

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

TRABAJO DE DIPLOMA

**"CARACTERIZACION DEL CENTRO DE DESARROLLO
AGROECOLOGICO DEL TROPICO SECO Y
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE SISTEMAS AGROFORESTALES"**

**AUTORES: Br. Marisol del Socorro Mairena Martínez
Br. Erwing de Jesús Ramírez Lazo**

ASESOR: Lic. M.Sc. Marcia Mendieta López

MANAGUA, MAYO 1995.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Caracterización de Fincas.....	4
2.2 Los Sistemas Agroforestales y sus beneficios.....	5
2.2.1 Ventajas de la incorporación de árboles.....	7
2.3 Clasificación de los Sistemas Agroforestales.....	8
2.4 Sistemas Agroforestales de Cercas vivas y Cortinas rompevientos.....	9
2.4.1 Cercas vivas.....	9
2.4.2 Cortinas rompevientos.....	14
2.4.2.1 Características de las Cortinas rompevientos.....	15
2.4.2.2 Estructura de la cortina.....	16
2.5 Bancos de forraje.....	17
III. METODOS Y MATERIALES.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
4.1 Caracterización del CETROSECO.....	24
4.1.1 Ubicación geográfica.....	24
4.1.2 Historia del sitio.....	24
4.1.3 Características climáticas de la Villa Carlos Fonseca.....	25

...CONTENIDO

	Pág.	
4.1.4	Uso actual de la tierra, especies arbóreas predominantes y problemas que afectan la productividad de los suelos.....	26
4.1.5	Actividades agropecuarias, mano de obra, infraestructura y equipos.....	30
4.1.6	Descripción de los suelos.....	31
4.1.7	Determinación de capacidad de uso del suelo....	33
4.1.8	Componente animal.....	34
4.1.9	Componente de las fincas vecinas.....	35
4.2	Sistemas Agroforestales propuestos.....	40
4.2.1	Cerca viva de <i>Gliricidia sepium</i>	40
4.2.2	Cortinas Rompevientos de tres estratos: <i>E. camaldulensis</i> , <i>L. leucocephala</i> y <i>G. sepium</i>	51
4.2.3	Banco de forraje de <i>Leucaena leucocephala</i>	62
4.2.4	Banco de forraje de <i>Guazuma ulmifolia</i>	69
V.	CONCLUSIONES.....	78
VI.	RECOMENDACIONES.....	81
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	84
VIII.	ANEXOS.....	88

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de manera muy especial a DIOS, por darnos la fé y fuerzas necesarias para culminar nuestra carrera.

A mis seres queridos con mucho amor, respeto y admiración por su ejemplo e incansable sacrificio incondicional brindado a lo largo de mis años hasta la finalización de mis estudios profesionales.

A mis madres, Gloria vda. de Mairena y Maritza Mairena.

A mi hermana, Marisela Mairena.

A mi sobrina, Marguine José Mairena.

A mis primitos y tíos que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

Marisol Mairena M.

A mis seres queridos que con mucho amor e incansable sacrificio me brindaron su apoyo en mis años de estudios profesionales.

A mis padres, Joaquín Ramírez Silva (q.e.p.d), Isabel Lazo vda. de Ramírez.

A mis hermanos, Sofía, Karla, Marcia y William Ramírez L.

A mis sobrinos y a mi tía María Ramírez.

A mi asesora Lic. M.Sc. Marcia Mendieta López.

Erwing Ramírez L.

AGRADECIMIENTO

Para la culminación de este trabajo agradecemos a todas aquellas personas, instituciones y organismos que hicieron posible la realización de este trabajo.

A nuestra asesora Lic.M.Sc. Marcia Mendieta por brindarnos sus conocimientos.

A la Ing. María Mélida Rodríguez por su apoyo incondicional en la realización de algunos puntos de esta tesis.

Al Centro de Estudios y Acción para el Desarrollo (CESADE), por su apoyo financiero.

A los docentes de la Escuela de Ciencias Forestales (ECFOR), por haber contribuido a nuestra formación profesional.

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Especies observadas como Cerca viva en la región Centro Americana.....	11
2. Métodos por los cuales se realizaron los análisis físicos y químicos de suelos del CETROSECO.....	21
3. Características climáticas de la Villa Carlos Fonseca 1994.....	25
4. Características químicas de suelos del CETROSECO, 1994.....	31
5. Características físicas de suelos del CETROSECO, 1994.....	33
6. Características deseables de estacas de <i>Gliricidia sepium</i>	42
7. Formas en que debe realizarse las podas de formación del estacon.....	45
8. Costos de Establecimiento de 4626 metros de Cercas Vivas de <i>Gliricidia sepium</i> (Año 1).....	47
9. Costos de Mantenimiento de 4626 metros de Cercos Vivos de <i>Gliricidia sepium</i> (Año 2).....	48
10. Costos de Mantenimiento de 4626 metros de Cercas Vivas de <i>Gliricidia sepium</i> (Año 3).....	49
11. Condensado de los costos de Establecimiento y Mantenimiento de 4626 metros de Cerca Viva de <i>Gliricidia sepium</i> (Año 1,2,3).....	50
12. Cronograma de actividades de Cercas Vivas de <i>Gliricidia sepium</i>	50
13. Costos de Establecimiento de 562 metros de Cortina Rompeviento de <i>E. camaldulensis</i> y <i>L. leucocephala</i> (Año 1).....	58
14. Costos de Mantenimiento de Cortina Rompeviento de <i>E. camaldulensis</i> y <i>L. leucocephala</i> (Año 2).....	59

... INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
15. Costos de Mantenimiento de Cortina Rompeviento de <i>E. camaldulensis</i> y <i>L. leucocephala</i> (Año 3).....	60
16. Condensado de los costos de Establecimiento y Mantenimiento de Cortina Rompeviento de <i>E. camaldulensis</i> y <i>L. leucocephala</i> (Año 1,2,3).....	61
17. Cronograma de actividades de Cortina Rompeviento de <i>E. camaldulensis</i> y <i>L. leucocephala</i>	61
18. Costos de Establecimiento de 1 Ha. de Banco de forraje de <i>Leucaena leucocephala</i> (Año 1).....	66
19. Costos de Mantenimiento de 1 Ha. de Banco de Forraje de <i>Leucaena leucocephala</i> (Año 2 y 3).....	67
20. Condensado de los costos de Establecimiento y Mantenimiento de 1 Ha. de Banco de forraje de <i>Leucaena leucocephala</i> (Año 1,2,3).....	68
21. Cronograma de actividades de Banco de Forraje de <i>Leucaena leucocephala</i>	68
22. Costos de Establecimiento de 1 Ha. de Banco de forraje de <i>Guazuma ulmifolia</i> (Año 1).....	73
23. Costos de Mantenimiento de 1 Ha. de Banco de forraje de <i>Guazuma ulmifolia</i> (Año 2 y 3).....	74
24. Condensado de los costos de Establecimiento y Mantenimiento de Banco de forraje de <i>Guazuma ulmifolia</i> (Año 1,2,3).....	75
25. Cronograma de actividades de Banco de forraje de <i>Guazuma ulmifolia</i>	75
1A. Especies arbóreas del bosque de galería del CETROSECO, 1994.....	88
2A. Combinaciones Agroforestales posibles en los Sistemas de finca de pequeños y medianos agricultores.....	114
3A. Valor nutritivo de las hojas tiernas, hojas maduras y frutos maduros de <i>Guazuma ulmifolia</i> , provenientes de hojancha, Costa Rica.....	116

...INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
4A. Análisis químicos de suelos del Area Agrícola (AA).....	126
5A. Análisis químicos de suelos del Area Pecuaria (AP).....	126
6A. Análisis físicos de suelos del Area Agrícola (AA).....	127
7A. Análisis físicos de suelos del Area Pecuaria (AP).....	127

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Mapa. Ubicación del muestreo de suelo y parcelas del inventario forestal del CETROSECO, 1994.....	23
2. Mapa. Uso actual de los suelos del CETROSECO, 1994.....	29
3. Diseño de Cortinas rompevientos, método de 3 bolillos....	53
4. Mapa. Ubicación de Sistemas Agroforestales propuestos en el CETROSECO, 1994.....	76

INDICE DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1. Descripción de <i>Gliricidia sepium</i> como especie de uso múltiple en América Central.....	91
2. Descripción de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> especie de árbol de uso múltiple en América Central.....	99
3. Descripción de <i>Leucaena leucocephala</i> como especie de uso múltiple en América Central.....	104
4. Descripción de <i>Guazuma ulmifolia</i> como especie de uso múltiple en América Central.....	108
5. Formato de Encuestas.....	117
6. Análisis químicos de suelos del CETROSECO, 1994.....	126
7. Análisis físicos de suelos del CETROSECO, 1994.....	127

Mairena M., M. del S. y Ramírez L., E.J. 1995. Caracterización del CETROSECO y estudio de factibilidad para el establecimiento de Sistemas Agroforestales. Tesis Ing. Agrónomo con orientación en Ciencias Forestales. ECFOR, FARENA, UNA. 127 p.

Palabras claves: Caracterización, Factibilidad, Sistemas Agroforestales, Planes de Manejo, Costos, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Guazuma ulmifolia*.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Desarrollo Agroecológico del Trópico Seco (CETROSECO), propiedad del Centro de Estudios y Acción para el Desarrollo (CESADE); ubicada en la Comarca San Diego, jurisdicción de la Villa Carlos Fonseca, Managua.

Se hizo la caracterización del CETROSECO con la finalidad de analizar la factibilidad de establecimiento de tres sistemas agroforestales que contribuyan a solucionar los problemas productivos de la finca y de sus alrededores.

Se identificó como problema principal la baja productividad del suelo debido fundamentalmente a erosión eólica e hídrica; además de la escases de leña y forraje. Los pequeños agricultores de las fincas vecinas señalan también como limitantes la falta de crédito y de asistencia técnica.

Se propone el establecimiento de cercas vivas de *Gliricidia sepium*; cortinas rompevientos de tres estratos: *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*; y bancos forrajeros de *Guazuma ulmifolia* y de *Leucaena leucocephala*.

Se presenta la ubicación, el diseño, los costos de establecimiento y mantenimiento, el plan de manejo, y los beneficios de cada sistema agroforestal propuesto.

I. INTRODUCCION

El presente estudio se realizó en el Centro de Desarrollo Agroecológico del Trópico Seco (CETROSECO), el cual es propiedad del Centro de Estudios y Acción para el Desarrollo (CESADE), ubicada en la comarca de San Diego, jurisdicción de Villa Carlos Fonseca, antes Villa El Carmen, Managua.

En los últimos años, los suelos de este centro han sufrido deterioro debido al uso de técnicas de cultivos inadecuadas como el monocultivo, uso excesivo de maquinaria agrícola y deforestación; lo que provoca erosión de suelos y se refleja en la baja productividad de los cultivos. Lo mismo sucede con la ganadería en general, la que no puede desarrollarse al no existir ningún avance ni esfuerzo por su tecnificación.

Las tierras de este centro están clasificadas como Clase II, aptas para la tecnificación agrícola y la semitecnificación de la ganadería. Aunque estas tierras principalmente son aptas para la agricultura, hasta el momento no existen técnicas adecuadas, ni medidas para sostener la capacidad de explotación de las tierras.

Una alternativa potencial para contribuir a solucionar los problemas que presenta el CETROSECO, es la introducción de Sistemas Agroforestales cuya importancia radica en la habilidad de mantener y mejorar los sistemas agrícolas, protegiendo los suelos de la degradación y

favoreciendo la productividad de los mismos, permitiendo así la recuperación de áreas degradadas y/o con usos inadecuados. También, las actividades agroforestales constituyen la solución más viable para resolver el problema de leña, forraje, alimentos, conservación de agua y suelos en zonas rurales, así mismo, contribuyen a solucionar problemas socioeconómicos obteniendo una producción estable.

Debido a lo mencionado anteriormente, se pretende en el CETROSECO proponer diferentes alternativas de Sistemas Agroforestales con fines demostrativos para las fincas aledañas, incorporando el componente forestal con usos múltiples para lograr la sostenibilidad en la unidad de producción.

OBJETIVOS

A. GENERALES

- 1.- Hacer la caracterización del CETROSECO
- 2.- Determinar los parámetros básicos para el establecimiento y desarrollo sostenible de tres posibles sistemas agroforestales que contribuyan a solucionar los problemas del CETROSECO

B. ESPECIFICOS

- Conocer la situación actual, en cuanto a los principales factores que limitan la producción agropecuaria del CETROSECO

- Analizar la factibilidad del establecimiento de cercas vivas, cortinas rompevientos y bancos de forraje con especies arbóreas en el CETROSECO

- Identificar y seleccionar especies forestales a utilizar en los sistemas agroforestales

- Elaborar el plan de manejo de los sistemas agroforestales propuestos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Caracterización de Fincas

El objetivo básico de la investigación en sistemas de fincas es producir recomendaciones técnicas mejoradas y apropiadas para grupos de agricultores definidos (Navarro, 1980).

Las fincas son unidades agropecuarias que producen alimentos para el hombre, combinando factores abióticos (climáticos, fisiográficos, edáficos y geológicos) y bióticos (incluyen todos los organismos vivos que participan en el ecosistema). Son sistemas complejos que agrupados integran una región, y como total son subsistemas de éstas. La finca está influida por el ambiente, determinado por la precipitación, radiación y la temperatura. Estos factores, junto con el suelo, determinan recursos disponibles para alimentación, energía, protección, recreación, cultural y estética, éstos hacen que la finca funcione como un todo (Navarro, 1980).

Los ecosistemas artificiales o agroecosistemas, son sistemas en los cuales, por alguna circunstancia, se alteran las condiciones naturales; estos sistemas son dirigidos, orientados y manipulados por el ser humano, quien ha determinado los componentes abióticos para tratar de optimizar las cosechas y los rendimientos, usando así directamente los productos del ecosistema (Fassbender, 1993).

En función del producto a utilizarse o la orientación que tenga un agroecosistema, entonces se tienen las diferentes áreas agropecuarias de producción, como la agricultura, la ganadería y la silvicultura (Fassbender, 1993).

En la región de Turrialba, Costa Rica, se realizó un análisis del componente forestal de un sistema de finca, en la que se combinaron árboles con café, árboles con pastos en una asociación agrosilvopastoril interesante.

Con el análisis se dedujo lo siguiente: Los gastos de mantenimiento en los agroecosistemas con árboles son muy reducidos, lo que justifica plenamente su presencia en términos económicos. Por la diversidad de especies existentes en la finca, difícilmente una plaga de cultivos, pastos o árboles tendría condiciones para destruir totalmente cualquier componente de la finca. Los árboles casi no reciben atención por parte del agricultor (CATIE, 1980).

2.2 Los Sistemas Agroforestales y sus beneficios

Los sistemas de producción agroforestales se definen como una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en las que se combinan árboles con cultivos agrícolas y/o pastos en función del tiempo y del espacio para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida (Fassbender, 1987).

Desarrollo sostenible se designa a todo desarrollo humano que garantice el mejor aprovechamiento de los recursos naturales sin menoscabo del medio ambiente, que procura la satisfacción de las necesidades de la comunidad, buscando el abastecimiento de los productos y servicios esenciales, fomentando el desarrollo de capacidades y habilidades de la población (Fassbender, 1987).

La sostenibilidad biológica implica la conservación de las especies de plantas y animales, con una base en una máxima producción y una constante renovación. El desarrollo sostenible requiere que los impactos adversos en la calidad del aire, agua, suelo y elementos naturales sean minimizados, para conservar la integridad global de los ecosistemas. La sostenibilidad social implica la sobrevivencia de la especie humana con la persistencia de todos los componentes de la biosfera (Fassbender, 1993).

Los arreglos espaciales y temporales de los sistemas agroforestales son múltiples, por ejemplo, en los primeros años del sistema de cultivo en callejones entre las hileras de los componentes arbóreos, los cultivos anuales tienen gran importancia económica. Con el desarrollo de las especies arbóreas y la disminución de la luz, se establecen los sistemas agroforestales típicos, como asociaciones de cultivos y árboles permanentes (Fassbender, 1984).

La distribución y clasificación regional de las prácticas y sistemas agroforestales es, a veces, complicada,

ya que especialmente los componentes arbóreos generalmente cumplen diferentes objetivos. Según Budowsky, un árbol de uso múltiple es aquel que además de los productos normalmente esperados tales como madera, influencias microclimáticas, mejoramiento del suelo y aporte de materia orgánica, suministra productos y servicios adicionales significativos tales como fijación de nitrógeno, forraje, productos alimenticios, gomas, resinas, fibras y productos medicinales (Fassbender, 1993).

Los sistemas agroforestales pueden contribuir a solucionar problemas en el uso de los recursos naturales debido a funciones biológicas y socio-económicas que pueden cumplir. La presencia de árboles favorece los sistemas de producción en aspectos tales como el mantenimiento del ciclaje de nutrimentos y el aumento en la diversidad de especies (OTS, CATIE. 1986).

2.2.1 Ventajas de la incorporación de árboles

Las asociaciones de árboles con cultivo en las fincas son beneficiosas ya que hay un mejor aprovechamiento de la energía solar, protección del suelo, producción de biomasa y generación de ingresos (CATIE, 1980).

La diversidad de cultivos y su arreglo espacial traen beneficios para el medio ambiente y para el agricultor con amplias posibilidades de producir rendimiento sostenido (CATIE, 1980).

2.3 Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Según OTS/CATIE (1986), los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas prevalentes.

A continuación se presenta una clasificación de sistemas agroforestales en base a su composición y relación cronológica:

1.- Sistemas Agroforestales Secuenciales

- Agricultura migratoria.
- Sistemas TAUNGYA.

2.- Sistemas Agroforestales Simultáneos

- Arboles en asociaciones con cultivos perennes.
- Arboles en asociaciones con cultivos anuales.
- Huertos caseros.
- Sistemas Agrosilvopastoriles.

3.- Sistemas Agroforestales de Cercas Vivas y Cortinas Rompevientos

2.4 Sistemas Agroforestales de Cercas Vivas y Cortinas

Rompevientos

Las numerosas técnicas agroforestales son utilizadas en regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales. Cuando se ponen en práctica sistemas agroforestales, la elección de técnicas y especies adecuadas depende de gran cantidad de factores locales, por lo cual el grado de éxito es variable. Sin embargo, como esos sistemas incorporan elementos comprobados de la agricultura tradicional y, al mismo tiempo, contribuyen a reducir sus desventajas al hacerla más productiva, sus posibilidades como alternativas para el uso de la tierra en regiones tropicales y sub tropicales son grandes (OTS/ CATIE, 1986).

2.4.1 Cercas vivas

Dentro de las técnicas agroforestales de uso tradicional en el trópico, las cercas vivas ocupan un lugar destacado. Aunque el tamaño de la finca o el uso de la tierra pueden limitar el establecimiento de rodales compactos, las necesidades de delimitación, protección al ganado, al suelo, cultivos o pastos, producción de leña, forraje, miel y otros beneficios, han conducido a la utilización de árboles en las cercas, con clara ventaja sobre las cercas con postes (Salazar, 1984).

Tomando en cuenta lo anterior, el uso de *Gliricidia sepium* en cercas vivas, es una alternativa no solo para las

fincas pequeñas, en donde no existen condiciones para dedicar parte de la finca a la plantación de árboles en bloques, sino en fincas grandes donde se ahorra mucho por renovación de cercas (Salazar, 1984)

El establecimiento de cercas vivas se hace generalmente, utilizando estacas cuya longitud varía de 1,5 a 3,0 m de largo, para que el ganado no dañe los retoños, con diámetros en la base que van de 5 a 12 cm (Salazar, 1984).

