la historia del uso de la tierra y 4) se listan las principales oportunidades y limitantes de la finca y de su entorno ambiental.<sup>45</sup>

**2.6.1.2 Diagnóstico agroforestal.** Pretende responder a preguntas como: dónde están plantadas las leñosas perennes de la finca (en que sistemas de producción), cuáles son las leñosas perennes (composición botánica), cuántas son (abundancia por especie), cuáles y cuántos bienes o servicios aportan al productor, y qué efectos favorables o desfavorables ejercen sobre los otros sistemas de producción donde se encuentran (análisis de interacciones).<sup>46</sup>

**2.6.1.3 Diagnóstico social y económico.** Determina los objetivos, visión al futuro, oportunidades y limitaciones del grupo familiar, de la finca y de sus sistemas de producción<sup>47</sup>.

---

<sup>43</sup> HART, R. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba: Costa Rica. CATIE. (Serie de materiales de enseñanza no. 11). 1985. p. 160.

<sup>44</sup> SOMARRIBA. Diagnostico y diseño agroforestal, op. cit., p. 68 – 72.

<sup>45</sup> SOMARRIBA. Diagnostico y diseño agroforestal, op. cit., p. 68-72.

<sup>46</sup> SOMARRIBA. Diagnostico y diseño agroforestal, op. cit., p. 68-72.

<sup>47</sup> SOMARRIBA; CALVO., op. cit., p. 22.

Existen varios niveles de análisis: 1) el individuo (propietario o productor), 2) el núcleo familiar, 3) la gerencia de la finca, que son los que toman las decisiones en la finca y 4) la relación entre finca y comunidad.<sup>48</sup>

Dentro del diagnóstico social y económico se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: cómo el productor ve el futuro de su finca, las limitaciones y oportunidades, la relación del productor con su entorno y la rentabilidad actual de los cultivos.

---

<sup>48</sup> SOMARRIBA; CALVO., op. cit., p. 21.



### 3. DISEÑO METODOLOGICO

#### 3.1. Localización.

El trabajo se realizó en las fincas Nápoles y Veraguas, localizadas en la parte baja de la Cuenca Río La Vieja, municipios de Montenegro y Quimbaya, departamento del Quindío, dicha cuenca hidrográfica está ubicada en el centro-occidente de Colombia en jurisdicción territorial de los departamentos del Quindío y Risaralda (Figura 2).

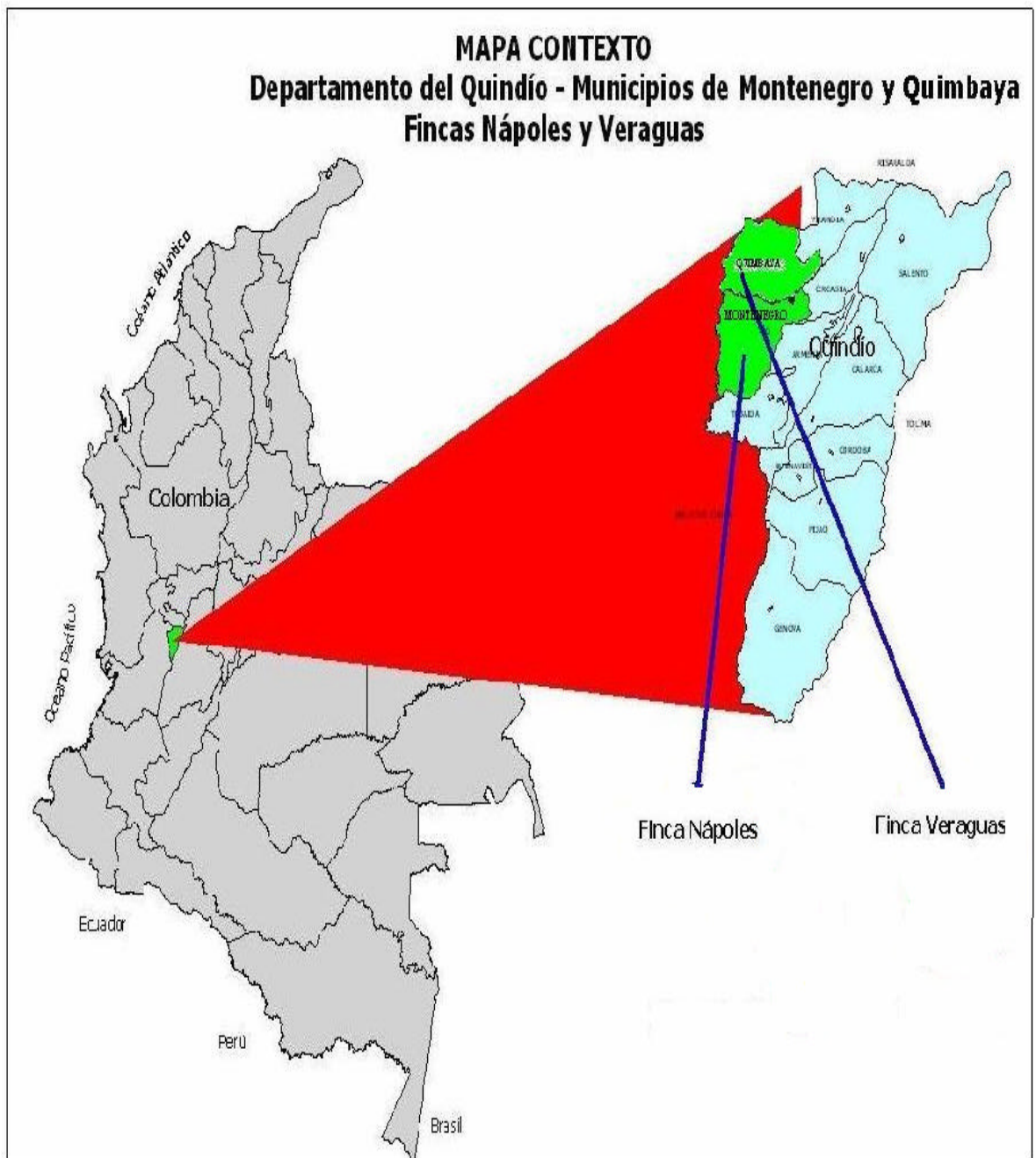
La finca Nápoles esta ubicada en las coordenadas 4°32'42,7" Latitud Norte y 75°49'47,8" Longitud Oeste de la vereda Calle Larga, a una distancia de 21 kilómetros de la cabecera municipal de Montenegro, departamento del Quindío; con un área total de 227.63 ha, una altura de 1119 m.s.n.m, temperatura promedio de 22.4° C y una precipitación promedio de 1.933 mm/año.<sup>49</sup>

La finca Veraguas esta ubicada en las coordenadas 4°34'05,1" Latitud Norte y 75°51'02,6" Longitud Oeste de la vereda El Gigante, a una distancia de 19 kilómetros de la cabecera municipal de Montenegro, departamento del Quindío; con un área total de 72.33 hectáreas, una altura de 1114 m.s.n.m, temperatura promedio de 22.4° C y una precipitación de 1796 mm/año.<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup> CORPORACION REGIONAL QUINDIO. Plan de Ordenamiento Territorial. Quindío: Armenia. 2001. p 24.

<sup>50</sup> Ibid., p. 38.



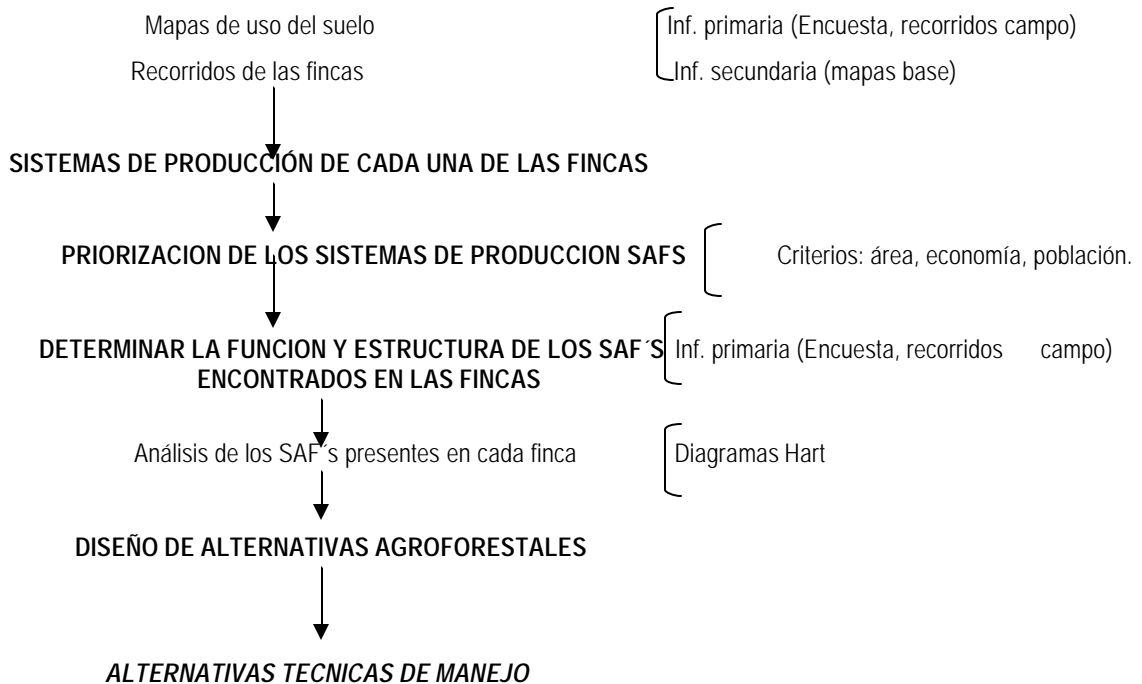
Fuente: Gustavo Cardona (GATA).

**Figura 2.** Localización de la zona – 2007.

### 3.2. Flujograma metodológico.

La metodología que se utilizó se presenta a continuación en el siguiente orden secuencial (Figura 3).

#### IDENTIFICACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LAS FINCAS



**Figura 3.** Esquema del diseño metodológico.

### 3.3. Revisión de fuentes secundarias.

La metodología utilizada para la tipificación de los sistemas agroforestales se basó en la recolección de información secundaria donde se tomaron datos como área de las fincas, principales sistemas de producción, ubicación, los cuales fueron suministrados por el Grupo de Investigación en Gestión de Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA).

Además se obtuvieron los mapas de cada finca a una escala 1:25000 que fueron tomados de imágenes satelitales con una resolución espacial de 1 metro y un sensor QUICK BIRD en el año 2004. Después se procedió a obtener información

primaria de cada finca, teniendo en cuenta los aspectos biofísicos y socioeconómicos.

### **3.4. Metodología por objetivo.**

#### **3.4.1. Identificación de los sistemas de producción.**

La identificación de los sistemas de producción se realizó teniendo en cuenta lo siguiente:

En primer lugar, se hizo un reconocimiento preliminar de la zona, donde se ubicaron las dos fincas seleccionadas que fueron objeto de estudio por presentar sistemas agroforestales y sobre todo por la facilidad del productor por prestar su finca para esta investigación. De esta manera se visualizaron de forma general los sistemas de producción existentes.

Durante los meses de Febrero y Abril del año 2007, se realizaron unas visitas a las fincas Nápoles y Veraguas, donde se hicieron unos recorridos con el productor que permitió conocer de manera general los principales cultivos, leñosas perennes y sus asociaciones.

Luego, con la ayuda de un GPS de marca Garmin con un margen de error de 10 m se procedió a realizar una georeferenciación de cada finca con el fin de determinar los límites y los diferentes sistemas de producción, logrando de esta manera obtener actualización cartográfica del año 2007.

#### **3.4.2. Priorización de los sistemas de producción identificados SAF's.**

Una vez identificados los sistemas de producción se clasificaron de acuerdo al tipo de explotación: agrícola, pecuaria, forestal o agroforestal.

Se priorizaron los sistemas agroforestales presentes en las fincas, teniendo en cuenta la importancia y función que desempeña el componente arbóreo dentro del sistema.

### **3.5. Función y estructura de los sistemas agroforestales.**

Para determinar la estructura y funcionalidad de los sistemas agroforestales presentes en las dos fincas y plantear el diseño de la alternativa agroforestal se utilizó la metodología propuesta por Somarriba y Calvo:<sup>51</sup> D&D, Diagnóstico y Diseño Agroforestal, mediante la aplicación de tres diagnósticos (biofísico, agroforestal y socioeconómico); y por Hart:<sup>52</sup> mediante la diagramación

---

<sup>51</sup> SOMARRIBA. Diagnóstico y diseño agroforestal, op. cit., p. 68-72.

<sup>52</sup> HART, Diagramación de fincas, op. cit., p 23.

esquemática de cada sistema agroforestal a través del análisis de la función y estructura de las fincas (interacciones de los componentes de producción de forma cualitativa).

### **3.5.1. Diagnóstico biofísico.**

El diagnóstico se desarrolló a nivel de fincas. Con cada finquero se realizó una visualización gráfica de la finca, donde se determinó el relieve, cauces, drenajes naturales, zonas expuestas al viento y zonas de protección.

Se reconstruyó la historia del uso de la tierra, especialmente en las áreas donde se han presentado degradación de los suelos. Posteriormente, se realizó la respectiva verificación mediante recorridos de campo y con el programa Arc View GIS versión 3.1 se determinó el área total del terreno, el área dedicada a cultivos, potreros, bosque, linderos, divisiones internas de la finca, caminos y ríos.

El diagnóstico biofísico permitió realizar un análisis de las principales oportunidades y limitaciones de las fincas, para el uso agroforestal.

### **3.5.2. Diagnóstico socioeconómico.**

Se elaboró una encuesta semiestructurada (Anexo 1) dirigida al productor de cada finca, que permitió conocer varios aspectos, donde se incluyeron características del núcleo familiar como: edades, trabajo dentro y fuera de la finca, con el fin de determinar los principales objetivos que tiene el agricultor destacando la forma como satisface las necesidades básicas.

Además, el tamaño de la finca, la mano de obra, sistemas de producción existentes, tenencia de la tierra, las expectativas del desarrollo personal de los miembros de la familia, fuentes alternas de ingresos y la prioridad de dichas fuentes de la finca, entre otros.

Se analizaron los diferentes rubros de producción como agrícola, pecuario, forestal o agroforestal con el propósito de explicar la estructura interna de la finca y su respectiva organización mostrando la contribución relativa que aporta cada uno de los estos al sistema finca.

### **3.5.3. Diagnóstico agroforestal.**

Se realizaron recorridos por cada uno de los sistemas identificados en las fincas con el fin de saber la ubicación de las leñosas perennes, la abundancia por especie y las interacciones de los componentes de los sistemas agroforestales más representativos.

La encuesta (Anexo 1) permitió conocer los beneficios, manejo y utilización de las leñosas perennes en los sistemas agroforestales presentes en las fincas.

Se determinaron los elementos que conforman cada sistema agroforestal teniendo en cuenta:

- **Límites:** Una vez identificados los sistemas agroforestales presentes en las fincas se procedió a recorrerlos teniendo en cuenta los linderos por los cuales esta conformado.
- **Entradas y salidas:** Por medio de la encuesta se determinó cuales son los productos o flujos que entran y salen de cada sistema agroforestal.
- **Componentes:** Visualmente se observaron los componentes (cultivos, árboles, pasturas y animales) por los que estaba conformado cada sistema agroforestal.
- **Interacción entre componentes:** Teniendo en cuenta la revisión de literatura y lo observado en cada sistema agroforestal se analizó cuales son las relaciones existentes entre cada componente del sistema con el fin de determinar las interacciones entre las leñosas perennes y los otros componentes de los sistemas de producción.

### **3.6. Diagrama de Hart.**

Se utilizó este diagrama con el fin de sintetizar la información obtenida anteriormente que fue necesaria para realizar el análisis de cada sistema agroforestal, teniendo en cuenta sus componentes, interacción entre componentes, entradas, salidas y límites.

- **Interacciones en el sistema finca.**

Se establecieron parcelas para los sistemas agroforestales como: silvoagrícola, silvopastoril, y transectos en el caso de las cercas vivas, con el propósito de obtener datos de composición, distribución y densidad de las especies productivas agrícolas y las leñosas perennes; además de la descripción de las interacciones en cada área de manejo.

Las interacciones se representaron mediante un diagrama de flujo propuesto por Hart<sup>53</sup>, para analizar el modelo de los sistemas agroforestales.

- **Descripción del componente vegetal**

---

<sup>53</sup> HART, Diagramación de fincas , op. cit., p 12.

Se hizo un inventario de los árboles por especie presentes en las parcelas realizadas en cada sistema agroforestal correspondientes a las fincas, y a cada uno se le estimó la altura total y el dap (1.30 m) (Anexo 2). La medición se hizo con nivel abney estimando visualmente la altura de los árboles y con una cinta diamétrica para el dap.

Para la caracterización de los sistemas agroforestales se aplicó la metodología propuesta por Mateucci y Colma<sup>54</sup> (área mínima) que consistió en tomar un área de 2 x 2 metros, haciendo un conteo en ella del número de especies presentes, luego se duplicó la superficie extendiendo la unidad anterior y se contó el número de especies nuevas en la unidad aplicada. Esta operación se repitió hasta observar que el número de especies nuevas se estabiliza.

De esta manera se establecieron parcelas al azar en diferentes partes de cada sistema agroforestal teniendo en cuenta cubrir toda el área del terreno y obtener una muestra ejemplar.

En la finca Nápoles:

Para el sistema silvoagrícola: Yuca/árboles se hicieron 8 parcelas cuadradas de 256 m<sup>2</sup> cada una.

Para el sistema silvopastoril 1: árboles dispersos/ganado se hicieron 8 parcelas circulares de 100 m<sup>2</sup>.

Para el sistema silvopastoril 2: árboles maderables y forrajeros/ganado se hicieron 8 parcelas cuadradas de 256 m<sup>2</sup> cada una.

El número de parcelas se realizó teniendo en cuenta el área del terreno de cada sistema agroforestal con base a métodos estadísticos.

Para las cercas vivas se establecieron 5 parcelas lineales de 20 metros, debido a la diversidad de especies arbóreas, esto se realizó con el fin de determinar la especie, el dap y la altura total.

La finca Veraguas por presentar un sistema silvopastoril conformado por cercas vivas de matarratón (*Gliricidia sepium*)/ganado se hizo una parcela lineal de 15 m por la homogeneidad de la especie, donde se calculó la distancia de siembra, el dap y la altura total.

Para evaluar la estructura de las diferentes especies vegetales en los sistemas agroforestales a nivel general, se utilizó el índice de valor de importancia ecológica

---

<sup>54</sup> MATEUCCI, S; COLMA, A. Metodología para el estudio de la investigación. Washington: OEA, 1982. p. 622.

IVI utilizada en inventarios forestales. Este índice permitió conocer las diferentes especies y su importancia dentro de cada sistema agroforestal, para su análisis se involucra las siguientes variables:

- **Frecuencia:**<sup>55</sup>

$$F = \frac{P}{T} \times 100$$

Donde:

F = frecuencia

P = parcelas donde se encuentra la especie

T = número total de parcelas

- **Frecuencia relativa:**<sup>56</sup>

$$Fr = \frac{Fi}{\sum Fi} \times 100$$

Donde:

Fr = frecuencia relativa

Fi = frecuencia de una especie

$\sum$  = sumatoria

- **Área basal:**<sup>57</sup>

$$AB = \frac{p}{4} \times dap^2$$

---

<sup>55</sup> MATEUCCI; COLMA, op. cit., p. 622.

<sup>56</sup> MATEUCCI; COLMA, Ibid., p. 622.

<sup>57</sup> MATEUCCI; COLMA, op. cit., p. 623.

<sup>40</sup> MATEUCCI; COLMA, Ibid., p. 622.



Donde:

AB = área basal.

dap = diámetro a la altura del pecho

- **Dominancia:**<sup>58</sup>

$$D = \sum \frac{AB}{N}$$

Donde:

D = dominancia

$\sum$  = sumatoria del área basal

N = número de individuos.

- **Dominancia relativa:**

$$D = \frac{ABi}{\sum ABi} \times 100$$

Donde:

D = dominancia relativa

ABi = área basal de cada especie.

- **Abundancia:**<sup>59</sup>

$$Ab = \frac{N}{S}$$

---

<sup>59</sup> MATEUCCI; COLMA, op. cit., p. 623.

<sup>42</sup> MATEUCCI; COLMA, Ibid., p. 623.

Donde:

Ab = abundancia

N = número de individuos presentes en la muestra

S = número de especies de árboles por parcela

Con base en estas variables se calculó el IVI.

- **Índice de valor de importancia:**<sup>60</sup>

$$IVI = Ab + G + Fr$$

Donde:

Ab = abundancia relativa de cada especie

G = dominancia relativa de cada especie

Fr = frecuencia relativa de cada especie

### **3.7. Diseño y opción agroforestal a proponer.**

Por medio del diagnóstico se elaboró una visión de las fincas, de los productores, de su entorno biofísico y económico que permitió determinar la problemática de cada finca.

Esto llevó a pensar en posibles soluciones para optimizar los recursos de los sistemas agroforestales de cada finca, teniendo en cuenta análisis de información técnica, productiva y económica, donde se diseña y proponen alternativas de manejo agroforestales hacia sistemas más organizados y que los usos de los recursos de la finca sean más racionales, ecológicamente sostenibles y rentables.

---

<sup>60</sup> MATEUCCI; COLMA, Ibid., p. 623.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Finca Nápoles.

#### 4.1.1. Reseña histórica.

La finca ha pasado de generación en generación, el primer dueño fue el señor Juan María Marulanda, quien tenía 1.500 ha. Debido a la extensión de la tierra y a la falta de administración la finca fue repartida entre sus herederas, de las cuales 227.63 ha le correspondieron a la señora Cristina Marulanda, finca Nápoles “Bambú de Colombia”.

Con el transcurso del tiempo la finca ha cambiado de uso de suelo, anteriormente era cafetera, pasando a ser dedicada a la ganadería extensiva y cambiando algunos potreros para cultivos como soya *Glycine max*, sorgo *Sorghum vulgare*, maíz *Zea maíz*, maní *Arachis hypogagea* y otros con el fin de mantener una producción para el mercado interno.

#### 4.1.2. Diagnóstico biofísico.

##### 4.1.2.1. Suelos.

Los suelos de esta zona se han formado sobre cenizas volcánicas evolucionadas en los interfluvios aplanados en el fondo de los valles estrechos y de aluviones recientes.

Sobre estos paisajes se presentan algunos escurrimientos difusos y terracetas en zonas con sobrepastoreo.<sup>61</sup>

Estos suelos se ubican sobre los valles estrechos en pendientes suaves que van del 1 al 7% y en laderas de colinas que presentan pendientes entre el 25 y 50%. Tienen un pH ligeramente ácido, bajo contenido de materia orgánica, saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico alta, fertilidad moderada y concentración de K muy baja con respecto a Ca y Mg, y de Mg respecto a Ca.<sup>62</sup>

Presenta una consistencia en húmedo friable, en mojado pegajoso y plástica, con estructura granular. Tienen una estabilidad estructural moderada con 70% de

---

<sup>61</sup> CAMARGO, J. Estudio semidetallado de suelos del departamento del Quindío. Pereira – Risaralda, 2001. p 44 – 46.

<sup>62</sup> Ibid., p. 44 - 46.

agregados mayores de 4 mm, de los cuales cerca del 30% son estables al agua. La textura es franco arcilloso y tiene alta capacidad de almacenamiento de agua.<sup>63</sup>

Tiene una densidad aparente media, porosidad total alta y baja humedad aprovechable. La permeabilidad es moderada, la conductividad hidráulica baja y muy alta susceptibilidad a la compactación.<sup>64</sup>

#### 4.1.2.2 Cobertura y uso del suelo – Año 2005 - 2007

Con el estudio realizado se cuantificaron las áreas y cambios sucedidos en la cobertura y uso del suelo de la finca entre el año 2005 y 2007. (Cuadro 1 y Figura 5 y 6).

