

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y AMBIENTE

Diseño y consideraciones generales de manejo para la conversión de pasturas a un sistema silvopastoril en Zamorano, Honduras

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura.

Por:

Mónica Valdés Quevedo

Honduras: Mayo, 2001

El autor concede a Zamorano permiso
Para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reserva los derechos de autor.



Mónica Valdés Quevedo

Zamorano, Honduras
Mayo, 2001

DEDICATORIA

A mi mejor Amigo

A mis queridos padres Oscar y Xinia

A mis hermanos Pablo Andrés y Diego Alejandro

A mi familia Quevedo

A Flavia y Verónica

AGRADECIMIENTOS

A Dios por toda la fortaleza y amor que inspira. Gracias por ser mi mejor amigo y estar en cada momento de mi vida.

A mis padres por todo el amor que siempre me dan. A mi papi por su paciencia, esfuerzo económico y por todas las cosas que me inculca para mi bienestar. A mi mami por todo su apoyo, consejos e inmensa ternura. A mis hermanitos por quererme y ayudarme a crecer. Alita por quererme tanto. A mi familia Quevedo por ser tan dulces y detallistas.

A mis asesores, los profesores Nelson Agudelo, Isidro Matamoros y Raúl Santillán, por siempre confiar en mí y brindarme lo mejor de ustedes.

A todas las personas del ex-Departamento de Recursos Naturales por acogerme y ayudarme. Al ex-Departamento de Zootecnia por todas las enseñanzas que me brindó.

A Vero por todas las noches de desvelo y toda la ayuda y amor que siempre me das.

A mi Flavi gracias por ser vos y por todo lo que siempre luchas por mí.

Al profesor Ramón Zúñiga por todo el interés y ayuda que siempre mostró por este trabajo.

A mi familia Revilla por todo el amor, ayuda, consejos y calor de hogar que me dieron desde el primer día que los conocí.

A la familia Flores por todo el apoyo, comprensión y cariño que me han dado.

A mis amigos del alma Cristobal, Rodolfo, Claudia, Andrea, Rolando, Oscar, Jairo, Ricardo y Mónica, gracias por todo el apoyo, amistad, cariño, alegrías y consejos que me dieron durante todos estos años.

A Doña Cleo y Doña Berta por ser tan buenas conmigo.

A los chicos del dormitorio de Washington por ayudarme a crecer.

A los empleados del comedor que cada mañana me dieron una sonrisa llena de amor.

A Zamorano por todas las enseñanzas y aventuras tan preciadas que me dejó vivir.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A Zamorano por haberme brindado la ayuda para realizar mis estudios en el programa de Ingeniería Agronómica.

Al Dr. Antonio Flores, por darme la oportunidad de ser parte del programa de intercambio y monitores, recibiendo de este trabajo no solo una ayuda económica, si no también muchas satisfacciones personales.

Al Fondo ZAFE y a la Oficina de Admisiones y Becas de Zamorano por brindarme una gran parte del financiamiento para el programa Agrónomo.

A mi padres y hermanos por su esfuerzo y apoyo económico para la realización de mis estudios en Zamorano.

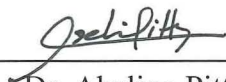
Al Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), por el financiamiento otorgado para mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

Valdés Quevedo, Mónica 2001. Diseño y consideraciones generales de manejo para la conversión de pasturas a un sistema silvopastoril en Zamorano, Honduras. 90 p.

Las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos ubicadas en Zamorano, se encuentran bajo un sistema de pastoreo rotacional intensivo. Los sitios presentan un problema de uso inapropiado de la tierra debido a la ausencia de coberturas naturales y métodos de conservación, además, el uso ineficiente de la luz, del agua y los nutrimentos y el manejo ineficaz de la fertilidad del suelo; todo lo anterior contribuye a la degradación de las pasturas, de los suelos y al estrés calórico de los animales. El estudio efectuó una caracterización de los diferentes componentes que conforman al sistema actual, un análisis para seleccionar cada uno de ellos, un diseño y consideraciones generales de manejo, con el fin de generar información que sirva para incrementar y readaptar conocimientos sobre los sistemas agroforestales en el trópico seco. En las caracterizaciones se investigaron las condiciones climáticas y edáficas del área, se realizaron levantamientos terrestres e investigaciones para conocer las diferentes especies arbóreas, las especies de pastos, las razas ganaderas y los sistemas agroforestales existentes. En el análisis de los componentes arbóreo y pastura se realizaron analogías climáticas edáficas, las cuales hacen una comparación entre las condiciones del sitio y las características de los componentes. Para el análisis de selección del sistema agroforestal se utilizó la metodología de diagnóstico y diseño agroforestal y para la selección de las razas ganaderas se utilizó un criterio académico. El diseño se elaboró por medio de la información generada de las caracterizaciones y los análisis de los componentes, señalando la densidad y distribución espacial de los árboles por hectárea. Los terrenos de las fincas y los componentes seleccionados, cuentan con las condiciones adecuadas para la implementación del sistema silvopastoril, el cual brindará una serie de ventajas desde el punto de vista académico y en las relaciones entre suelo, planta y animal.