La distancia que se utiliza varía entre 0,5 a 10 m, según el tipo de terreno y el uso deseado. Primero se colocan postes gruesos de 2 a 3 m de altura y de 20 a 30 cm de diámetro, llamados "templadores" y un "pie de amigo", para poder colocar el alambre en ellos, mientras que las estacas prenden, retoñan y se establecen. Los postes "templadores" se dejan hasta que la cerca se establece definitivamente (Salazar, 1984).

Las cercas vivas sirven para demarcar linderos y brindar protección. Son muy pocos los finqueros que han visto en este elemento de la finca una fuente de leña, forraje, frutos o de ingresos de dinero por ventas de productos (Salazar, 1984).

Para el establecimiento de las cercas vivas hay que tomar en cuenta la especie, grosor de poste, altura del poste, tipos de corte, distancia entre poste, etc, para así practicar el sistema más adecuado, según el cultivo, experiencia, recursos económicos, disponibilidad de mano de obra y de material, tamaño de la copa, si el poste se traga o

no el alambre, capacidad de rebrote (Salazar, 1984).

Usualmente los finqueros realizan cortes cuando consideran que el efecto de la sombra está perjudicando el desarrollo de los cultivos, pero le presta el mínimo de atención a los productos que pueda obtener de la misma. Son muy pocos los casos en que realmente se ha tratado de someter las cercas vivas a un sistema de manejo para aprovechar sus productos, o sea manejarlas como un componente agroforestal de la finca (Salazar, 1984).

El cuadro 1, presenta las especies que se observan con mayor frecuencia en cercas vivas de la región Centroamericana (Salazar, 1984).

Cuadro 1. Especies observadas como cercas vivas en la Región Centroamericana.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Madero negro *	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
Teca *	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae
Pochote	<i>Bombacopsis quinatum</i>	Bombacaceae
Poró	<i>Erythrina spp</i>	Fabaceae
Jocote de venado	<i>Spondias spp</i>	Anacardiaceae
Indio desnudo	<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae
Tigüillote *	<i>Cordia dentata</i>	Boraginaceae
Guácimo de ternero *	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Jícaro	<i>Crescentia spp</i>	Bignoniaceae

* Con valor para leña.

Los finqueros han llegado a desarrollar una serie de técnicas para manejar las cercas vivas, según sus necesidades

y los recursos disponibles, la producción de las cercas puede ser aumentada considerablemente (Salazar, 1984).

En los departamentos de Carazo y Masaya, Nicaragua 1991, la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria realizó un estudio basándose en encuestas con el objetivo de obtener la mayor información posible acerca de las prácticas agroforestales más comunes que practican los agricultores de esas zonas. Los resultados indicaron que los Sistemas Agroforestales mas comunes son las Cercas Vivas y los Huertos Caseros o Mixtos (Jiménez, 1991).

Según el mismo estudio, las cercas vivas son utilizadas principalmente para la delimitación de las fincas, como barreras protectoras contra el viento y animales, también como abastecedoras de leña y para la obtención de postes; su uso para la alimentación del ganado es relativamente insignificante. Las especies más comunes o de mayor frecuencia detectadas como cercas vivas son: Jiñocuabo (*Bursera simarouba*), Jocote (*Spondias* sp), Madero negro (*Gliricidia sepium*), Chilamate (*Ficus isophlebia*) y Espadillo (*Yucca elephantipes*). La especie de mayor calidad de las identificadas en este sistema, según los agricultores de la zona es el madero negro por los múltiples beneficios que este brinda (Jiménez, 1991).

El madero negro es una de las especies más empleada para cercas vivas en el ámbito centroamericano (CATIE, 1994). La

descripción detallada de la especie se presenta en el anexo 1.

Según OTS/CATIE (1986), en la finca "La Pacífica", cercana a la ciudad de Cañas, provincia de Guanacaste, Costa Rica, se estudió el sistema agroforestal *Gliricidia sepium*-Bovinos-Gramíneas (G-B-G), con el objetivo fundamental de contribuir a la búsqueda de alternativas que conduzcan a un uso integral del suelo y para resolver el problema de alimentación de bovinos en las regiones tropicales semiáridas, con la posibilidad de proyectarlo a otras fincas de la región o de zonas ecológicas similares.

Ante la problemática del escaso desarrollo de los pastos durante la época seca, por los costos y disponibilidad de suplementación protéica, se puso en práctica el sistema agroforestal basado en gramíneas (de pastoreo y de corte) y una leguminosa arbórea.

El componente arbóreo fue *Gliricidia sepium*, ya que por sus características químicas puede considerarse como un suplemento proteico para rumiantes, también la hoja completa puede usarse como forraje para aves, conejos, cerdos, ovinos y caprinos, además de ofrecer otros innumerables productos.

Los árboles de *Gliricidia* se ubicaron a corta distancia de los galpones de alimentación y se distribuyeron en tres sectores. La longitud que ocupa *Gliricidia* es de 4200 m lineales distribuidos en distintas densidades, diversas edades, diferentes tamaños y portes (OTS/CATIE, 1986).

2.4.2 Cortinas rompevientos

Según Salazar (1984), las Cortinas rompevientos son franjas formadas por hileras de árboles, que se colocan transversalmente a la dirección predominante de los vientos, con el fin de disminuir los daños ocasionados a los cultivos y pastizales, sin interferir negativamente con esas plantas que se quiere proteger. Las cortinas rompevientos representan una técnica de plantación de árboles que se ha desarrollado y tecnificado en algunas regiones de América del Norte y el Norte de Europa, regiones que estacionalmente son afectadas por fuertes vientos.

La idea básica de la cortina es establecer una barrera que reduzca la velocidad del viento, a un punto tal que provoque cambios importantes en la temperatura del aire, la humedad del suelo, evaporación y transpiración de las plantas. El control de éstos factores producen cambios que mejoran las condiciones de vida y reducen los daños causados a la agricultura y ganadería.

Entre los beneficios que se pueden obtener de las cortinas al reducir la velocidad del viento, están:

- Desde el punto de vista de la vivienda, mejora las condiciones de vida, reduce los costos de mantenimiento de las casas y otras instalaciones y permite mantener zonas verdes;
- Se reduce la erosión del suelo;
- Pueden mantener un mejor control de la humedad y la

- temperatura del medio y del suelo;
- Reducen o eliminan los daños causados por la evaporación y transpiración;
 - Facilitan la aplicación de riego por aspersión;
 - Protegen las semillas recién sembradas, el desarrollo del cultivo y la cosecha;
 - Reducen la mortalidad del ganado y se mejora la producción de pasto;
 - Protegen al ganado contra el viento y el sol;
 - Mejoran el paisaje;
 - Producen alimento y refugio para la fauna silvestre;
 - Protección de casas y construcciones aledañas;
 - Protección de áreas de cultivos;
 - Protección de áreas para pastoreo;
 - Protección de áreas públicas, carreteras y sitios de recreo; y
 - Es fuente de madera, postes y leña.

2.4.2.1 Características de las Cortinas Rompevientos.

La reducción de la velocidad del viento que provoca una cortina depende de características como la altura, densidad de plantación, ancho, largo y frecuencia de las cortinas.

La altura de la barrera es probablemente la característica mas importante, ya que la distancia que se protege es proporcional a la altura; esta distancia usualmente se expresa en alturas de la cortina. En el diseño

de las cortinas es importante considerar la reducción en la velocidad del viento por debajo de 20 a 25 km/h, ya que a esta velocidad el suelo empieza a ser desplazado.

Se consideran más eficientes las cortinas moderadamente densas, ya que actúan como filtros y no como barreras sólidas. Barreras angostas de densidad moderada son tan efectivas como las muy anchas, sin embargo, líneas de un solo árbol no deben utilizarse, ya que si algunos árboles mueren dejan espacios abiertos que afectan los cultivos.

Cuando se seleccionan las especies es necesario tomar en consideración que los árboles van a estar expuestos a condiciones extremas de temperatura, humedad, viento, evaporación, insectos y enfermedades. Además los árboles deben adaptarse a crecer asociados con otras especies y producir una adecuada barrera, tener copas densas y ramas bajas permanentes, por lo tanto, se requiere una combinación de árboles que produzcan una cortina alta, densa y con follaje en las épocas con vientos fuertes.

2.4.2.2 Estructura de la cortina.

Con respecto a la altura, que es la característica más importante, es posible dividirla en tres niveles de protección: alto, medio y bajo. Para cada nivel deben seleccionarse las especies ideales para que den la protección deseada.

El espaciamiento que se seleccione debe ser el resultado

de la estructura deseada y los requerimientos de la especie para crecer. En los extremos de la cortina deben existir árboles o arbustos de crecimiento rápido. Las especies de rápido crecimiento y vida corta se colocan en las líneas externas donde pueden ser eliminadas sin causar daño a las líneas internas.

La distancia entre los árboles en las líneas puede variarse sin afectar en forma apreciable la densidad, altura y continuidad de la cortina, también variaciones de hasta 6 m en el espaciamiento entre líneas tienen poco efecto en la reducción de la velocidad del viento (Salazar, 1984).

Eucalyptus camaldulensis y *Leucaena leucocephala*, son especie adecuadas para este sistema, su descripción se presenta en el anexo 2 y 3, respectivamente.

2.5 Bancos de forraje

Según MADELENA (1994), la siembra de árboles forrajeros con alto contenido de proteínas a densidades altas es lo que se denomina Bancos de forraje o Bancos de proteínas. Estos pueden ser utilizados para pastoreo directo o de corte.

Su establecimiento es en áreas relativamente pequeñas dentro de la explotación ganadera, donde no solamente proporcionan alimento de alta calidad durante la época seca, sino que además mejoran significativamente el nivel nutricional del animal durante la época de lluvias, reduciendo apreciablemente los costos por insumos

alimenticios para cubrir las deficiencias de proteínas.

Entre los forrajeros más promisorios para el establecimiento de bancos de proteína destacan por su comportamiento y producción en condiciones semiáridas cálidas de Centro América y el Caribe la *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan* (Gandul), *Leucaena diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Sesbania grandiflora*, *Erytrina poeppigiana*, *E. berteriana* y *Guazuma ulmifolia* (Anexo 4).

Su establecimiento puede ser por siembra directa, por bolsas o estacas. La forma de establecimiento puede realizarse en diferentes modalidades, en franjas, intercalados con pastos, con secciones definidas de las áreas a pastorear o de corte.

Para producción de forraje se sugiere establecer rodales a densidades de 20,000 árboles por hectárea con espaciamiento de 0.50 x 0.50 m; 0.50 x 1.0 m y 1.0 x 1.0 m, en dependencia de la especie. También es recomendable realizar la primer cosecha un año después de la plantación, las cosechas posteriores pueden practicarse cada 3 ó 4 meses (MADELENA 3, (1994)/Nic).

III. METODOS Y MATERIALES

El estudio se dividió en cuatro etapas, con el objetivo de tener un orden secuencial lógico sobre el desarrollo posterior del trabajo; las etapas fueron:

Etapas I:

a) Reconocimiento del área de investigación

Se visitó el área de estudio para tener una mejor visión del área, su ubicación, localización y estado en que se encuentra el CETROSECO.

b) Recopilación de información secundaria

Se recopiló toda la información existente sobre la zona en que se ubica el área de estudio, aquí se incluyen mapas, tenencia de la tierra, datos históricos de los cultivos que se han establecido de forma tradicional en la zona, cultivos presentes, planes actuales sobre el uso y manejo de estas tierras.

Etapas II:

a) Recolecta de datos de campo

- Delimitación del área de estudio

Esta se inició con la delimitación del área total del CETROSECO utilizando cinta y brújula, debido a que al ubicar

los puntos del plano topográfico entregado por CESADE en el terreno, estos no coincidían. El objetivo de la delimitación fue elaborar un mapa que muestre el tamaño real que ocupa cada área (agrícola, pecuaria y forestal), también se incluyen caminos e infraestructura. Una vez elaborado el mapa se procedió a efectuar lo siguiente:

- Determinación de características edáficas del CETROSECO

Se realizó un muestreo de suelos del área agrícola y de pastos para determinar el nivel de fertilidad de éstos; en el área de bosques no se efectuó muestreo porque se supone que ésta posee cantidades suficientes de nutrientes y un alto contenido de materia orgánica.

En el muestreo del área de pastos se tomaron de 5 a 12 submuestras por manzana aproximadamente, de la cual se obtuvo una muestra compuesta o representativa, la profundidad de muestreo fue de 15 a 30 cm.

En el área agrícola se tomaron las muestras de la misma forma que en el área de pastos, teniendo en consideración que se obtuvo una muestra representativa del área que ocupa cada cultivo establecido actualmente (Fig. 1), la profundidad de muestreo fue de 30 cm. En el Cuadro 2 se presentan los métodos por el cual se realizó el análisis físico y análisis químico de los suelos.

Cuadro 2. Métodos por el cual se realizó los Análisis Físicos y Químicos de los suelos (Propuestos por el Dr. Echeverts, 1992).

ANALISIS QUIMICO	METODOS
Fósforo (P_2O_5)	Olsen Modificado
Potasio (K_2O)	Olsen modificado
Calcio (CaO)	Cloruro de Potasio
Magnesio (MgO)	Cloruro de Potasio
pH (H_2O)	Potenciometro
Nitrogeno (NH_4 , NO_3)	Base a la Materia
Materia Orgánica	Walkey Black
Capacidad de Intercambio Catiónico	Destilación (Acetato de amonio)
ANALISIS FISICO	
Clase textural	Bouyuco

- Inventario de las especies arbóreas existentes

El inventario que se realizó fue de reconocimiento y consistió en una evaluación rápida del bosque con la finalidad de conocer las especies arbóreas presentes en la zona para su uso, y posibilidades de asociación con cultivos, para su posterior inclusión en sistemas agroforestales. Además, este inventario fue la base para determinar la frecuencia de las especies. El inventario se realizó en dos etapas: La primera etapa consistió en la apertura de 5 carriles de 85 a 297 m de largo aproximadamente, distanciados cada 50 m a partir de una trocha base o línea base. En la segunda etapa se establecieron, en los carriles, parcelas de 10 x 10 m con una distancia de 50 m entre cada una, en las

que se evaluó el número de árboles por especie (Figura 1).

La identificación de especies se hizo por comparación con muestras del herbario de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

- **Estudio de los factores socio-económicos.** Este se realizó a través de la aplicación de entrevistas a los productores de las fincas aledañas para determinar las necesidades, problemas, recursos y limitantes con que estos cuentan actualmente. (Formato en el Anexo 5).

Para la realización de este estudio se utilizó el siguiente material básico:

- Tabla de campo
- Libreta de campo
- Brújula
- Cinta métrica
- Hipsómetro Suunto
- Tijeras podadoras
- Prensas botánicas
- Barreno para muestrear el suelo
- Bolsas plásticas

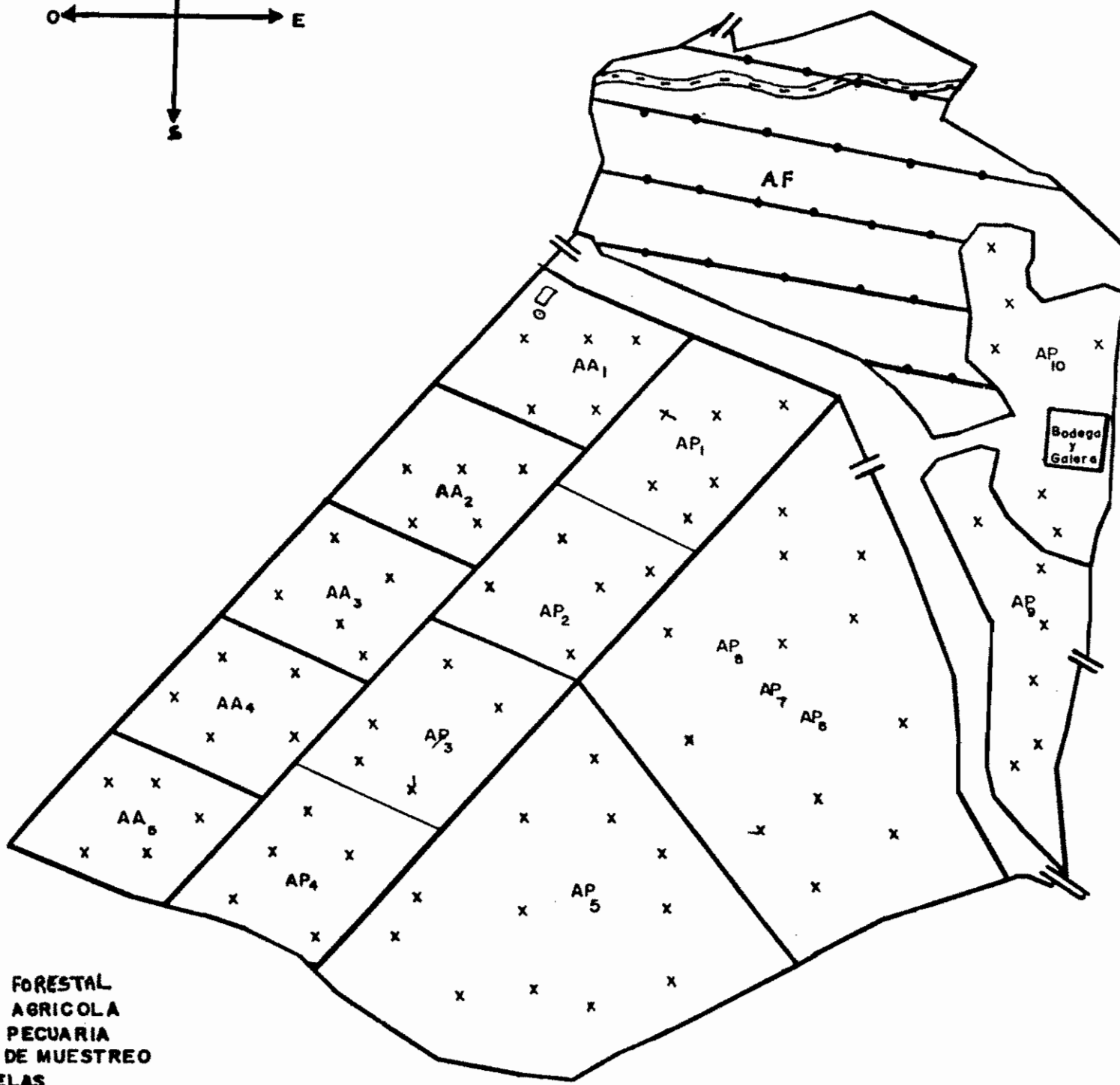
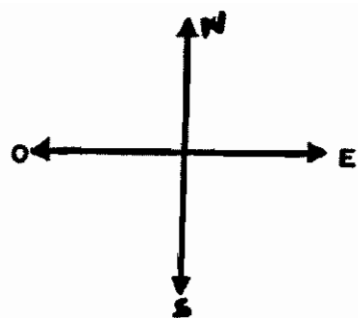


Fig.1. Ubicación del muestreo de suelo y parcelas del Inventario forestal, finca CETROSECO, 1994.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Caracterización del CETROSECO

4.1.1 Ubicación geográfica

El Centro de Desarrollo Agroecológico del Tropicó Seco (CETROSECO), es propiedad del Centro de Estudios y Acción para el Desarrollo (CESADE); este Organismo No Gubernamental tiene este centro desde hace año y medio de forma propia.

Está ubicada en la comarca de San Diego en la parte baja de la cuenca del mismo nombre, jurisdicción de Villa Carlos Fonseca, a 49 Km al Sur Oeste de Managua, Nicaragua, a una latitud Norte aproximadamente de $86^{\circ}35'45''$ y a una longitud Este de $11^{\circ}06'40''$, con una elevación de 200 msnm (INETER, 1991).

4.1.2 Historia del sitio

Desde mediado de los años 50 hasta finales de los 60 este centro fue cultivado con algodón y ajonjolí, posteriormente caña de azúcar y, en esos años existía muy poco manejo de ganado.