**Cuadro 1.** Cobertura y uso del suelo – Finca Nápoles.

FINCA NAPOLES					
AÑO 2005			AÑO 2007		
COBERTURA	AREA (Has)	SISTEMAS DE PRODUCCION	COBERTURA	AREA (Has)	SISTEMAS DE PRODUCCION
Bosque secundario	3.92	Bosque secundario	Bosque secundario	3.92	Bosque secundario
Bosques	88.40	Guadua <i>Guadua angustifolia</i> Kunt.	Guadua <i>Guadua angustifolia</i> Kunt.	88.40	Guadua <i>Guadua angustifolia</i> Kunt.
Cultivos	93.58	Maíz <i>Zea maiz</i> , plátano <i>Musa</i> sp, piña <i>Annanas comosus</i> ,	Cultivos	35.16	piña <i>Annanas comosus</i> , sábila <i>Aloe vera</i>
Pastos	40.50	Pastos	Pastos	63.44	Pastos
			Sistemas agroforestales	35.48	Sistemas silvoagrícolas y silvopastoriles.

Fuente: Esta investigación, 2007.

<sup>63</sup> Ibid., p. 44 - 46.

<sup>64</sup> Ibid., p. 44 - 46.

Según el cuadro anterior el área de la cobertura de bosque secundario y guadua *Guadua angustifolia Kunt*, entre el año 2005 y 2007 se ha mantenido. El área de los cultivos ha disminuido 58.42 ha, siendo reemplazados maíz *Zea maiz* y plátano *Musa sp* por piña *Annanas comosus* y sábila *Aloe vera*. Con respecto a los pastos en el año 2007 se ha incrementado el área en 22.94 ha.

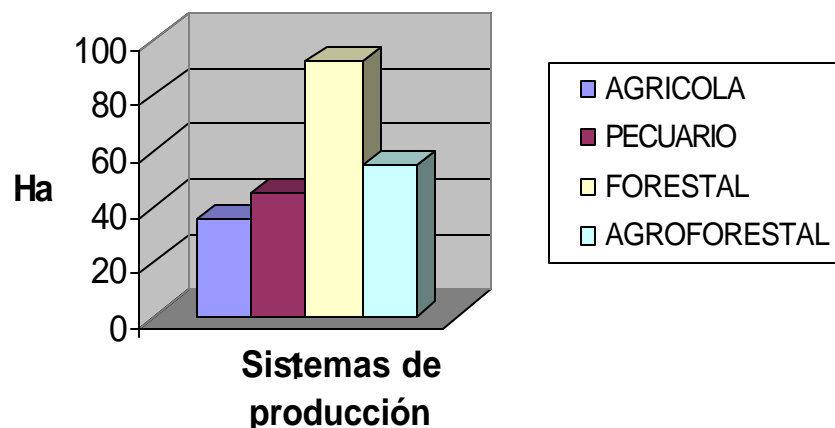
Por otra parte, la introducción del componente arbóreo en algunos sistemas de producción ha dado lugar a los sistemas agroforestales con un área de 35.48 ha entre sistemas silvoagrícolas y silvopastoriles.

La guadua *Guadua angustifolia Kunt* por ser una especie cultivable y de gran aceptación en la región cafetera se ha mantenido de manera constante durante el transcurso del tiempo.<sup>65</sup>

#### 4.1.3. Sistemas de producción

Los sistemas de producción se clasificaron de la siguiente manera de acuerdo a la extensión de cada uno. (Figura 4).

**Figura 4.** Clasificación de los sistemas de producción - Nápoles 2007.



Según la figura anterior el sistema forestal es el más extenso con un área de 92.32 has (40.55%), seguido de los sistemas agroforestales con 54.69 has (24.02%), el pecuario con 44.23 has (19.43%) y agrícola con 35.16 has (15.44%) y el 0.54% corresponde a construcciones.

<sup>65</sup> MORENO, R. La guadua como alternativa económica. CARDER. Pereira: Risaralda; 2000, p 22.

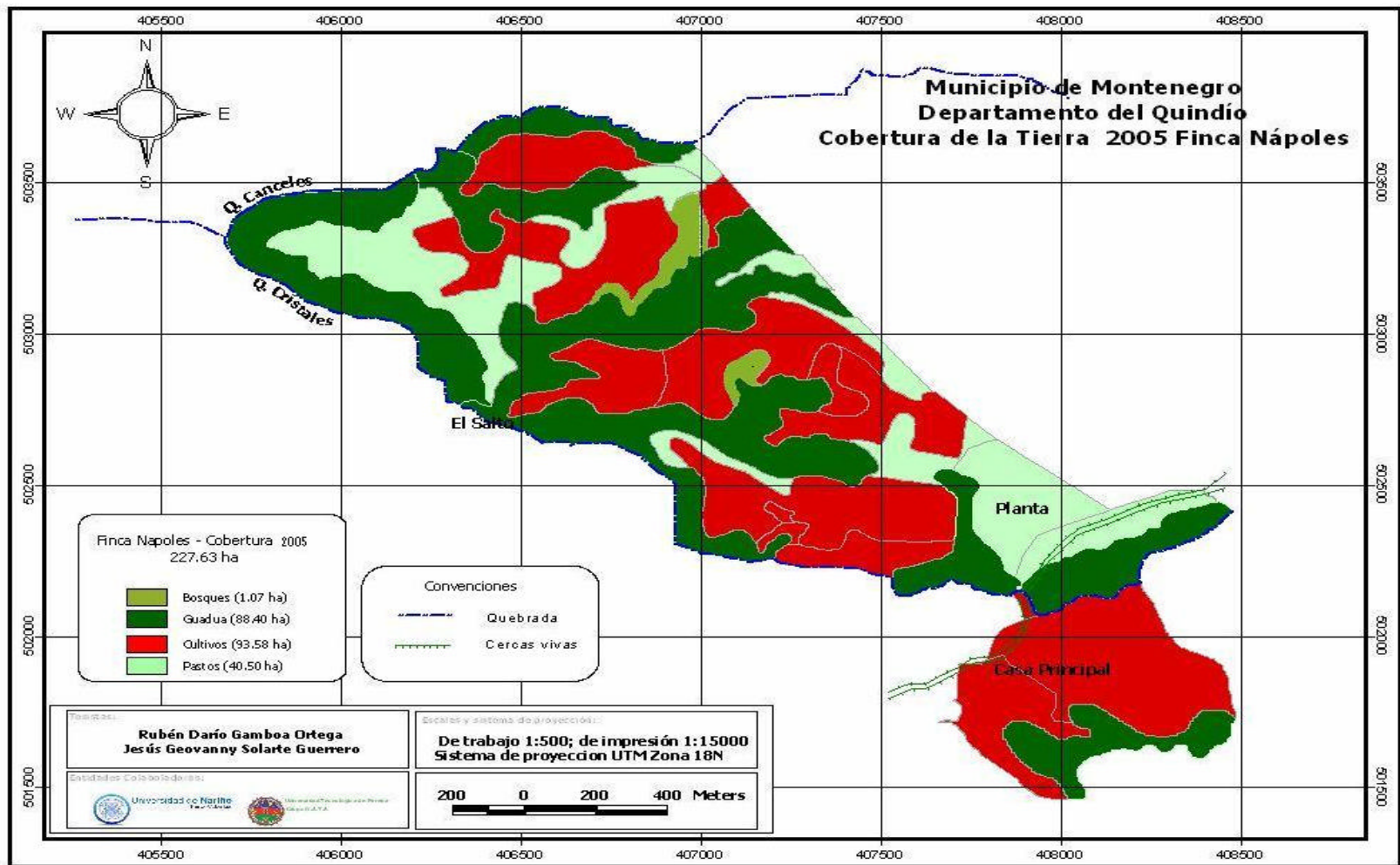


Figura 5. Cobertura y uso del suelo - Nápoles 2005.

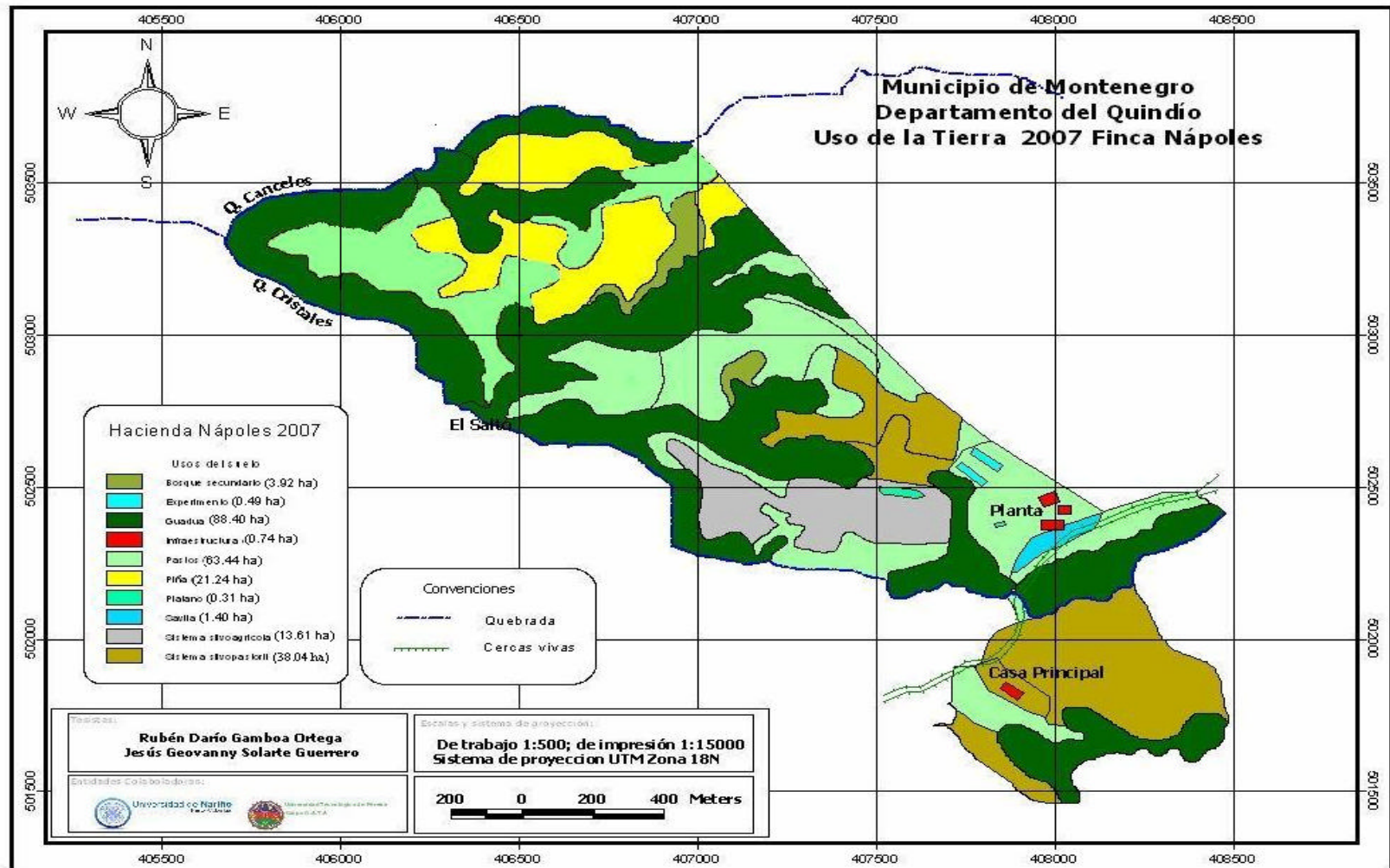
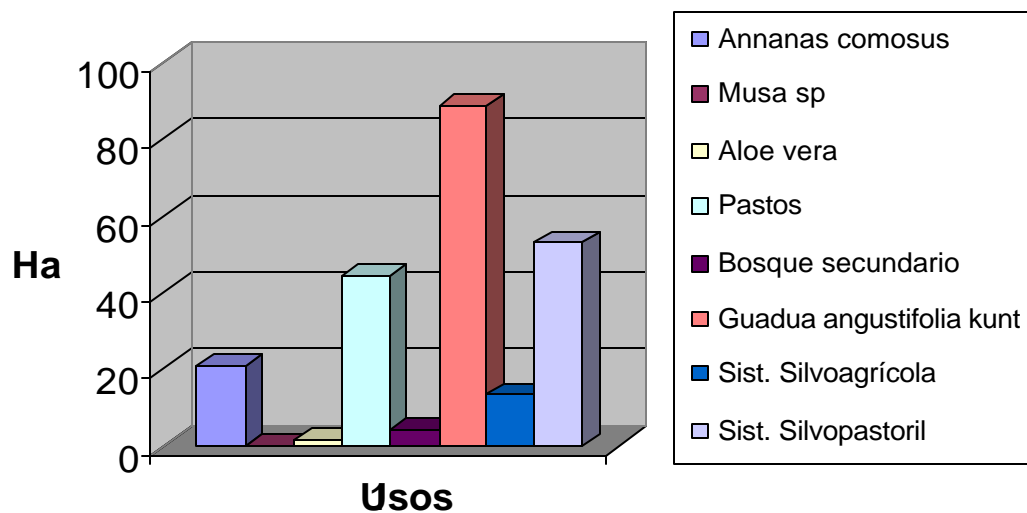


Figura 6. Cobertura y uso actual del suelo – Nápoles 2007.

Con base al mapa de cobertura y uso actual del suelo de 2007 (Figura 7) los sistemas de producción se describieron de la siguiente manera teniendo en cuenta los componentes que dispone cada sistema (Anexo 3).

Los sistemas de producción se clasificaron de la siguiente manera teniendo en cuenta su uso de suelo. (Figura 7).

**Figura 7.** Clasificación de los sistemas de producción de acuerdo al uso de suelo – Nápoles 2007.



Como se observa en la figura anterior de uso de suelo, el principal sistema de producción es la guadua *Guadua angustifolia Kunt* con 88.4 ha, seguido de sistemas silvopastoriles con 53.2 ha, pastos con 44.2 ha; sistemas silvoagrícolas con 13.6 ha; el cultivo de piña *Ananas comosus* con un área de 21.2 ha, bosque secundario con 3.9 ha, sábila *Aloe vera* con 1.4 ha y plátano *Musa sp* con 0.31 ha y plantaciones lineales de cercas vivas (2.100 metros) de cordoncillo *Piper auritum* y olivon *Lepidaploa patens*; y cercas muertas de alambre que delimitan algunos lotes o áreas de la finca.



#### 4.1.4. Diagnóstico socioeconómico.

**Cuadro 2.** Nivel social de participación – Finca Nápoles.

PARENTESCO	EDAD	ESTUDIOS	PARTICIPACION EN LA FINCA
Propietario	53	Profesional	Visita la finca cada 3 o 4 días a la semana para observar el manejo de la misma.
Esposa	48	Profesional	No vive en la finca.
Hijo	18	Universitario	No vive en la finca.
Hija	20	Universitario	No vive en la finca.
Trabajadores	-----	Primarios	Permanentes y temporales.

Fuente: Esta investigación, 2007.

La casa de la finca esta construida en bareque y su techo es de teja, cuenta con cuartos, cocina y baños; la casa de los agregados esta construida en bareque y guadua con techo de teja.

Con respecto a servicios públicos el agua que consumen es proveniente de las quebradas Canceles y Cristales que se encuentran en la finca; cuenta con servicio de energía eléctrica y servicio de celular.

La mano de obra en las diferentes labores que se realizan es contratada, generando empleo algunos pobladores. Cabe mencionar que en la finca cuenta con 2 trabajadores permanentes y 10 temporales, los cuales desempeñan diferentes labores como: aprovechamiento y tratamiento de la guadua; manejo de la sábila, cuidado del ganado y mantenimiento de la finca.

La finca se caracteriza por ser de tipo comercial, debido a su aprovechamiento de guadua que se vende dentro del país y se exporta a países como: Estados Unidos, Argentina, Brasil y Europa obteniendo ingresos de 5.000.000 hasta 10.000.000 millones mensuales.

Otro de los sistemas de producción importante, fuente de sustentabilidad de la familia es la ganadería (ganado de engorde) que se vende a las ciudades de Medellín y Bogotá a la asociación ASOBRANGUS, generando ingresos de 3.000.000 a 6.000.000 millones mensuales.

El arrendamiento por parte de los lotes de piña y yuca es otra fuente de ingreso para el propietario por sus ingresos que ascienden a un valor 8.000.000 millones mensuales.

Además para el aprovechamiento de algunos productos en la finca existen jornales que se contratan eventualmente en el mes o año con un valor de 15.000 pesos/día.

#### **4.1.5. Priorización de los sistemas de producción SAF's**

Los sistemas de producción SAF's prioritarios identificados en la finca Nápoles son: Silvopastoril, Silvoagrícola y cercas vivas, los cuales fueron caracterizados teniendo en cuenta su importancia, estructura y función dentro de la misma.

**4.1.6. Sistema silvoagrícola:** Yuca *Manihot esculenta*/ Nogal *Cordia alliodora*, Teca *Tectona grandis*, Caracoli *Anacardium excelsum*, Dinde *Chlorophora tinctoria*, Leucaena *Leucaena leucocephala*, Tambor *Schizolobium parahyba*, Gualanday *Jacaranda caucana* y Guayacán rosado *Tabebuia rosea*.

El sistema tiene un área de 13.61 ha con pendientes que van desde el 10 al 30%. En el año 2004 el grupo de investigación de Gestión en Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA), intervino un área de 12.000 m<sup>2</sup>, donde establecieron árboles maderables como: *Cordia alliodora*, *Tectona grandis*, *Anacardium excelsum* y *Chlorophora tinctoria* a una distancia de 8 m entre surco y 10 m entre árboles cuando el terreno se encontraba con plátano (*Musa sp*). La densidad de estas especies arbóreas es de 125 árboles/ha. (Figura 8).



Fuente: Esta investigación, 2007.

**Figura 8.** Sistema silvoagrícola.

En el año 2006 el platano *Musa sp* fue remplazado por yuca *Manihot esculenta*, *Leucaena leucocephala* y otras especies arbóreas como: Tambor *Schizolobium parahyba*, Gualanday *Jacaranda caucana* y Guayacán rosado *Tabebuia rosea*. Estas especies fueron introducidas teniendo en cuenta criterios técnicos, económicos, ecológicos y el gusto del propietario por cada especie. Todo esto se ha realizado con el fin de implementar un sistema silvopastoril en el futuro, después de que sea cosechada la yuca *Manihot esculenta*.

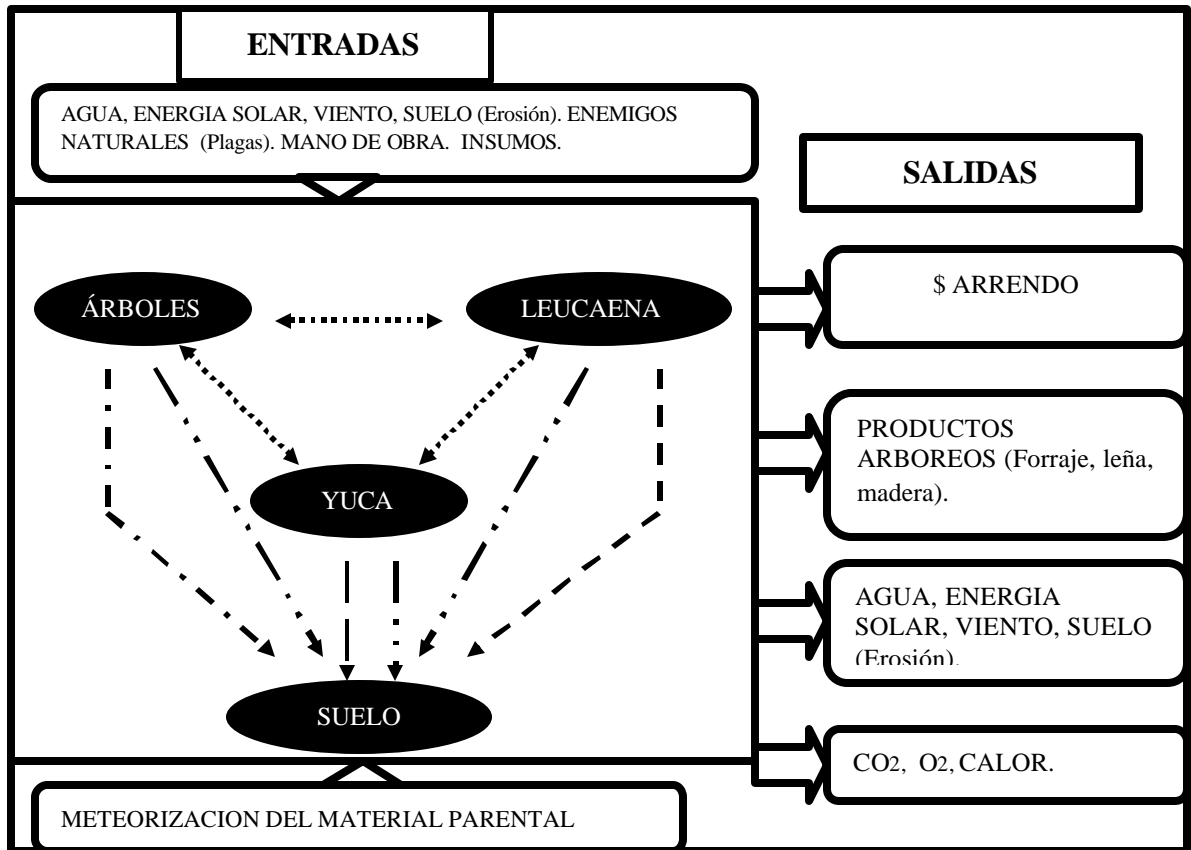
La yuca *Manihot esculenta* fue sembrada por semilla a una distancia de 50 cm entre planta y 1 m entre surco con una densidad de 5000 plantas/ha. La especie más abundante en este arreglo es *Leucaena leucocephala* que se encuentra sembrada en toda el área a una distancia de siembra de 1 m entre surco y 50 cm entre planta con una densidad de 5000 plantas/ha.

#### **4.1.6.1. Interacciones en el sistema silvoagrícola**

Las interacciones en el sistema se relacionaron a través de tres componentes: **agrícola** -Yuca *Manihot esculenta*, **arbóreo** - dinde *Chlorophora tinctoria*, caracoli *Anacardium excelsum*, tambor *Schizolobium parahyba*, nogal *Cordia alliodora*, teca *Tectona grandis*, gualanday *Jacaranda caucana*, y guayacán

rosado *Tabebuia rosea*, leucaena *Leucaena leucocephala* y como componente principal el **suelo**. (Figura 9)

**Figura 9. Diagrama de las interacciones del sistema silvoagrícola.**



Fuente: Esta investigación, 2007.

**CONVENCIONES (Interacciones)**

- ←.....→ Competencia por agua, nutrientes y energ. Solar (-).
- - - - -> Fija N<sub>2</sub>, aporta M.O y recupera suelos erosionados (-).
- . . . . -> Aporta materia orgánica, controlan erosión (+).
- — — —> Mat. Orgánica, aireación suelo (+).
- . . . . -> Extracción de agua y nutrientes (-).

Según la figura anterior las interacciones que se presentan en el sistema pueden positivas o negativas dependiendo la interacción entre los componentes (Anexo 4).

La yuca *Manihot esculenta* como planta altamente productora de carbohidratos necesita de una gran cantidad de nutrientes trayendo como consecuencia el agotamiento de los suelos donde se cultiva y generando competencia con otras especies<sup>66</sup>. Cuando se va a cosechar esta especie la extracción de la misma favorece la aireación del suelo y es común que las hojas sean arrojadas al suelo como aporte de materia orgánica o pueden ser utilizadas en concentrados para consumo animal dependiendo del interés del productor.<sup>67</sup>

La Leucaena *Leucaena leucocephala* posee una raíz profunda y extendida; la raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas agrícolas, por lo que es una fuerte competidora con otros cultivos, especialmente en situaciones de estrés; además por su asociación de raíces con bacterias, son capaces de fijar al suelo el nitrógeno atmosférico del aire por lo que ayuda mucho a la recuperación de suelos erosionados. La hojarasca que cae al suelo presenta una rápida descomposición.<sup>68</sup>

Las especies leñosas pueden contribuir a mejorar la productividad del suelo a través del aporte de materia orgánica de sus hojas y ramas, como también ayudan a controlar la erosión, asimismo absorben nutrientes del suelo y generan competencia con otras especies, como también en muchas ocasiones pueden llegar a ser hospederos de plagas.<sup>69</sup>

Según lo anterior se afirma que tanto la Leucaena *Leucaena leucocephala*, como la yuca *Manihot esculenta* y las especies arbóreas presentan una interacción negativa entre sí mismas y el suelo por la extracción y competencia que existe por los nutrientes, al mismo tiempo esto se ve compensado por el aporte de materia orgánica al suelo, especialmente por los árboles y la Leucaena *Leucaena leucocephala*, que por ser una especie fijadora de nitrógenos ayuda a recuperar suelos erosionados (Anexo 4).