Palabras claves: analogías climáticas edáficas, caracterización, degradación, diagnóstico y diseño agroforestal, levantamiento terrestre, sistemas agroforestales, uso de la tierra.



Dr. Abelino Pitty

Nota de Prensa

LOS SISTEMAS AGROFORESTALES COMO UNA ALTERNATIVA FACTIBLE PARA EL CAMBIO EN EL USO RACIONAL DE LA TIERRA

El crecimiento actual de la población mundial requiere mayor cantidad de recursos naturales, los cuales están sufriendo un alto deterioro como consecuencia de la sobrexplotación y el uso irracional que la población realiza para satisfacer sus necesidades.

En un estudio realizado en Zamorano se determinó que las prácticas tradicionales agrícolas pueden sustituirse por prácticas agroforestales más acordes con la rehabilitación y conservación de los recursos.

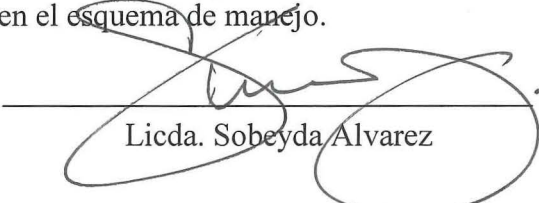
La agroforestería es un sistema sostenido de manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total por medio de la combinación de árboles, pastos y animales. Esta práctica recibe cada día más atención por parte de los gobiernos y organizaciones de desarrollo alrededor del mundo, ya que tiene el potencial de enfocar al mismo tiempo, varios problemas ambientales y de desarrollo.

El estudio propuesto diseñó la conversión de tres fincas que se encuentran bajo un sistema de pastoreo rotacional intensivo a un modelo silvopastoril para incrementar y readaptar los conocimientos sobre sistemas agroforestales en el trópico seco de América Central.

Durante la investigación, se recabó información sobre sistemas agroforestales, el área de estudio, razas ganaderas, especies arbóreas y pasturas, para seleccionar las más adecuadas según las condiciones del sitio y de los distintos componentes del sistema. La información sirvió como base para la elaboración de un plan general de manejo.

Al final del estudio, se determinó que el diseño de bloques constituidos por cinco árboles, tres maderables de una misma especie y dos forrajeros es el mejor. Dadas las condiciones de Zamorano, se seleccionaron trece especies arbóreas, una de pasto y cuatro razas ganaderas. El diseño se hizo en función de la hectárea, lo que facilita la extrapolación a cualquier superficie independientemente de su forma y tamaño.

Los hallazgos de la investigación muestran que el diseño podría convertirse en un instrumento de manejo de los recursos naturales en ecosistemas localizados en el trópico y subtrópico seco, tanto en el ámbito académico como en el empresarial. Se recomienda implementarlo y darle el seguimiento propuesto en el esquema de manejo.



Licda. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i.
Autoría.....	ii.
Página de firmas.....	iii.
Dedicatoria.....	iv.
Agradecimientos.....	v.
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi.
Resumen.....	vii.
Nota de Prensa.....	viii.
Contenido.....	ix.
Indice de cuadros.....	xiv.
Indice de figuras.....	xvi.
Indice de Anexos.....	xvii.
 1. INTRODUCCIÓN	 1
1.1 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	2
1.1.1 Aporte de información.....	2
1.1.2 Implementación y documentación de un sistema agroforestal.....	2
1.1.3 Conversión de pasturas por medio de un sistema agroforestal.....	3
1.2 LIMITANTES.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
 2. REVISION DE LITERATURA	 4
2.1 AGROFORESTERIA.....	4
2.1.1 Historia de la agroforestería.....	4
2.1.2 Conceptos sobre la agroforestería.....	4
2.1.3 Características de la agroforestería.....	4
2.1.4 Interacciones entre los componentes de los sistemas agroforetales..	5
2.1.5 Desarrollo rural.....	6
2.1.6 Enfoque integral de la agroforestería.....	7
2.1.7 Conclusiones sobre los sistemas agroforestales.....	7
2.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES...	8
2.2.1 Conceptos.....	8
2.2.1.1 Sistema.....	8
2.2.1.2 Subsistema.....	8
2.2.1.3 Práctica	9
2.2.2 Propósito y criterios para la clasificación.....	9