Durante los últimos 30 años se ha cultivado caña de azúcar, explotación extensiva de la ganadería, la cual ha sido muy artesanal y solamente hasta mediados de los setenta se experimentó algún avance en su tecnificación.

Actualmente se cultivan granos básicos para el

autoconsumo los cuales presentan niveles bajos de producción por falta de tecnificación adecuada. Además, se cultiva yuca, maíz, sorgo, frijol para abono, zacate jaragua y árboles frutales.

El zacate jaragua es utilizado para la alimentación de las Ovejas Pelibuey que son criadas con doble propósito (carne y cuero).

4.1.3 Características climáticas de la Villa Carlos Fonseca

Los datos climáticos recopilados, concernientes a la zona de estudio, se tomaron de los registros de la estación de Agrometeorología más cercana, ubicada en el Ingenio "Julio Buitrago" más o menos a 10 kilómetros al Sur Oeste del CETROSECO, y se presentan a continuación:

Cuadro 3. Características climáticas de la Villa Carlos Fonseca Amador.

DESCRIPCION	
Zona de vida	Bosque tropical seco
Clima	Tropical seco de sabana
Humedad relativa	69.3%
Velocidad del viento	2m/segundo
Dirección del viento	Predominante hacia el Este
Temperatura promedio anual	28.20C
Evaporación promedio anual	242.4 mm
Precipitación promedio anual	1000 - 1573 mm

Tomado de INETER, 1991

De los datos climatológicos recopilados se pueden derivar dos épocas muy diferenciadas en precipitación durante el año, una lluviosa comprendida entre el mes de Mayo a Octubre con un promedio de precipitación mensual de 143 mm; los meses restantes corresponden a la época seca donde con cambios drásticos, ocasionan problemas a la cosecha.

4.1.4 Uso actual de la tierra, especies arbóreas predominantes y problemas que afectan la productividad del suelo

El CETROSECO cuenta con un área total de 44 Mz, distribuidas de la siguiente forma: el área pecuaria ocupa 25.6 Mz (58.2%), donde actualmente hay zacate jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y es considerada como un área ondulada. El área agrícola comprende 7.8 Mz (17.7%), relativamente plana, donde se cultiva principalmente, árboles frutales, granos básicos, además en esta área se cuenta con un pozo el que posiblemente será empleado en el sistema de riego; el área boscosa ocupa 10 Mz (22.7%) que se utiliza como reserva forestal y a la vez como protección del río y cauces dentro del centro y se considera un área con pendientes del 30% aproximadamente (Fig 2).

El área de reserva forestal es un bosque latifoliado de galería con variedad florística, donde las especies predominantes son:

Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*)

Guácimo de molenillo (*Luehea candida*)

Cortéz (*Tabebuia chrysantha*)

Chaperno (*Lonchocarpus phaseolifolius*)

Laurel negro (*Cordia alliodora*)

Muñeco (*Cordia collococca*)

El inventario total de especies arbóreas se presenta en el Cuadro 1A.

Además, existe 0.6 Mz (1.4%) que conforman el área de caminos e infraestructura del centro, la cual es un área plana.

La topografía del centro presenta variaciones, existen áreas planas, onduladas y pendientes fuertes. Los suelos de esta zona pertenecen a la clase II, con pendientes que oscilan entre 3-30%.

Las lluvias ocasionales en esta zona provocan erosión de suelos y formación de zanjonés, con escurrimientos superficiales rápidos; para detener un poco las pérdidas de suelo se han construido obras de conservación como terrazas de contención y barreras vivas dentro de las cárcavas.

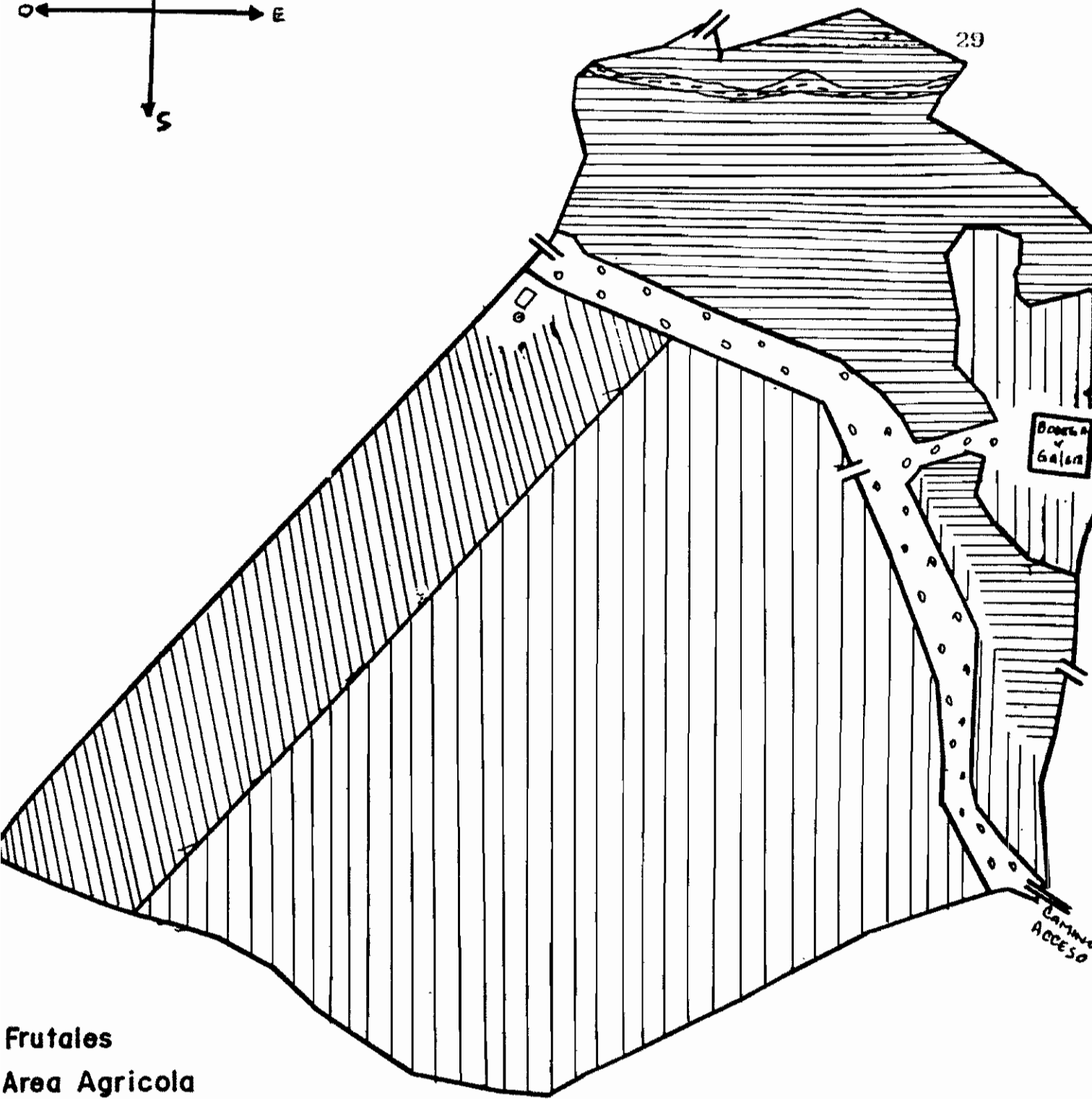
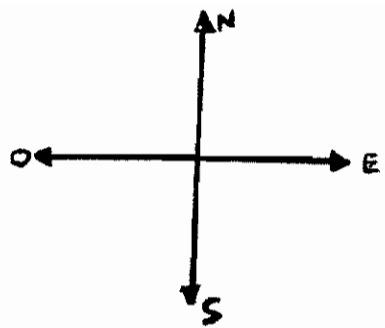
También se observan huellas de erosión eólica debido a los fuertes vientos que producen polvaredas, doblamiento de cultivos y caída de flores y frutos. Debido a todo lo que han causado las lluvias y vientos, estos suelos se pueden considerar como regulares ya que no son aptos para todo tipo de cultivo.

Los principales problemas presentes en el CETROSECO son:

- Época seca prolongada
- Erosión hídrica y eólica
- Escasez de leña
- Baja fertilidad del suelo
- Escasez de forraje para la alimentación de las ovejas

Pelibuey

Para contribuir a solucionar estos problemas se establecerán en el CETROSECO los Sistemas Agroforestales de Cercas vivas, Cortinas rompevientos y Bancos forrajeros.



- Frutales
- Area Agricola
- Area Pecuaria
- Area Bosque
- Camino
- Pozo
- Vivero

Fig.2. Uso actual del suelo, finca Cetroseco, 1994

4.1.5 Actividades agropecuarias, mano de obra, infraestructura y equipos

Los meses cuando hay más trabajo en el CETROSECO son Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre en todos los cultivos anuales y perennes mencionados anteriormente. Las tareas que se realizan en estos cultivos son la limpia del terreno, siembra, control de malezas, control de plagas y fertilización. Para la realización de todas estas labores se cuenta en la actualidad con tres peones permanentes y se contratan temporalmente de 6 a 7 peones. Estos realizan la preparación del terreno de manera mecanizada; y la siembra de forma manual.

En el área pecuaria no se realiza rotación de potrero debido a que existe una sola área donde van a pastorear los animales (ovejas Pelibuey y dos bestias).

En cuanto a equipo, en la actualidad el CETROSECO cuenta con un tractor con su respectiva grada y arado, una casa que sirve como dormitorio y bodega y está ubicada cerca del corral de las ovejas. Además cuenta con materiales que se utilizan para trabajar la tierra como: machetes, cobas, palas y productos como fertilizantes, herbicidas y abonos. El principal combustible que se utiliza para la cocción de los alimentos en la finca es la leña y ésta es recolectada de los alrededores.

Según el responsable técnico del centro, mantener árboles dentro de los cultivos es beneficioso ya que los

árboles brindan sombra, ayudan a recuperar suelos degradados y aportan materia orgánica al mismo, aunque en la finca no se implementa ningún tipo de sistema agroforestal.

Los trabajos realizados en el centro son orientados a través de asistencia técnica brindada por técnicos del CESADE que tratan de resolver algunos problemas que se presentan, tanto en el área agrícola, pecuaria y forestal.

4.1.6 Descripción de los suelos

Los suelos del CETROSECO, según análisis hechos en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria (Anexo 6 y 7) e información de MITRANS/INETER (1991), se clasifican en el orden de los Alfisoles, perteneciente al tipo Typic haplustalf y a la serie San Rafael. Estos se caracterizan por presentar un material original muy resistente, así como superficies geomórficas muy jóvenes que limitan el desarrollo del suelo.

Los resultados promedios obtenidos de los análisis químicos del área agrícola y pecuaria se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Características químicas de los suelos del CETROSECO, 1994.

AREAS	pH	M.O	N	P	K	Ca	Mg	CIC
	H ₂ O	%	%	ppm	meq/100 g Suelo			
Pecuaria	6.4	3.8	0.19	2.6	1.29	27.6	9.3	105
Agrícola	6.3	2.9	0.14	7.4	1.47	19.8	7.4	101

De acuerdo a los resultados obtenidos, el pH en las dos áreas, agrícola y pecuaria se pueden clasificar como ligeramente ácidos, encontrándose en el rango óptimo, el cual presenta las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de la mayoría de los cultivos.

En cuanto al porcentaje de materia orgánica de ambas áreas este puede clasificarse como medio; esto se debe, posiblemente, a la constante degradación que han venido sufriendo estos suelos a través de los años por efectos del manejo inadecuado y a la explotación intensiva.

Con respecto al Nitrógeno (NH_4, NO_3), el contenido de éste en los suelos de las dos áreas se puede clasificar como bajo, esto indica que existe un alto déficit de este importante elemento, lo que posiblemente éste relacionado con el bajo contenido de materia orgánica encontrada.

Los niveles de Fósforo (P_2O_5) obtenidos son óptimos, también los niveles de Potasio (K_2O), Calcio (CaO) y Magnesio (MgO), se encuentran en el rango adecuado, éstos son elementos intercambiables muy abundantes en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas.

El suelo es de textura franco arcilloso y arcillosa, por lo que se les puede denominar como suelos pesados, que por efecto de altas precipitaciones y drenaje deficiente ocasionan dificultad para el laboreo. Los resultados promedios de los análisis físicos del área agrícola y pecuaria se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Características físicas de los suelos del CETROSECO, 1994.

AREAS	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase Textural
Pecuaria	37.5	36.0	26.5	F.A
Agrícola	63.0	24.0	13.0	A.

F.A. Franco Arcilloso.

A. Arcilloso

Con este análisis físico, también se comprobó que estos suelos descansan sobre un lecho de Lutita tobacea (Talpetate) de unos 15 cm de espesor, encontrándose bajo ésta, otra capa de suelo.

4.1.7 Determinación de Capacidad de Uso del Suelo

De acuerdo a la información obtenida en los análisis físico - químicos, topografía, profundidad del suelo, datos climáticos y algunas limitantes como la erosión y la capa de talpetate se puede afirmar que la capacidad de uso del suelo del CETROSECO, pertenece a la Clase II que son suelos para uso agrícola, esto permite deducir que el uso actual del suelo es moderado, siendo su principal limitante la baja fertilidad, debido a que es mucho mayor la pérdida de estas propiedades que la que reponen los residuos vegetales como única fuente de retorno.

4.1.8 Componente animal

El objetivo principal del CETROSECO es la crianza y reproducción de oveja "Pelibuey", ya que de ésta se puede obtener cuero y carne de muy buena calidad, además es una alternativa para la familia campesina de escasos recursos.

La oveja Pelibuey es originaria de Africa y se ha difundido en América, principalmente en las Antillas y México. Esta raza cubierta de pelos y, no de lana como las criollas, tiene gran adaptación a los climas cálidos como Nicaragua.†

Nicaragua dispone en la actualidad de un hato puro de ovejas Pelibuey, pequeño todavía, pero en rápido crecimiento, cuyos hijos machos se están cruzando con los rebaños de oveja criolla existentes en el país, para su mejoramiento.

Las características que presenta la oveja Pelibuey son:

- Piel cubierta de pelos como el venado.
- Gran adaptación y resistencia.
- Un parto por oveja cada 7 meses.
- Dos y hasta tres crías por parto.
- Madurez sexual a los 6-7 meses.
- Alta resistencia a enfermedades. ††

El CETROSECO en la actualidad cuenta con 120 ovejas Pelibuey, la alimentación es a base de pastoreo directo, es decir sin suplementación, éste se da tres horas por la mañana

† Comunicación personal, Pedro Ugarte, 1994.

†† Plegable sobre las ovejas (CESADE).

y tres por la tarde. Las crías de las ovejas permanecen junto a sus madres durante el pastoreo.

El manejo sanitario se reduce a vacunaciones preventivas para enfermedades infecto-contagiosas como lo son el Antrax y pierna negra, practicándose también la desparasitación que es indispensable para su desarrollo.

El CETROSECO también cuenta con dos caballos los que son utilizados para movilizarse en la zona.

4.1.9 Componentes de las fincas vecinas

Se realizaron entrevistas en las fincas vecinas con el objetivo de conocer las necesidades, problemas y recursos de la zona y así proponer sistemas agroforestales que contribuyan a solucionar una problemática más global, tomando como base experimental y demostrativa el CETROSECO.

Se encuestaron cinco fincas con un área total de 98 Mz; la experiencia en el campo por parte de los finqueros es mayor o igual a 15 años. Según la misma fuente, estas fincas se obtuvieron a través de títulos de Reforma Agraria; de los propietarios sólo el 40% pertenecen a la cooperativa "El Rosario".

De acuerdo a la información obtenida en las entrevistas, el área de estas fincas es plana a ondulada, los finqueros consideran que las lluvias son bastante perjudiciales para los suelos ya que provocan lavado de tierra y formación de zanjones. El viento también tiene efecto sobre el suelo ya

que produce polvaredas, doblamiento de cultivos y caída de flores y frutos.

El 60% de los finqueros entrevistados clasifican sus suelos como regulares, ya que no siempre obtienen buenas cosechas, además de que no son aptos para todo tipo de cultivo; el 40% de los finqueros clasifican los suelos como buenos, ya que siempre obtienen la cosecha deseada, a pesar de la poca cantidad de agua existente en la zona.

De los datos obtenidos se deduce que el área agrícola total de estas fincas es de 41.5 Mz, equivalentes a un 42.3% del área total de las fincas. La preparación del terreno en todas las fincas se realiza a través de tracción animal y a veces mecanizada, además la siembra la realizan de forma manual y se cultivan musáceas, caña de azúcar, yuca y granos básicos tales como sorgo y maíz, los cuales son utilizados para el autoconsumo.

En cuanto a la combinación de árboles con cultivos el total de los agricultores entrevistados opinan que no siempre es bueno mantener este tipo de asociación ya que algunos cultivos no requieren de sombra, de manera que incluir árboles no sería rentable.

Además, cuentan con pequeños núcleos boscosos de donde obtienen postes, tablas, cuarterones, sombra, pero lo principal es la obtención de leña. Los postes obtenidos son curados y utilizados para la construcción de los apartos, y delimitación de las áreas agrícola, pecuaria y forestal.

Solamente el 40% de las fincas entrevistadas tienen cercas vivas establecidas de manera natural en áreas pequeñas y las utilizan principalmente para la delimitación de áreas y protección a la propiedad, generalmente son de tigüillote (*Cordia dentata*), jocote jobo (*Spondias mombi*) y quebracho (*Lysiloma sp*)

Con respecto a la infraestructura, estas fincas poseen pequeñas casas de madera y corrales.

De acuerdo con la información obtenida en las cinco fincas, se manejan un total de 60 cabezas de ganado, utilizando como fuente de alimentación el zacate jaragua (*Hyparrhenia rufa*), ya que es un pasto tradicional y es el más adaptado a la zona.

Solamente en el 40% de las fincas entrevistadas se realiza rotación de potreros cada 30 días, debido al número de animales. El 80% de las fincas, realizan la rotación de cultivos, principalmente de maíz, sorgo y frijoles, ésta rotación se realiza anualmente. También se dan periodos de descanso al suelo en el 40% de las fincas, este descanso es de seis meses, y en el resto, de un año.

De la información obtenida se deduce que la mano de obra es de tipo familiar, de manera que en ninguna de las fincas se contrata mano de obra temporal ni permanente, y se trabaja en las cinco fincas casi en las mismas actividades tanto agrícolas como pecuarias.

En lo referente a la comercialización de productos

lácteos no se dan problemas de mercadeo. Solamente el 40% de los productores lo comercializan a intermediarios provenientes de Managua, cuyos precios fluctúan de acuerdo a la época del año. También se da la comercialización de sorgo y maíz aunque en pocas cantidades.

Según datos obtenidos de las entrevistas, la producción de cultivos a través del tiempo ha variado o disminuido debido a la sequía o falta de lluvias. Los principales problemas manifestados por los productores de las fincas vecinas son la falta de mano de obra, asistencia técnica y financiamiento en todos estos años, lo que ha obstaculizado el desarrollo de la producción.

Independientemente de todos los problemas y necesidades que pasan los productores, éstos están capacitados para enfrentar los gastos básicos de su familia con lo que producen, aunque los meses que tienen mayor disponibilidad de dinero son de Enero - Abril ya que trabajan en la zafra (corta de caña) en el Ingenio Julio Buitrago; otra forma de obtener dinero es en la actividad pesquera en Masachapa.

Como una alternativa de solucionar los problemas encontrados en el CETROSECO y sus alrededores, se pretende establecer el sistema agroforestal de cercas vivas con *Gliricidia sepium* con el objetivo de delimitar las diferentes áreas de las fincas y a la vez obtener de ésta subproductos como leña, forraje, postes vivos y abono verde para incorporarlo al suelo para aumentar el nivel de fertilidad de estos.