Por otra parte, este tipo de arreglo fue atractivo para el productor por su facilidad de manejo y por que puede cosechar la yuca *Manihot esculenta*, mientras tanto se desarrollan la especies maderables y forrajeras establecidas para la implementación del sistema silvopastoril.

---

<sup>66</sup> ARISMENDI, L. Investigación sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en el Oriente de Venezuela. Jusepín: Venezuela, 2001. p 8.

<sup>67</sup> MOORE, C. El uso de forraje de la yuca (*Manihot esculenta*) en la alimentación de rumiantes: Seminario Internacional de Ganadería Tropical. Acapulco: México. 1976. p. 14.

<sup>68</sup> HERNANDEZ M; ANDRADE H. Una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la Amazonía. Bogotá: Colombia. 1998. p 14.

<sup>69</sup> NAIR, P. Introduction to agroforestry. Dordrecht, Netherlands. Kluwer Academic. 1993. p 40.

La introducción de este cultivo compenso la generación de ingresos para el productor por la no utilización del área para pastoreo; además el desarrollo de las especies arbóreas introducidas contribuyeron a la recuperación de las áreas degradadas que han estado en pastoreo por muchos años.

En la finca Nápoles el productor estableció un sistema silvoagrícola de yuca *Manihot esculenta* con leucaena *Leucaena leucocephala*, teniendo en cuenta el establecimiento de otras especies arbóreas en una parte del lote que habían sido establecidas tiempo atrás; entonces, mientras el productor obtiene ingresos por el arrendó del cultivo y está reduciendo costos para el establecimiento del sistema silvopastoril. Además especies como la Leucaena *Leucaena leucocephala*, Tambor *Schizolobium parahyba* y otras ayudan en la recuperación de suelos.

#### 4.1.6.2. Composición florística del sistema silvoagrícola.

Para este sistema fueron registrados un total de 9 especies diferentes, de las cuales 8 especies son árboles y 1 especie de cultivo agrícola: Yuca *Manihot esculenta* (Cuadro 3).

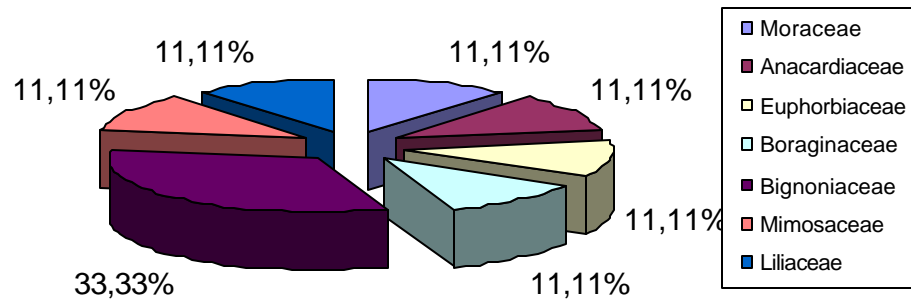
**Cuadro 3.** Composición florística del sistema.

NOMBRE COMUN	ESPECIE	FAMILIA
Dinde	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Moraceae
Caracoli	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae
Tambor	<i>Schizolobium parahyba</i>	Euphorbiaceae
Nogal	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Bignoniaceae
Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i>	Bignoniaceae
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Mimosaceae
Guayacán rosado.	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Liliáceae

Fuente: Esta investigación, 2007.

Según el cuadro anterior el sistema silvoagrícola se encuentra representado por las siguientes familias (Figura 10).

**Figura 10.** Distribución de familias por géneros en el sistema silvoagrícola.



Fuente: Esta investigación, 2007.

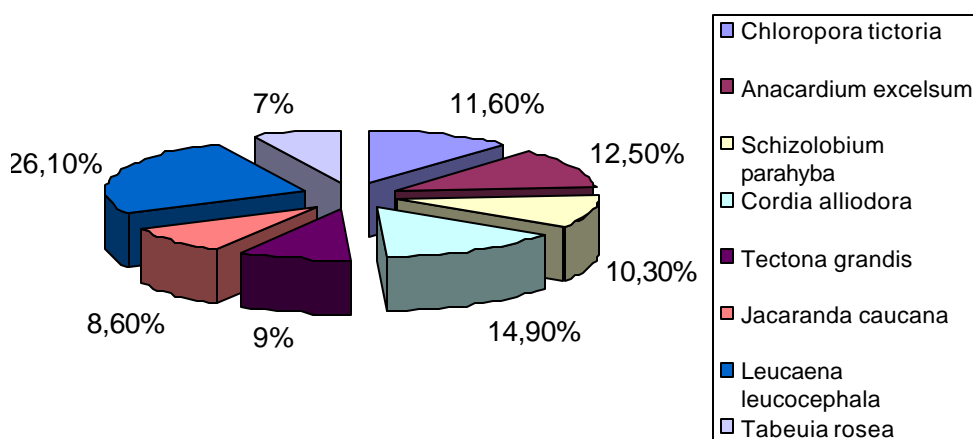
La familia que más representa a las especies arbóreas es la Bignoniaceae con un 33.3%; con el 11.1% se encuentran las familias Moraceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Boraginaceae, Mimosaceae y Liliáceae.

#### 4.1.6.3. Estructura horizontal del sistema.

- Frecuencia.** Los resultados obtenidos de frecuencia para el arreglo yuca *Manihot esculenta* / especies arbóreas demuestran que las especies más representativas son *Leucaena leucocephala* con el 16.6% de frecuencia relativa, con el 14.6% se encuentran el Dinde *Chlorophora tinctoria* y Nogal *Cordia alliodora*, Caracoli *Anacardium excelsum* y Tambor *Schizolobium parahyba* con el 12.5%; el resto de las especies se encuentran por debajo del 11%. La leucaena *Leucaena leucocephala* es la única especie que se encontró presente en todas las parcelas estudiadas (Anexo 5).
- Dominancia.** La especie más dominante encontrada en el sistema es el Nogal *Cordia alliodora*, con el 19.8% de dominancia relativa. Se encontraron dos especies que se presentan como codominantes, Caracoli *Anacardium excelsum* con el 17.6% y Tambor *Schizolobium parahyba* con 15.1% (Anexo 5).
- Abundancia.** La especie más abundante es *Leucaena leucocephala* con el 61.2%, siendo esta la más predominante ante las de más especies que no sobre pasan el 12% (Anexo 5).

- **Índice de valor de importancia ecológica I.V.I.** La especie más representativa por su peso ecológico es *Leucaena leucocephala* con el 26.1%, seguida por el Nogal *Cordia alliodora* con el 14.9%, Caracoli *Jacaranda caucana* con el 12.5% y Dinde *Chlorophora tinctoria* con el 11.6%; las demás especies se encuentran por debajo del 11% (Figura 11 y Anexo 5).

**Figura 11.** Índice de valor de importancia de las leñosas perennes en el sistema silvoagrícola.



Fuente: Esta investigación, 2007.

#### 4.1.6.4. Estructura vertical del sistema silvoagrícola.

- **Distribución por alturas.** En el sistema silvoagrícola: Yuca *Manihot esculenta*/ especies arbóreas la distribución de árboles por alturas suministro la siguiente información, la leucaena *Leucaena leucocephala* siendo la especie más abundante se encuentra a una altura de 50 cm a 1.5 m. Los demás árboles están entre los 4 y 6 m (Cuadro 4).

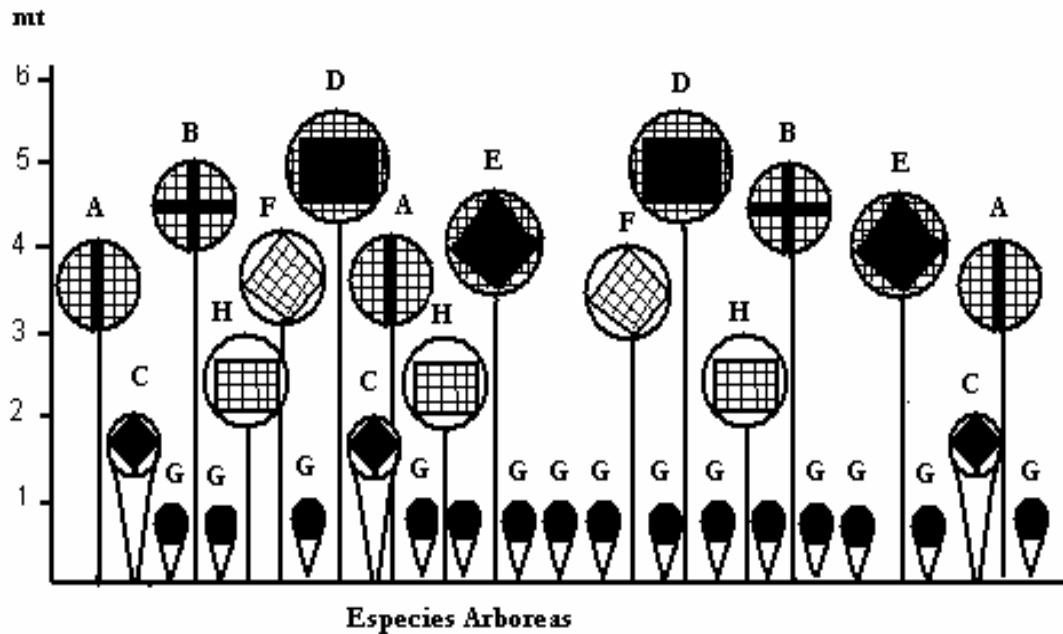
**Cuadro 4.** Distribución por alturas del sistema silvoagrícola.

CLASE DE ALTURAS	ALTURAS (m)	NUMERO DE ÁRBOLES	%
I	0.5 - 3	279	75.2
II	3.1 - 4	55	14.8
III	4.1 - 5.5	37	9.9
<b>SUMATORIA</b>		<b>371</b>	<b>100</b>

Fuente: Esta investigación, 2007.



Figura 12. Danserograma del sistema silvoagrícola.



Fuente: Esta investigación, 2007.

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A. <i>Chlorophora tinctoria</i> . | E. <i>Schizolobium parahyba</i>   |
| B. <i>Anacardium excelsum</i>     | F. <i>Tectona grandis</i> .       |
| C. <i>Jacaranda caucana</i> .     | G. <i>Leucaena leucocephala</i> . |
| D. <i>Cordia alliodora</i> .      | H. <i>Tabebuia rosea</i> .        |

Según la figura anterior el sistema se encuentra representado por la especie más frecuente y abundante que es *Leucaena leucocephala* con alturas promedio de 50 cm a 1m. Como especie más dominante se encuentra el Nogal *Cordia alliodora* con una altura de 5.5 a 6 m.

#### 4.1.7. Sistema silvopastoril 1: Árboles dispersos/ganado.

El sistema tiene un área de 1.7 ha, con terreno plano, conformado por especies arbóreas como: Chiminango *Pithecellobium dulce*, gualanday *Jacaranda caucana*, Tulipán africano *Sphatodea campunulata*, Laurel *Cinamomun triplinerve*, Mestizo *Guarea trichiloides*, asociado con pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* y ganado

de carne raza brangus. Los árboles dispersos proporcionan sombra, evitando que los animales se concentren en un solo espacio y deterioren el suelo. (Figura 13).



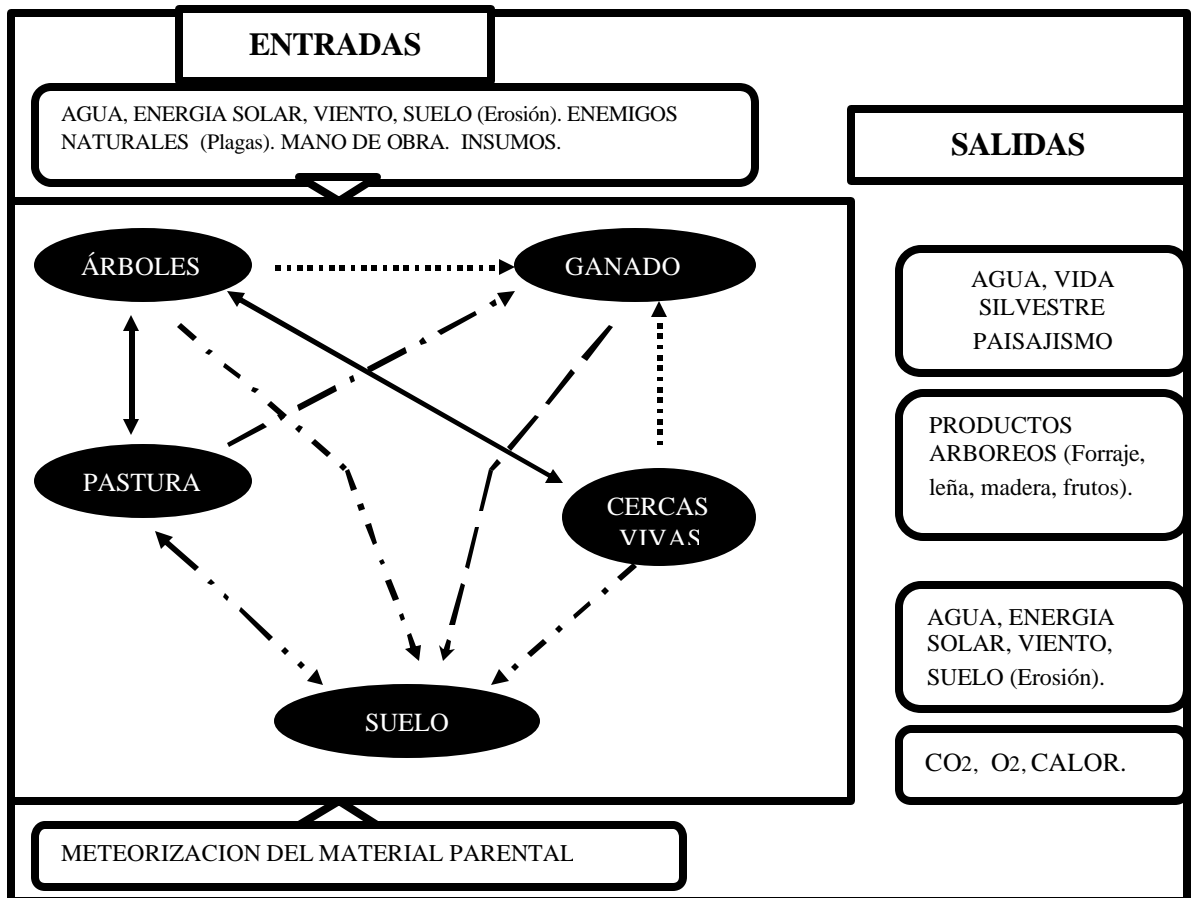
Fuente: Esta investigación, 2007.

**Figura 13.** Sistema silvopastoril 1: Árboles dispersos/ganado.

#### **4.1.7.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 1.**

Las interacciones del sistema se relacionan a través de cinco componentes: pasto estrella *Cynodon nlemfuensis*, especies arbóreas, ganado (Brangus), cercas vivas y como componente principal el suelo. (Figura 14).

**Figura 14. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 1.**



Fuente: Esta investigación, 2007.

### CONVENCIONES (Interacciones)

- .....▶ Sombra, forraje, protección y mejoran el microclima (+).
- - - - -▶ Mat. orgánica, reduce impacto lluvia, dism. Incid. solar, erosión (+).
- - - - -▶ Mat. Orgánica, ciclaje de nutrientes (+); compactación suelo (-).
- ← . . . . ▶ Protección y mat. orgánica (+); Extracción nutrientes (-).
- . - . - ▶ Forraje (+).
- ← - - - - ▶ Competencia luz, agua y nutrientes (-).

Según el cuadro anterior las interacciones presentes en el sistema se relacionan positiva y negativamente (Anexo 6).

El papel de los animales en sistemas silvopastoriles es visto como un elemento acelerador del proceso de ciclaje de nutrientes en el sistema, puesto que gran parte de la biomasa que consumen retorna al suelo en forma más degradada, como heces y orina. Hasta un 90% de los nutrientes minerales (incluyendo el nitrógeno) contenidos en el forraje consumido por los animales en pastoreo retorna a la pastura en forma de heces y orina<sup>70</sup>.

También la presión ejercida por las pezuñas de los animales en el mediano o largo plazo resultará en la reducción del volumen de macroporos en el suelo, esto afecta negativamente la tasa de infiltración de agua, incrementará la resistencia a la penetración de las raíces, y disminuirá la disponibilidad de  $O_2$  para el sistema radicular<sup>71</sup>.

Los árboles aportan materia orgánica al suelo favoreciendo la macrofauna y la microfauna; además reducen los malos olores donde el ganado se concentra y deposita sus excretas<sup>72</sup>. Las raíces de los árboles, son capaces de llegar a horizontes más profundos del suelo, absorber nutrimentos y retornarlos a la superficie del suelo con la caída natural del follaje, ramas y frutos<sup>73</sup>.

El follaje de los árboles reduce la velocidad de las gotas de lluvia previniendo la erosión y ayudando a infiltrar agua en el suelo. Las raíces evitan que el suelo se desprenda y mejoran el contenido de materia orgánica<sup>74</sup>.

El efecto de la sombra de los árboles tiene su mayor impacto en el balance térmico de los animales en pastoreo, impidiendo que los rayos solares caigan directamente sobre el ganado; también crean un microclima que favorece el crecimiento y la calidad de las pasturas que los animales consumen<sup>75</sup>.

Según Baumer, cuando los animales se encuentran protegidos de calor, pastan por períodos más largos, requieren menos agua (20%) para beber, y presentan mejor eficiencia de conversión de forraje, mayor crecimiento y producción de lana y de leche, pubertad más precoz, mayor tasa de concepción, mayor regularidad del período fértil y mayor vida reproductiva<sup>76</sup>. En Florida, Buffington y Collier (1983) constataron un aumento de un 10% en la producción de leche en el verano

---

<sup>70</sup> MOTT, G; POPENOE, H. Grasslands. In: P.T. Alvim & T.T. Kozlowski (eds.). Ecophysiology of tropical crops. Academic Press, New York. 1977. p 86.

<sup>71</sup> PEZO, D; IBRAHIM, M. Sistemas silvopastoriles. Segunda edición. CATIE. Turrialba: Costa Rica. 1998. p 83.

<sup>72</sup> Ibid., p. 63.

<sup>73</sup> AREVALO, L. Sistemas agrosilvopastoriles. Guayaquil: Perú. 1998. p 32.

<sup>74</sup> JOYA, Mariana. Conocimiento local sobre el uso y manejo de los árboles en las fincas ganaderas de Belén, Rivas. CATIE, Turrialba: Costa Rica. 1998. p 12.

<sup>75</sup> PEZO, op. cit., p. 63.

<sup>76</sup> BAUMER, M. Animal production, agroforestry and similar techniques. Agroforestry Abstracts. 1991. p 179.

y una mejora de la tasa de concepción en vacas que tuvieron acceso a la sombra<sup>77</sup>.

Los árboles y las pasturas presentan una interacción negativa entre si mismos generando competencia por luz, agua y nutrimentos que se encuentran en el suelo<sup>78</sup>.

La pastura aporta materia orgánica y brinda protección al suelo contra lluvias fuertes previniendo la erosión, pero al mismo tiempo extrae nutrientes del mismo en mayor proporción; además de servir de fuente forraje para el ganado<sup>79</sup>.

Las cercas protegen al ganado contra vientos fuertes, aportan materia orgánica al suelo y previenen la erosión, pero igualmente extraen nutrientes del mismo. Proveen forraje y sombra al ganado<sup>80</sup>

Según estudios realizados en Costa Rica en un sistema silvopastoril con árboles dispersos, se encontraron que los efectos benéficos atribuidos al papel de la sombra de los árboles como reguladores de estrés calórico, comportamiento y productividad de los animales en pastoreo fueron: mayor tiempo dedicado a pastorear y rumiar, disminución en los requerimientos de agua de los animales, incremento en la eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso, mayor producción de leche, mejoras en el comportamiento reproductivo y reducción en la tasa de mortalidad de animales jóvenes.<sup>81</sup>

En condiciones tropicales se ha observado que la temperatura bajo la copa de los árboles es en promedio 2 a 3°C por debajo de la observada en áreas abiertas y bajo condiciones específicas de sitio se han detectado diferencias de hasta 9°C.<sup>82</sup>

Los árboles dispersos presentes en el sistema como Tulipán africano *Sphatodea campanulata*, Mestizo *Guarea trichiloides*, chiminango *Pithecellobium dulce* y gualanday *Jacaranda caucana*, por poseer una copa densa interfieren parcialmente en el paso de la radiación solar hacia la superficie corporal del animal, evitando de esta manera se incremente la carga calórica. Además la reducción de temperatura causada por los árboles es de suma importancia en zonas como el municipio de Montenegro – departamento del Quindío donde la temperatura ambiental es alta y muchas veces sobrepasa el área de confort de los

---

<sup>77</sup> BUFFINGTON, D; COLLIER, R. Dairy housing II. In: National Dairy Housing Conference, 2, Proceedings. Joseph, Michigan USA, American Society of Agriculture Engineers. 1983. p. 107.

<sup>78</sup> BASTOS, J; FEIO, D. Sistemas silvopastoriles en la Amazonía Central. Amazonas: Colombia. 2001. p 14.

<sup>79</sup> PEZO; IBRAHIM., op. cit., p. 61.

<sup>80</sup> PEZO; IBRAHIM., op. cit., p. 38.

<sup>81</sup> PEZO; IBRAHIM., op. cit., p. 83.

<sup>82</sup> WILSON, J; LUDLOW M. The environment and potencial growth of herbage Ander plantations. En Shelton, H.M y W.W Stur (eds). Forages for plantation crops. ACIAR Proceedings No 32. Camberra: Australia. ACIAR. 1991.p. 10.

animales ocasionándoles cambios en el comportamiento, productividad y sobrevivencia de los mismos.

En este tipo de sistemas donde los árboles y las pasturas comparten el mismo espacio, la menor temperatura en el estrato herbáceo bajo la copa de los árboles provoca una disminución en la tasa de pérdida de agua por transpiración a través de los estomas y por ende una baja temperatura en el suelo lo que evita que se pierda el agua por evaporación.<sup>83</sup>

Con frecuencia se ha generalizado que el “efecto de bombeo de nutrimentos” es una de las ventajas de los sistemas agroforestales;<sup>84</sup> por lo que las especies arbóreas presentes en el sistema poseen sistemas radicales pivotantes que les permiten extraer nutrientes de sectores más profundos del perfil del suelo donde no llegan las raíces de la vegetación herbácea. Por otra parte el aporte de materia orgánica es un factor limitante en las especies arbóreas y gramíneas donde la biomasa aportada por cada componente el suelo se ve reflejado en los nutrientes que estas obtienen del mismo durante su crecimiento.

#### 4.1.7.2. Composición florística del sistema silvopastoril 1.

Para este sistema fueron registrados un total de 6 especies diferentes, de las cuales 5 especies son árboles y 1 especie de pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Composición florística del sistema silvopastoril 1.

NOMBRE COMUN	ESPECIE	FAMILIA
Chiminango	<i>Pithecellobium dulce</i>	Mimosaceae
Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i>	Bignoniaceae
Tulipán africano	<i>Spathodea campanulatha</i>	Bignoniaceae
Laurel	<i>Cinnamomun triplinerve</i>	Lauraceae
Mestizo	<i>Cupania cinerea</i>	Sapindaceae
Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Gramineae

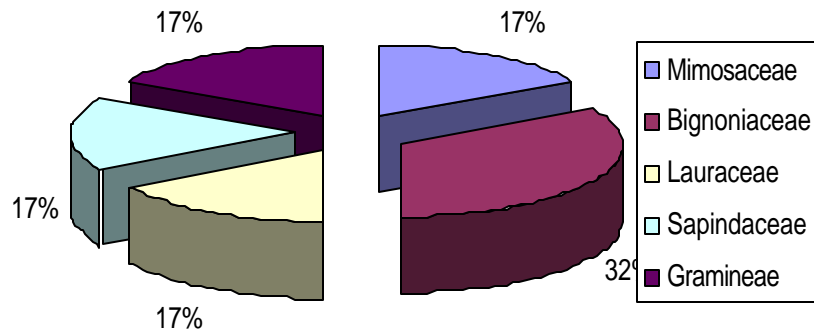
Fuente: Esta investigación, 2007.

<sup>83</sup> WILSON, J; WILD, D. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. En Shelton. ACIAR. Proceedings No 32. Canberra: Australia. 1991. p 18.