También se establecerá el sistema agroforestal de cortinas rompevientos con *E. camaldulensis*, *L. leucocephala* y *G. sepium*, con el objetivo de contrarrestar el efecto del viento sobre el suelo, cultivos y animales. Pretendiéndose a la vez obtener de ésta leña y sombra para el ganado.

Para solucionar el problema de escasez de alimento para el ganado en la época seca, se pretende establecer el sistema agroforestal de banco forrajeros con especies arbóreas de alto valor nutritivo como *L. leucocephala* y *G. ulmifolia* en áreas relativamente pequeñas.

4.2 Sistemas Agroforestales propuestos

4.2.1 Cercas vivas de *Gliricidia sepium* Jacq (Steud)

Las cercas vivas de madero negro es un sistema agroforestal tradicional en Nicaragua y útil para los agricultores. Por los diversos beneficios que esta especie proporciona, y en base a las limitantes encontradas, se recomienda establecer este sistema en el CETROSECO.

Se espera que la difusión y adopción de esta técnica sea en forma masiva, y que el CETROSECO y las fincas vecinas obtengan los beneficios potenciales que ofrece el sistema tales como la producción de leña, postes, forraje, además servirán para la delimitación de áreas y como barreras protectoras contra el viento y animales.

Según MADELENA (1994), el establecimiento de un cerco vivo de *G. sepium* puede hacerse por medio de estacas (propagación vegetativa), de esa manera se obtiene una cerca mas rápidamente que si se siembra la semilla del árbol o mediante plantas traídas de vivero.

En base a lo anterior, se propone establecer un cerco vivo de *G. sepium* en un área de 4626 metros que estarán distribuidos alrededor de la finca y en las áreas internas (Fig. 4), siendo su función principal la delimitación de las áreas agrícola, pecuaria y forestal, pudiéndose obtener como resultado de las podas diversos productos como nuevos estacones, leña, forraje para las ovejas Pelibuey y abonos

verdes que pueden ser incorporados al suelo del área agrícola.

Establecimiento

Se propone que el cerco vivo sea establecido por el método de propagación vegetativa con estacones con edades promedios de 2 años, ya que éstas alcanzan su madurez en menor tiempo que mediante otro método, además, es el más económico.

Los trabajos de campo iniciarán con una limpieza de forma manual del terreno en una franja de 2 metros de ancho, tomando como eje central la línea de alambre de púas que sostiene la cerca muerta, para luego realizar la labor de estaquillado con espaciamento previamente definido.

Espaciamento

El espaciamento de siembra propuesto es de 1 m o sea, habrá una distancia de 1 m entre cada estación, según MADELENA, con este espaciamento se puede producir leña, forraje y abonos verde.

Se propone que los hoyos sean de 40 cm de profundidad y 25 cm de diámetro, de manera que éstos deberán medir 40 x 25 cm.

Plantación

Dado que la siembra propuesta es por el método de

propagación vegetativa, se necesitará de un total de 4626 estacones de *G. sepium*. Además, se estima que se necesitará un 10% adicional de estacas para reponer las que se pierdan por mortalidad inicial. En el Cuadro 6 se indican las características deseables de las estacas de *G. sepium*.

Cuadro 6. Características deseables de estacas de *G. sepium*

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Longitud	2.0 - 2.4 m
Diámetro en la base	5.0 - 7.0 cm
Diámetro en el ápice	3.0 - 5.0 cm
Edad	1.5 - 2.0 años
Color de la corteza	Pardo verduzco, puntos blancos y yemas visibles.

Tomado de CATIE, 1994.

Las estacas deben estar libres de magulladuras, rajaduras y desgarramientos de la corteza, rectas y sin cortes de ramas, con un corte recto en la parte basal y en forma de bisel en la parte apical.

La plantación se hará introduciendo la parte gruesa del estacón en el hoyo respectivo, teniendo el cuidado, en el llenado del hoyo y compactación, de no dañar la corteza del prendedizo (base del estacón) pues es ahí donde se activan las yemas radiculares.

Una vez realizada la plantación, se hace necesario de fijar o amarrar el estacón al alambre de púas con el objetivo de mantener la verticalidad requerida, para tal efecto se

puede usar cinta plástica o corteza de chagüite.

Se recomienda realizar la plantación cuando las condiciones de humedad del suelo sean óptimas, o sea al comienzo de la estación lluviosa.

Manejo del cerco vivo.

La cerca viva necesita de un manejo adecuado para que cumpla con los objetivos planificados.

Replante: Este debe hacerse más o menos a los 30 días después de haber realizado la plantación. En este tiempo, ya se sabe cuántos estacones han prendido bien y cuáles están muertos o moribundos. Otra opción es realizar la reposición del estacón al año siguiente o a los dos años, pero en el mismo mes que se hizo la plantación, con el cuidado de utilizar otro hoyo contiguo para realizar el replante.

Control de malezas: Este debe realizarse con mucho cuidado a fin de no ocasionar lesiones a los estacones por falta de cuidado en el uso del machete, para este caso se hace necesario realizar caseos y chapeos manuales dos veces durante el primer año, en los meses de Octubre y Abril. Una vez consolidada la cerca, esta práctica puede restringirse a una limpieza por año.

Fertilización: Se hace necesario realizar una fertilización

con completo NPK (20-20-0) al momento de la siembra con el objetivo de facilitar a la estaca los nutrientes necesarios para su desarrollo, la dosis propuesta es de 0.5 onz/hoyo.

Deshije: Deben eliminarse los brotes que emergen de la parte media y baja del poste vivo debido a que el brote tierno es muy palatable para los animales que encuentran en él un alimento rico en proteínas. Este debe realizarse tres veces en el primer año en los meses de Agosto, Diciembre y Abril.

Ronda cortafuegos: Esta debe construirse en una franja de 1 m a ambos lados del cerco vivo establecido, deberá limpiarse 3 veces durante el primer año en los meses de Septiembre, Enero y Abril.

Podas de formación: Están dirigidas fundamentalmente a fortalecer el árbol y eventualmente a fomentar la producción de biomasa, con mejor equilibrio entre las partes apicales y radiculares. La época más oportuna para realizar las podas es a finales de la estación seca, en los meses de Abril y Mayo. En el Cuadro 7 se indica la forma en que deben realizarse las podas de formación.

Cuadro 7. Formas en que debe realizarse la poda de formación del estacón.

Edad (meses)	Tipo de poda	Objetivo	Producto obtenido
12	Corte total de ramas	Equilibrio entre desarrollo radicular y follaje	Leña y forraje
24	Corte total de ramas	Fortalecer la estaca	Leña y forraje
36	Corte total	Fijar alambre	Leña y forraje

Tomado de CATIE, 1994.

Después de estar bien formada la cerca viva, se continuará con la poda de producción, como todas las operaciones de corte, debe ejecutarse en la época seca, próximo a la estación de lluvia. A esta poda de producción se le dará un manejo dependiendo del producto que se quiera obtener de la cerca viva:

Manejo para producción de leña.

Se deben realizar podas sistemáticas de las ramas cada 3-4 años a una altura de 2-2.5 metros para obtener rendimientos aceptables de leña y posteriormente manejar los rebrotes dejando 2-3 rebrotes por poste vivo.

Manejo para producción de forraje y abonos verdes.

Se realizarán podas sistemáticas de las ramas a una altura de 2-2.5 metros, con frecuencia de 4-6 meses, efectuándose la primera poda después de los dos años. En esta

zona seca deberán hacerse podas parciales del árbol para evitar mortalidad de los postes vivos. No es necesario hacer selección de rebrotes.

Costos: en el Cuadro 8 se presentan los costos de establecimiento de 4626 metros de cercas vivas. Los Cuadros 9 y 10 muestran los costos de mantenimiento para los años 2 y 3. El Cuadro 11 hace referencia a un condensado de los cuadros 8, 9 y 10.

El Cuadro 12 muestra el cronograma de actividades de Cercas Vivas.

Cuadro 8. Costos de establecimiento de 4626 metros de cercas vivas de *Gliricidia sepium*. Densidad de siembra: 4626 estacas. Distancia de siembra: 1.0 x 1.0 m.

Año 1

Concepto	No. aplic	Cant/Dosis	Unidad de medida	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
Mano de obra					188.97
Limpieza	1	5	DH	2.10	10.50
Estaquillado	1	0.5	DH	2.10	1.05
Hoyado	1	9.3	DH	2.10	19.53
Plantación/amarre	1	7.7	DH	2.10	16.17
Replante	1	0.8	DH	2.10	1.68
Deshierba					
-Caseo	2	9.3	DH	2.10	39.06
-Chapia	2	5	DH	2.10	21.00
Fertilización	1	1.5	DH	2.10	3.15
Deshije	3	1	DH	2.10	6.30
Ronda corta fuego	2	5	DH	2.10	21.00
Podas	1	2	DH	2.10	4.20
Traslado estacas	1	2	DH	2.10	4.20
Transp. estacas	1	4626	Viaje	41.13	41.13
Insumos/Materiales					739.26
Estacas	1	4626	Estaca	0.14	647.64
Estacas-Replante	1	463	Estaca	0.14	64.82
Fertilizantes					
-Completo	2	1	qq	13.40	26.80
Sub-total					928.23
Administración 5%					46.41
Total					974.64
Imprevistos 5%					48.73
Gran Total U\$					1023.4
Gran Total C\$					7368.3

Tasa de cambio: 1 U\$ x C\$ 7.20

Cuadro 9. Costos de mantenimiento de 4626 metros de cercos vivos de *Gliricidia sepium*. Densidad de siembra: 4626 estacas. Distancia de Siembra: 1.0 x 1.0 m.

Año 2

Concepto	No. aplic	Cant/ Dosis	Unidad de medida	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
Mano de obra					91.56
Deshierba					
Caseo	2	9.3	DH	2.10	39.06
Chapia	2	5	DH	2.10	21.00
Deshije	3	1	DH	2.10	6.30
Ronda cortafuegos	2	5	DH	2.10	21.00
Podas	1	2	DH	2.10	4.20
Sub-total					91.56
Administración 5%					4.58
Total					96.14
Imprevistos 5%					4.81
Gran total U\$					100.95
Gran total C\$					726.84

Tasa de cambio: 1 U\$ X C\$ 7.20

Cuadro 10. Costos de mantenimiento de 4626 metros de cercas vivas de *Gliricidia sepium*. Densidad de siembra: 4626 estacas. Distancia de siembra: 1m x 1m.

Año 3

Concepto	No. aplic	Cant/ Dosis	Unidad de medida	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
Mano de obra					67.83
Deshierba					
Caseo	1	9.3	DH	2.10	19.53
Chapia	1	5	DH	2.10	10.50
Deshije	2	1	DH	2.10	4.20
Ronda cortafuegos	2	5	DH	2.10	21.00
Aprovechamiento	2	3	DH	2.10	12.60
Sub-total					67.83
Administración 5%					3.40
Total					71.23
Imprevistos 5%					3.56
Gran Total U\$					74.79
Gran Total C\$					538.50

Tasa de cambio: 1 U\$ X C\$ 7.20

4.2.2 Cortinas rompevientos con tres estratos: *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*

Los rompevientos son franjas formadas por hileras de árboles, que se colocan transversalmente en la dirección predominante de los vientos con el fin de disminuir los daños ocasionados a los cultivos y pastizales, sin interferir negativamente con las plantas que se quieran proteger.

Para que un sistema de cortinas rompevientos sea eficaz, es necesario proyectarlo en sentido contrario a los vientos y con las siguientes características:

- **Permeabilidad:** La permeabilidad adecuada en la cortina es de 50%.

- **Altura deseable de los árboles:** El área protegida es entre 10 y 15 veces la altura de los árboles que componen la cortina.

- **Homogeneidad:** Combinar el uso de especies forestales de porte alto para las líneas centrales y un estrato arbustivo de porte medio para los bordes laterales.

En el CETROSECO, debido a los fuertes vientos existentes y para contrarrestar la acción erosiva de estos, se establecerá el sistema agroforestal de cortinas rompevientos en un área de 562 metros por especie, teniendo en total 1124

m. La cortina deberá orientarse perpendicularmente a la dirección de los vientos locales, dado que éstos se movilizan en dirección Oeste, la cortina se orientará en dirección Nor-Este, Sur-Este (Fig.4).

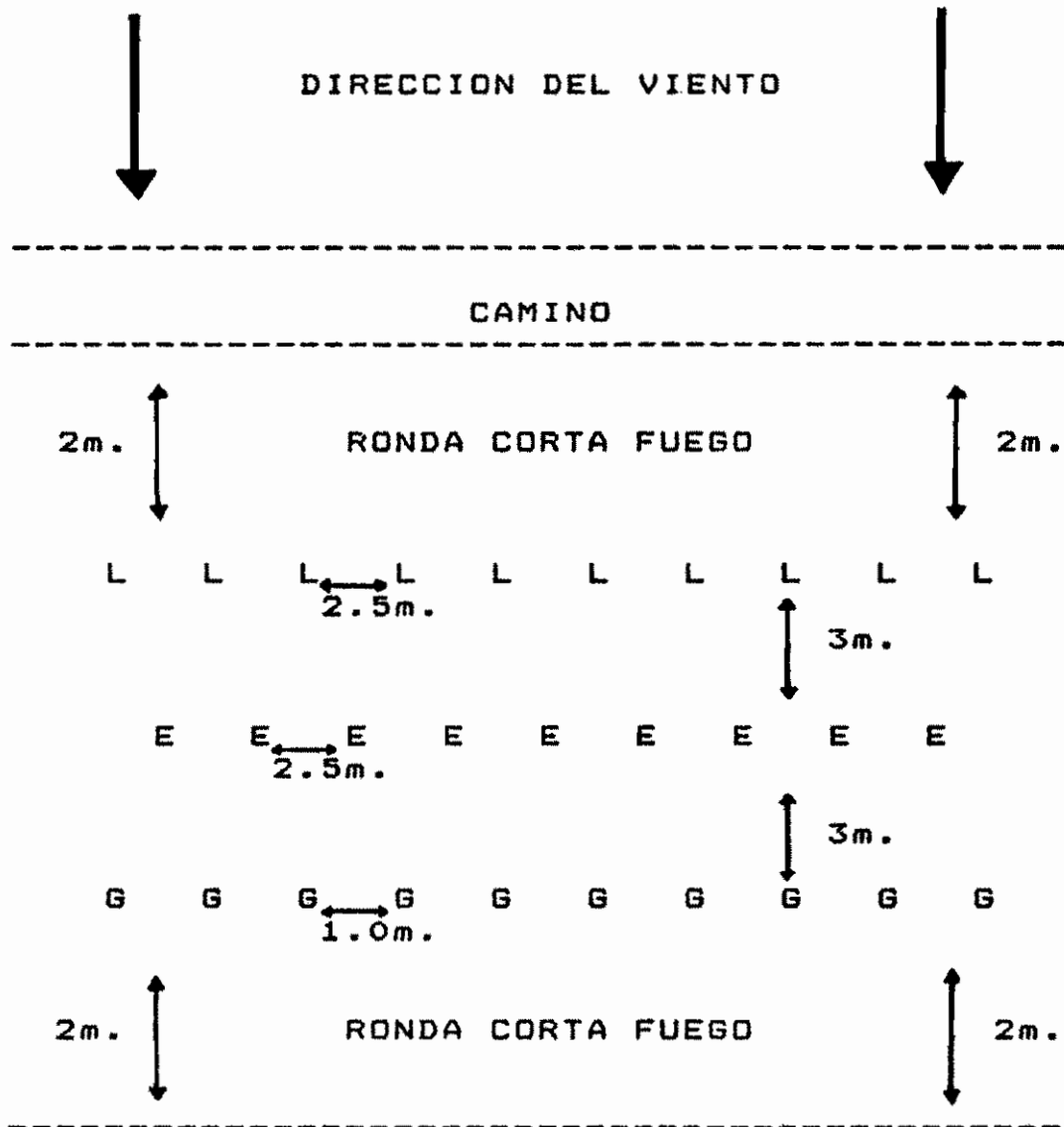
Su estructura consistirá en el establecimiento de dos especies de plantas de altura diferente como *Eucalyptus camaldulensis* y *Leucaena leucocephala*.

Estructura de la Cortina Rompevientos.

Se propone una cortina rompevientos formada por dos hileras de plantas de la manera siguiente: una hilera central de árboles utilizando especies que alcanzan gran altura como *E. camaldulensis*, una hilera lateral de especies de mediana altura y gran desarrollo de follaje como *L. leucocephala*. Una tercera hilera que compondría la cortina sería la cerca viva de *G. sepium*, ésta tendría un espaciamiento menor y por lo tanto ayudaría a frenar la acción de los vientos en el nivel inferior de la cortina (Fig.3).

Espaciamiento.

La separación entre las filas que conformarán la cortina podría ser de tres metros, es decir, el ancho será de seis metros. La distancia entre las plantas de una misma fila será de 2.5 metros, o sea, el espaciamiento será de 3m x 2.5m. Se recomienda establecer la plantación utilizando el método de tres bolillos.



Simbología: L: Leucaena leucocephala
 E: Eucalyptus camaldulensis
 G: Gliricidia sepium (cerca viva)

Fig.3. Diseño de Cortina Rompeviento, método de 3 bolillos

Establecimiento.

Debe iniciarse con una preparación adecuada del terreno en donde se ubicará la cortina, para esto es necesario realizar un chapeo de forma manual. Una vez limpio el terreno se procederá a efectuar un pase de arado con una profundidad de 12 pulgadas, y dos pases de grada a una profundidad de 12 pulgadas para lograr una mejor penetración de las raíces en el suelo.

Una vez preparado el terreno, se hace la medición de las líneas principales que compondrán la cortina para luego proceder a la apertura de hoyos que tendrán las dimensiones de 15 pulgadas de diámetro y 15 pulgadas de profundidad.

Cada 100 metros lineales de cortina estará formado por un total de 40 plantas, por lo tanto para el establecimiento de 562 m de cortina se necesitará de 225 plantas por especie, por lo tanto, la cortina tendrá una cantidad total de 450 plantas provenientes de vivero, ya que este tipo de plantas tiene mayor grado de supervivencia.

Se estima que se necesitará un 12% adicional de plantas (54 plantas) para reponer las que se pierdan por mortalidad inicial, plagas o enfermedades.

La plantación se iniciará en la época con condiciones óptimas de humedad, una vez iniciada la estación lluviosa, o sea, a mediados de Mayo.

Manejo de las cortinas rompevientos

El manejo debe iniciarse cuando la cortina esté bien establecida, antes que las copas empiecen a competir por espacio y a modificar su estructura. Árboles dominados, enfermos y con copa mal formada deben ser eliminados.

Ronda Corta-fuegos: Esta debe hacerse una vez realizada la plantación, se ubicará a ambos lados de la cortina en una faja de 2.0 m, esta deberá limpiarse 3 veces durante el primer año, (Septiembre, Enero, Mayo), dos veces en el segundo y tercer año.

Control de malezas: Es necesario realizar caseos y chapeo manuales cada 3 meses (Septiembre, Diciembre, Marzo) durante el primer año de establecida la plantación, en años posteriores es recomendable realizar dos chapeo anuales.

Control de plagas y enfermedades: Esta debe hacerse en las fechas intermedias de salida de la estación lluviosa en los meses de Agosto y Septiembre; y de la estación seca en los meses de Febrero y Marzo.

Aporque: Se recomienda durante el primer año de crecimiento de la cortina realizar dos aporques en los meses de Julio y Marzo, el segundo aporque puede ir acompañado de una fertilización de completo en dosis de 2.5 oz/planta.

Fertilización: Es necesario realizar una fertilización con NPK (20-20-0) al momento de la siembra o dos días antes de la siembra con el objetivo de facilitarle a la planta los nutrientes necesarios para su crecimiento y posterior desarrollo, la dosis propuesta es de 2.5 onz/hoyo.

Podas: Es recomendable efectuar podas de formación a partir de los 15 meses de realizada la siembra. Con las podas se pretende darle la forma adecuada a la cortina y a la vez se mejora la sanidad de los árboles.

Sub-productos de las podas: De éstas se pueden obtener productos directos como leña de pequeñas dimensiones la que puede ser utilizada en la cocción de alimentos.

Existen dos criterios respecto al manejo y aprovechamiento ordenado de las cortinas:

1. Aplicar podas sistemáticas y manejar los rebrotes de las diferentes líneas que la conforman. La altura de corte no debe sobrepasar de 0.5 m.

El inconveniente de este sistema es que los rebrotes de las líneas centrales sean afectados por sombra de las demás líneas. La cortina no pierde su función de protección.

2. Utilizar el sistema silvicultural de tala raza. El largo de la franja no debe ser mayor de los 50 m.

El inconveniente de este sistema es que queda una zona de cultivo desprotegida, por lo que podría ser perjudicial hasta que los nuevos rebrotes alcancen su tamaño adecuado.

Antes de iniciar el manejo es necesario evaluar cuál es el resultado de la cortina, si el vigor y crecimiento de árboles y arbustos empiezan a deteriorarse, se debe iniciar la práctica de raleo, si la cortina es demasiado ancha, se pueden eliminar algunas líneas inefectivas, siempre y cuando existan más de 10 líneas.

Costos:

Estos son de vital importancia para el establecimiento de cualquier sistema que se proponga, ya que en ellos se refleja la cantidad de dinero que se invertirá así como las actividades propuestas para un período de tiempo determinado. En el Cuadro 13 se presentan los costos de establecimiento de 562 metros de cortinas rompevientos. Los Cuadros 14 y 15 muestran los costos de mantenimiento para los años 2 y 3. El Cuadro 16 hace referencia a un condensado de los Cuadros 13, 14 y 15.

El Cuadro 17 muestra el cronograma de actividades de Cortinas Rompevientos.

Cuadro 13. Costos de establecimiento de 562 metros de cortinas rompevientos de *E. camaldulensis* y *L. leucocephala* Densidad de Siembra: 450 plantas. Distancia de Siembra: 2.5 x 3 m

Año 1

Concepto	No. Aplic	Cantidad /Dosis	Unidad de medida	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
Servicio					44.50
Arado (12"prof)	1	1	Pase	16.70	16.70
Grada (12"prof)	1	2	pase	13.90	27.80
Mano de obra					82.01
Delimitación área	1	0.25	DH	2.10	0.53
Limpieza del área	1	2.4	DH	2.10	5.04
Estaquillado	1	0.5	DH	2.10	1.05
Hoyado	1	3	DH	2.10	6.30
Traslado plantas	1	1	DH	2.10	2.10
Plantación	1	1	DH	2.10	2.10
Replante	1	0.1	DH	2.10	0.21
.Caseo	3	1.5	DH	2.10	9.45
.Chapia	3	2.8	DH	2.10	17.64
Aporque	2	1.5	DH	2.10	6.30
Fertilización	2	1.5	DH	2.10	6.30
Control plagas	2	0.25	DH	2.10	1.05
Ronda cortafuego	3	3.8	DH	2.10	23.94
Insumos/Materiales					98.46
Plantas	1	450	Unidad	0.14	63.00
Plantas replanteo	1	54	Unidad	0.14	7.56
Insecticidas					
-Lorsban G. 5%	1	1	Kg	1.10	1.10
Fertilizantes					
-Completo	2	1	qq	13.40	26.80
Sub-Total					225.0
Administración 5%					11.25
Total					236.2
Imprevistos 5%					11.81
Gran Total U\$					248.0
Gran Total C\$					1786

Tasa de cambio: 1 U\$ x C\$ 7.20

Cuadro 14. Costos de mantenimiento de cortinas rompevientos de *E. camaldulensis* y *L. leucocephala*. Densidad de siembra: 450 plantas. Distancia de siembra: 2.5 x 3 m.

Año 2

Concepto	No. aplic.	Cantidad /dosis	Unidad de medida	Costo unitario U\$	Costo total U\$
Mano de obra					29.72
Caseo	1	1.5	DH	2.10	3.15
Chapia	1	2.8	DH	2.10	5.88
Aporque	1	1	DH	2.10	2.10
Fertilización	1	1	DH	2.10	2.10
Control plagas	1	0.25	DH	2.10	0.53
Ronda cortafuego	2	3.8	DH	2.10	15.96
Insumos					14.50
Insecticidas					14.50
-Lorsban G.5%	1	1	Kg	1.10	1.10
Fertilizantes					
-Completo	1	1	qq	13.40	13.40
Sub-total					44.22
Administración					2.21
Total					46.43
Imprevistos 5%					2.32
Gran total U\$					48.75
Gran total C\$					351.01

Tasa de cambio: 1 U\$ X C\$ 7.20

Cuadro 15. Costos de mantenimiento de cortinas rompevientos de *K. camaldulensis* y *L. leucocephala*. Densidad de siembra: 450 plantas. Distancia de Siembra: 2.5 x 3m.

Año 3

Concepto	No. aplic	Cantidad /dosis	Unidad medida	Costo unitario U\$	Costo total U\$
Mano de obra					22.47
Chapeo	1	2.8	DH	2.10	5.88
Control plagas	1	0.25	DH	2.10	0.53
Ronda cortafuego	2	3.8	DH	2.10	15.96
Insumos/materiales					1.10
Insecticidas					
-Lorsban G. 5%	1	1	Kg	1.10	1.10
Sub-total					23.47
Administración 5%					1.17
Total					24.64
Imprevistos 5%					1.23
Gran total U\$					25.87
Gran total C\$					186.28

Tasa de cambio: 1 U\$ X C\$ 7.20

Cuadro 16. Costos de establecimiento y mantenimiento de 562 metros de cortinas rompevientos de *E. camaldulensis* y *L. leucocephala*. Densidad de Siembra: 450 plantas. Distancia de Siembra: 2.5 x 3 m.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
Servicios	44.50	-	-
Mano de Obra	82.01	29.72	22.37
Insumos y Materiales	98.46	14.50	1.10
Administración 5%	11.25	2.21	1.17
Imprevistos 5%	11.81	2.32	1.23
Gran Total U\$	248.03	48.75	25.87
Gran Total C\$	1785.82	351.01	186.28

Tasa de cambio: 1 U\$ x C\$ 7.20

Cuadro 17. Cronograma de actividades de Cortinas rompevientos de *E. camaldulensis* y *L. leucocephala*

Actividades/Mes	M	J	J	A	S	D	N	D	E	F	M	A
Limpieza del terreno	■											
Delimitación del área	■											
Arado (12"prof)	■											
Grada (12"prof)	■											
Trazado de surco	■											
Hoyado	■											
Fertilización	■										■	
Plantación	■											
Ronda cortafuego	■				■				■			
Replante		■										
Deshierba					■			■			■	
Aporque			■									
Control de plagas				■	■						■	

4.2.3 Banco de forraje de *Leucaena leucocephala*.

Cuando se cultiva *Leucaena* para forraje, el objetivo principal es un alto rendimiento y alta calidad de forraje, esto implica alta relación hoja tallo y se prefiere una alta densidad de siembra.

Dada la alta digestibilidad del follaje de *leucaena* (60-70%), el cual contiene entre 20 y 27% de proteínas, caroteno, vitamina K y otros nutrientes, se propone establecer un rodal de *L. leucocephala* en un área de 1 hectárea situada a unos 60 m de la parte sur de las galeras de las ovejas Pelibuey (Fig.4); con ésto se pretende facilitar el acarreo del forraje hasta el lugar donde se le suministrará al rebaño.

Establecimiento

El establecimiento del rodal forrajero propuesto es por el método de siembra directa. Para este caso, se debe hacer una cuidadosa preparación de la tierra ya que el objetivo es el suministro de grandes cantidades de proteínas.

Los trabajos de campo iniciarán con una delimitación y chapeo de forma manual del área propuesta, para luego realizar una preparación mecanizada del terreno que consistirá en dos pases de grada y dos pases de arado los que tendrán una profundidad de 12 pulgadas.

Espaciamiento

El espaciamiento de plantación propuesto es de 0.5 m entre plantas de una misma fila y de 1m entre filas o surcos, o sea el espaciamiento propuesto es de 0.5 x 1m, con lo que se tendrá una densidad de 20,000 árboles por hectárea.

Siembra

La siembra se propone que sea de forma manual en los surcos previamente establecidos, para realizar esta labor se propone utilizar 1.5 Kg de semilla de *L. leucocephala* que puede ser adquirida en el Banco de Semillas Forestales de MARENA.

Manejo del Rodal Forrajero.

Como todo cultivo, el rodal necesita de un manejo adecuado para lograr los objetivos propuestos.

Control de malezas: A pesar de que *L. leucocephala* es una especie de crecimiento rápido, el desarrollo durante los 4 primeros meses en el campo es lento, por lo tanto se recomienda realizar tratamientos de chapeo alrededor del árbol cada 60 días durante los primeros 6 meses de la plantación. En años posteriores es recomendable aplicar un chapeo por año.

Aporque: Se hace necesario realizar un aporque a los 30 días de realizada la siembra, o sea en el mes de julio.

Fertilización: Dado que estos suelos presentan bajo contenido de nitrógeno, se propone realizar una fertilización antes de realizar la siembra, para tal fin se puede utilizar completo NPK (20-20-0), debiéndose realizar una segunda fertilización a los 6 meses de realizada la siembra, en el mes de diciembre.

Control de plagas: Este se recomienda realizarse en las fechas intermedias de salida de la estación lluviosa en los meses de agosto y septiembre; y de la estación seca en los meses de febrero y marzo. Las plagas que pueden afectar esta plantación son las hormigas cortadoras las que pueden ser fácilmente controladas usando un insecticida granulado como Lorsban G. 5%.

Ronda cortafuego: Es necesario proteger al rodal de posibles incendios, por lo tanto esta debe construirse una vez finalizada la siembra en un área de 2m en contorno de la plantación. Esta deberá limpiarse dos veces durante el primer año de crecimiento de la plantación en los meses de septiembre y marzo.

Aprovechamiento: Se propone realizar la primera cosecha un año después de la plantación realizando cortes de chaflán a una altura de 1 m.

Manejo de rebrotes: *Leucaena* tiene una alta capacidad de rebrote, por lo tanto se propone el aprovechamiento de éstos cada 3 ó 4 meses y a una altura de corte de 1 m; cortes mas frecuentes reducen la capacidad de rebrote del tocón.

Costos:

Estos revisten singular importancia para el éxito del proyecto, ya que en ellos se refleja la cantidad de dinero necesaria para el establecimiento y posterior mantenimiento del rodal forrajero. En el Cuadro 18 se presentan los costos de establecimiento de 1 Ha de Banco de forraje de *Leucaena leucocephala* y el Cuadro 19 muestra los costos de mantenimiento para los años 2 y 3. El Cuadro 20 hace referencia a un condensado de los Cuadros 18 y 19.

El Cuadro 21 presenta el cronograma de actividades de banco de forraje de *L. leucocephala*.

Cuadro 18. Costos de establecimiento de 1 Ha de banco de forraje de *Leucaena leucocephala*. Densidad de siembra: 20,000 pta/Ha. Distancia de siembra: 0.5 x 1.0 m.

Año 1					
Concepto	No. Aplic	Cant/Dosis	Unidad de medida	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
Servicios					61.20
Arado (12"prof)	1	2	Pase	16.70	33.40
Grada (12"prof)	1	2	Pase	13.90	27.80
Mano de obra					112.0
Delimitación del área	1	0.25	DH	2.10	0.53
Limpieza del área	1	6	DH	2.10	12.60
Trazado de surcos	1	1	DH	2.10	2.10
Siembra	1	2	DH	2.10	4.20
Deshierba					
-Chapeo	3	6	DH	2.10	37.80
-Aporque	1	12	DH	2.10	25.20
Fertilización	2	2	DH	2.10	8.40
Control de plagas	2	0.25	DH	2.10	1.05
Ronda cortafuegos	2	3.3	DH	2.10	13.86
Aprovechamiento	1	3	DH	2.10	6.30
Insumos/Materiales					48.53
Semillas Leucaena Insecticidas	1	1.5	Kg	10.42	15.63
-Decis	1	0.25	Litro	19.90	5.00
-Lorsban G. 5%	1	1	Kg	1.10	1.10
Fertilizantes					
-Completo	2	1	qq	13.40	26.80
Sub-Total					221.8
Administración 5%					11.08
Total					232.9
Imprevistos 5%					11.64
Gran Total U\$					244.5
Gran Total C\$					1760

Tasa de cambio: 1 U\$ x C\$ 7.20

Cuadro 19. Costos de mantenimiento de 1 Ha de banco de forraje de *Leucaena leucocephala*. Densidad de siembra: 20,000 plantas/Ha. Distancia de siembra: 0.5 x 1 m.

Año 2-3

Concepto	No. aplic	Cant/Dosis	Unidad de medida	Costo unitario U\$	Costo total U\$
Mano de obra					40.11
Chapeo	1	3	DH	2.10	6.30
Control de plagas	1	0.5	DH	2.10	1.05
Ronda cortafuegos	2	3.3	DH	2.10	13.86
Aprovechamiento	3	3	DH	2.10	18.90
Insumos					1.10
Insecticidas					
-Lorsban G. 5%	1	1	Kg	1.10	1.10
Sub-total					41.21
Administración 5%					2.06
Total					43.27
Imprevistos 5%					2.16
Gran Total U\$					45.43
Gran Total C\$					327.12

Tasa de cambio: 1 U\$ X C\$ 7.20

4.2.4 Banco de forraje de *Guazuma ulmifolia*.

Aunque el guácimo no es leguminosa, se ha reconocido ampliamente la capacidad forrajera de la misma. Se ha demostrado que las hojas tiernas y el fruto de guácimo tienen potencial nutritivo (cuadro 3A), se observa que las cantidades de proteínas crudas del guácimo son abundantes, sobre todo en las hojas. En base a lo anterior, se propone establecer un rodal forrajero en un área de 1 Ha, ubicada dentro del área pecuaria lo más cerca a las galeras (Fig.4), con esto se facilitará la labor de acarreo del follaje hasta los corrales donde se utilizará como suplemento alimenticio de las ovejas Pelibuey.

Establecimiento

El establecimiento del rodal forrajero propuesto se hará con plantas traídas directamente de vivero, de esta manera se garantiza un alto porcentaje de supervivencia en el rodal. Al igual que otras especies, es necesario hacer una cuidadosa preparación de la tierra.

Los trabajos de campo iniciarán con una delimitación y chapia de forma manual del área propuesta, posteriormente se procederá a realizar la preparación mecanizada del terreno que consistirá en un pase de arado y dos pases de grada a una profundidad de 12 pulgadas.

Espaciamiento

El espaciamiento de plantación propuesto es de 1 m entre plantas de una misma fila y 1 m entre filas, o sea, el espaciamiento será de 1 m x 1 m. lo que da como resultado una densidad de 10,000 árboles por ha.

El trazado de las filas o surcos que se propone es con bueyes, sobre estos surcos se abrirán los hoyos según espaciamiento definido que tendrán las dimensiones de 30 cm de diámetro y 30 cm de profundidad.

Siembra

Se propone realizar la plantación cuando las condiciones de humedad del suelo sean óptimas, o sea en la segunda quincena del mes de Mayo. Las plantas al momento de la siembra deben poseer como promedio 30 cm de altura.

MANEJO DEL RODAL.

Como todo cultivo, el rodal necesita de un manejo adecuado para la obtención del producto deseado en el tiempo planificado.

Control de malezas: para un adecuado crecimiento del guácimo, se recomienda el control de las malezas durante la primera etapa de crecimiento de la plantación, lo que permite aumentar la supervivencia y disminuir los costos de replante; al mismo tiempo se logra un mayor crecimiento en altura y

diámetro, por disminución de la competencia. Por lo general, se recomienda de 2 a 3 limpiezas manuales durante el primer año, 2 en el segundo y tercer año, lo que será suficiente para mantener las malezas bajo control.

Control de plagas: se hace necesario controlar el ataque de insectos, principalmente hormigas defoliadoras, estas pueden ser controladas si se usa un insecticida granulado como Lorsban G. 5%.

Fertilización: para esta especie forestal no se han hecho ensayos de fertilización para determinar su respuesta a esta práctica. Sin embargo, tomando en cuenta que estos suelos presentan bajos contenidos de nitrógeno, se hace necesario realizar una fertilización al momento de la siembra, para este caso se recomienda utilizar el fertilizante nitrogenado NPK (20-20-0) a razón de 0.5 onz por hoyo.

Ronda cortafuegos: el rodal debe estar protegido contra posibles incendios, por lo tanto, las rondas deben construirse una vez finalizada la plantación, en una franja de 2 m alrededor de la misma, esta deberá limpiarse 2 veces durante el primer año de crecimiento de la plantación en los meses de Septiembre y Marzo.

Aprovechamiento: es recomendable dejar crecer libremente la especie por un período de 12 meses o más para permitir la formación de un sistema radicular fuerte, por lo tanto, el aprovechamiento propuesto se debe realizar a los 13 meses después de la plantación a una altura de 30 cm.

Manejo de rebrotes: es muy importante tomar en cuenta que el guácimo es una especie que rebrota vigorosamente, por lo tanto, se deben realizar aprovechamientos por cortes periódicos cada 3 ó 4 meses.

Costos: el Cuadro 22 presenta los costos de establecimiento de cultivo para banco de forraje de *Guazuma ulmifolia*. El Cuadro 23 muestra los costos de mantenimiento del cultivo en los años 2 y 3. El Cuadro 24 hace referencia a un condensado de los Cuadros 22 y 23.

El Cuadro 25 nos muestra el cronograma de actividades del Banco de forraje de *Guazuma ulmifolia*.

Cuadro 22. Costos de establecimiento de 1 ha. de banco de forraje de *Guazuma ulmifolia*. Densidad de siembra: 10,000 plantas/ha. Distancia de siembra: 1m x 1 m.