<sup>84</sup> NAIR, op. cit., p. 40.

Según el cuadro anterior el sistema silvopastoril 1: árboles dispersos/ganado se encuentra representado por las siguientes familias (Figura 15).

**Figura 15. Distribución de familias por géneros en el sistema silvopastoril 1.**



Fuente: esta investigación, 2007.

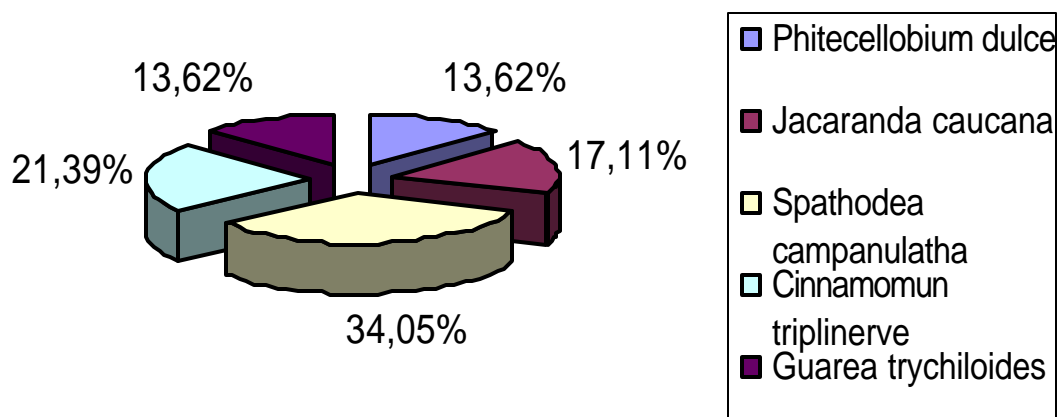
Según la figura anterior la familia que más representa a los componentes del sistema es la bignoniaceae con el 32%; seguida de la mimosaceae, lauraceae, sapindaceae y gramineae con el 17%.

#### 4.1.7.3. Estructura horizontal del sistema silvopastoril 1.

- **Frecuencia.** La especie que con mayor frecuencia se encuentra en el sistema es Tulipán africano *Spathodea campanulatha* con 49.4% de frecuencia relativa, seguida por el Gualanday *Jacaranda caucana* con 20%. Las demás especies aparecen en un rango menor del 12% (Anexo 7).
- **Dominancia.** En el sistema de árboles dispersos se encontró que la especie mas representativa es Laurel *Cinnamomun triplinerve* con el 49.58% de dominancia relativa por ser una árbol con gran diámetro, seguida por Chiminango *Pithecellobium dulce* con el 16.53% y mestizo *Guarea trychiloides*. Uno de los factores que influye sobre la dominancia de estas tres especies es la baja diversidad encontrada en este sistema (Anexo 7).
- **Abundancia.** La especie con mayor abundancia es Tulipán africano *Spathodea campanulatha* con el 47.71%; seguida por Gualanday *Jacaranda caucana* con el 18.96%, las demás especies no sobrepasan el 15% (Anexo 7).

- **Índice de valor de importancia ecológica I.V.I.** Las especies con mayor peso ecológico dentro de este sistema son: Tulipán africano *Spathodea campanulatha* con el 34.05% y en menor escala Laurel *Cinnamomun triplinerve* y mestizo *Guarea trychiloides* con un 13.62% de peso ecológico (Figura 16 y Anexo 7).

**Figura 16. Índice de valor de importancia de las leñosas perennes en el sistema silvopastoril 1.**



Fuente: Esta investigación, 2007.

#### 4.1.7.4. Estructura vertical del sistema silvopastoril 1.

- **Distribución por alturas.** En este sistema silvopastoril la distribución de árboles por alturas suministro la siguiente información, el Tulipán africano *Spathodea campanulatha* es la especie más abundante, la cual se encuentra a una altura de 8 a 9 m. (Cuadro 6).

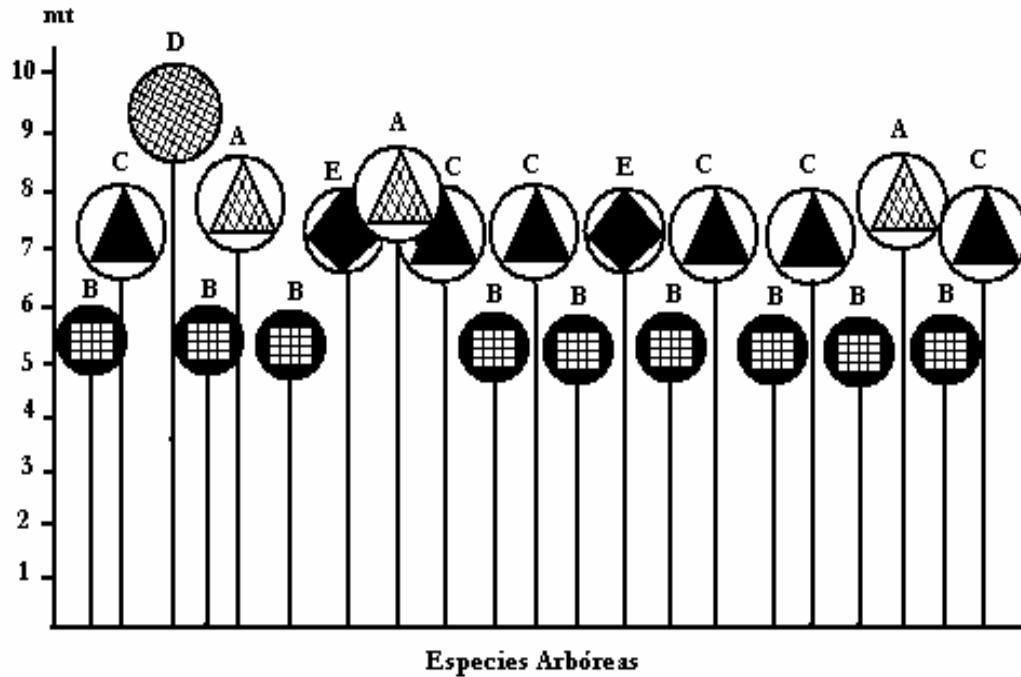
**Cuadro 6. Distribución por alturas del sistema silvopastoril 1.**

CLASE DE ALTURAS	ALTURAS (m)	NUMERO DE ÁRBOLES	%
I	4 - 6	4	22.22
II	6.1 - 8	13	72.22
III	8.1 - 10	1	5.55
<b>SUMATORIA</b>		18	100

Fuente: Esta investigación, 2007.



Figura 17. Danserograma del sistema silvopastoril 1.



A. *Pithecellobium dulce*.  
 B. *Jacaranda caucana*.  
 C. *Spathodea campanulata*

D. *Cinnamomun triplinerve*  
 E. *Cupania cinerea*

Según la figura anterior el sistema se encuentra representado por la especie más dominante que es Laurel *Cinnamomun triplinerve* con una altura de 10 m. Como especies más frecuentes y abundantes se encuentran el Tulipán africano *Spathodea campanulata* y Gualanday *Jacaranda caucana* entre alturas de los 6 a 8 m.

#### 4.1.8. Sistema silvopastoril 2. Árboles maderables y forrajeros/ganado.

El sistema tiene un área de 2.9 ha, con pendientes del 10 al 20%; conformado por las especies Tambor *Schizolobium parahyba*, Nogal *Cordia alliodora*, Leucaena *Leucaena leucocephala* y Matarratón *Gliricidia sepium*. Estas especies se encuentran asociados con ganado de raza Brangus (Figura 18).

El Tambor *Schizolobium parahyba* y Nogal *Cordia alliodora* se encuentran sembrados a una distancia de: 8 m entre líneas y 4m entre planta, con una densidad de 312 árboles/ha.

El Matarratón *Gliricidia sepium* está sembrado en 8.900 m<sup>2</sup> del área total del terreno a una distancia de: 3 m entre línea y 30 cm entre árbol. El método de siembra fue por estaca, se encuentra a una altura de 1.50 metros, con dap de 4,45 cm.

La leucaena *Leucaena leucocephala* se encuentra dispersa en todo en el lote en distancias que varían de: 2 – 4 metros entre árbol.



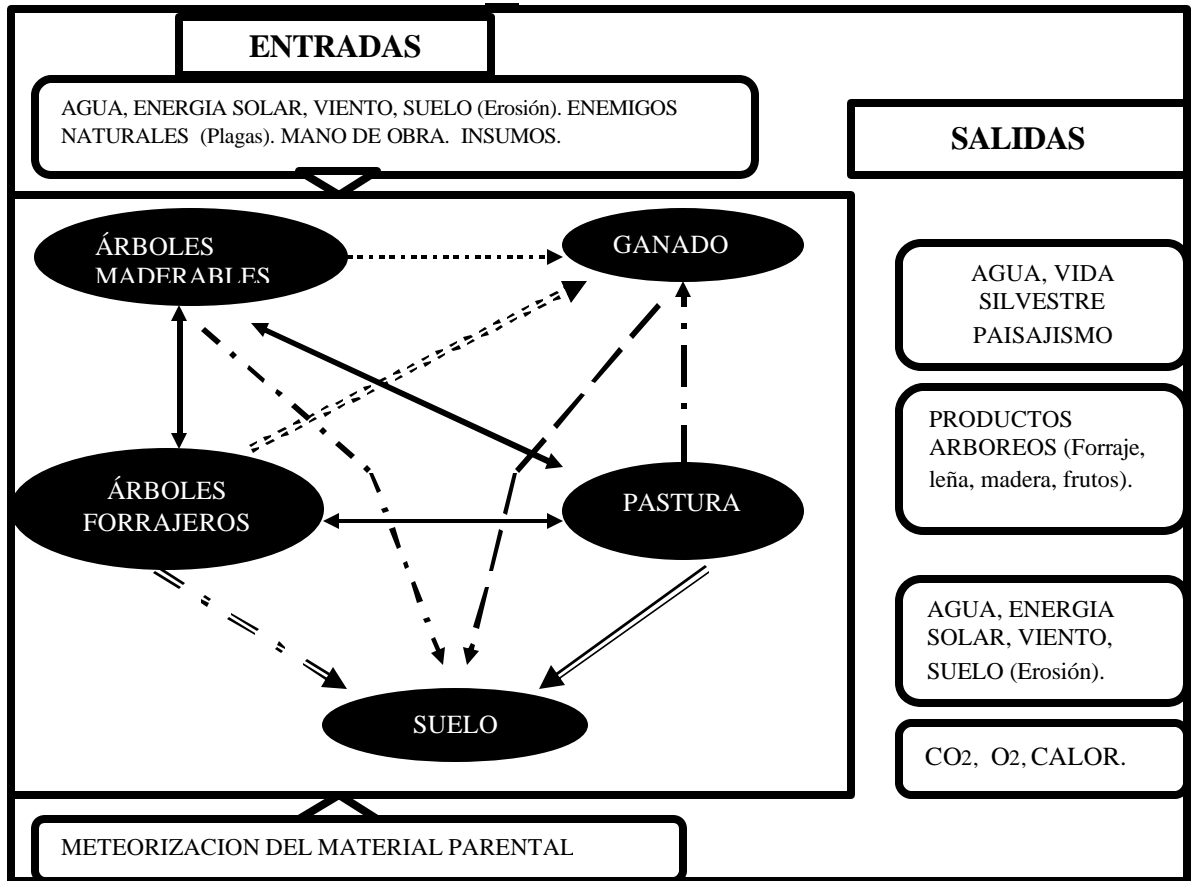
Fuente: Esta investigación, 2007.

**Figura 18.** Sistema silvopastoril 2. Árboles maderables y forrajeros/ganado.

#### **4.1.8.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 2.**

Las interacciones del sistema se relacionan a través de cuatro componentes: pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* y pasto Guinea *Panicum maxicum*, especies arbóreas, ganado (Brangus), y como componente principal el suelo. (Figura 19).

Figura 19. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 2.



Fuente: Esta investigación, 2007.

### CONVENCIONES (Interacciones)

- .....→ Sombra, protección, mejoran microclima (+).
- ←→ Competencia luz, agua y nutrientes (-).
- . - . - . → Forraje (+).
- - - - - → Mat. Orgánica, ciclaje de nutrimentos (+); compactación suelo (-).
- . - . - . → Mat. orgánica, reduce impacto lluvia, dism. Incid. solar, erosión (+); Extracción nutrientes (-).
- ====→ Materia orgánica (+); extracción nutrientes (-).

= = = = => Materia orgánica, Fija N<sub>2</sub>, recupera suelos erosionados (+);  
Extracción nutrientes (-).

======> Forraje, sombra (+).

Según la figura anterior, las interacciones se relacionan de la siguiente manera:  
(Anexo 6)

El ganado por medio de las excretas aporta materia orgánica al suelo, cambia y acelera el ciclaje de nutrimentos porque gran parte del forraje que consumen retorna al suelo; además ayudan a controlar las malezas existentes en el área, pero el pisoteo de los animales compacta el suelo generando daños físicos en su estructura<sup>85</sup>.

El nogal *Cordia alliodora* es una especie de rápido crecimiento que se caracteriza por tener un sistema radical extenso y superficial, generando competencia por nutrientes con otras especies asociadas. Además es un árbol que presenta autopoda, aun en condiciones abiertas y posee una copa estrecha y abierta lo cual ayuda a reducir el efecto de las gotas de lluvia previniendo la erosión y sirviendo de sombra para el ganado<sup>86</sup>.

El Tambor *Schizolobium parahyba* es una especie de rápido crecimiento considerada como fijadora de nitrógeno, por lo que es utilizada para la recuperación de suelos erosionados<sup>87</sup>. Su copa es redondeada y abierta, presenta autopoda aun desde joven aportando materia orgánica al suelo y extrayendo nutrientes del mismo<sup>88</sup>.

Las especies forrajeras *Leucaena leucocephala* y Matarratón *Gliricidia sepium* por tener sus raíces asociadas con bacterias, son capaces de fijar nitrógeno atmosférico del aire por lo que ayudan a recuperar suelos erosionados; y su alta calidad forrajera hace que sirvan de suplemento alimenticio para el ganado<sup>89</sup>.

---

<sup>85</sup> PEZO; IBRAHIM, op. cit., p. 40.

<sup>86</sup> FLORES, E; OBANDO, G. Árboles del Trópico húmedo. Importancia socioeconómica. Editorial Tecnológica de CR. 2003. p 922.

<sup>87</sup> INIA. Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA)-OIMT. Primera Edición. Lima: Perú. 1996. p. 365.

<sup>88</sup> SALDIAS, M. Guía para el uso de árboles en sistemas agroforestales para Santa Cruz, Bolivia. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz: Bolivia. 1994. p 188.

<sup>89</sup> AREVALO, op. cit., p. 45.

Las pasturas y los árboles compiten por luz, agua y nutrientes que se encuentran en el suelo. Los pastos aportan materia orgánica y brindan protección al suelo previniendo la erosión, y sirven de forraje para el ganado<sup>90</sup>.

El pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* estaba asociado con árboles de *Erythrina poeppigiana* sometidos a podas semestrales, la producción de pasto fue tres veces superior a la obtenida en el monocultivo no fertilizado. Cuando estuvo asociado con el Nogal *Cordia alliodora* el incremento fue del 55%. Además, estas diferencias resultaron en una mayor habilidad competitiva contra las malezas de hoja ancha.<sup>91</sup>

El efecto conjunto de diversos mecanismos que inciden en el mejoramiento de la productividad del suelo puede ser tan fuerte que en muchos casos sobrecompensa el efecto detrimental del sombreado<sup>92</sup>.

Bustamante (1991) evidenció que las respuestas de las gramíneas al mejoramiento de la fertilidad del suelo, como consecuencia del asocio con *Cordia alliodora*, era influenciada por la tolerancia a la sombra característica de cada genotipo. Así especies de tolerancia media como el pasto Guinea *Panicum maxicum*, pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* y la *Brachiaria humidicola* produjeron un 10 a 30% más biomasa en el asocio que cuando fueron sembrados en monocultivo (sin árboles). En cambio, la *Brachiaria dictyoneura* y el pasto elefante enano *Pennisetum purpureum*, genotipos más susceptibles a la sombra, disminuyeron su rendimiento en un 10%.<sup>93</sup>

Según lo anterior se puede afirmar que en el sistema presente en la finca Nápoles que presenta estas dos especies de pastos: pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* y *Panicum maxicum*, asociados con especies maderables y especies forrajeras, llevaría a pensar que estos pastos reaccionarían de una mejor forma en cuanto a su productividad debido a su tolerancia a la sombra generada por los árboles; además estas especies maderables por presentar autopoda contribuirían al aporte de materia orgánica al suelo según lo afirmado por Flores, E, Obando, G y Saldias, M.

---

<sup>90</sup> BASTOS; FEIO, op. cit., p. 24.

<sup>91</sup> BRONSTEIN, J. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba: Costa Rica. UCR-CATIE. 1984. p 20.

<sup>92</sup> PEZO; IBRAHIM, op. cit., p. 54.

<sup>93</sup> BUSTAMANTE, J. Evaluación del comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poro (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba: Costa Rica. CATIE, 1991. p 45.

#### 4.1.8.2. Composición florística del sistema silvopastoril 2.

Para este sistema fueron registrados un total de 5 especies diferentes, de las cuales 3 especies son árboles y 2 especies de pastos: india *Panicum maxicum* y estrella *Cynodon nlemfuensis* (Cuadro 7).

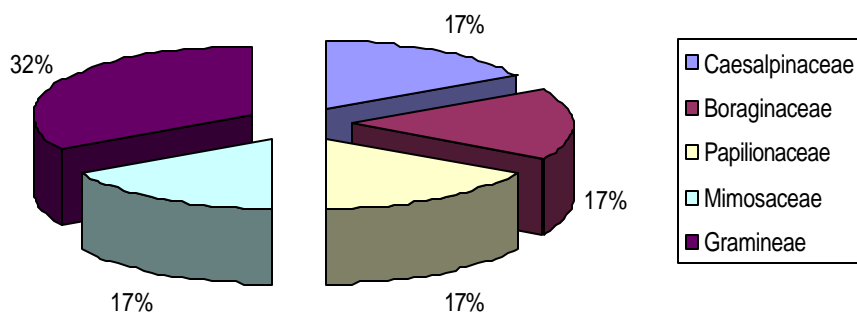
**Cuadro 7. Composición florística del sistema silvopastoril 2.**

NOMBRE COMUN	ESPECIE	FAMILIA
Tambor	<i>Schizolobium parahyba</i>	Caesalpinaceae
Nogal	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Mimosaceae
Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Gramineae
Pasto india	<i>Panicum maxicum</i>	Gramineae

Fuente: Esta investigación, 2007.

Según el cuadro anterior el sistema silvopastoril 2: árboles maderables y forrajeros/ganado se encuentra representado por las siguientes familias (Figura 20).

**Figura 20. Distribución de familias por géneros en el sistema silvopastoril 2.**



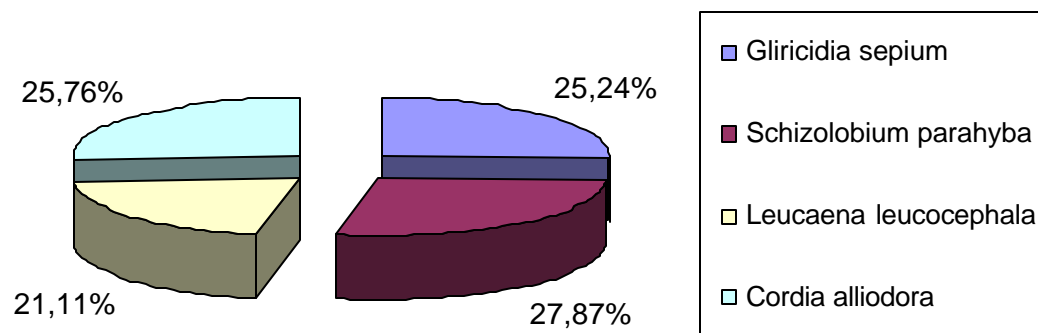
Fuente: Esta investigación, 2007.

El sistema se encuentra representado por la familia gramineae con el 32%; seguida de las familias caesalpinaceae, boraginaceae, papilionaceae y mimosaceae con el 17%.

#### 4.1.8.3. Organización horizontal del sistema silvopastoril 2.

- **Frecuencia.** En el sistema silvopastoril 2 se encontró que las especies más frecuentes y representativas son el Tambor *Schizolobium parahyba* y leucaena *Leucaena leucocephala* con el 29.4% de frecuencia relativa, seguida por Nogal *Cordia alliodora* con el 23.5% y en menor instancia el Matarratón *Gliricidia sepium* con el 17.6% (Anexo 8).
- **Dominancia.** La especie más dominante es Tambor *Schizolobium parahyba* con el 30.9%, aparecen como codominantes Nogal *Cordia alliodora* con 28.5% y leucaena *Leucaena leucocephala* con 22.7% de dominancia relativa. La especie que aparece como menos dominante es el Matarratón *Gliricidia sepium* con 17.9% (Anexo 8).
- **Abundancia.** De las especies encontradas en este sistema la de mayor abundancia es Matarratón *Gliricidia sepium* con el 40.2%; las demás especies no sobrepasan el 26% (Anexo 8).
- **Índice de valor de importancia ecológica I.V.I.** La especie de mayor peso ecológico es el Tambor (*Schizolobium parahyba*) con el 27.87%, seguida del Nogal *Cordia alliodora* con el 25.76%. La especie de menor peso ecológico es el Matarratón *Gliricidia sepium* con el 21.11% (Figura 21 y anexo 8).

**Figura 21. Índice de valor de importancia de las leñosas perennes en el sistema silvopastoril 2.**



Fuente: Esta investigación, 2007.

#### 4.1.8.4. Estructura vertical del sistema silvopastoril 2.

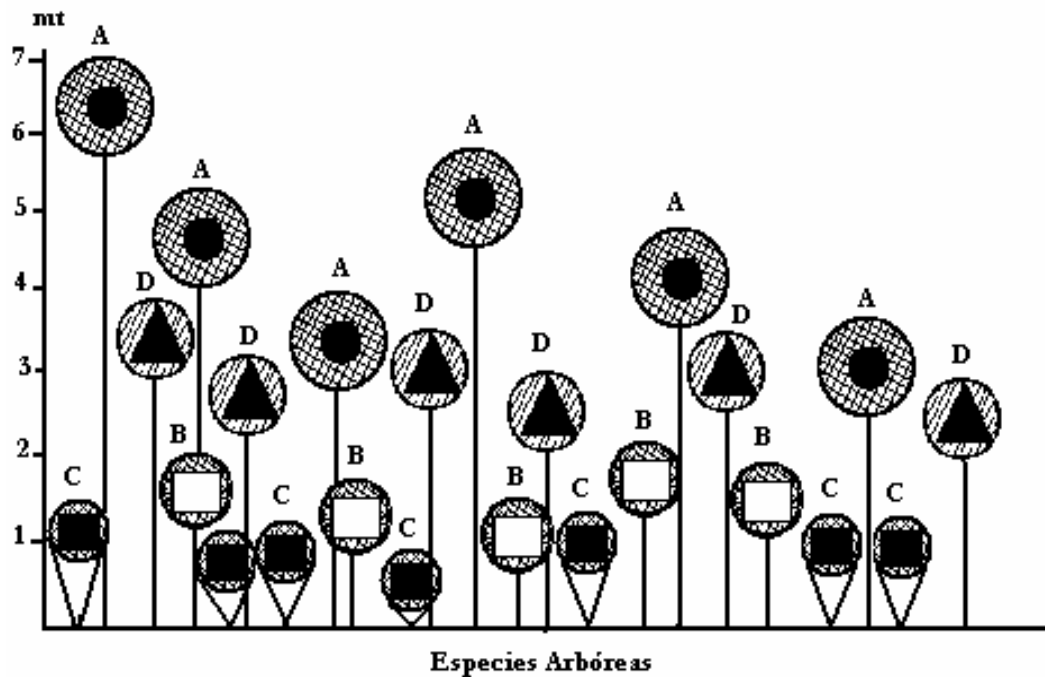
**Distribución por alturas.** En este sistema silvopastoril la distribución de árboles por alturas suministro la siguiente información, el Tambor *Schizolobium parahyba* siendo la especie de mayor peso ecológico se encuentra a una altura de 2.5 a 7 m. Los demás árboles se encuentran por debajo de los 7 m. (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Distribución por alturas del sistema silvopastoril 2.**

CLASE DE ALTURAS	ALTURAS (m)	NUMERO DE ÁRBOLES	%
I	1 - 2.5	75	47.46
II	2.6 - 4.5	49	31.01
III	4.6 - 7	34	21.51
SUMATORIA		158	100

Fuente: Esta investigación, 2007.