Año 1

Concepto	No. aplic	Cant/Dosis	Unidad de medida	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
Servicios					44.50
Arado (12" profund)	1	1	Pase	16.70	16.70
Grada (12" profund)	1	2	Pase	13.90	27.80
Mano de obra					140.39
Delimitación área	1	0.25	DH	2.10	0.53
Limpieza del área	1	6	DH	2.10	12.60
Trazado de surcos	1	1	DH	2.10	2.10
Hoyado	1	20	DH	2.10	42.00
Siembra	1	12.5	DH	2.10	26.25
Chapeo	3	6	DH	2.10	37.80
Control de plagas	2	0.25	DH	2.10	1.05
Fertilización	1	2	DH	2.10	4.20
Ronda cortafuego	2	3.3	DH	2.10	13.86
Insumos/Materiales					1454.70
Plantas de guácimo	1	10000	Planta	0.14	1400
Insecticidas -Lorsban G 5%.	1	1	Kg	1.10	1.10
Fertilizantes -Completo	1	4	qq	13.40	53.60
Sub-total					1639.59
Administración 5%					81.98
Total					1721.57
Imprevistos 5%					86.07
Gran Total U\$					1807.64
Gran Total C\$					13015.1

Tasa de cambio: 1 U\$ x C\$ 7.20

Cuadro 23. Costos de mantenimiento de 1 Ha. de Banco de Forraje de *Guazuma ulmifolia*. Densidad de siembra: 10,000 arb/Ha. Distancia de siembra: 1 m x 1 m

Año 2-3

Concepto	No. Aplic	Cant/ Dosis	Unidad de medida	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
Mano de obra					46.41
Chapeo	2	3	DH	2.10	12.60
Control de plagas	1	0.5	DH	2.10	1.05
Ronda cortafuegos	2	3.3	DH	2.10	13.86
Aprovechamiento	3	3	DH	2.10	18.90
Insumos/Materiales					1.10
Insecticidas					
-Lorsban G 5%	1	1	Kg	1.10	1.10
Sub-total					47.51
Administración 5%					2.38
Total					49.89
Imprevistos 5%					2.49
Gran Total U\$					52.38
Gran Total C\$					377.17

Tasa de cambio: 1 U\$ x C\$ 7.20

vivo, *G. sepium*
nas rompevientos. *G. sepium*, *E. comaldulensis*, *L. leucocephala*
rraje, *G. ulmifolia*
rraje, *L. leucocephala*

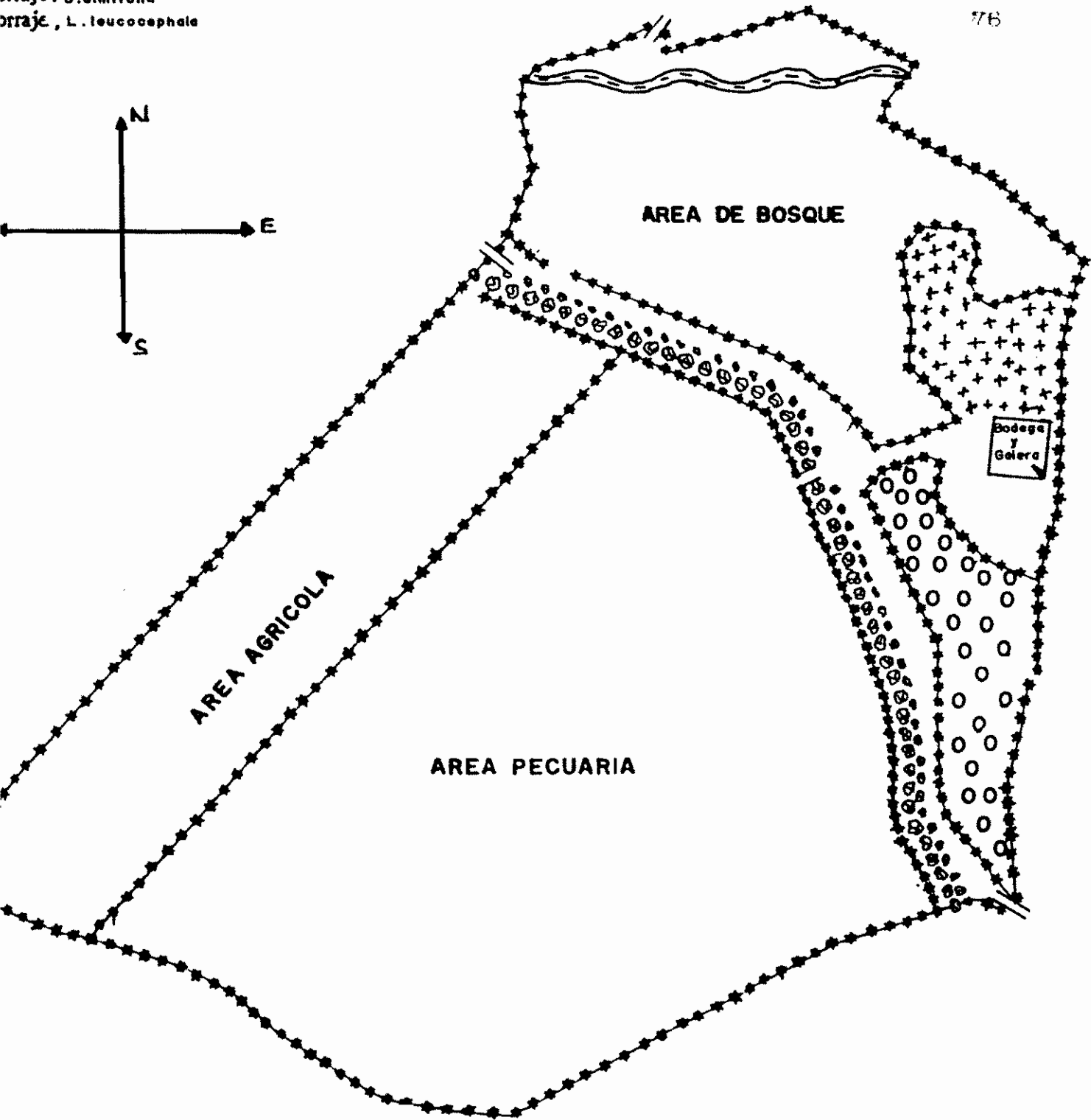
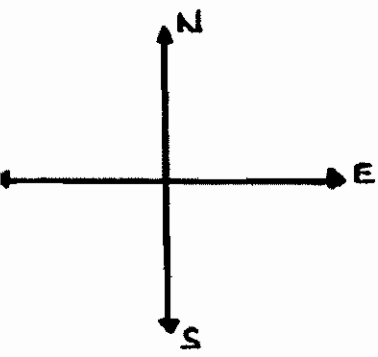


Fig. 4. Ubicación de Sistemas Agroforestales propuestos, finca CETROSECO, 1994.

Los costos de establecimiento y mantenimiento de los sistemas agroforestales propuestos (Cercas vivas, cortinas rompevientos y bancos de forrajes), demuestran que económicamente es factible establecer estos sistemas en el CETROSECO; en el caso de las fincas vecinas también es factible, ya que estos sistemas no resultarían costosos, porque se reducirían gastos relacionados con mano de obra, servicios y administración, debido a que la mano de obra es de tipo familiar.

Desde el punto de vista ecológico, también es factible el establecimiento de estos sistemas, ya que las especies propuestas son nativas de la zona y en caso del Eucalipto y Leucaena son especies que se adaptan a ésta zona de vida.

Desde el punto de vista biológico y social, estos sistemas van a contribuir a solucionar el problema de erosión eólica y además nos van a brindar otros beneficios como son la leña, forraje y abono para incorporarlo al suelo tanto en el CETROSECO como en las fincas vecinas.

V. CONCLUSIONES

1. Como efecto de la deforestación a que ha sido sometido el CETROSECO y sus alrededores ha ocasionado erosión hídrica y eólica, lo que trae como consecuencia la degradación de los suelos disminuyendo su nivel de fertilidad.
2. Las especies arbóreas de mayor frecuencia en el bosque de galería del CETROSECO son *Guazuma ulmifolia* (Guácimo de ternero), *Luehea candida* (Guácimo de molenillo), *Tabebuia chrysantha* (Cortez), *Lonchocarpus phaseolifolius* (Chaperno).
3. Las características edáficas, ecológicas, económicas y sociales del CETROSECO y sus alrededores requieren y hacen factible el establecimiento de Sistemas Agroforestales.
4. La falta de asistencia técnica y de crédito son las limitantes principales manifestadas por los productores de las fincas aledañas, esto les impide desarrollar la tecnificación y a la vez elevar la productividad de sus tierras; también presentan problemas de escases de leña y de forraje.
5. Hay que establecer cercas vivas de madero negro (*Gliricidia sepium*), para la delimitación de las diferentes

áreas, y para la obtención de leña, forraje y/o abonos verdes.

6. Se debe establecer un sistema de cortinas rompevientos con Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*) para proteger el área agrícola, pecuaria y a los animales de los vientos fuertes.

7. Es necesario el establecimiento de bancos forrajeros con Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) para la obtención de suplemento alimenticio para las ovejas Pelibuey, esto garantizará un buen desarrollo y por ende la obtención de carne y cuero.

8. Los tres sistemas agroforestales propuestos: Cercas vivas, Cortinas rompevientos y Bancos de forraje, no deben considerarse como una receta con la cual se obtienen resultados mecánicos, sino como sistemas que van a brindar diversos productos para sustentar a las familias de escasos recursos y además beneficiarán a los cultivos, animales y el medio ambiente, con esto se logrará una mayor diversificación en las fincas y un aumento en las oportunidades de consumo, a la vez se generarán empleos temporales.

9. Los costos de establecimiento son 7,368.30; 1,786.00; 1,760.00; y 13,015.10 córdobas para cercas vivas, cortinas rompevientos, banco de Leucaena, y banco de Guácimo de ternero, respectivamente.

10. Los costos de mantenimiento para los primeros dos años son 1,265.34; 537.29; 654.24; 754.34 córdobas para las cercas vivas, cortinas rompevientos, banco de Leucaena y banco de Guácimo de ternero, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Dado que el Centro de Desarrollo Agroecológico del Trópico Seco (CETROSECO) es de carácter demostrativo con miras de ayudar al campesino de escasos recursos y con interés de elevar la productividad, conservar los suelos, las aguas y la vegetación de la zona, se recomienda realizar Extensión y Capacitación Forestal y Agroforestal a los productores de cada finca con el objetivo que adquieran los conocimientos técnicos que les garantizarán la seguridad alimenticia de sus familias.
2. Crear un banco de semilla por parte del CESADE para disminuir los costos de establecimiento de los Sistemas Agroforestales.
3. Capacitar a los productores de cada finca en técnicas para el establecimiento y manejo de viveros forestales.
4. Realizar investigaciones para evaluar la potencialidad de especies y variedades de Leucaena y Guácimo como suplemento alimenticio de las ovejas Pelibuey.

5. Enriquecer los pequeños núcleos boscosos de cada finca con arboles de mayor valor económico tales como: Caoba (*Swietenia humilis*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Pochote (*Bombacopsis quinatum*).
6. Evaluar sistemáticamente la productividad de los Sistemas Agroforestales propuestos.
7. Llevar a cabo una campaña de reforestación en la zona con el objetivo de disminuir el grado de deterioro que han sufrido los recursos suelos, vegetación y fuentes de aguas.
8. Sembrar leguminosas herbáceas fijadoras de Nitrogeno como el Gandul (*Cajanus cajan*) y frijol terciopelo (*Mucuna sp.*) en el área agrícola del CETROSECO para elevar la cantidad de este elemento en los suelos; incorporar el abono verde después de la cosecha mediante el arado y dejar en barbecho por lo menos 2 años, para mejorar la fertilidad del suelo y así lograr un mayor rendimiento de los diversos cultivos. También esto es recomendable para las fincas vecinas con suelos que presentan el mismo problema.

9. Realizar un estudio físico del suelo principalmente en el área agrícola para determinar el espesor y textura de la capa de talpetate ya que se encuentra aproximadamente solo a 50 cm del suelo, lo que posiblemente limita la productividad de los mismos.

10. Establecer una estación de metereología en el CETROSECO, para obtener datos directos del centro.

VII. BIBLIOGRAFIA

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

(CATIE). 1994. Las cercas vivas de madero negro: Una técnica Agroforestal promisoría para el pacífico seco de Nicaragua. Programa manejo integrado de Recursos Naturales. Turrialba, Costa Rica. 56 p.

_____1991. *Gliricidia sepium*. Especie de árbol de Uso múltiple en América Central. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Area de Producción Forestal y Agroforestal. Turrialba, Costa Rica. p. 3-10, 36-38.

_____1991. *Leucaena leucocephala*. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Area de Producción Forestal y Agroforestal. Turrialba, Costa Rica. p. 13-46.

_____1991. *Guazuma ulmifolia*. Especie de árbol de Uso múltiple en América Central. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Area de Producción Forestal y Agroforestal. Turrialba, Costa Rica. p. 3-16,24-28,55-57.

_____1984. Especies para leña. Arbustos y árboles para la producción de Energía. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Turrialba, Costa Rica. p. 92-93,204-205.

_____1980. Análisis Biosocioeconómico del Componente Forestal en una Explotación Agrosilvopastoril en el área de Turrialba, Costa Rica. Programa de Recursos naturales Renovables. p. 46-54.

MADELENA 3, 1994/Nic. Cursos sobre Sistemas Agroforestales. p. 10,21,35.

FASSBENDER, H.W. 1993. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. Proyecto Agroforestal. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. p. 12-13,41-51.

_____1987. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. Centro Agronómico de Recursos naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. p. 73.

_____1984. Bases Edafológicas de los sistemas de Producción Agroforestales. CATIE. Departamento de Recursos Naturales Renovables. (Serie Materiales de Enseñanza/CATIE. No.21). Turrialba, Costa Rica. p. 13.

- JIMENEZ, R.J.C. 1991. Inventario de Sistemas Agroforestales tradicionales en Fincas pequeñas de Masaya, Carazo, Nicaragua. Trabajo de Diploma. p. 1,35-36.
- MINISTERIO DE CONSTRUCCION Y TRANSPORTE/INETER, 1991. Anuario Meteorológico. p. 11.
- MARTINEZ, H.H.A. 1990. *Eucalyptus camaldulensis*. Especie de árbol de Uso múltiple en América Central. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Area de Producción Forestal y Agroforestal. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 3-10,22-26.
- MENDIETA, L., M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de *Gliricidia sepium* (Jacq.)walp de México, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R. Programa de posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, CATIE. p. 12-13,16.
- NAVARRO, L.A. CATIE, 1980. Conceptos Básicos de la Investigación en Sistemas de Finca y una Estrategia de Areas Específicas. p. 5-7.

ORGANIZACION PARA ESTUDIOS TROPICALES CENTRO AGRONOMICO
TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANSA. 1986. Sistemas
Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los
Trópicos. San José, Costa Rica. P. 11-19,36-37,40-66,
299-321.

SALAS, J.B., 1994. Arboles de Nicaragua. P. 323-342.

SALAZAR, R. CATIE, 1984. Cercas vivas y Cortinas Rompevientos
como fuentes de leña. Departamento de Recursos Naturales
Renovables. Turrialba, Costa Rica. P. 1-6.

ANEXOS

Cuadro 1A. Especies arbóreas del bosque de galería del CETROSECO, 1994.

No. Parcela	No. Individuos	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	1	Caoba del pacífico	<i>Swietenia humilis</i> Z.	Meliaceae
	1	Guanacaste blanco	<i>Albizia caribaea</i> U.	Mimosaceae
	1	Muñeco	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	Boraginaceae
2	-	-	-	-
3	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
	2	Espino negro	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Nyctaginaceae
	2	Palanca	<i>Sapranthus nicaraguensis</i> S.	Annonaceae
	1	Caraña	<i>Bursera graveolens</i> T.	Burseraceae
4	1	Guácimo de molenillo	<i>Luehea candida</i> H y Z.	Tiliaceae
	1	Cortéz	<i>Tabebuia chrysantha</i> J.	Bignoniaceae
	1	Muñeco	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	Boraginaceae
5	1	Jiñocuabo	<i>Bursera sinarouba</i> J.	Burseraceae
	2	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
	1	Jocote de venado	<i>Spondia purpurea</i> L.	Anacardiaceae
	1	Muñeco	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	Boraginaceae
	1	Laurel	<i>Cordia alliadora</i> R y P.	Boraginaceae
6	-	-	-	-
7	4	Piojillo	<i>Cupania guatemalensis</i> R.	Sapindaceae
	1	Panamá	<i>Sterculia apetala</i> J.	Sterculiaceae
8	1	Güiliguiste	<i>Karwinskia calderonii</i> S.	Rhamnaceae
9	1	Cachito	<i>Stemmadenia obovata</i> H y A.	Apocynaceae
	1	Muñeco	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	Boraginaceae
	1	Chaperno	<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i> B.	Fabaceae
10	1	Jiñocuabo	<i>Bursera sinarouba</i> J.	Burseraceae
	2	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
	1	Piojillo	<i>Cupania guatemalensis</i> R.	Sapindaceae

... cont. Cuadro 1A

No. Parcelas	No. Individuos	Nombre común	Nombre científico	Familia
	1	Guácimo de molenillo	<i>Luehea candida</i> H y Z.	Tiliaceae
	1	Tiguilote	<i>Cordia dentata</i> P.	Boraginaceae
11	1	Zopilote	<i>Piscidia grandiflora</i> J.	Fabaceae
	1	Talalate	<i>Gyrocarpus amecanus</i> J.	Hernandiaceae
	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
12	1	Quebracho	<i>Lysiloma</i> spp. B.	Mimosaceae
	1	Jaqua	<i>Genipa caruto</i> H.B.K.	Rubiaceae
13	-	-	-	-
14	2	Almendo de río	<i>Andira inermis</i> DC.	Leguminosae - Papilionateae
	1	Jicaro	<i>Crescentia alata</i> H.B.K.	Bignoniaceae
	1	Jiñocuabo	<i>Bursera sinarouba</i> J.	Burseraceae
15	1	Piojillo	<i>Cupania guatemalensis</i> R.	Sapindaceae
	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
	1	Chaperno	<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i> B.	Fabaceae
	2	Guácimo de molenillo	<i>Luehea candida</i> H y Z.	Tiliaceae
	1	Soncova	<i>Annona purpurea</i> H y S.	Annonaceae
	1	Palo de leche	<i>Sapium macrocarpum</i> M.A.	Euphorbiaceae
	1	Sardinillo	<i>Tecoma stans</i> L.	Bignoniaceae
16	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
	2	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> R y P.	Boraginaceae
	1	Cortéz	<i>Tabebuia chrysantha</i> J.	Bignoniaceae
17	1	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> R y P.	Boraginaceae
	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
18	-	-	-	-
19	1	Caupulín	<i>Muntingia calabura</i> L.	Elaeocarpaceae
	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae

... cont. Cuadro 1A

No. Parcela	No. Individuos	Nombre común	Nombre científico	Familia
	1	Cortéz	<i>Tabebuia chysantha</i> J.	Bignoniaceae
20	1	Cortéz	<i>Tabebuia chysantha</i> J.	Bignoniaceae
	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
21	1	Carao	<i>Cassia grandis</i> L.f.	Caesalpiniaceae
	1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
	1	Cachito	<i>Stemmadenia obovata</i> H y A.	Apocynaceae
	2	Chaperno	<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i> B.	Fabaceae
22	1	Piojillo	<i>Cupania guatemalensis</i> R.	Sapindaceae
	1	Hoja dura	<i>Licania arborea</i> S.	Chrysobalanaceae
	2	Jocote de venado	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae
23	1	Guácimo de molenillo	<i>Luehea candida</i> H y Z.	Tiliaceae
	1	Genizaro	<i>Pithecelobium saman</i> J.	Mimosaceae

Nota: Clasificador de las especies, J.B. Salas, 1994.

ANEXO 1. Descripción de *Gliricidia sepium* como especie de uso múltiple en América Central.

Ecología.

Según CATIE (1991), en su ámbito de distribución natural prevalece un clima sub-húmedo y relativamente uniforme, con precipitaciones que van de 500 a 1500 mm y cinco meses de período seco, desde diciembre hasta abril. Tolera una gran variedad de suelos, menos aquellos con mal drenaje interno; inclusive crece bien en suelos calcáreos.

En zonas con una estación seca pronunciada, el árbol pierde casi completamente las hojas cuando florece. En América Central, la época de floración se da durante la época seca, de Diciembre a Marzo.

Nombres comunes.

A esta especie se le conoce comúnmente como "madreado" en Honduras, "madero negro" en Costa Rica y Nicaragua, "madrecacao" en Guatemala, "mata ratón" en Colombia y "cocoite" en México. Otros nombres utilizados en la región son: bala, balo, cacaonance, canté, palo de hierro, madero, sangre de drago, madrial y otros.

Características de la especie.

Gliricidia sepium (Jacq) Steud, es un árbol de porte pequeño a mediano, alcanza de 10 a 15 m de altura y

generalmente 40 cm o menos de diámetro.

Hay 8000 semillas por kilogramo, aunque puede variar de 4500 a 11000. La germinación es alta y uniforme, generalmente mayor del 90%.

La corteza es delgada, lisa y blancuzca y de copa ancha a veces estrecha. La forma del árbol es variable, desde erecta hasta retorcida y muy ramificada. El tronco es de base recta, de fuste normalmente torcido, con tallos múltiples originados cerca de la base. El número de tallos decrece con la edad debido a la autopoda.

El sistema radicular de las plantas provenientes de semillas es profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto a la raíz principal, mientras que en plantas provenientes de estacas las raíces son superficiales. En las raíces secundarias superficiales vive en simbiosis la bacteria *Rhizobium*, que fija el nitrógeno (N) del aire y aumenta el crecimiento y valor de esta especie.

Sus hojas son compuestas, imparipinadas, alternas y deciduas. Con 7 a 17 hojuelas, ovadas a elípticas u oblongo-lanceoladas, de 3 a 7 cm de largo, opuestas en el raquis y de color gris claro en el envés.

Las flores son zigomorfas, papilionadas, en forma de guisantes, de 2 a 2,5 cm de largo; cáliz en forma de campana, verde claro con matices rojos; corola en forma de mariposa, con cinco pétalos rosado blancuzcos, nueve unidos en un tubo

y uno separado; un pistilo, ovario rojo y un estilo blancuzco torcido.

Los frutos son vainas dehiscentes, aplanadas, verde amarillentas cuando nuevas y oscuras al madurar; de tallo corto en la base y punta corta en el ápice. Las vainas tienen de 10 a 15 cm de longitud, de 12 a 20 mm de ancho y contienen de 3 a 8 semillas planas y elípticas, brillantes, de 1 cm de longitud, de color café oscuro cuando maduran.

La madera es dura, pesada y fuerte, con la albura y el durámen bien definidos. El durámen es de color que va desde amarillo a tonos café, con marcas finas, pálidamente coloreadas que le dan a las superficies planas de la madera aserrada una apariencia decorativa. Tiene una textura moderadamente fina y un grano entrelazado, el cual tiene una dirección típicamente irregular.

Posee una gravedad específica de 0,67 g/cm³ (muy pesada), su coeficiente de elasticidad y su resistencia longitudinal son muy buenos. Su contracción radial total es de 5,28%, contracción tangencial total de 6,05% y una contracción volumétrica de 10,98%, el valor calorífico es de 78400 kJ/kg. Es altamente resistente a las termitas y a la pudrición. La madera es lenta para secar al aire libre, pero dimensionalmente estable. En cuanto a su trabajabilidad es difícil de aserrar por su dureza; aunque el torneado y acabado son satisfactorios.

Origen, distribución.

La especie tiene una distribución natural que va desde 7° 30' de latitud norte en Panamá, hasta 25° 30' latitud norte en México. Es nativa de las zonas bajas de México y América Central, con una estación seca bien definida. Ha sido introducida en muchas zonas tropicales y naturalizada en el norte de América del Sur, hasta Brazil, El Caribe, Hawaii, en el oeste de Africa, India, Sri Lanka, sureste de Asia incluyendo Tailandia, Filipinas, Indonesia y Australia. En México y América Central es una especie que se encuentra en áreas bajo los 1500 metros de elevación, pero principalmente bajo los 500 msnm. Se presenta en rodales naturales en Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Panamá.

Taxonomía.

G. sepium es una especie que pertenece a la familia Leguminosae y a la subfamilia Faboideae o Papilionoideae.

Además de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud, se reconocen dos especies del género *Gliricidia*, que son menos utilizadas: *G. maculata* y *G. guatemalensis*. La primera especie es nativa de la Península de Yucatán, México, distinguiéndose de *G. sepium* por sus flores blancas y por sus vainas y semillas más pequeñas. *G. guatemalensis* es una especie de zonas altas entre los 1500 y 2000 m de altitud. Es un arbusto pequeño de hasta tres metros de altura, con flores rojo-púrpura y hojas pequeñas redondeadas.

Requerimientos ambientales.

Factores climáticos.

Fuera de su ámbito natural *Gliricidia* ha sido plantada exitosamente en climas con precipitaciones entre los 785 y 3500 mm anuales, preferiblemente con una estación seca definida.

Factores edáficos.

Gliricidia tolera una gran variedad de suelos, menos aquellos con mal drenaje interno; inclusive crece bien en suelos calcáreos. Esta variedad de suelos incluye desde arenas puras, regosoles pedregosos no estratificados, hasta vertisoles negros profundos en su rango natural y ha sido cultivado en suelos desde arcillosos hasta franco arenosos.

La fertilidad natural no es un factor limitante para esta especie, pues se desarrolla bien en suelos pobres. Prefiere suelos con una profundidad efectiva mayor de 30 cm, aunque se le encuentra en suelos rocosos sin estratos definidos. La especie no crece bien en suelos con poca retención de humedad; aparentemente su crecimiento se ve afectado en sitios con con mas de ocho meses de déficit hídrico, en suelos sobrepastoreados (compactados) o con problemas de inundaciones periódicas, debido al mal drenaje (CATIE, 1991).

Usos.**Sistemas Agroforestales:**

Según Mendieta (1989), *Gliricidia sepium* es una especie versátil con respecto a sus funciones y productos, con muchas características convenientes para su integración en sistemas mixtos, aunque también se han reportado que algunos agricultores no la usan porque es hospedera de plagas del maíz y frijol.

- Cultivo en callejones

Gliricidia puede ser asociada tanto a cultivos anuales como perennes, proporcionando una serie de beneficios protectivos; mejora el nitrógeno del suelo y el contenido de materia orgánica, a través de la fijación de nitrógeno y caída de hojas respectivamente; como soporte de cultivo en vainilla (*Vainilla fragans*), pimiento negro (*Piper nigrum*) y ñame (*Dioscorea spp*). En Costa Rica, es utilizado como protección para maíz, yuca, frijol, plantas aromáticas y medicinales.

En los trópicos es importante como abono verde en plantaciones de café, té y cacao. Puede ser cultivada con la intensidad específica de cosechar el follaje para abono verde, por ejemplo como mulch para árboles frutales o como fertilizante para uso en arroz de inundación.

- Sombra

Cacao, café y té crecen comunmente bajo su cubierta arbórea, la especie también es usada para proporcionar sombra a plántulas y flores de banano.

- Cercas y barreras vivas

Esta leguminosa por su fácil propagación por estacas es utilizada para producción de postes para cercas vivas especialmente en fincas ganaderas en donde se ha plantado por estacas largas de más de 2 metros (Mendieta, 1989).

-Produccion de forraje.

Según CATIE (1991), *G.sepium* es usada extensivamente en los trópicos como una planta para ramoneo y fuente de forraje. Es utilizada como alimento para rumiantes, sin embargo, es tóxica para la mayoría de los no rumiantes.

Para producir forraje se puede utilizar material proveniente de cercas vivas, setos densos o a través de grupos de árboles plantados en los potreros como bancos de forraje, los cuales se establecen utilizando semilla o estacas.

La producción de forraje se optimiza al cosechar cada tres meses. Pero es conveniente que durante los primeros dos o tres años después del establecimiento, las plantas sean cosechadas sólo una o dos veces, para asegurar el buen desarrollo de la planta (CATIE, 1991).

- Otros usos

Según Mendieta (1989), en algunos países las flores son consumidas por los humanos, se cree que éstas no contienen tóxicos. Considerando que las flores son cocidas antes de comerlas, se cree que el tóxico es inactivado por el calor.

En el Caribe es usada como un árbol ornamental, esto es indicado por uno de sus nombres comunes en República Dominicana, palo de parque, y en Cuba, desnudo florecido (Mendieta, 1989).

ANEXO 2. Descripción de *Eucalyptus camaldulensis*. Especie de árbol de uso múltiple en América Central.

Ecología.

Según Martínez (1990), la especie crece bien en zonas bajas, con lluvias estacionales y estación seca definida, soporta suelos pobres, aunque suelos muy compactados, calcáreos o la presencia de malezas limitan el crecimiento.

Taxonomía Nombre botánico *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh
Familia Myrtaceae

Nombres comunes

Internacionalmente se denomina Red River Gum, en América Central se conoce como eucalipto camaldulensis, eucalipto o "ocalito".

Características de la especie.

Es una especie siempreverde, de 24-40 m de altura, fuste grueso de base recta y tronco generalmente torcido, de 60 cm a 1.0 m de diámetro, con copa abierta e irregular, corteza lisa, blanca, ligeramente grisácea, desprendible en tiras largas o en placas irregulares que exponen capas internas de corteza blanquecina.

Ramillas terminales rojizas, largas y delgadas que cuelgan en ángulos agudos. Hojas juveniles opuestas y

posteriormente alternas. Las hojas adultas son lanceoladas, pecioladas, delgadas y pendientes, recurvadas, de borde liso, glabras, de color verde opaco en el haz con envés ocasionalmente gris.

Flores blancas, en cabezuelas (umbelas), con botones florales de forma aovada, de base semirredonda y cubierta larga, cónica, punteada. Frutos o cápsulas seminales generalmente en ramilletes, al final de pecíolos delgados, de color ligeramente marrón, con una tapa redondeada con 3-4 dientes prominentes de casi 2 mm de longitud, elevados y curvados hacia adentro. Semillas numerosas y pequeñas, de color ligeramente marrón. Tiene aproximadamente de 110000 a 220000 semillas por kilogramo.

La madera es rojiza, de grano entrelazado ondulado; dura y durable, resistente a las termitas. Tiene una densidad básica de 0.591 gr/cm³; densidad anhidra de 0,674 gr/cm³ y una densidad seca al aire de 0.706 gr/cm³.

Es de crecimiento rápido, caracterizada por:

- Capacidad de prosperar y producir cosechas aceptables en suelos relativamente pobres y sitios con estación seca definida.
- Alta capacidad de rebrote por tocón.
- Copa pequeña poco apta para suprimir rápidamente el crecimiento de las hierbas, aunque esto le da una ventaja para el asocio con cultivos durante la etapa de establecimiento.

- Produce madera dura, pesada, muy coloreada, que aunque no puede emplearse para producción de pasta para papel, sí es de buena calidad para leña y muebles de pequeñas dimensiones.
- Mala forma (torcido) y con bifurcaciones a diferentes alturas que limitan su utilización como postes de transmisión eléctrica y telefónica, puede usarse para postes de cercas y piezas pequeñas.
- El desarrollo de la especie se ve limitado en suelos muy compactados, con horizontes calcáreos endurecidos y superficiales o presencia de malezas durante las primeras etapas de crecimiento.

Origen, distribución.

Eucalyptus camaldulensis es una especie ampliamente distribuida en el territorio Australiano. Se distinguen dos formas principales de la especie: meridional o templada y una forma tropical, entre la que se distinguen las procedencias de Petford (la más utilizada en América Central) y Katherine.

Requerimientos Ambientales.

Temperatura: puede soportar temperaturas altas en verano (29 - 35°C).

Precipitación: En su distribución natural en Australia, la precipitación está en el rango de 200 - 1500 mm anuales, pero

en Nicaragua se ha plantado desde 620 - 1700 mm.

Altitud: Es una especie de zonas bajas, algunas procedencias pueden plantarse en zonas altas hasta de 1400 msnm, en America Central los mejores crecimientos se registran abajo de los 650 msnm.

Suelos: Se adapta a una gama amplia de suelos desde muy pobres hasta periódicamente inundados; sin embargo, en suelos compactados o con poca humedad durante todo el año los crecimientos no son tan satisfactorios, tampoco prospera en suelos calcáreos.

Vientos: Resiste muy bien los vientos por lo que se emplea en la formación de cortinas rompevientos. En Nicaragua se establecieron 1200 km de cortinas para controlar la erosión eólica en las plantaciones algodoneras de las zonas de León y Chinandega, asociadas con *Leucaena leucocephala* y *Tecoma stans* como segundo y tercer estrato respectivamente.

Usos.

Leña: La madera completamente seca constituye un excelente combustible. Tiene un poder calorífico de 20000 Kj/Kg (4800 Kcal/Kg), el carbón es de excelente calidad.

Madera de uso comercial y familiar: En Australia se le utiliza para construcción en general, por su durabilidad y resistencia a las termitas. Se utiliza en la fabricación de durmientes para ferrocarril, interiores, para pisos, encofrados, construcciones rurales y como postes para cercas.

Otros usos: En zonas secas se planta con otras especies como barreras rompevientos, cercas vivas o a la orilla de caminos, también se utiliza como ornamental, barreras protectoras o en pequeñas plantaciones comunales. Las flores producen miel de excelente calidad y en algunos lugares las hojas son quemadas para controlar insectos.

Es fácil de establecer, apta para combinaciones con cultivos anuales limpios como maíz y frijol. Rebrotta vigorosamente y produce madera de dimensiones pequeñas, leña, postes, varas para sostén de hortalizas.

Establecimiento.

La producción de plántulas de *E. camaldulensis* en vivero es fácil, por el tamaño de la semilla se debe usar germinadores con arena desinfectada, en los cuales la semilla germina de 5 a 12 días, alcanzando las condiciones para el repique una a dos semanas después de la germinación (Martínez, 1990).

ANEXO 3. Descripción de *Leucaena leucocephala* como especie de uso múltiple en América Central.

Características de la especie.

Según CATIE (1991), de todas las leguminosas principales, la leucaena es probablemente la que ofrece la más amplia variedad de usos. En sus muchas variedades, leucaena puede producir un nutritivo forraje, leña, madera o un rico fertilizante orgánico. La leucaena puede desarrollarse como un árbol alto y esbelto que alcanza alturas hasta de 20 m o como un arbusto redondeado de mucho ramaje con menos de 5 m de altura.

Las hojas son compuestas, bipinnadas, alternas, de 9 a 25 cm de largo, con 3 a 10 pares de pinnas, opuestas, con 3 a 25 pares de hojuelas o más, opuestas, sésiles, lineares a estrechamente lanceoladas, de 2 a 5 mm de ancho por 4 x 20 mm de largo, margen entero, apice agudo, base asimétrica, verde grisáceas y glabras en ambas caras. Hay una glándula cóncava a veces a la mitad del peciolo o entre el primer par de pinnas y la otra glándula también cóncava entre el último par de pinnas.

Las flores son pequeñas, blancas, suavemente perfumadas, en cabezuelas redondas solitarias o en pares, de 12 a 25 mm de diámetro, axilares, con pedunculos de 2 a 3 cm de largo.

Los frutos son vainas aplanadas deshiscentes de 10 a 20

cm de largo por 2.0 a 2.5 cm de diámetro, morenas brillantes, glabas, con numerosas semillas ovoides y moreno brillante.

Origen, distribución.

Es originaria de las tierras del interior del sur de México. En Nicaragua se encuentra en su mayoría en las tierras de la región del pacífico y de la región central en altitudes comprendidas entre 5 y 1000 m.

Taxonomía.

Nombre botánico *Leucaena leucocephala* (Lam)

Familia Leguminosae (Mimosoideae).

Requerimientos ambientales.

-**Temperatura.** La leucaena esta restringida a los trópicos y subtropicos.

-**Altitud.** Esta es una especie para tierras bajas, principalmente abajo de los 500 m, puede crecer en áreas mas elevadas pero pierde su vigor.

-**Precipitación.** La especie crece mejor en áreas cuya precipitación anual varia entre 600 y 1700 mm.

-**Suelos.** Su sistema radicular le permite tolerar un amplio

rango de suelos, desde rocosos hasta arcillosos pesados y coralinos. Sin ayuda prospera sólo en suelos neutros o alcalinos.

Usos.

-**Forraje.** El follaje de Leucaena es principalmente apropiado para el ganado, búfalos y cabras y es muy apetitoso, digestible y nutritivo. Tanto el ganado de carne como el de leche prosperan con este alimento y pueden alimentarse exclusivamente con forraje de leucaena mientras no ocurra intoxicación relacionada con la mimosina, esta puede eliminarse completamente suplementando la dieta con otros forrajes. La robustez de la planta y su tolerancia a la sequía la convierten en una especie prometedora para incrementar los suministros de leche y carne en todos los trópicos secos.

-**Madera.** La madera de Leucaena tiene potencial como fuente importante de pulpa y papel, madera rolliza y materiales para construcción.

-**Mejoramiento del suelo.** La Leucaena fija el Nitrogeno del aire y por lo tanto ayuda a enriquecer el suelo. Su follaje iguala al estiércol en contenido de Nitrogeno y la caída natural de sus hojas lo devuelve al suelo bajo los arbustos.

Su agresivo sistema radicular puede romper las capas impermeables del subsuelo, facilitando la penetración de humedad y disminuyendo la escorrentia superficial del suelo.

-Reforestación. Su facilidad para prosperar en laderas inclinadas, suelos marginales y áreas con sequías prolongadas, la convierten en una especie importante para establecer la cubierta forestal en cuencas, laderas y pastizales.

-Leña. La madera de Leucaena es excelente para leña y carbón. Por ser un árbol de rápido crecimiento, la madera tiene un peso específico y valor calorífico muy altos. El valor calorífico es de 4200 a 4600 kcal/Kg. Debido a que rebrota facilmente, la planta podría convertirse en una fuente renovable de energía en aquellas áreas apropiadas a sus requerimientos agronómicos.

-Cortinas rompevientos. Como componente de cortinas rompevientos, la leucaena debe ser plantada como el componente de porte medio con una distancia entre árbol de 2 m, de esta forma ayudará a cubrir la parte media de la cortina y ayuda así a reducir de forma mas efectiva la velocidad del viento (CATIE,1991).

ANEXO 4. Descripción de *Guazuma ulmifolia* como especie de uso múltiple en América Central

Ecología.

Según CATIE (1991), *Guazuma ulmifolia* es una especie pionera, fácil de establecer; crece y se adapta a sitios abiertos, tanto en zonas secas como húmedas bajas, principalmente en áreas con estación seca definida. Se adapta a varios tipos de suelos, desde texturas livianas hasta pesadas y con drenaje deficiente; es más frecuente en suelos con pH superior a 5.5. Es común ver crecer al guácimo en forma aislada en los potreros y en pequeños rodales puros en la planicie costera del pacífico en América Central y Panamá.

Estudios de procedencia indican que usualmente la variación genética está concentrada principalmente entre árboles, lo que representaría un camino rápido para obtener ganancias a través de la selección individual.

Tiene buena capacidad de rebrote y este atributo, la convierte en una especie ideal para ser manejada en los potreros de la zona seca.

Nombres comunes.

Cabeza de negrito, guaraní "Cambacau", palate negro, caulote, guácimo entre otros.

Características de la especie.

El guácimo presenta ramas largas y muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes, con hojas alternas en dos hileras, arregladas en un plano. Las ramitas son pubescentes, con pelos estrellados de color café herrumboso a gris claro. Los árboles son siempre verdes, de tamaño pequeño a mediano, de 10 a 20 m de alto y hasta 60 cm de diámetro en el tronco, con copa redondeada y extendida, la forma del árbol varía según la región donde se encuentre; en zonas de elevada precipitación, los árboles alcanzan mayor altura y menor ramificación.

La corteza exterior es de color gris a pardo, a menudo gruesa, agrietada o acanalada, áspera o en tiras. La corteza interior es de color café claro (color castaño a marrón claro), fibrosa y ligeramente amarga.

Las hojas son alternas, cortamente pecioladas, de ovadas a oblongo lanceoladas, aserradas, de 6 a 12 cm de largo, de 2.5 a 6 cm de ancho, de punta larga y acuminada, la base obtusa o sub-acorazonada.

Los racimos florales (panículas) ramificadas en pedúnculos con vellosidades, tienen de 3 a 5 cm de largo en la base de las hojas y numerosas flores pequeñas, ligeramente fragantes de 1 cm de largo y 0.5 cm de ancho.

El fruto es una cápsula subglobosa elipsoide, de 1,5 a 4 cm de largo y de 1 a 1.5 cm de ancho, de aspecto verrugoso y de color negro púrpura en su madurez, densamente espinoso,

formado por 5 carpelos penta loculares que contiene una pequeña pulpa dulce, que se abre por el ápice o irregularmente por poros y contiene muchas semillas duras de 3 mm de largo.