**Figura 22. Danserograma del sistema silvopastoril 2.**





- A. *Schizolobium parahyba*.
- B. *Cordia alliodora*.
- C. *Gliricidia sepium*.
- D. *Leucaena leucocephala*.

Según la figura anterior el sistema se encuentra representado por la especie más frecuente y dominante que es Tambor *Schizolobium parahyba* con alturas que varían entre los 5,6 y 7 m. Como especie más abundante se encuentra el Matarratón *Gliricidia sepium* en alturas de 1 a 1.5 m.

#### 4.1.9. Sistema silvopastoril 3. Guayaba *Psidium guajava*/ganado.

El sistema tiene un área de 2.64 has, con terreno plano a ondulado con pendientes menores del 15%. La guayaba *Psidium guajava* se encuentra distribuida en todo el lote con distancias que varían desde los 3 hasta 10 m. Este cultivo ha crecido naturalmente durante el transcurso del tiempo, debido a las excretas del ganado que ha depositado semillas en el lugar. Se encuentra entre alturas que varían desde 2 a 5 m. El pasto predominante es estrella *Cynodon nlemfuensis* (Figura 23).



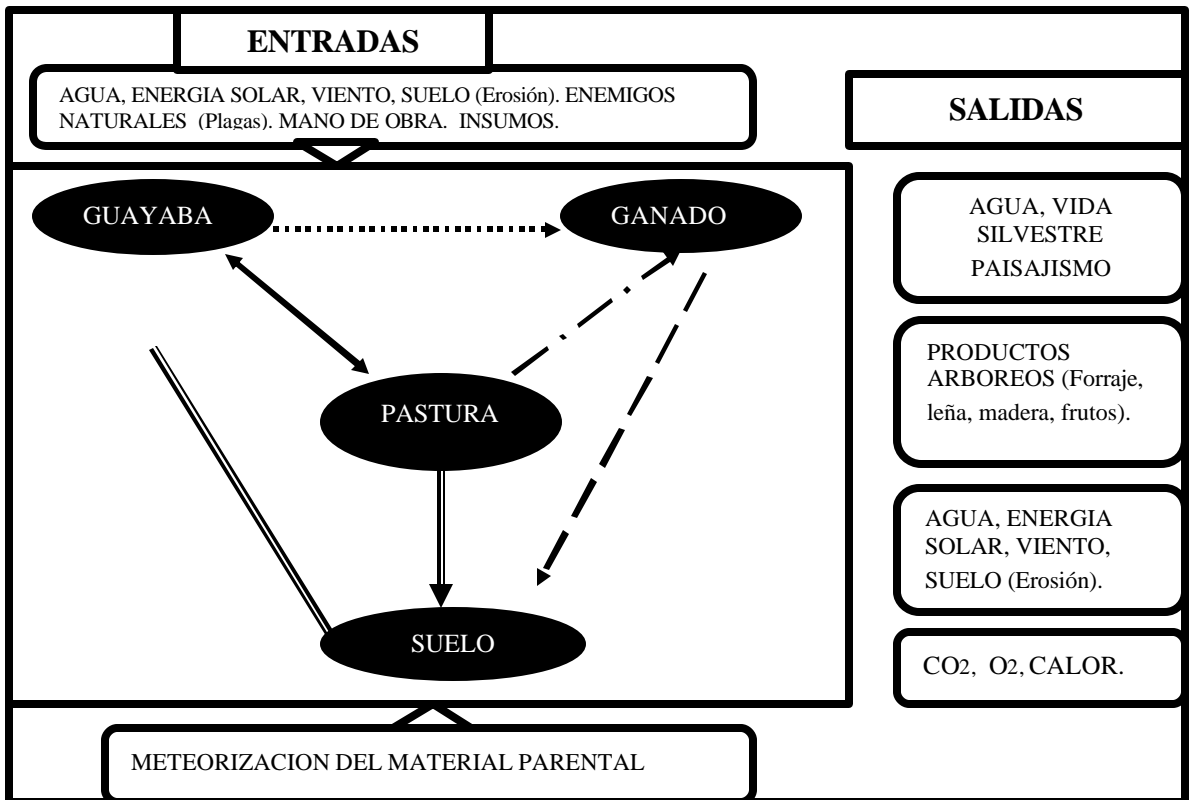
Fuente: Esta investigación, 2007.

**Figura 23.** Sistema silvopastoril 3. Guayaba *Psidium guajava*/ganado.

#### 4.1.9.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 3.

Las interacciones del sistema se relacionan a través de cuatro componentes: pasto estrella *Cynodon nlemfuensis*, guayaba *Psidium guajava*, ganado raza (Brangus), y como componente principal el suelo. (Figura 24).

Figura 24. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 3.



Fuente: Esta investigación, 2007.

#### CONVENCIONES (Interacciones)

- ← → Competencia luz, agua y nutrientes (-).
- · - · → Forraje (+).
- ====> Materia orgánica, protección (+); extracción nutrientes (-).
- .....> Sombra, alimento (+).
- - - -> Mat. Orgánica, ciclaje de nutrimentos (+); compactación suelo (-).

Según el figura anterior las interacciones se presentan de manera positiva y negativa según la interacción que se presente entre cada componente (Anexo 6).

La guayaba *Psidium guajava* aporta materia orgánica al suelo y al mismo tiempo extrae nutrientes. Sus frutos son muy apetecidos por el ganado y muchos de estos árboles proveen sombra a los animales<sup>94</sup>.

Las pasturas y los árboles compiten por luz, agua y nutrientes que se encuentran en el suelo. Los pastos aportan materia orgánica y brindan protección al suelo previniendo la erosión, y sirven de forraje para el ganado<sup>95</sup>.

La dispersión de guayaba *Psidium guajava* en pastizales se realiza a través del estiércol bovino. Varias investigaciones han comprobado el efecto benéfico de esta especie como catalizador de la sucesión vegetal en potreros con rangos entre 10 hasta 350 arb/ha que puedan producir mayor volumen de frutas, más cantidad de madera y otros usos locales sin el detrimento de la actividad pecuaria<sup>96</sup>.

Es necesario tener en cuenta la importancia de una especie en una zona, ya que el uso o introducción de una especie en este caso la guayaba *Psidium guajava* debería fomentarse en áreas donde la demanda garantice su utilización; es el caso del sistema silvopastoril con *Psidium guajava* presente en la finca Nápoles donde este árbol no recibe ningún uso y por el contrario para el productor ha llegado a convertirse en un problema denominándola como maleza; añadiendo conjuntamente que esta especie atrae una gran cantidad de insectos plaga que pueden llegar a afectar otros componentes.

#### **4.1.10. Sistema silvopastoril 4. *Leucaena leucocephala*/ganado.**

El área del sistema es de 7.81 ha, con terreno plano a ondulado. Los componentes asociados al sistema son Pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* con *Leucaena leucaena leucocephala* y ganado raza (Brangus)(Figura 25).

La distancia de siembra de la *Leucaena leucaena leucocephala* es a 1.30 m entre árbol, no se les realiza ningún tipo de manejo y alcanzan una altura de 3 a 6 m.

---

<sup>94</sup> SOMARRIBA, E. Árboles de guayaba (*Psidium guajava L*) en pastizales. II Consumo de fruta y dispersión de semillas. Turrialba: Costa Rica. Vol. 35, No 4. p 112.

<sup>95</sup> BASTOS; FEIO, op. cit., p. 24.

<sup>96</sup> SOMARRIBA, op. cit., p. 329.



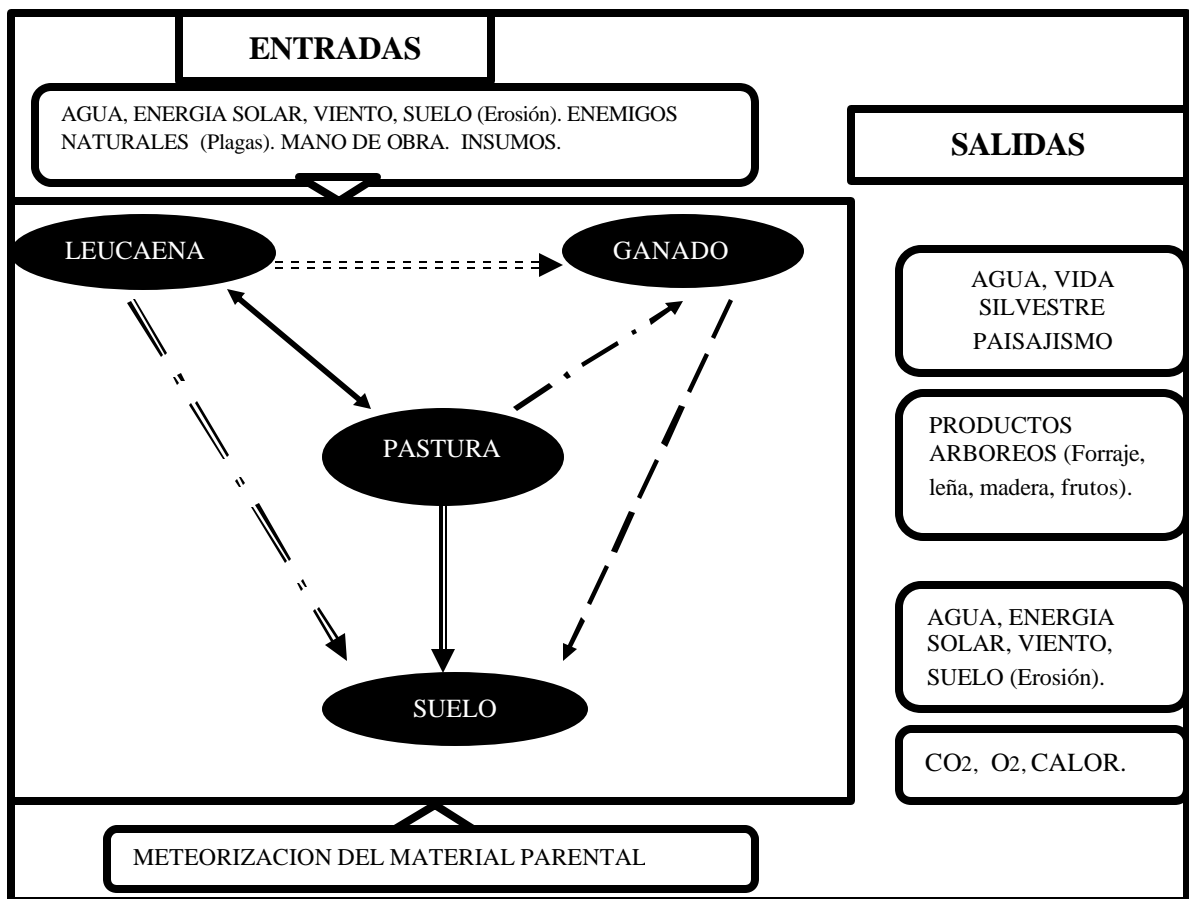
Fuente: Esta investigación, 2007.

**Figura 25.** Sistema silvopastoril 4. *Leucaena leucaena leucocephala*/ganado.

#### **4.1.10.1. Interacciones en el sistema silvopastoril 4.**

Las interacciones del sistema se relacionan a través de cuatro componentes: pasto estrella *Cynodon nlemfuensis*, *Leucaena leucaena leucocephala*, ganado raza (Brangus), y como componente principal el suelo. (Figura 26).

**Figura 26. Diagrama de las interacciones del sistema silvopastoril 4.**



Fuente: Esta investigación, 2007.

**CONVENCIONES (Interacciones)**

..... ➔ Forraje, sombra (+).

- . - . - . ➔ Forraje (+).

← ➔ Competencia luz, agua y nutrientes (-).

==== ➔ Materia orgánica, protección (+); extracción nutrientes (-).

= : = : = ➔ Materia orgánica, Fija N<sub>2</sub>, recupera suelos erosionados (+); Extracción nutrientes (-).

--- ➔ Mat. Orgánica, ciclaje de nutrimentos (+); compactación suelo (-).

Según la figura anterior las interacciones entre los componentes se presentan de la siguiente manera: (Anexo 6).

La Leucaena *Leucaena leucocephala* posee una raíz profunda y extendida; la raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas agrícolas, por lo que es una fuerte competidora con otros cultivos, especialmente en situaciones de estrés; además por su asociación de raíces con bacterias, son capaces de fijar al suelo el nitrógeno atmosférico del aire por lo que ayuda mucho a la recuperación de suelos erosionados. La hojarasca que cae al suelo presenta una rápida descomposición<sup>97</sup>.

La pastura aporta materia orgánica, brinda protección al suelo contra lluvias fuertes, pero absorbe nutrientes en mayor proporción. También es fuente de alimento para el ganado. Por otra parte, *Leucaena leucocephala* y la pastura generan competencia por los nutrientes que se encuentran en el suelo<sup>98</sup>.

Según estudios realizados por el ICA en Cuba con Leucaena *Leucaena leucocephala* en potreros de Pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* se obtuvieron los siguientes resultados:<sup>99</sup>

Pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* sin sombra: lo animales presentaron mayor deposición de excretas, mayor producción por metro cuadrado de pasto, mayor porcentaje de hoja, menor porcentaje de material muerto y malezas.

Pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* con sombra: Los animales presentaron menor deposición de excretas, menor producción por metro cuadrado de pasto, menor porcentaje de hoja, mayor porcentaje de material muerto y malezas.

Según esto el sistema presente en la finca Nápoles el pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* se comporta de forma negativa bajo los árboles de Leucaena *Leucaena leucocephala*, por que presenta una menor productividad y un menor porcentaje de hoja; pero según lo afirmado por Bustamante *Cynodon nlemfuensis* es una especie que posee tolerancia media al sombreado, por lo que presenta una mayor productividad cuando se encuentra asociado con sombra que cuando se presenta como monocultivo<sup>100</sup>. Esto explica el comportamiento variable del pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* cuando se encuentra con y sin sombra en diferentes lugares de estudio.

---

<sup>97</sup> HERNANDEZ; ANDRADE, Una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la Amazonía, op. cit., p. 14.

<sup>98</sup> PEZO; IBRAHIM, op. cit., p 54.

<sup>99</sup> RUIZ, T. Sistemas Silvopastoriles en la producción ganadera. Taller Internacional. Indio Hatuey. Cuba 1994. p 34.

<sup>100</sup> BUSTAMANTE.; Ibid. P 45.

## 4.2. Finca Veraguas

### 4.2.1. Reseña histórica

En el año 2001 la finca era solo potreros y algunos parches de bosques de guadua *Guadua angustifolia kunt*; también se presentaba algunos árboles de Matarratón *Gliricidia sepium* en algunos lotes de la finca a los cuales no se le daba ninguna utilidad, después de cambiar la administración en el año 2003 a cargo del señor Otoniel Rodríguez, quien decidió dividir los potreros por lotes con cercas de Matarratón *Gliricidia sepium* sin tener idea de los beneficios de esta especie para el ganado.

El propósito del mayordomo de cercar los potreros era rotar el ganado en cada lote para que los animales no se encontraran dispersos por toda la finca y así darle al pasto un período de ocupación y un período de descanso para evitar la degradación de los suelos; además de minimizar los gastos en la instalación de cercas de guadua con alambre, lo cual resulta muy costoso.

En aquellas zonas donde se presentaba mayor degradación de suelos por el sobrepastoreo, estos fueron dejados en descanso donde se desarrollaron especies como Arrayán *Orostemum rodostremonodapne*, Carbonero *Calliandra pittieri*, Surrumbo *Trema micrantha*, Mestizo *Guarea trichiloides*, Laurel *Cinnamomum triplinerve*, olivon *Lepidaploa patens*, cordoncillo *Piper auritum*, entre otros.

### 4.2.2. Diagnóstico biofísico.

#### 4.2.2.1. Suelos.

Los suelos se han formado sobre cenizas volcánicas evolucionadas en los interfluvios aplanados en el fondo de los valles estrechos y de aluviones recientes. Sobre estos paisajes se presentan algunos escurrimientos difusos y terracetos en zonas con sobrepastoreo.<sup>101</sup>

Estos suelos tienen un pH ligeramente ácido, bajo contenido de materia orgánica, saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico altas y fertilidad moderada.<sup>102</sup>

Tiene una consistencia en húmedo friable y mojado pegajosa y plástica, con estructura granular. Tienen una estabilidad estructural moderada con 70% de agregados mayores de 4mm, de los cuales cerca del 30% son estables al agua.

---

<sup>101</sup> CAMARGO, op. cit., p. 52.

<sup>102</sup> CAMARGO, lbib., p. 53.

La textura es franco arcillosa y tienen alta capacidad de almacenamiento de agua.<sup>103</sup>

Tienen una densidad aparente media, porosidad total alta y baja humedad aprovechable. La permeabilidad es moderada y muy susceptible a la compactación.<sup>104</sup>

#### **4.2.2.2. Usos y cobertura del suelo**

Según el mapa de uso de suelo del año 2004 el sistema de producción más predominante era el pecuario representado por pastos y ganado (Figura 27).

Actualmente se ha visto que en este sistema se han introducido el componente arbóreo con cercas vivas de matarratón *Gliricidia sepium* que se encuentran dividiendo los lotes dando lugar a los sistemas silvopastoriles (Figura 28).

Además algunos lotes de potreros han crecido naturalmente con especies promisorias de la zona.

La finca esta dividida en 40 lotes donde realizan rotación del ganado en los potreros con una carga animal de 28 animales por lote/día con el fin de dejar descansar el suelo. El productor utiliza los potreros de acuerdo a la producción que le da el ganado:

Vacas de ordeño: 1 lote/ 1 día  
Vacas horras: 1 lote/ 5 días.  
Vacas de levante: 1 lote/ 8 días.  
Vacas de engorde: 1 lote/ 8 días.

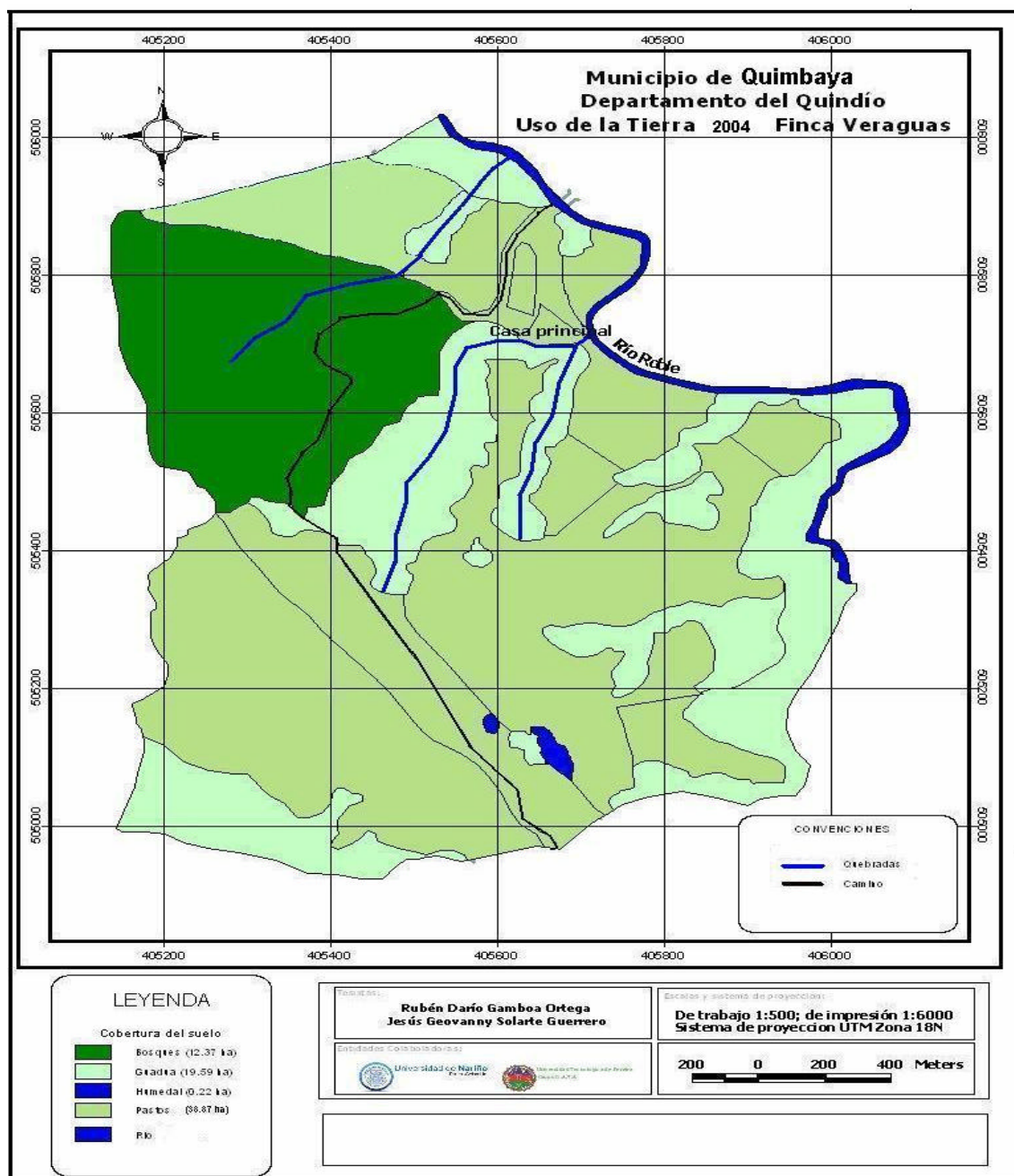
La raza de ganado que existen en la finca son pardo, simental y holstein.

---

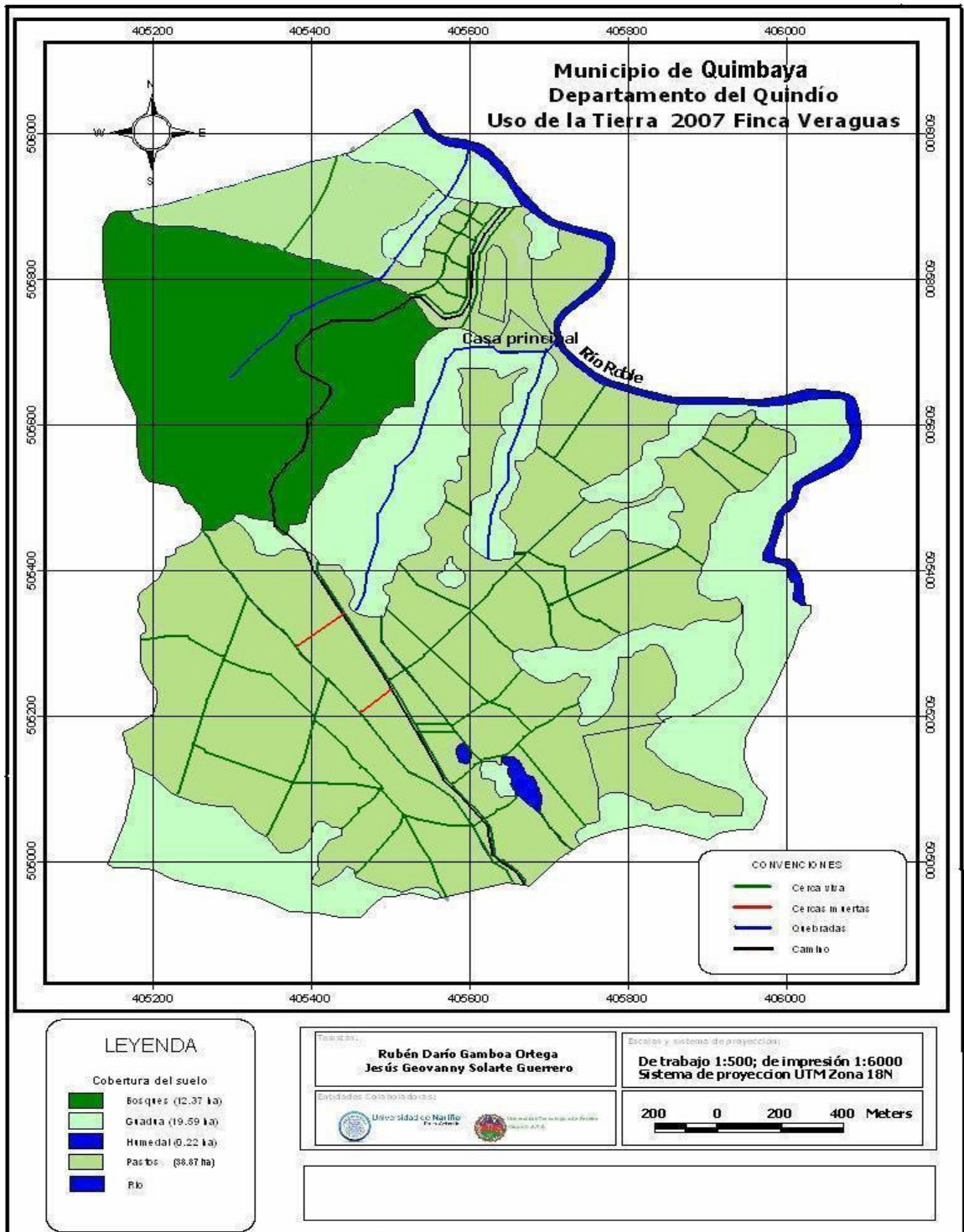
<sup>103</sup> CAMARGO, op. cit., p. 54.

<sup>104</sup> CAMARGO, Ibid., p. 54.





**Figura 27.** Uso y cobertura del suelo – Veraguas 2004.

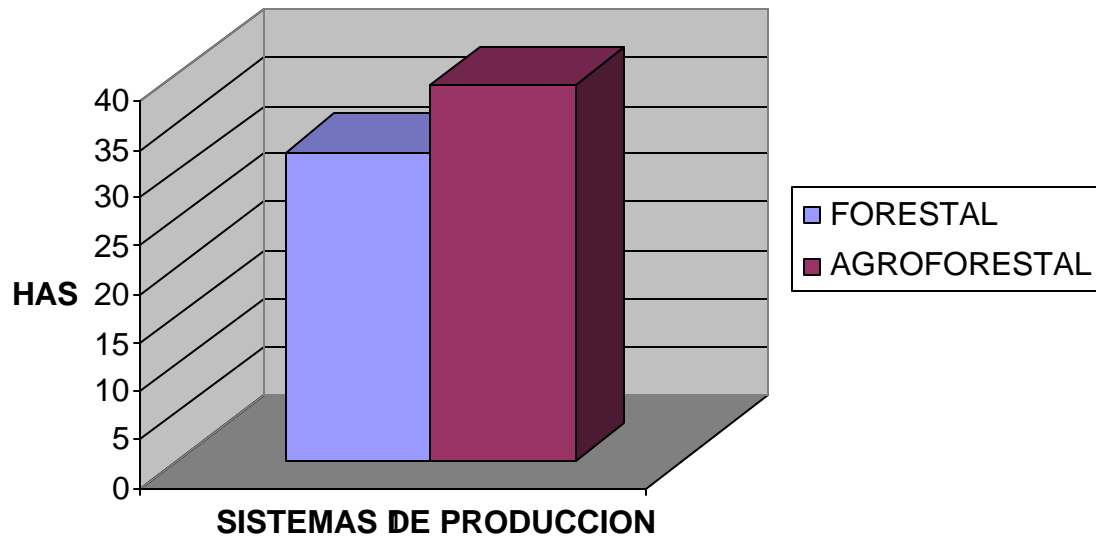


**Figura 28.** Uso y cobertura del suelo – Veraguas 2007.

### 4.2.3. Sistemas de producción.

Los sistemas de producción se clasificaron de la siguiente manera de acuerdo a la extensión de cada uno. (Figura 29).

**Figura 29.** Clasificación de los sistemas de producción – Veraguas 2007.



Fuente: Esta investigación, 2007.

Según la gráfica el sistema agroforestal es el que más predomina con un área de 38.8 ha (47.9%) que se encuentra representado por sistemas silvopastoriles y el sistema forestal representado por bosques de guadua *Guadua angustifolia* kunt con 19.6 ha y bosque secundario con un área de 12.3 has (39.4%). (Anexo 9).

Los sistemas silvopastoriles se caracterizan por tener plantaciones lineales cercas vivas de matarratón *Gliricidia sepium* y cercas muertas de alambre que delimitan los lotes de la finca. La finca presenta caminos internos destapados que conducen a los diferentes sistemas de producción.

#### 4.2.4. Diagnóstico socioeconómico.

**Cuadro 9. Nivel social de participación – Finca Veraguas 2007.**

<b>PARENTESCO</b>	<b>ESTUDIOS</b>	<b>PARTICIPACION EN LA FINCA</b>
Propietario	Universitarios	Visita la finca cada 2 0 3 semanas para observar el manejo de la misma.
Administrador	Secundarios	Encargado del mantenimiento de la finca, cuidado del ganado y la producción de leche de los mismos.
Mulero	Primarios	Acarrea las vacas en la mañana para llevarlas e establo para ser ordeñadas y las cambia de lote durante el día.

Fuente: Esta investigación, 2007.

En cuanto a la vivienda el tipo de construcción que tiene es de ladrillo y el techo de teja, cuenta con tres alcobas, una sala, dos baños y cocina. El establo esta construido en ladrillo, techo en teja y piso de cemento el cual se les realiza un mantenimiento diario.

Con respecto a servicios públicos el agua que consumen es proveniente de las quebradas que se encuentran en la finca; cuenta con servicio de energía eléctrica y servicio de teléfono.

La mano de obra en las diferentes labores que se realizan es contratada, generando empleo algunos pobladores aledaños a la finca.

**Cuadro 10. Nivel de ingresos mensuales – Finca Veraguas 2007.**

PRODUCTOS	VALOR	PRODUCCION/MES kg – L	VENTA/MES	INGRESOS Mensuales/\$
Leche	600/litro	2200 - 2288 L	2200 L	1.372.800
Carne	2800/kilo	600 - 690 kg	650 kg	1.820.000
<b>TOTAL</b>				3.192.000

Fuente: Esta investigación, 2007.

La finca se caracteriza por ser ganadera de doble propósito lo cual es muy rentable para el propietario por los ingresos que le generan en su familia. La leche se la vende a un valor de 600 pesos/litro con una producción mensual que varía de 2200 a 2288 litros / mes y la venta de carne (terneros) con un peso de 230 kilos tienen un valor de 2800 pesos / kilo generando ingresos mensuales que oscilan entre los \$ 3.192.000 pesos que se vende en lugares como el municipio de Quimbaya y lugares cercanos a la finca o al pueblo.

Para el mantenimiento de la finca se contrata entre 5 a 10 jornales con valor de 15.000 pesos día. Con respecto a la guadua no se realiza ningún aprovechamiento.

**4.2.5. Sistemas silvopastoril:** Cercas vivas de Matarratón *Gliricidia sepium*/ganado.

El sistema tiene un área de 38.8 has con pendientes que van desde el 25 al 50%. La distancia de siembra del Matarratón *Gliricidia sepium* varía dependiendo del tiempo de sembrado debido a que los árboles más antiguos se encuentran a distancias de 5 – 10 -15 y 20 m con un Dap promedio de 22.28 cm y alturas promedio de 5 a 7 m.

Los árboles más jóvenes fueron sembrados por estacas, se encuentran a distancias de 1 -2 y 3 m con dap promedio de 5.41 y alturas de 2 a 3 m.



Fuente: esta investigación, 2007.

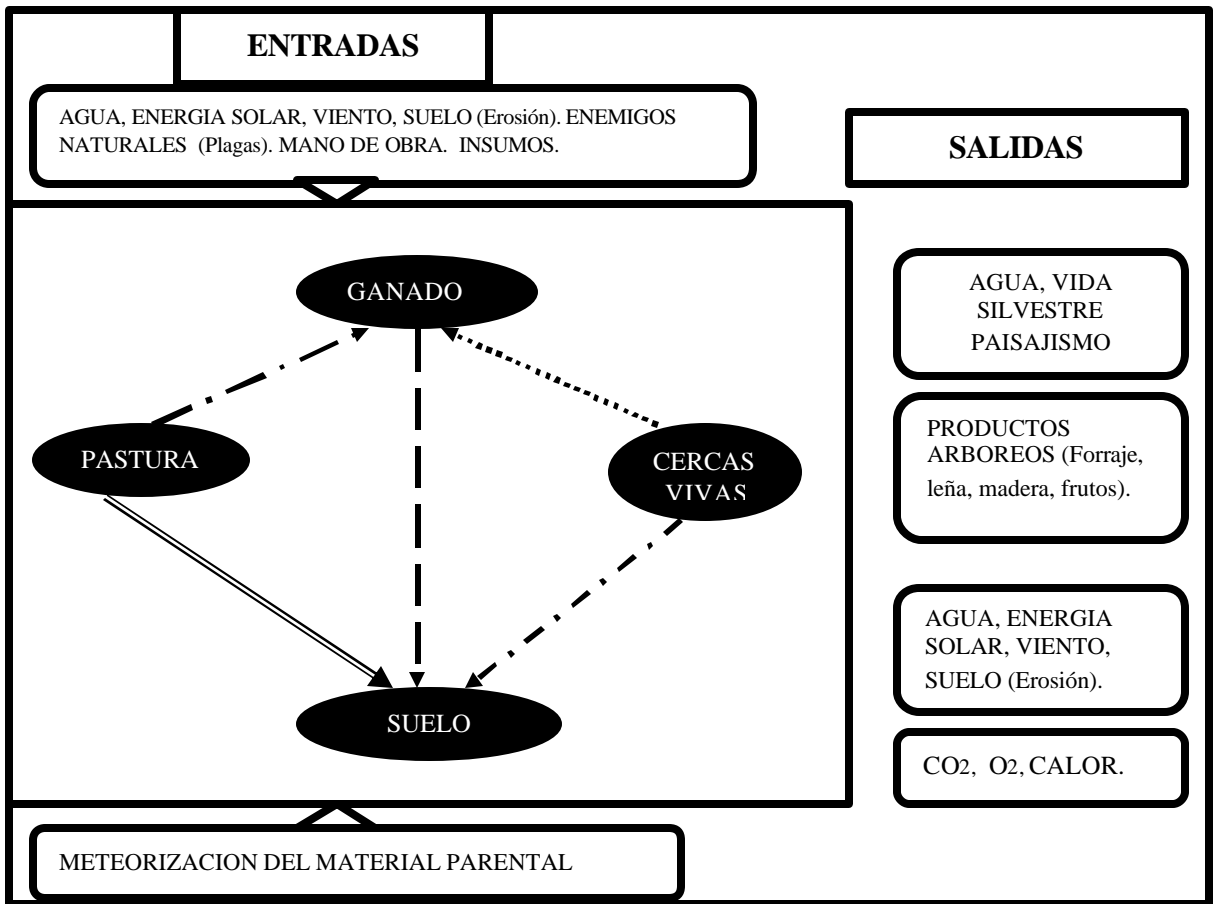
**Figura 30.** Sistemas silvopastoril: cercas vivas de Matarratón *Gliricidia sepium* /ganado.

**4.2.5.1. Interacciones en el sistema silvopastoril:** Cercas vivas de Matarratón *Gliricidia sepium*/ganado.

Las interacciones en el sistema se relacionan a través de cuatro componentes:  
Sp forrajera: cercas de Matarratón *Gliricidia sepium*, ganado, pastos y suelo.  
(Figura 31).



**Figura 31. Diagrama de las interacciones del sistema: Cercas vivas de Matarratón *Gliricidia sepium*/ganado.**



Fuente: Esta investigación, 2007.

**CONVENCIONES (Interacciones)**

- — — — — → Mat. Orgánica, ciclaje de nutrientes (+); compactación suelo (-).
- → Materia orgánica, protección (+); extracción nutrientes (-).
- . - . - . → Forraje (+).
- ..... → Sombra, forraje, protección y mejoran el microclima (+).
- - - - - → Mat. orgánica, reduce impacto lluvia, dism. Incid. solar, erosión (+).

Las interacciones entre los componentes del sistema se presenta así: (Anexo 10).

El Matarratón *Gliricidia sepium* por ser una especie fijadora de nitrógeno ayuda a recuperar suelos erosionados y su alta calidad forrajera hace de esta especie fuente de alimento para el ganado<sup>105</sup>.

Las pasturas y los árboles compiten por luz, agua y nutrientes que se encuentran en el suelo. Los pastos aportan materia orgánica y brindan protección al suelo previniendo la erosión, y sirven de forraje para el ganado<sup>106</sup>.

El ganado por medio de las excretas aporta materia orgánica al suelo, cambia y acelera el ciclaje de nutrimentos porque gran parte del forraje que consumen retorna al suelo; además ayudan a controlar las malezas existentes en el área, pero el pisoteo de los animales compacta el suelo generando daños físicos en su estructura<sup>107</sup>.

En los últimos años el sistema cercas vivas ha tomado mayor relevancia económica y ecológica, no sólo por que su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales, sino, por que constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, además de que representa una forma de introducir árboles en los potreros<sup>108</sup>.

Los cercos vivos han sido de importancia para algunos productores en la introducción de los diferentes sistemas agroforestales y en particular para la ganadería<sup>109</sup>.

En Centro y Sur América la especie más común es la leguminosa *Gliricidia sepium* (madero negro, madreado, madre cacao, mata rata, matarratón). Su forraje es rico en proteína, 21 – 25%. En estudios realizados utilizan esta planta como barrera viva donde encontraron que la producción promedio de biomasa con podas cada cuatro meses era de 6,392 kilogramos por hectárea<sup>110</sup>.

En el caso de la finca Veraguas los cercos vivos por su implementación representan varios beneficios como: límite de los potreros de la finca, y suplemento alimenticio para el ganado. Además esta especie representa un menor costo en cuanto a la introducción con cercas muertas que cuenta con una vida útil de 2 años.

---

<sup>105</sup> AREVALO, op. cit., p. 25.

<sup>106</sup> HERNANDEZ, ANDRADE, Una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la Amazonía, op. cit., p. 14.

<sup>107</sup> PEZO; IBRAHIM, op. cit., p. 40.

<sup>108</sup> HOLMAN, F. Rentabilidad de los sistemas Silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica. Turrialba: Costa Rica. 1992. p 79.

<sup>109</sup> Ibid., p. 80.

<sup>110</sup> Ibid., p. 80



### **4.3. Diseño y alternativa agroforestal**

Mediante los diagnósticos realizados y la encuesta (Anexo 1) se logró tener información sobre la situación actual de cada finca, en donde se plasma la necesidad de mejorar los sistemas agroforestales para lograr una mayor rentabilidad en cada sistema.

Teniendo en cuenta el interés y preferencia de los productores por introducir especies maderables y forrajeras en sus sistemas con el fin de volver sus fincas más comerciales y al mismo tiempo obtener ingresos extras fue necesario adoptar medidas rentables a largo plazo especialmente con aquellos árboles maderables que son de buena comercialización tanto en el mercado nacional como internacional.

Por lo tanto los cambios que se deben realizar a los sistemas de cada finca están enfocados prácticamente al manejo, es decir en el cambio de distancias de siembra, podas e incorporación de especies.

Teniendo en cuenta esto se realizó un análisis de las especies arbóreas que por sus propiedades pueden ser de gran interés para el productor y que pueden reaccionar de una manera satisfactoria ante los diferentes sistemas a establecer.

#### **4.3.1. Análisis de especies de preferencia para el productor de la Finca Nápoles.**

##### **➤ Nogal *Cordia alliodora***

Familia: Boraginaceae

Se desarrolla favorablemente en climas cálido húmedos con temperaturas desde 18 °C como mínima y 32 °C como máxima; con precipitaciones de 2000 a 4000 mm.

Su copa es pequeña, estrecha y abierta lo cual permite el paso de mucha luz. Es una especie de fácil adaptación y de rápido crecimiento que desarrolla en excelente forma en campo abierto. La especie puede alcanzar 20 a 30 m en menos de 15 años.

Exige casi completa exposición al sol, suelos con buen drenaje y no tolera un nivel freático cercano ni un mal drenaje.

Es una especie que se adapta muy bien a ser intercalada con plantaciones agrícolas, siendo un componente importante de los sistemas agroforestales. Crecen árboles dispersos en pastizales (sombra y refugio para el ganado), árboles en linderos (cortina rompevientos), árboles de sombra para cultivos perennes

(café, cacao, caña de azúcar). Especie frecuentemente encontrada en los potreros. Podría usarse en baja densidad en los siguientes sistemas: callejones forrajeros cultivos en estratos múltiples, cultivos perennes en callejones, cortinas rompevientos, barbechos mejorados.

Es una especie maderable altamente cotizada en el mercado.

➤ **Teca *Tectona grandis***

Familia: Bignoniaceae

Crece favorablemente en lugares con precipitaciones anuales de 1 250 a 3 750 mm, una temperatura mínima de 13 a 17 °C y una temperatura máxima de 39 a 43 °C.

Es un árbol de rápido crecimiento, alcanza una altura de hasta 50 m y un diámetro de 2.5 m. Tiene un fuste cilíndrico alto y limpio de más de 25 m.

Es bastante exigente en luz y para su desarrollo requiere suelos bien drenados, fértiles y profundos.

La teca (*Tectona grandis*) es una de las principales maderas de frondosas que existen en el mundo, reputada por su color claro, su excelente fibra y su durabilidad es una de las más solicitada en el mercado.

➤ **Leucaena *Leucaena leucocephala***

Familia: Mimosaceae

Prospera en ambientes adversos. Se adapta muy bien a las tierras bajas, crece desde sitios secos con 350 mm/año hasta húmedos con 2,300 mm/año y temperatura media anual de 22 a 30 °C.

Crece en una amplia variedad de suelos, desde neutros, hasta alcalinos, siempre y cuando sean suelos bien drenados, no compactados ni ácidos.

Es una especie de fácil adaptación y rápido crecimiento; fijadora de nitrógeno por lo que ayuda mucho a la recuperación de suelos erosionados, además la hojarasca presenta una rápida descomposición.

En sistemas agroforestales es un árbol de gran interés agrosilvícola mezclado con cultivos agrícolas, se usa en plantaciones en linderos, árbol disperso como sombra para cultivos perennes comerciales, cultivos en callejones, callejones forrajeros, barbechos mejorados; pero su mayor importancia radica en sistemas

silvopastoriles como forrajero, el espaciamiento en plantaciones varía según el objetivo de la misma, para leña y varas se planta a 2 x 2 m y para forraje se debe plantar a 0.5 x 0.5 m ó 0.5 x 1 m.

➤ **Tambor *Schizolobium parahyba***

Familia: Euphorbiaceae

Es una especie de rápido crecimiento que se desarrolla en ambientes desde los 650 msnm hasta los 2000 msnm y temperaturas de 19 a 23°C.

Prefiere suelos fértiles, profundos y húmedos, ácidos a neutros, con buen drenaje y textura media a pesada. Su copa es amplia, alargada, abierta y con ramas dispersas las cuales permiten la entrada de la luz solar. Presenta autopoda intensa, aun desde joven.

Es un árbol que alcanza alturas de hasta 35 m y dap de hasta 1m, con fuste cilíndrico y recto.

Especie maderable con posibilidades comerciales. La madera es blanda y se usa para varas, construcciones interiores y de ranchos temporales, cajas, muebles, entre otros.

Es una especie que se desarrolla bien con espaciamientos desde 3 x 3 m, hasta 10 x 10 m o más en combinaciones agroforestales.

➤ **Matarratón *Gliricidia sepium***

Familia: Mimosaceae

Es una especie que se adapta en temperaturas que varían desde los 20° hasta 29 °C.

Es muy variable con respecto a la calidad de los suelos, se ha encontrado en suelos con pH desde 4.5 hasta 6.2, en suelos erosionados, arenosos, arcillosos y en suelos calcáreos.

Una de las grandes ventajas de *Gliricidia sepium* consiste en la capacidad de sus estacas de enraizar, logrando alta supervivencia cuando son plantadas como material vegetativo.

En sistemas agroforestales es una especie usada como cerca viva o cortina rompevientos, de corte para producción de forraje o en ramoneo directo por los animales. Para su establecimiento se pueden utilizar estacas grandes de 2 a 2.5 m de longitud y 8 a 10 cm de diámetro con el fin de que los rebrotes no estén al alcance del ganado.

### 4.3.2. Diseños alternativos

Los diseños alternativos que se presentan a continuación son propuestas de acuerdo a las limitantes y potencialidades de cada finca donde los recursos deben ser optimizados y aprovechados de la mejor forma. Estos diseños mejorados se efectuarán en algunos sistemas como:

#### 4.3.2.2. Sistema silvoagrícola: Yuca *Manihot esculenta*/especies arbóreas

Los diagnósticos realizados han demostrado que el interés del productor es establecer un sistema silvopastoril a futuro, teniendo en cuenta que cuando la yuca *Manihot esculenta* sea cosechada la *Leucaena leucocephala* haya alcanzado una cierta altura para que el ganado pueda entrar a ramonear en el sistema.

##### ➤ Establecimiento del sistema

De los componentes que integran este sistema dos de ellos se pueden plantar al mismo tiempo, teniendo en cuenta que *Leucaena leucocephala* lleva 8 meses de establecida y la yuca lleva el mismo tiempo, entonces cuando la yuca se coseche se establecerá el sistema silvopastoril.

El *Cordia alliodora* y la *Tectona grandis* se sembrarán linealmente después de que se haya cosechado la *Manihot esculenta*, con el fin de evitar daños en los árboles a implementar. La siembra de estas especies se hará con el fin de cumplir con el objetivo del productor de establecer un sistema silvopastoril intensivo y aprovechar para rotar el ganado en los diferentes lotes que se realicen en el sistema.

Estas especies se sembraran en contra de la pendiente con el fin de evitar la erosión.

Para la implementación de este sistema agroforestal se realizó un presupuesto de inversión para 1 ha con las 2 especies maderables *Tectona grandis* y *Cordia alliodora*. (Anexo 11).

##### ➤ Distancias de siembra

Se propone utilizar las siguientes distancias de siembra tendientes a lograr una mayor eficiencia en la utilización de la luz solar de los tres componentes entre estratos de altura.

Para *Leucaena leucocephala* se mantiene las distancias establecidas de 1 m entre surco y 50 cm entre planta. Para *Tectona grandis* y *Cordia alliodora* es necesario manejar distancias de 8 m entre árbol y 40 m entre líneas. Las especies van a ir intercaladas.(Figura 32).

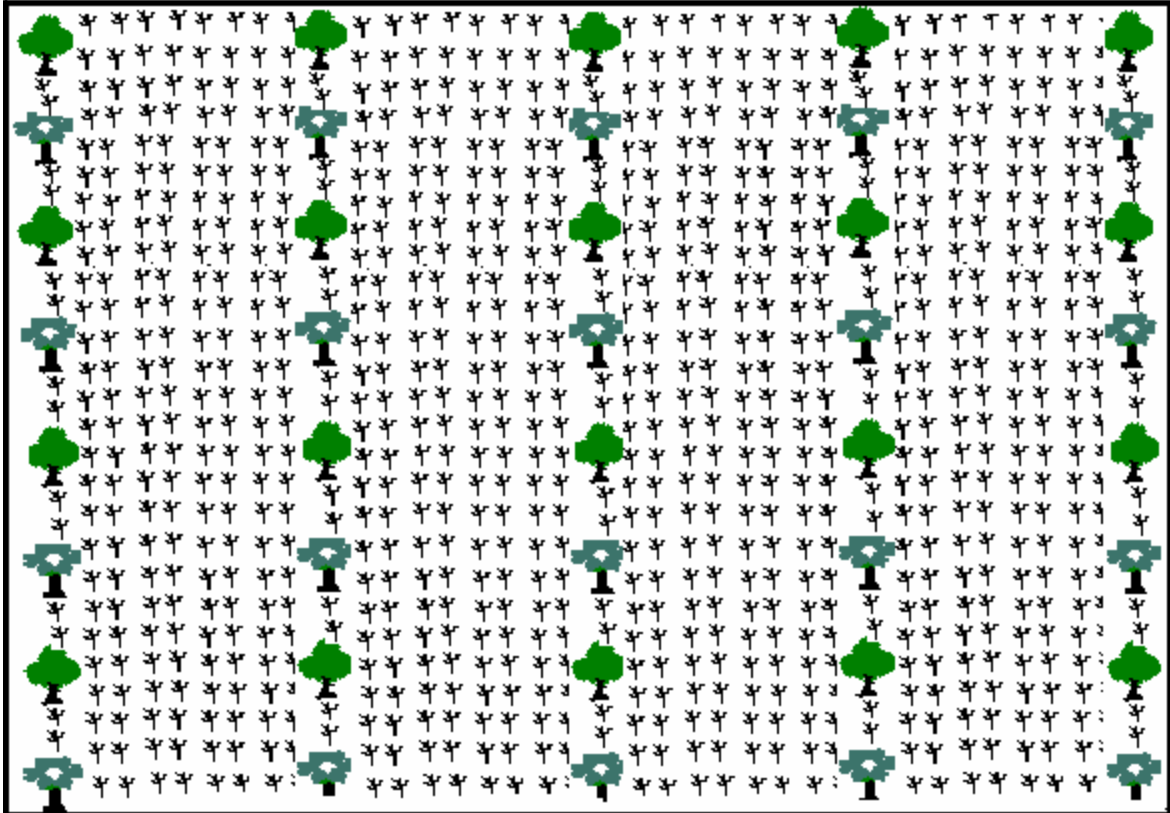
## ➤ Recomendaciones

Para las especies a introducir se recomienda cercar los árboles con *Guadua angustifolia kunt* que puede ser extraída de la misma finca con el fin de minimizar los costos y evitar que el ganado los dañe, mientras estas alcanzan una cierta altura.