En condición verde, la madera es de color gris anaranjado amarillento y en condición seca, es gris anaranjado. Grano recto, textura mediana y homogénea, lustre regular, con figuras en reflejos plateados poco conspicuos en la superficie radial; el olor y sabor no característicos. El peso específico es de 0,51 gm/cm³. La contracción volumétrica es de 14,1 %. El módulo de ruptura de flexión estática para el guácimo es de 933 kg/cm en condición seca y de 590 kg/cm en condición verde.

Origen, distribución.

Guazuma ulmifolia Lam., familia Sterculiaceae es una especie ampliamente distribuida, ocurre, a lo largo de las Antillas, desde Cuba hasta Trinidad y Tobago. También en el resto de América continental, desde México hasta Ecuador, Perú, norte de Argentina, Paraguay, Bolivia y parte meridional de Brasil.

Taxonomía.

Nombre botánico *Guazuma ulmifolia*, Lam.

Familia Sterculiaceae.

Fenología.

En America Central, en las zonas con estación seca definida, la floración ocurre durante la época seca entre los meses de Enero y Marzo con una segunda floración en la canícula de Julio. La maduración de los frutos ocurre aproximadamente un año después. Los primeros frutos aparecen al inicio de la época seca, de Noviembre a Diciembre, con mayor productividad entre Febrero y Abril. Es frecuente observar flores y frutos maduros e inmaduros en el mismo árbol. La época de floración coincide con el desarrollo del nuevo follaje.

Requerimientos ambientales.

Temperatura. Propias de zonas cálidas con temperatura media anual superior a 24°C, aunque ocasionalmente aparece en zonas de hasta 20°C.

Precipitación. El árbol crece mejor cuando la precipitación es de 700 a 1500 mm. También, se le ha encontrado en zonas con más de 2500 mm anuales. El árbol se adapta tanto a condiciones secas como a húmedas.

Altitud. Crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 1200 msnm. En Costa Rica se observan con mayor frecuencia por abajo de los 500 m de elevación.

Suelo. Se adapta a varias clases de suelos, desde texturas livianas hasta pesados. Es más frecuente en suelos con pH superior a 5,5. La planta es susceptible a la competencia de malezas y no se desarrolla bien en suelos muy compactados o con altos contenidos de arcilla.

Usos.

La madera es fácil de trabajar, en Puerto Rico se usa principalmente para postes. En otros países se usa para carpintería en general, interiores, construcción, confección de muebles, duelas de barril, cajas y embalajes, mango de herramientas y culatas de fusil, hormas de zapatos, violines y carbón para la fabricación de pólvora. Para cercas es poco durable cuando no tiene un tratamiento químico previo.

En toda la región donde crece el guácimo en forma natural, la madera es utilizada como leña o carbón por ser considerada como un combustible excelente, produce buena brasa, escaso humo, alto poder calorífico y capacidad para arder aún verde, además de que la ceniza blanca que origina, favorece el pelado del maíz, alimento importante en la dieta básica de los habitantes de esta región.

El mucílago verde y los frutos son comestibles ya sean cuando están frescos, secos o cocinados. El mucílago que suelta la corteza al ponerla en agua es alimenticio.

Los tallos jóvenes son empleados en forma limitada para hacer cuerdas. En algunos sitios utilizan la corteza fibrosa

fuerte y los tallos nuevos para fabricar sogas y cordeles.

En Costa Rica, los "trapicheros" que fabrican dulce a base de caña de azúcar, machacan la corteza y la dejan en agua por algún tiempo, la baba que suelta es utilizada para separar las impurezas de los caldos de azúcar.

Se ha informado también que beber el agua preparada con frutos de guácimo machacados y dejados en agua por 24 horas alivia la cistitis, las hojas y frutos se emplean en la medicina casera para desarreglos estomacales.

Esta especie forestal se utiliza en forma múltiple, principalmente para madera y leña; también como forraje para animales domésticos y silvestres; para sombra en potreros y adicionalmente como melífera, (industrial y medicinal).

Usos en sistemas agroforestales.

Dentro de los 4 grupos de combinaciones agroforestales posibles en los sistemas de fincas de pequeños y medianos agricultores que ha desarrollado el proyecto MADELEÑA (Cuadro 2A), de acuerdo con las características de las especies asociadas, los intereses del finquero y los productos o servicios que puedan obtenerse de los árboles, a *G. ulmifolia* se la menciona como componente en:

- a.- Cultivos secuenciales.
- b.- Bancos de forraje.
- c.- Cercos vivos.
- d.- Árboles en potrero.

Cuadro 2A. Combinaciones Agroforestales posibles en los sistemas de finca de pequeños y medianos agricultores.

<p>Grupo 1. Arboles con Cultivos</p> <p>Dispersos Intercalados Sombra inicial Sombra permanente *** Cultivos secuenciales En callejones Lineas alternas Arboles nodriza Sistema Taungya</p>	<p>Grupo 2. Arboles para Protección</p> <p>*** Cercos vivos Cortinas rompevientos Arboles en contorno Barreras vivas Estabilización/Recuperación de suelos Protección de cauces y nacimientos</p>
<p>Grupo 3. Arboles en Rodales Compactos</p> <p>Bosques de producción de madera Bosques energéticos *** Bancos de forraje Huertos caseros</p>	<p>Grupo 4. Arboles en Potreros</p> <p>*** Arboles dispersos *** Arboles en grupos</p>

*** Combinaciones agroforestales en que participa *G. ulmifolia* Lam.

En el sistema de árboles con cultivos, el guácimo es más utilizado en el sistema denominado "árboles intercalados" para cultivos secuenciales. Esta forma de asociación se asemeja a la agricultura migratoria tradicional, con la diferencia de la inclusión de árboles con propósitos definidos, durante el período de cultivo, al estilo del sistema Taungya.

Dentro del sistema de árboles para protección, el guácimo es utilizado en el cuidado de las propiedades como

cercos vivos. Esta es una práctica ampliamente utilizada en los trópicos, cuyo objetivo básico es la delimitación y protección de terrenos, aunque se pueden tener otros beneficios como producción de leña, estacas para otras cercas vivas o, con algunas especies, postes y madera para otros usos, producción de forraje, abono verde, flores comestibles u otros productos.

Los bancos de forraje son rodales plantados a densidades altas, con alta producción de biomasa, para alimentar ganado. Hay dos formas principales de aprovechamiento de estos rodales: corta para entregar a los animales fuera de la plantación y pastoreo directo.

Quizás uno de los usos más importantes del guácimo sea como componente en potreros, ya sea en forma dispersa o en grupos. La presencia de este árbol para proporcionar sombra y refugio al ganado obteniendo adicionalmente leña y en algunos casos forraje, se ha vuelto muy común en el área de América Central (CATIE, 1991).

Valor nutritivo del follaje y frutos de *Guazuma ulmifolia*

El follaje del guácimo, así como de sus frutos, son muy apetecidos por el ganado; su valor nutritivo ha sido determinado. En el cuadro 3A, se indican los resultados del análisis aproximado de las hojas tiernas, hojas maduras y frutos maduros del guácimo, en comparación con el valor nutritivo de algunos pastos de la región tropical.

Al comparar estos resultados con datos del ámbito de la composición química de los pastos de las regiones tropicales con edades que van desde los 21 a 28 días, que son los que se usan para pastoreo, se encuentra que los contenidos de proteína cruda del guácimo son abundantes, sobre todo en las hojas. Las fibras crudas son bajas y óptimas para los frutos. El extracto etéreo se presenta normal para las tres partes de la planta analizada, sobre todo para los frutos. Las cenizas se presentan moderadamente suficiente para las hojas, tanto tiernas como maduras y media para los frutos maduros. El extracto libre de Nitrógeno se presenta en un nivel abundante para las tres clases de muestras.

Cuadro 3A. Valor nutritivo de las hojas tiernas, hojas maduras y frutos maduros de *G. ulmifolia*, provenientes de Hojancha, Costa Rica.

Parte de la planta de Guácimo	Materia seca al vacío (%)	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Cenizas (%)	Extracto libre de Nitrógeno (%)
Hojas Tiernas	95.3	16.7	26.4	1.5	8.6	46.8
Hojas Maduras	95.1	16.1	28.1	1.3	8.6	45.9
Frutos maduros	92.5	6.8	40.3	2.1	5.5	45.4
VNP*	-	7-16%	25-40%	0.3-1.9%	1.0-9.5%	10-40%

*/VNP: Valor nutritivo de algunos pastos de la región tropical. Tomado de CATIE, 1991.

**ANEXO 5. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**

ENCUESTA DE CARACTERIZACION DE AREAS

Encuestador _____ Fecha _____

Hora de inicio _____ Hora de término _____

IDENTIFICACION

Nombre del agricultor _____

Nombre o dirección de la finca _____

Departamento _____

Municipio _____

Localidad _____

ASPECTOS GENERALES DE LA FINCA

1.Cuál es el área de su finca? _____ manzanas.

2. Cuántos años tiene de vivir en la finca _____ años.

3. Forma de tenencia

_____ Propia

_____ Alquilada

_____ Prestada

_____ Mediería

_____ Otro _____

4. Pertenece Usted a alguna cooperativa?

_____ SI

_____ NO (Pase a pregunta 6)

5. A cuál cooperativa pertenece? _____

6. Cuántos miembros de la familia viven actualmente en la finca?

_____ Hombres
_____ Mujeres

7. Cuántos trabajan tiempo completo en la finca en labores agrícolas? _____ hombres _____ mujeres

8. Cuántos trabajan temporalmente en la finca?
_____ hombres mujeres_____

9. Además del trabajo de su finca, tiene usted otro trabajo?

_____ SI
_____ NO (Pase a pregunta 11)

10. Qué tipo de trabajo es? _____

11. Tiene Ud. peones permanentes en su finca?

_____ SI Cuántos
_____ NO

12. Contrata Ud. peones temporales?

_____ SI
_____ NO

13. En qué meses del año hay más trabajo en la finca?

Ene____ Feb____ Mar____ Abr____ Mayo____ Jun____
Jul____ Ago____ Set____ Oct____ Nov____ Dic____

14. Qué trabajos hace durante esos meses y en qué cultivos?

Mes o período	Cultivo	Tarea	Contrata peones
1. _____	1. _____	1. _____	SI/NO
	2. _____	2. _____	SI/NO
	3. _____	3. _____	SI/NO
2. _____	1. _____	1. _____	SI/NO
	2. _____	2. _____	SI/NO
	3. _____	3. _____	SI/NO
3. _____	1. _____	1. _____	SI/NO
	2. _____	2. _____	SI/NO
	3. _____	3. _____	SI/NO
4. _____	1. _____	1. _____	SI/NO
	2. _____	2. _____	SI/NO
	3. _____	3. _____	SI/NO

* Si contrata peones haga la pregunta 15 de lo contrario pase a la pregunta 17.

15. Tiene Ud. problemas para contratar peones durante esos meses?

___ SI
___ NO (Pase a pregunta 17)

16. Qué tipo de problema? _____

INFORMACION SOBRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

17. Qué cultivos anuales siembra Ud?

Cultivo	Sistema	Area (Hx)	Mes de Siembra	Mes de Cosecha	Rendimiento Unidad/Hx	Destino de la producción	
						Consumo	Vende

18. Qué cultivos perennes tiene Ud?

Cultivo	Sistema	Area o Número de Árboles	Producción por área o árbol	Destino de la producción	
				Consumo	Vende

19. Qué tipo de animales tiene Ud?

Tipo de Animal	Número de Cabezas	Propósito	Producción	Unidad	Destino de la producción	
					Consumo	Vende

NIVEL TECNOLÓGICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

20. Utiliza Ud. con frecuencia alguno de los siguientes productos?

Cultivo/Sistema	Semilla Mejorada	Fert. Químico	Fert. Orgánico	Herbic.	Insectic.	Fungic.	Prod. Veter.	Alimentos p/ animales

21. Cómo realiza la preparación del terreno?

- 1= Manual _____
- 2= Mecanizada _____
- 3= Tracción animal _____
- 4= No hace _____
- 5= Otra _____ Especifique _____

22. Cómo realiza la siembra?

- 1= Manual _____
- 2= Mecanizada _____
- 3= Otro _____ Especifique _____

23. Acostumbra Ud. hacer rotación de cultivos?

SI
 NO (Pase a pregunta 26)

24. Qué cultivos rota? _____

25. Cada cuánto hace la rotación? _____

26. Acostumbra Ud. dar periodos de descanso al suelo?

SI
 NO (Pase a pregunta 28)

27. De cuánto tiempo es el periodo de descanso? _____

28. SOLO SI TIENE PASTOS

Realiza Ud. rotación de potreros?

SI
 NO (Pase a pregunta 30)

29. Cada cuánto tiempo? _____ días.

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ARBOREO

30. Tiene Ud. árboles en su finca? Cuáles y que usos les da?

Nombre Común	Uso	Dónde los tiene (Distribución)	Naturales	Plantados	Manejo que les da

31. Tiene Ud. cercas vivas en su finca?

SI De qué son _____

NO (Pase a pregunta 33)

32. Para qué las usa?

Forraje para animales _____
 Leña _____
 Delimitación de áreas _____
 Protección de la propiedad _____
 Para postes _____
 Otro _____
 Especifique _____

33. Tiene Ud. en esta finca algún bosque?

_____ SI
 _____ NO (Pase a pregunta 35)

34. Qué provecho obtiene de ese?

35. Tiene Ud. un huerto casero en esta finca?

_____ SI
 _____ NO (Pase a pregunta 37)

36. Qué cultivos y árboles tiene en ese?

37. Qué opina Ud. de sembrar y mantener árboles dentro de sus cultivos?

38. Considera Ud. que los árboles benefician a los cultivos?

39. Qué usan en la casa para cocinar los alimentos?

1= Gas _____
 2= Leña _____
 3= Carbón _____
 4= Electricidad _____
 5= Otro _____

Especifique _____

40. SI USA LEÑA: Cuánta leña consumen por mes? (Especifique unidades)

41. Donde la obtiene? _____

- 1= La compra _____
 2= La recolecta de los alrededores _____
 3= La produce la finca _____

ACTIVOS DE LA FINCA

42. Podría darnos alguna información sobre el equipo, construcciones y materiales que Ud. posee en la finca

Tipo de activo	Edad	Estado	Valor aproximado

ASPECTOS INSTITUCIONALES

43. Recibe Ud. Asistencia Técnica?

_____ SI
 ----- NO

44. Qué institución (es) se la brindan? _____

45. Con qué frecuencia la recibe? _____

46. Cómo considera Ud. la asistencia técnica recibida?

1= Buena _____
 2= Regular _____
 3= Mala _____ Porqué _____

47. Utiliza Ud. el crédito?

- 1= Frecuentemente _____
 2= Pocas veces _____
 3= Nunca _____

48. Qué institución (es) le brinda el crédito? _____

49. Para qué cultivo o actividad solicita crédito? _____

50. A quién vende sus productos? _____

51. En qué traslada sus productos al centro de venta? _____

52. Que problemas ha tenido Ud. en la comercialización de sus
 productos? _____

ASPECTOS FISICOS DE LA FINCA

53. Cuánta área de su finca es...

- Plana _____ Mz. La dedica a _____
 Ondulada _____ Mz. La dedica a _____
 Quebrada _____ Mz. La dedica a _____

54. Qué efectos perjudiciales ha notado Ud. que provocan las
 lluvias en los suelos de esta finca?

- 1= Lavado de tierra _____
 2= Formación de sanzones _____
 3= Inundaciones _____

55. Qué efectos tiene el viento en su finca?

- 1= Produce polvaredas _____
 2= Doblamiento de cultivos _____
 3= Caída de flores y frutos _____
 4= Otros. Especifique _____

56. Cómo considera Ud. los suelos de su finca?

1= Buenos _____

2= Regulares _____

3= Malos _____

Porqué _____

IDENTIFICACION DE PROBLEMAS

57. Cómo ha sido la producción de los cultivos a través del tiempo?

1= No ha variado _____

2= Ha disminuído _____

3= Ha aumentado _____

58. Cúal considera Ud. que es la causa de esa...
(de acuerdo a respuesta anterior)? _____

59. Cuáles son los principales problemas que afectan su finca? _____

INFORMACION FINANCIERA DE LA FINCA

60. De los cultivos o actividades agrícolas de la finca cuál o cuáles son las más rentables? _____

61. Durante qué meses tiene mayor disponibilidad de dinero? _____

62. Puede Ud. enfrentar los gastos básicos de su familia con lo que produce la finca? _____

63. Además de las actividades agrícolas, que otras fuentes de ingreso tiene Ud? _____

ANEXO 6. ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS.

Cuadro 4A. Análisis químicos de suelos del Area Agricola del CETROSECO, 1994.

IDENTIFICACION	pH H ₂ O	%		ppm P	K	mg/100 g Suelo		CIC
		H ₂ O	N			Ca	Mg	
‡ AA ₁	6.3	2.5	0.12	9	1.41	18.0	7	96
AA ₂	6.3	2.8	0.14	9	2.17	20.5	7	108
AA ₃	6.5	3.4	0.17	12	1.61	20.0	7	95
AA ₄	6.2	2.8	0.14	2	0.43	20.0	8	101
AA ₅	6.3	2.8	0.14	5	1.76	20.5	8	105

‡ Area Agricola

Cuadro 5A. Análisis químicos de suelos del Area Pecuaria del CETROSECO, 1994.

IDENTIFICACION	pH H ₂ O	%		ppm P	K	mg/100 g Suelo		CIC
		H ₂ O	N			Ca	Mg	
‡ AP ₁	6.4	4.3	0.22	5	0.56	29.0	9.0	106
AP ₂	6.4	4.3	0.22	5	0.56	29.0	9.0	106
AP ₃	6.5	4.6	0.23	7	1.34	23.0	7.0	122
AP ₄	6.5	4.6	0.23	7	1.34	23.0	7.0	122
AP ₅	6.5	4.1	0.20	5	0.97	21.0	8.0	106
AP ₆	6.3	3.7	0.19	1	1.20	30.5	10.0	99
AP ₇	6.4	2.5	0.12	0.57	1.20	30.0	10.0	99
AP ₈	6.2	2.0	0.10	0.57	1.41	25.0	8.0	91
AP ₉	6.3	4.2	0.21	1	1.82	31.0	10.0	114
AP ₁₀	6.7	5.2	0.26	0.57	1.89	32.0	13.0	106

‡ Area Pecuaria

ANEXO 7.

ANÁLISIS FÍSICOS DE SUELOS.

Cuadro 6A. Análisis físicos de suelos del Area Agrícola del CETROSECO, 1994.

IDENTIFICACION	ANÁLISIS TEXTURAL			Clase Textural
	% Arcilla	% Lino	% Arena	
† AA ₁	65	25	10	Arcilloso
AA ₂	55	30	15	Arcilloso
AA ₃	60	20	20	Arcilloso
AA ₄	70	20	10	Arcilloso
AA ₅	65	25	10	Arcilloso

† Area Agrícola

Cuadro 7A. Análisis físicos de suelos del Area Pecuaria del CETROSECO, 1994.

IDENTIFICACION	ANÁLISIS TEXTURAL			Clase Textural
	% Arcilla	% Lino	% Arena	
† AP ₁	30	40	30	Franco Arcilloso
AP ₂	30	40	30	Franco Arcilloso
AP ₃	35	40	25	Franco Arcilloso
AP ₄	35	40	25	Franco Arcilloso
AP ₅	30	40	30	Franco Arcilloso
AP ₆	35	35	30	Franco Arcilloso
AP ₇	50	30	20	Arcilloso
AP ₈	45	35	20	Arcilloso
AP ₉	50	25	25	Arcilloso
AP ₁₀	35	35	30	Franco Arcilloso

† Area Pecuaria