Por otra parte es necesario realizar podas de manejo a *Leucaena leucocephala*, especialmente a aquellas plantas que se encuentran cerca de los árboles a establecer ya que la teca y el nogal requieren de mucha energía solar para su desarrollo y esta especie solo se requiere utilizarla para forraje por lo que una poda hasta los 1.50 m de altura es muy buena para que el ganado ramonee y la hojarasca ayudara mucho al aporte de materia orgánica al suelo.

Es necesario realizar un platio y fertilización a los árboles establecidos, se recomienda hacer en la misma proporción en el momento de la siembra, posteriormente se debe realizar fertilizaciones cada seis meses hasta que los árboles ya puedan mantenerse.

**Figura 32.** Sistema agroforestal a proponer: *Leucaena leucocephala*, especies maderables: Teca *Tectona grandis*, Nogal *Cordia alliodora*.





Nogal 8 x 40 m



Teca 8 x 40 m



Leucaena 1 x 0.50 m

#### 4.3.2.3. Sistema silvopastoril 2. Árboles maderables y forrajeros/ganado.

Para este sistema lo más recomendable es darle un orden y un espacio a los componentes, especialmente a *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* con el fin de que los animales aprovechen de una mejor manera estas especies para ramonear.

Es necesario tener en cuenta que el productor ya tiene establecidas en el terreno especies maderables como *Schizolobium parahyba* y *Cordia alliodora*, las cuales fueron introducidas con el fin de evitar la erosión, proveer sombra al ganado y a un tiempo determinado obtener madera de las mismas. Por otra parte manifestó la necesidad de manejar las dos especies forrajeras para optimizar la productividad del ganado.

##### ➤ Establecimiento del sistema

Las especies maderables llevan año y medio de establecidas en el sistema por lo cual permanecerán en el lugar donde se encuentran.

Por lo tanto *Leucaena leucocephala* se distribuirá en toda el área con el fin de que el ganado aproveche al máximo esta especie, mientras tanto *Gliricidia sepium* se establecerá como cerca viva para que el ganado ramonee y al mismo tiempo proteger al animal de los vientos.

Para la implementación de este sistema agroforestal se realizó un presupuesto de inversión para 1 ha con las especies forrajeras *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* (Anexo 12).

##### ➤ Distancias de siembra

Debido a que la pastura presente en el sistema no contaban con un buen manejo y se encontraban degradadas debido al sobrepastoreo, se optó por mantener las distancias establecidas para *Schizolobium parahyba* y *Cordia alliodora* de 8 m entre líneas y 4 m entre árbol con el fin de ayudar a proteger el suelo y aportar materia orgánica al mismo.

Para *Leucaena leucocephala* se establecerá distancias de siembra de 1 m entre surco y 0.50 m entre planta. Para el establecimiento de *Gliricidia sepium* como cerca viva se utilizará distancias de siembra de 2 m entre árbol. (Figura 33).

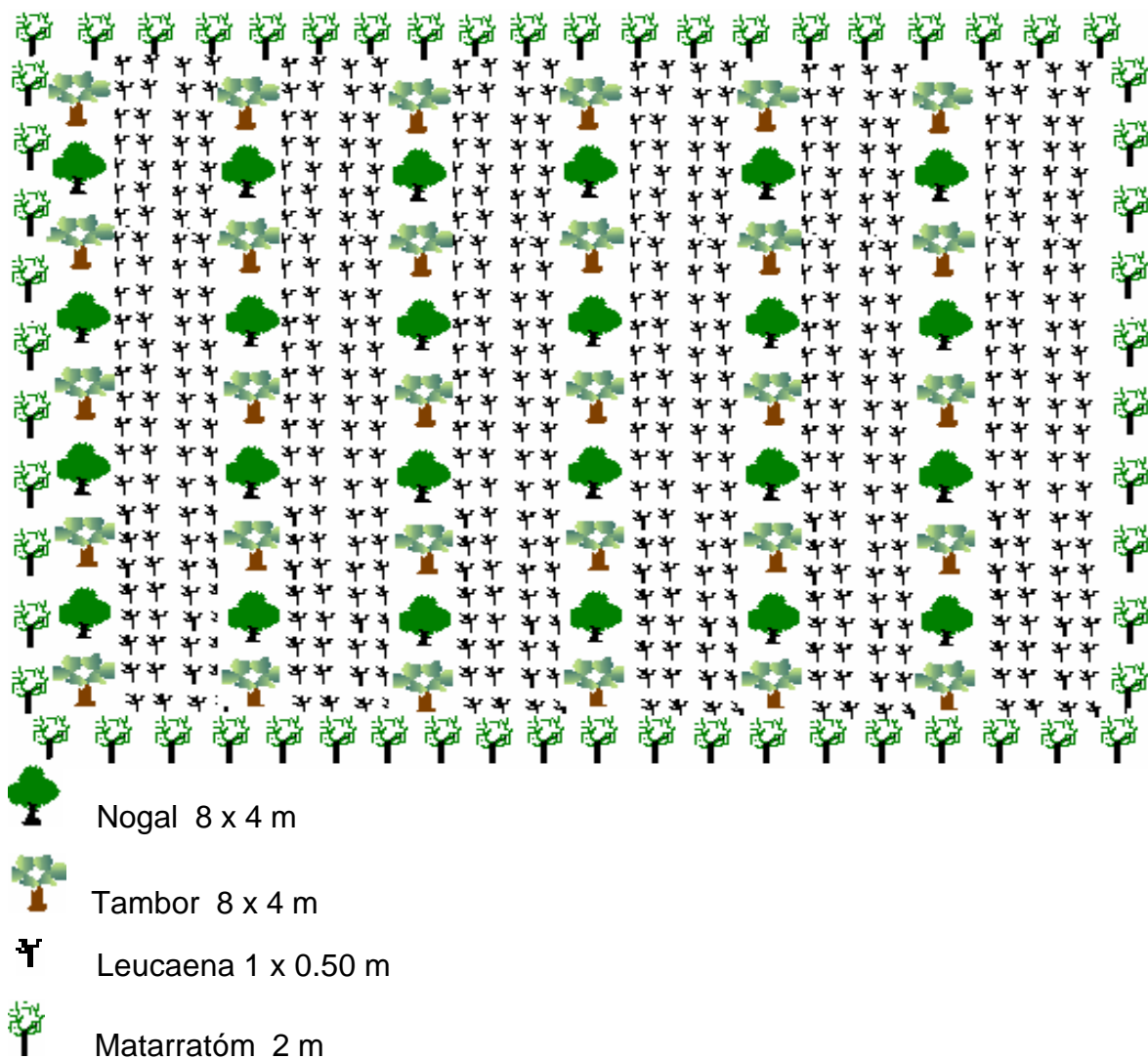
➤ **Recomendaciones**

Es importante realizar podas de formación a la leucaena *Leucaena leucocephala* hasta de 1.50 m de alto para que el ganado aproveche para ramonear y al mismo tiempo la hojarasca por presentar una rápida descomposición contribuirá al aporte de materia orgánica al suelo

En el caso del matarratón *Gliricidia sepium*, por ser una especie de rápido crecimiento es necesario sembrarla por estaca especialmente de 1.50 m de altura, con el fin de que los rebrotes puedan ser aprovechados por el ganado.

En el caso de los árboles maderables, como ya tienen una altura a la cual el ganado no los puede causar algún daño, no se requiere darles ningún manejo porque estas especies por presentar autopoda intensa ayudan mucho a la acumulación de hojarasca y materia orgánica al suelo.

**Figura 33.** Sistema agroforestal a proponer: Especies maderables: Tambor *Schizolobium parahyba*, Nogal *Cordia alliodora*, Especies forrajeras: *Leucaena leucaena leucocephala* y Matarratón *Gliricidia sepium*.



#### 4.3.2.3. Sistema silvopastoril 3. Guayaba *Psidium guajava*/ganado.

Para este sistema lo más recomendable es eliminar los árboles de guayaba ya que esta especie en potreros suelen convertirse en maleza porque el ganado consume los frutos y luego disemina las semillas, que germinan fácilmente y en grandes cantidades.

Además es una especie que atrae gran cantidad de plagas, en especial hormigas las cuáles con el tiempo llegan a dañar la estructura física del suelo<sup>111</sup>.

<sup>111</sup> SOMARRIBA, op. cit., p. 329.



Se propone establecer el sistema propuesto en la figura 29 con leucaena *Leucaena leucocephala* y matarratón *Gliricidia sepium* como cerca viva por la disponibilidad de obtención de las especies en la finca. Este arreglo también se recomienda para el sistema silvopastoril de la finca Veraguas.

#### **4.3.2.4. Sistema silvopastoril 4. *Leucaena leucocephala*/ganado.**

Para este sistema lo más aconsejable es darle un manejo a la *Leucaena leucocephala*, y por preferencia del productor introducir *Gliricidia sepium* para suplemento alimenticio del ganado.

##### **➤ Establecimiento del sistema**

Sabiendo que *Leucaena leucocephala*, presenta diferentes alturas en el sistema es necesario manejar distancias de siembra adecuadas para un sistema silvopastoril intensivo, teniendo en cuenta que algunos árboles sirvan para ramoneo y otros para sombra.

En el caso del matarratón, esta especie se establecerá como cerca viva para protección y alimento al ganado.

Para la implementación de este sistema agroforestal se realizó un presupuesto de inversión para 1 ha que puede ser viable económicamente para el productor (Anexo 12).

##### **➤ Distancias de siembra**

Para este sistema silvopastoril se manejará las siguientes distancias de siembra: *Leucaena leucocephala* de 3 m de altura: distancia de 5 m entre árbol y árbol.

*Leucaena leucocephala* de 1.50 m de altura: distancia de 1 m entre surco y 0.50 entre árbol.

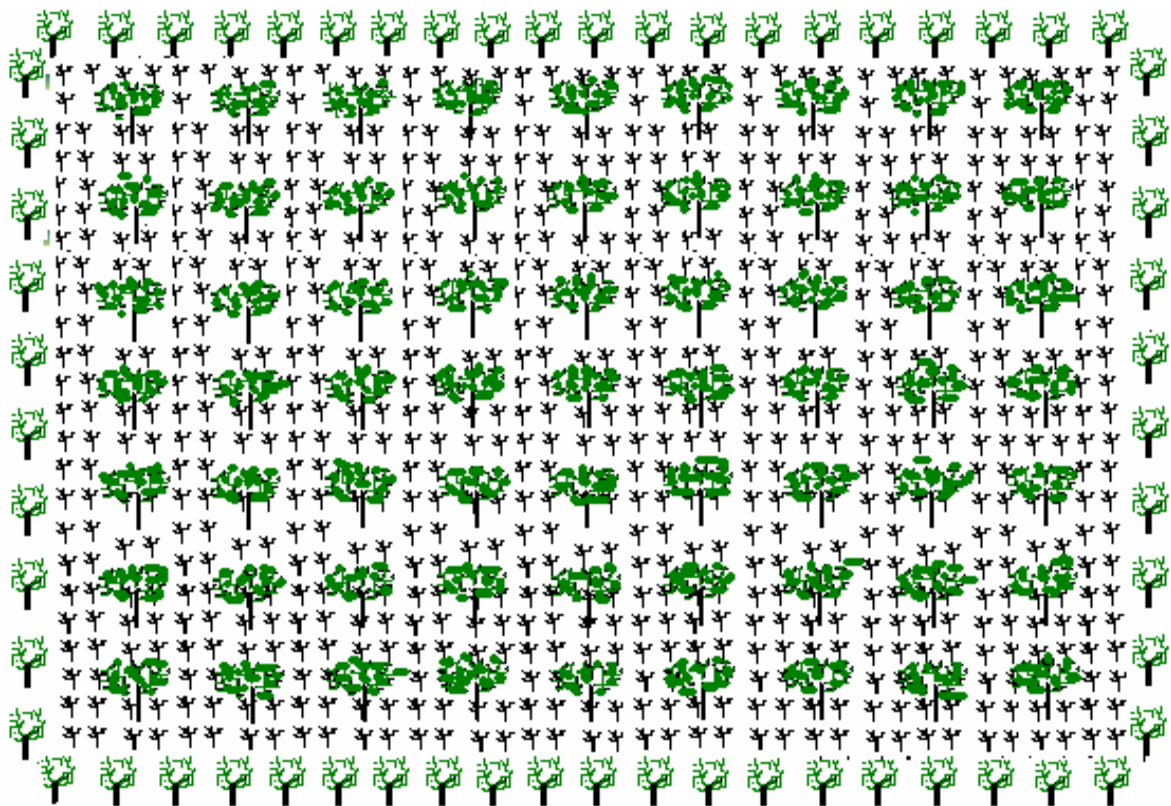
Para las cercas vivas de *Gliricidia sepium* se utilizará una distancia de siembra de 2 m entre árbol. (Figura 34).

##### **➤ Recomendaciones**

Es primordial realizar podas de manejo a la *Leucaena leucocephala* para dejar árboles que sirvan de ramoneo para el ganado y otros que generen sombra con el fin de limitar el estrés del animal.

Para *Gliricidia sepium* que es una especie de rápido crecimiento es necesario sembrarla por estaca especialmente de 1.50 m de altura, con el fin de que los rebrotes puedan ser aprovechados por el ganado.

**Figura 34.** Sistema agroforestal a proponer: Especies forrajeras: *Leucaena leucocephala* y Matarratón *Gliricidia sepium*.



Leucaena 5 x 5 m de 3 m de altura.



Leucaena 1 x 0.50 m de 1.50 m de altura.



Matarratón 2 m

En el caso de la finca Veraguas que se presenta un sistema silvopastoril con cercas vivas de *Gliricidia sepium* se recomienda incorporar otra especie forrajera como *Leucaena leucocephala* la cual es fácil de conseguir en lugares cercanos a la finca y por lo tanto el ganado ayuda a mejorar la dieta alimenticia del ganado.

El asocio de estas dos especies con la pastura es de suma importancia porque provee sombra al ganado, mejora la dieta alimenticia del ganado y la productividad del mismo y ante todo ayuda a controlar la erosión especialmente en aquellos lugares donde se presentan fuertes pendientes<sup>112</sup>.

<sup>112</sup> PEZO; IBRAHIM, op. cit., p. 28.

#### 4. CONCLUSIONES

Los sistemas de producción predominantes en las fincas Nápoles y Veraguas son: Guadua *Guadua angustifolia Kunt*, y sistemas silvopastoriles.

Los sistemas agroforestales sobresalientes en Nápoles y Veraguas son los silvopastoriles como: árboles dispersos, árboles maderables y forrajeros, Leucaena *Leucaena leucocephala*, guayaba *Psidium guajava* y cercas vivas de matarratón *Gliricidia sepium* asociados con ganado de raza brangus, pardo, simental y holstein.

Los potenciales socioeconómicos que sobresalen de la fincas es la venta de guadua *Guadua angustifolia Kunt* y producción de ganado de doble propósito que se vende en la región e incluso dentro y fuera del país.

Las funciones más relevantes que cumplen las especies arbóreas en los sistemas agroforestales presentes en las fincas es la división de potreros, sombra, protección, control de erosión y especialmente forraje para el ganado.

Las especies arbóreas que estructuralmente imperan en los sistemas agroforestales son Leucaena *Leucaena leucocephala*, Tambor *Schizolobium parahyba*, guayaba *Psidium guajava* y matarratón *Gliricidia sepium*.

Los diseños y alternativas más viables para lograr un mejor manejo y productividad en los sistemas son:

Leucaena *Leucaena leucocephala* con especies maderables: Teca *Tectona grandis* y Nogal *Cordia alliodora*.

Especies maderables: Tambor *Schizolobium parahyba*, Nogal *Cordia alliodora* y forrajeras: Leucaena *Leucaena leucocephala* y Matarratón *Gliricidia sepium*.

Especies forrajeras: Leucaena *Leucaena leucocephala* y Matarratón *Gliricidia sepium*.

## 5. RECOMENDACIONES

Implementar especies forrajeras como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* en aquellas zonas donde se presente degradación con el fin de ayudar a la recuperación de suelos erosionados.

Promover el asocio de árboles maderables de gran importancia comercial como *Cordia alliodora*, *Tectona grandis* y *Schizolobium parahyba* con especies forrajeras *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* que se adapten a la zona en sistemas silvopastoriles para lograr un mejor rendimiento y de esta manera obtener ingresos adicionales a largo plazo.

Para que la formulación del proyecto por el sistema D&D sea completo se recomienda continuar con el proceso de planificación mediante la ejecución y desarrollo de la alternativas agroforestales propuestas, con el fin de mejorar la productividad en los sistemas y posiblemente ser llevados a cabo en otras fincas.

Estudiar y evaluar económicamente los sistemas agroforestales propuestos.

## BIBLIOGRAFIA

- AREVALO, L. Sistemas agrosilvopastoriles. Guayaquil: Perú. 1998. p 32.
- ARISMENDI, L. Investigación sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en el Oriente de Venezuela. Jusepín: Venezuela, 2001. p 8.
- AVILA, M; KRISHNAMURTHY, L. Agroforestería Básica. Serie de textos básicos para la formación ambiental No. 3 FAO, México, 1999. p. 61.
- BASTOS, J; FEIO, D. Sistemas silvopastoriles en la Amazonía Central. Amazonas: Colombia. 2001. p 14.
- BAUMER, M. Animal production, agroforestry and similar techniques. Agroforestry Abstracts. 1991. p 179.
- BRONSTEIN, J. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, asociada con árboles de *Eritrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba: Costa Rica. UCR-CATIE. 1984. p 20.
- BUFFINGTON, D; COLLIER, R. Dairy housing II. In: National Dairy Housing Conference, 2, Proceedings. Joseph, Michigan USA, American Society of Agriculture Engineers. 1983. p. 107.
- BUSTAMANTE, J. Evaluación del comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poro (*Eritrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba: Costa Rica. CATIE, 1991. p 45.
- CAMARGO, J. Estudio semidetallado de suelos del departamento del Quindío. Pereira – Risaralda, 2001. p 44 – 46.
- CASTAÑO, F. Los sistemas agroforestales o la cultura del árbol en las fincas agrícolas, pecuarias y forestales. En: Ambiente y desarrollo. No. 5 (feb, 1995). p. 14.
- CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA. Estado actual del enfoque de sistemas de producción y su aplicación en CORPOICA.

S.I: Mimeografiado, 1996. p.8.ESCOBAR, G; BERDEGUE, J. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile: RIMISP, 1990. s.p.

CORPORACION REGIONAL QUINDIO. Plan de Ordenamiento Territorial. Quindío: Armenia. 2001. p 24.

ESCOBAR, M. Sistemas agroforestales. Bogotá: Colombia. INDERENA. 1993. p 10.

ESCOBAR, G; BERDEGUE, J. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile: RIMISP, 1990. p.26.

FAO. Sistemas Agroforestales en América Latina y el Caribe. Santiago: FAO, 1984. p.14

FLORES, E; OBANDO, G. Árboles del Trópico húmedo. Importancia socioeconómica. Editorial Tecnológica de CR. 2003. p 922.

HART, R. Agroecosistemas: conceptos básicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba: Costa Rica. 1985. p. 85.

HART, R. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. In Tipificación de sistemas de producción agrícola. RIMISP. Santiago de Chile. 1990. p. 45.

HART, R. Diagramación de fincas. Turrialba: CATIE, 1985

----- . Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba: Costa Rica. CATIE. (Serie de materiales de enseñanza no. 11). 1985. p. 160.

HERNÁNDEZ, A; NAVIA, J. Aspectos Metodológicos del Proceso de Caracterización. Informe Técnico No.3. Palmira: Colombia. 1999. p. 29.

HERNANDEZ A; SILVA C. “Ideas y nociones de los sistemas”, “Elementos, interacciones y estructura”, “El sistemas de producción agropecuaria”. 1994. p 17.

HERNÁNDEZ, M; ANDRADE, H. Sistemas silvopastoriles. Bogotá: Colombia. Calidad editorial. 2002. p 3.

----- . Una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la Amazonía. Bogotá: Colombia. 1998. p 14.

HOLMAN, F. Rentabilidad de los sistemas Silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica. Turrialba: Costa Rica. 1992. p 79.

- IBRAHIM, M. Planificación de fincas ganaderas eco-amigables: una aproximación desde la teoría de sistemas y el análisis de medios de vida. Turrialba: Costa Rica. 2006.
- INIA. Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA)-OIMT. Primera Edición. Lima, Perú. 1996. p 365-366.
- JOYA, M. Conocimiento local sobre el uso y manejo de los árboles en las fincas ganaderas de Belén, Rivas. CATIE, Turrialba: Costa Rica. 1998. p 12.
- MATEUCCI, S; COLMA, A. Metodología para el estudio de la investigación. Washington. OEA, 1982. p. 622.
- MONTAGNINI, Florencia. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 4ed. San José, 1992. p. 622
- MOORE, C. El uso de forraje de la yuca (*Manihot esculenta*) en la alimentación de rumiantes: Seminario Internacional de Ganadería Tropical. Acapulco: México. 1976. p. 14.
- MORENO, R. La guadua como alternativa económica. CARDER. Pereira: Risaralda; 2000. p 22.
- MOTT, G; POPENOE, H. Grasslands. In: P.T. Alvim & T.T. Kozlowski (eds.). Ecophysiology of tropical crops. Academic Press, New York. 1977. p. 86.
- MUSALEM, M. Sistemas Silvopastoriles. Una alternativa de Desarrollo Rural Sustentable para el Trópico Mexicano. Palacio de Minería, Ciudad de México, Distrito Federal. 2003. pp. 10
- NAIR, P. Introduction to agroforestry. Dordrecht, Netherlands. Kluwer Academic. 1993. p 40.
- NAIR, R. Agroforestería. Chapingo: México, 1997. p. 351.
- NAVIA, E. Sistema de expertos para la aplicación de metodología y transferencia de agrotecnología con enfoque integral de producción. Tesis Mag. Sc., Turrialba: Costa Rica. (CATIE). 1994. p. 112.
- PARRA, M. El agroecosistema: un concepto básico para entender el cambio tecnológico. In Memorias del primer Simposio Nacional sobre Agricultura Sostenible: una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental. México, U. Autónoma Chapingo. Colegio de posgraduados. 1991. p. 52.

PEZO, D; IBRAHIM, M. Sistemas silvopastoriles. Segunda edición. CATIE. Turrialba: Costa Rica. 1998. p 83.

ROCHELEAU, D; VONK, R. El papel de la agrosilvicultura en el FSR&D. Farming Systems Support Project Newsleter. 1983. p 1- 3.

RUIZ, T. Sistemas Silvopastoriles en la producción ganadera. Taller Internacional. Indio Hatuey. Cuba 1994. p 34.

SALDIAS, M. Guía para el uso de árboles en sistemas agroforestales para Santa Cruz, Bolivia. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz: Bolivia. 1994. p 188.

SOMARRIBA, E. Planificación agroforestal en fincas. En: serie materiales de enseñanza. Turrialba: Costa Rica. CATIE, 1998. p. 36.

----- . Diagnostico y diseño agroforestal. En: Agroforestería de las Américas. Vol. 5, No 3 (feb, 2000). p. 68-72.

----- . Árboles de guayaba (*Psidium guajava L*) en pastizales. II Consumo de fruta y dispersión de semillas. Turrialba: Costa Rica. Vol. 35, No 4. p 112.

SOMARRIBA, E; CALVO, G. Planificación agroforestal de fincas. En: Agroforestería de las Américas. Vol. 5, No 3 (feb, 2000). p 21.

TAMARA, B. Planificación Agroforestal; Etapa diagnóstico biofísico: Finca "La Familia" Segundo informe. Turrialba: CATIE, 2003. p 23.

WILSON , J; LUDLOW M. The environmentn and potencial growth of herbage Ander plantations. En Shelton, H.M y W.W Stur (eds). Forages for plantation crops. ACIAR Proceedings No 32. Camberra, Australia. ACIAR. Pag 10.

WILSON, J; WILD, D. Inprovement of nitrogen nutrition and grass growth Ander shading. En Shelton. ACIAR Proceedings No 32. Canberra, Australia. 1991. p 10.



# ANEXOS

**ANEXO 1. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PRODUCTORES PARA LA IDENTIFICACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION Y CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES**

**A. DATOS DE IDENTIFICACION**

1. Nombre del propietario: \_\_\_\_\_
2. Ocupación: \_\_\_\_\_
3. Lugar de procedencia: \_\_\_\_\_
4. Vereda: \_\_\_\_\_

**B. COMPOSICION FAMILIAR**

5.

PARENTESCO	EDAD	GENERO		NIVEL DE ESCOLARIDAD	OCUPACION

**C. RESEÑA HISTORICA**

6. ¿Cómo ha cambiado la finca a través del tiempo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. ¿Qué sistemas de producción tenía antes? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. ¿Cuál ha sido el cambio en el uso del suelo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**D. SERVICIOS BASICOS**

9. Fuentes de abastecimiento de agua:

Acueducto \_\_\_\_\_ Quebrada \_\_\_\_\_ Río/riachuelo \_\_\_\_\_  
Estanque/Pozo \_\_\_\_\_

Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_

10. Alumbrado: Eléctrico\_\_\_\_ Lámpara\_\_\_\_ Velas\_\_\_\_ Ninguno\_\_\_\_ Otro\_\_\_\_  
Cual\_\_\_\_\_

### E. VIVIENDA

11. Cuántas familias viven en su finca: 1\_\_\_\_ 2\_\_\_\_ 3\_\_\_\_ más de 3\_\_\_\_\_

12. Para cocinar utiliza n: Electricidad\_\_\_\_ Gas\_\_\_\_ Gasolina\_\_\_\_ Carbón\_\_\_\_  
Leña\_\_\_\_\_

13. Piso: Baldosa\_\_\_\_ Cemento\_\_\_\_ Mineral\_\_\_\_ Madera\_\_\_\_ Tierra\_\_\_\_  
Otro\_\_\_\_ Cual\_\_\_\_\_

14. Techo: Concreto\_\_\_\_ Eternit\_\_\_\_ Teja\_\_\_\_ Paja\_\_\_\_ Otro\_\_\_\_  
Cual\_\_\_\_\_

15. Pared: Ladrillo\_\_\_\_ Bahareque\_\_\_\_ Madera\_\_\_\_ Tapia\_\_\_\_ Otro\_\_\_\_  
Cual\_\_\_\_\_

### F. NIVEL ECONOMICO

16. ¿Esta trabajando actualmente? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_

17. En caso de ser propietario especifique: ¿Cuántas hectáreas  
posee?\_\_\_\_\_

18. ¿Ha encontrado personal para trabajar su propiedad? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_

19. ¿Los trabajadores de su finca son? Familiares\_\_\_\_ Jornaleros\_\_\_\_ Los dos  
anteriores\_\_\_\_

20. ¿De ellos cuántos son? Permanentes\_\_\_\_  
Temporales\_\_\_\_\_

### G. ACTIVIDAD FORESTAL

21. ¿Qué tipo de sistema presenta la finca? 1-2 \_\_\_\_ Más de 2\_\_\_\_  
Ninguno\_\_\_\_\_

Árboles en cultivos \_\_\_\_\_ Cercas vivas\_\_\_\_ Huertos familiares  
\_\_\_\_\_

Sist. Silvopastoril \_\_\_\_\_ Cultivos en callejones\_\_\_\_\_ Otro\_\_\_\_  
Cual\_\_\_\_\_

22. ¿Cuántas especies leñosas perennes tiene? 1-3\_\_\_\_ 4-5\_\_\_\_ más de 5\_\_\_\_  
Ninguno\_\_\_\_\_

23. ¿Qué uso tienen las leñosas perennes?

No.	Especie Perenne	1	2	3	4	5	6	7

1. Madera 2. Forraje 3. Alimento 4. Leña 5. Sombra 6. Ornamental 7. Protección de cuencas

24. ¿Cuántas especies frutales tiene? 1-3\_\_\_\_ 4-5\_\_\_\_ más de 5\_\_\_\_  
 Ninguno\_\_\_\_  
 Cuales\_\_\_\_\_

25. ¿Tiene especies Agrícolas?  
 Cuales\_\_\_\_\_

26. ¿Tiene cultivos asociados? Si \_\_ No\_\_\_\_  
 Si la respuesta es Si ¿Cuántos tiene? 1\_\_\_\_ 2\_\_\_\_ más de 2\_\_\_\_  
 Cuales\_\_\_\_\_

**H. ACTIVIDAD GANADERA**

TIPO DE EXPLOTACIÓN GANADERA	SUPERFICIE EN EXPLOTACIÓN (Has)			VOLUMEN PRODUCCIÓN
	<1	1 - 3	>3	
LECHE				
LEVANTE				
CEBA				
DOBLE PROPOSITO				

27. ¿Dónde es el lugar de venta? \_\_\_\_\_  
 28. ¿Cuál es el precio de venta del producto?  
 \_\_\_\_\_

**I. OTRA INFORMACION**

29. Conoce usted los sistemas agroforestales? Si\_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 30. ¿Qué tipo de arreglo posee dentro de su finca? \_\_\_\_\_  
 31. Le gustaría establecer algún tipo de arreglo en su finca? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ De que tipo? \_\_\_\_\_ Por qué? \_\_\_\_\_

32. ¿Qué especies prefiere? \_\_\_\_\_

33. Recibe algún tipo de asistencia técnica. Si \_\_\_\_ No\_\_\_\_

**RESPONSABLE:** \_\_\_\_\_



### ANEXO 3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN – NÁPOLES 2007.

No	Sistemas	Especies	Hectáreas	Características
1	Agrícola	Piña ( <i>Ananas comosus</i> ).	21.24	Distancia de siembra: 1.2 m entre surco y 26 x 40 cm entre planta. El lote se encuentra arrendado por el propietario.
2	Agrícola	Plátano ( <i>Musa sp</i> )	0.31	
3	Agrícola	Sábila ( <i>Aloe vera</i> )	1.40	Distancia de siembra: 1 m entre surco y 50 cm entre planta, se realiza plateo cada seis meses.
4	Pecuario	Pasto estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> ), brachiaria ( <i>Brachiaria decumbens</i> ), india ( <i>Panicum maxicum</i> ) con ganado de raza Brangus.	63.44	Los pastos se encuentran divididos por lotes y el ganado pastorea sobre ellos.
5	Forestal	Bosque secundario: Pizamo ( <i>_rgânica poeppigiana</i> ), chucho ( <i>solanum mammosum</i> ), mestizo ( <i>cupania cinerea</i> ), caucho ( <i>_rgân insipida</i> ), yarumo ( <i>cecropia peltata</i> ), laurel ( <i>cinnamomum triplinerve</i> ), cordoncillo negro ( <i>piper glanduliferum</i> ), potchotarوقي ( <i>thrichillia pallida</i> ), entre otras.	3.92	El bosque tiene una edad de 40 años y es de suma importancia por su gran diversidad de flora y fauna.
6	Forestal	Guadua ( <i>Guadua angustifolia</i> ) Kunth.	88.40	Limpieza del área aprovechar (20 metros x persona), selección de guaduas por diámetros, secado, corte, lavado, inmunizado y transporte.
7	SAF Silvoagrícola	Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ) con árboles como: dinde ( <i>Chlorophora tinctoria</i> ), caracoli ( <i>Anacardium excelsum</i> ), tambor ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), nogal ( <i>Cordia alliodora</i> ), guayabo ( <i>Psidium guajava</i> ), teca ( <i>Tectona grandis</i> ), gualanday ( <i>Jacaranda caucana</i> ), leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) y guayacán rosado ( <i>Tabebuia rosea</i> ).	13.61	La yuca se encuentra sembrada a una distancia 80 cm entre surco y 60 cm entre planta. El lote se encuentra arrendado por el propietario para el cultivo de yuca.

No	Sistemas	Especies	Hectáreas	Características
8	SAF Silvopastoril 1	Pasto estrella ( <i>Dactylis glomerata</i> ) con Chiminango ( <i>Pitesellobium dulce</i> ), gualanday ( <i>Jacaranda caucana</i> ), Tulipan africano ( <i>Seratodea campunulata</i> ), Laurel ( <i>Cinamomun triplinerve</i> ), Mestizo ( <i>Guarea trichiloides</i> ) con ganado de raza Brangus.	1.69	Los árboles se encuentran dispersos en el potrero proporcionando sombra al ganado.
9	SAF Silvopastoril 2.	Pasto estrella ( <i>Dactylis glomerata</i> ) con Tambor ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), Nogal ( <i>Cordia alliodora</i> ), Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) y _rgânica_n ( <i>Gliricidia sepium</i> ) con ganado de raza Brangus.	2.89	Los árboles maderables reencuentran sembrados a una distancia de 8 metros entre líneas y 4 m entre árbol; mientras la sp forrajeras se encuentran en algunas partes del lote.
10	SAF Silvopastoril 3	Pasto estrella ( <i>Dactylis glomerata</i> ) con guayaba ( <i>psidium guajava</i> ) con ganado de raza Brangus.	2.64	La guayaba ha crecido naturalmente por excretas del ganado que pastorea sobre el lote.
11	SAF Silvopastoril 4	Pasto estrella ( <i>Dactylis glomerata</i> ) con Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) con ganado de raza Brangus.	26.86	La leucaena ( <i>leucaena leucephala</i> ) se encuentra sembrada a una distancia de 1.30 metros entre planta.
12	SAF Cercas vivas	olivon ( <i>Lepidaploa patens</i> ), cordoncillo ( <i>Piper glanduliferum</i> ), _rgânica_n ( <i>Gliricidia sepium</i> ), nogal ( <i>Cordia alliodora</i> ), caracoli ( <i>Anacardium excelsum</i> ) y guayabo ( <i>Psidium guajava</i> ).	2.100 metros	Las cercas vivas se encuentran bordeando algunos sistemas de producción.

Fuente: Esta investigación, 2007.



**ANEXO 4. INTERACCIONES ENTRE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SILVOAGRÍCOLA: YUCA *Manihot esculenta*/ ESPECIES ARBÓREAS. FINCA NÁPOLES.**

INTERACCIONES	DENSIDAD DE ESPECIES	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	RELACIONES
Yuca – suelo – leucaena	Alta	Materia Orgánica.	Nutrientes	La yuca <i>Manihot esculenta</i> aporta Mat. Orgánica al suelo (+) y extrae nutrientes del mismo (-). Competencia por nutrientes entre la yuca <i>Manihot esculenta</i> y la leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> (-).
Leucaena – suelo – yuca	Alta	Nitrógeno, M.O, recuperación de suelos.	Nutrientes.	Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> es una especie leguminosa que fija N <sub>2</sub> , aporta M.O, recupera suelos erosionados (+). Además extrae nutrientes del suelo (-).
Leucaena- yuca	Alta		Nutrientes y agua.	Estas dos especies compiten por nutrientes y agua (-).
Yuca – suelo – Sp arbóreas.	Alta	Materia orgánica, estructura física del suelo	Nutrientes, energía solar.	Competencia por nutrientes y energía solar entre las dos especies (-). La extracción de la yuca <i>Manihot esculenta</i> favorece la aireación del suelo (+).
Sp arbóreas – suelo – Yuca	Baja	Aporte de materia orgánica, control de erosión.	Nutrientes.	La leucaena <i>Leucaena leucocephala</i> aporta materia orgánica, recupera suelos erosionados (+). Competencia por nutrientes entre las dos especies (-).
Sp arbóreas – yuca	Baja		Plagas. Sombra.	Los árboles pueden ser hospederos de plagas y dan sombra a un cultivo que requiere energía solar (-).

Fuente: Esta investigación, 2007.

**ANEXO 5. ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL SISTEMA SILVOAGRÍCOLA: YUCA (*Manihot esculenta*)/ESPECIES ARBÓREAS.**

<b>ESPECIES</b>	<b>FREC</b>	<b>FR %</b>	<b>DOMIN</b>	<b>DOM %</b>	<b>ABUND</b>	<b>ABUN %</b>	<b>I.V.I.</b>	<b>I.V.I. %</b>
<b>Matarratón</b>	50	17.64	5.61	17.9	19.52	40.2	75.74	25.24
<b>Tambor</b>	83.33	29.41	9.69	30.9	11.33	23.32	83.63	27.87
<b>Leucaena</b>	83.33	29.41	7.12	22.7	5.45	11.22	63.33	21.11
<b>Nogal</b>	66.66	23.52	8.94	28.5	12.27	25.26	77.28	25.76
<b>TOTAL</b>	283.32	100	31.36	100	48.57	100	300	100

Fuente: Esta investigación, 2007.

**ANEXO 6. INTERACCIONES ENTRE LOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES: ÁRBOLES MADERABLES – ÁRBOLES FORRAJEROS - FRUTAL – SUELO – CERCA - PASTO - GANADO. FINCA NÁPOLES.**

INTERACCIONES	DENSIDAD DE ESPECIES	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	RELACIONES
Árboles maderables – árboles forrajeros.	Media	Materia orgánica; Nutrientes; Microfauna y macrofauna. Menor impacto sobre el suelo. Control de erosión. T° y H,	Nutrientes	Los árboles aportan materia orgánica al suelo por medio de la hojarasca, disminuyen la incidencia solar y las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa, aumentando y favoreciendo las poblaciones de microorganismos: macrofauna y microfauna; además reducen la velocidad de las gotas de lluvia y permiten una mayor percolación en el suelo, Asimismo ayudan a controlar la erosión. (+).  Los árboles absorben nutrientes del suelo. (-).
Árboles forrajeros – árboles maderables	Media	Materia orgánica, Fijación Nitrógeno, control erosión, bombeo de nutrimentos	Nutrientes.	Los árboles forrajeros aportan materia orgánica al suelo por medio de ramas y hojas secas, son fijadores de nitrógeno por lo que ayudan mucho a la recuperación de suelos erosionados y su sistema radicular permite extraer nutrientes de sectores más profundos del suelo (+).  Los árboles absorben nutrientes del suelo (-).
Árboles maderables - árboles forrajeros	Media		Nutrientes	Tanto los árboles maderables como los forrajeros generan competencia por los nutrimentos del suelo (-).

Pasto – suelo – Árboles maderables y forrajeros	Alta	Materia orgánica.	Nutrientes	El pasto aporta materia orgánica (+) y extrae nutrientes del suelo en mayor proporción (-).
Pasto – Árboles maderables y forrajeros	Alta		Nutrientes	El pasto y los árboles generan competencia por nutrientes del suelo (-).
Frutal – suelo - pasto	Media	Materia orgánica, T° y HR, macrofauna y microfauna.	Estructura física del suelo. Nutrientes.	La guayaba aporta materia orgánica al suelo por medio de la hojarasca y frutos; disminuyen la incidencia solar, las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa favoreciendo la macrofauna y microfauna del suelo (+).  Además atrae hormigas, las cuales dañan la estructura física del suelo y absorbe nutrientes del suelo (-).
Frutal - pasto	Media		Nutrientes	El frutal genera competencia con el pasto por nutrientes del suelo (-).
Ganado – suelo – pasto	Media	Materia orgánica, Ciclaje de nutrimentos	Compactación del suelo.	EL ganado aporta materia orgánica al suelo, cambia y acelera el ciclaje de nutrimentos (+) y el pisoteo genera daños físicos en el mismo (-).
Pasto ganado -	Alta	Forraje	Contaminación del follaje.	El pasto proporciona forraje para el ganado (+) y la deposición de excretas depositadas por el ganado contamina el pasto por un período viable (-).
Árboles maderables – ganado.	Media	Sombra, Microclima, malos olores, viento, estrés.		Los árboles proporcionan sombra, mejoran el microclima con una disminución de radiación solar, reducen los malos olores en donde se concentra el ganado, reducen el estrés en el animal y ayudan a proveer protección de vientos fríos y climas adversos al ganado (+).

Fuente: Esta investigación, 2007.

**ANEXO 7. ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL SISTEMA SILVOPASTORIL 1: ÁRBOLES DISPERSOS/GANADO.**

No	N. COMUN	ESPECIE	ABUN	ABUN %	FREC	FREC %	DOM	DOM %	I.V.I	I.V.I %
1	Chiminango	<i>Pithecellobium dulce</i>	8.7	14.34	16.67	10.0	646.75	16.53	40.87	13.62
2	Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i>	11.5	18.96	33.33	20.0	485.06	12.39	51.35	17.11
3	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulatha</i>	28.93	47.71	83.33	49.49	194.03	4.96	102.16	34.05
4	Laurel	<i>Cinnamomun triplinerve</i>	2.8	4.61	16.67	10.0	1940.26	49.58	64.19	21.39
5	Mestizo	<i>Guarea trychiloides</i>	8.7	14.34	16.67	10.0	646.75	16.53	40.87	13.62
	<b>TOTAL</b>		60.63	100	166.67	100	3912.85	100	300	100

Fuente: Esta investigación, 2007.

**ANEXO 8. ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL SISTEMA SILVOPASTORIL 2. ÁRBOLES MADERABLES Y FORRAJEROS/GANADO.**

No	N. COMUN	ESPECIE	ABUN	ABUN %	FREC	FREC %	DOM	DOM %	I.V.I	I.V.I %
1	Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	19.52	40.2	50	17.64	5.61	17.9	75.74	25.24
2	Tambor	<i>Schizolobium parahyba</i>	11.33	23.32	83.33	29.41	9.69	30.9	83.63	27.87
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	5.45	11.22	83.33	29.41	7.12	22.7	63.33	21.11
4	Nogal	<i>Cordia alliodora</i>	12.27	25.26	66.66	23.52	8.94	28.5	77.28	25.76
	<b>TOTAL</b>		48.57	100	283.32	100	31.36	100	300	100

Fuente: Esta investigación, 2007.

## ANEXO 9. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN –VERAGUAS 2007.

No	Sistemas	Especies	Has	Características
1	Forestal	Guadua (Guadua angustifolia) Kunt.	19.6	Ha crecido naturalmente en la finca durante años, no se le realiza ningún manejo ni aprovechamiento.
2	Forestal	Bosque secundario: Surrumbo( <i>Trema micrantha</i> ), Carbonero( <i>Calliandra pitteri</i> ), Mestizo( <i>Guarea trichiloides</i> ), Laurel ( <i>Cinnamomun triplinerve</i> ), Olivon( <i>Lepidaploa patens</i> ), Cordoncillo( <i>Piper auricum</i> ), guayaba) <i>Psidium guajava</i> ).	12.3	Tiempo atrás era potreros, pero con el tiempo se fue dejando en descanso debido a la degradación de los suelos donde crecieron especies promisorias de la zona.
3	SAF Silvopastoril	Cercas vivas: Matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ), Pasto puntero ( <i>Hyparrhenia rufa</i> ), pasto estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> ), brachearia ( <i>brachiaria decumbens</i> ) con ganado de raza pardo, simenta y holstein.	38.8	Los tipos de pasto se encuentran dispersos en los lotes de la finca, dejando 28 animales por día, realizando una rotación de lote cada 5 días. Son transeptos lineales de 8124m lineales que dividen los lotes de la finca, fuente de alimento para el ganado.

**ANEXO 10. INTERACCIONES ENTRE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SILVOPASTORIL: CERCAS VIVAS DE MATARRATÓN (*Gliricidia sepium*)/GANADO.**

<b>Interacciones</b>	<b>Densidad</b>	<b>Aspectos Positivos</b>	<b>Aspectos Negativos</b>	<b>Relaciones</b>
Ganado – suelo – Matarratón (cerca)	Media	Materia orgánica.	Compactación del suelo.	El ganado aporta M.O al suelo y compacta el suelo.
Matarratón (cerca) – suelo – ganado	Alta	Nitrógeno. Suelos erosionados	Absorción de nutrientes.	Aporta M.O, fijan Nitrógeno y recuperan suelos erosionados.
Matarratón (cerca) – ganado.	Alta	Forraje, sombra, protección.		Sirven de alimento y sombra para el ganado. Protegen al ganado de vientos fuertes.
Ganado – suelo – pasto	Media	Materia orgánica.	Compactación del suelo	El ganado aporta materia orgánica y compacta el suelo.
Pastos – suelo- ganado.	Alta	Materia orgánica	Nutrientes	El pasto extrae nutrientes del suelo en mayor proporción.
Pastos – ganado.	Alta	Forraje.		El pasto es fuente de alimento para el ganado.

Fuente: Esta investigación, 2007.



**ANEXO 11. PRESUPUESTO DE INVERSION PARA EL SISTEMA AGROFORESTAL A PROPONER:** *Leucaena leucocephala*, especies maderables: *Teca Tectona grandis*, *Nogal Cordia alliodora*.

<b>ESTABLECIMIENTO</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V.U</b>	<b>V.T</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Preparación del terreno (tractor)				850000
Trazado Distancia de Siembra 8 x 40 (Teca, Nogal)	*Jornal	8	15000	120000
Ahoyado	*Jornal	11	15000	165000
Acarreo y distribución	*Jornal	15	15000	225000
Siembra	*Jornal	11	15000	165000
Resiembra	*Jornal	4	15000	60000
<b>Fertilización</b>				
Cal	*Jornal	5	15000	75000
Gallinaza	*Jornal	5	15000	75000
<b>Total mano de obra</b>		<b>59</b>		<b>1735000</b>
Plántulas <i>Tectona grandis</i>		426	800	340800
Plántulas <i>Cordia alliodora</i>		426	800	340800
Resiembra	*Jornal	4	15000	60000
Fertilización Cal	Bultos	1	10000	10000
Fertilización Gallinaza	Bultos	14	8000	112000
<b>Total insumos</b>				<b>863600</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>2598600</b>

\* Jornal precio (Junio 2007).

\* Se tiene en cuenta que *Leucaena leucocephala* ya se encuentra establecida.

**ANEXO 12. PRESUPUESTO DE INVERSION PARA EL SISTEMA AGROFORESTAL A PROPONER: *Leucaena leucocephala* y Matarratón *Gliricidia sepium*.**

<b>ESTABLECIMIENTO</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V.U</b>	<b>V.T</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
preparación del terreno (tractor)				850000
Trazado Distancia de Siembra	jornal	8	15000	120000
Gliricidia sepium 2 m	jornal	8	15000	120000
Leucaena leucocephala 0,50 x 1m	jornal	10	15000	150000
Ahoyado	Jornal	30	15000	450000
Acarreo y distribución	Jornal	4	15000	60000
Siembra	Jornal	30	15000	450000
Resiembra	jornal	4	15000	60000
<b>Fertilización</b>				
Cal	Jornal	5	15000	75000
Gallinaza	jornal	5	15000	75000
<b>Total mano de obra</b>		104		<b>2410000</b>
Plántulas <i>Leucaena leucocephala</i>		20000	400	8000000
Estacas <i>Gliricidia sepium</i>		100	700	70000
Resiembra	Jornal	4	15000	60000
Fertilización Cal	Bultos	24	10000	240000
Fertilización Gallinaza	Bultos	239	8000	1912000
<b>Total insumos</b>				<b>10282000</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>12692000</b>





Nombre de archivo: TIIFICACION DE SISTEMAS AGROFORESTALES  
EN DOS FINCAS DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA RIO LA VIEJA  
Directorio: D:\TESIS PDF  
Plantilla: C:\Documents and Settings\USUARIO\Datos de  
programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot  
Título: TIIFICACION DE SISTEMAS AGROFORESTALES  
EN DOS FINCAS DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA RIO LA VIEJA  
– MUNICIPIOS DE MONTENEGRO Y QUIMBAYA, DEPARTAMENTO  
DEL QUINDIO  
Asunto:  
Autor: USUARIO  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 19/11/2007 8:43:00  
Cambio número: 1  
Guardado el: 19/11/2007 8:53:00  
Guardado por: USUARIO  
Tiempo de edición: 31 minutos  
Impreso el: 19/11/2007 23:09:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 124  
Número de palabras: 25.088 (aprox.)  
Número de caracteres: 137.984 (aprox.)