2.2.3	Base estructural para la clasificación.....	11
2.2.3.1	Naturaleza de los componentes.....	11
2.2.3.2	Arreglo de los componentes.....	11
2.2.4	Clasificación funcional.....	11
2.2.5	Agrupación ecológica y socioeconómica.....	12
2.2.5.1	Agrupación ecológica.....	12
2.2.5.2	Agrupación socioeconómica.....	12
2.2.6	Sistemas agroforestales.....	13
2.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	16
2.3.1	Ventajas potenciales de la agroforestería.....	16
2.3.1.1	Ventajas biológicas de la agroforestería.....	16
2.3.1.2	Ventajas económicas y sociales de la agroforestería.....	19
2.3.2	DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	20
2.3.2.1	Desventajas biológicas y económicas.....	20
2.4	SELECCIÓN DEL SITIO PARA PLANTAR.....	22
2.4.1	Usos de la tierra.....	22
2.4.2	Criterios para la selección del sitio.....	22
2.4.2.1	Según el objetivo y sistema agroforestal.....	22
2.4.2.2	Según la disponibilidad de la tierra.....	22
2.4.2.3	Según los requerimientos de la especie.....	22
2.4.3	Factores del sitio que afectan el desarrollo del árbol.....	23
2.4.3.1	Factores climáticos	23
2.4.3.2	Factores edáficos.....	23
2.4.3.3	Topografía del terreno.....	24
2.5	SELECCIÓN DE LAS ESPECIES A PLANTAR.....	24
2.5.1	Priorización de especies.....	25
2.5.2	Condiciones de Mercado.....	25
2.5.3	Objetivo de la plantación o sistema agroforestal.....	25
2.5.4	Especies potencialmente disponibles.....	25
2.5.5	Uso de otras fuentes.....	26
2.5.5.1	Información sobre las especies a ser seleccionadas.....	26
2.5.5.2	Características de los árboles en sistemas agroforestales.....	27
2.5.6	Comparar la especie con el sitio.....	27
3	MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	28
3.1.1	Localización de las fincas de estudio.....	28
3.1.2	Estado actual de las fincas.....	29
3.1.2.1	Uso actual de la tierra.....	29
3.1.2.2	Condiciones edáficas actuales.....	30
3.1.2.3	Vegetación existente.....	31
3.1.2.4	Componente animal actual.....	31
3.2	ETAPAS DEL ESTUDIO.....	31
3.3	METODOLOGIA DE LEVANTAMIENTO.....	31

3.3.1	Caracterización de las áreas de estudio.....	31
3.3.1.1	Clima y zonas de vida.....	31
3.3.1.2	Suelos.....	32
3.3.1.3	Topografía.....	32
3.3.2	Caracterización de las especies del componente arbóreo.....	32
3.3.2.1	Factor de frondosidad	33
3.3.3	Caracterización de las especies del componente pastura.....	34
3.3.4	Caracterización de las razas del componente animal.....	34
3.4	METODOLOGIA DE EVALUACION.....	35
3.4.1.	Selección de las especies del componente arbóreo.....	35
3.4.1.1	Analogías climáticas edáficas.....	35
3.4.2	Selección de especies del componente pastura.	35
3.4.3	Selección de razas del componente animal.	36
3.4.4	Selección del sistema agroforestal.....	36
3.4.4.1	Diagnóstico agroforestal.....	36
3.5	DISEÑO DEL SISTEMA SILVOPASTORIL.....	37
3.5.1	Descripción del arreglo espacial de los árboles.....	37
3.5.2	Densidad.....	37
3.5.2.1	Dentro del sistema.....	37
3.5.2.2	En los linderos	38
3.6	CONSIDERACIONES GENERALES DE MANEJO.....	38
3.6.1	Componente forestal.....	38
3.6.2	Componente pastura.....	38
3.6.3	Componente animal.....	38
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
4.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS FINCAS DE ESTUDIO.....	39
4.1.1	Clima y zona de vida.....	39
4.1.1.1	Temperatura y humedad relativa.....	39
4.1.1.2	Precipitación.....	39
4.1.2	Suelos.....	40
4.1.2.1	Características físicas	40
4.1.2.2	Características químicas.....	40
4.1.3	Topografía.....	41
4.2	CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES DEL COMPONENTE ARBOREO.....	42
4.2.1	Especies maderables potenciales.....	42
4.2.1.1	<i>Astronium graveolens</i>	42
4.2.1.2	<i>Cedrela odorata</i>	43
4.2.1.3	<i>Cordia alliodora</i>	45
4.2.1.4	<i>Dalbergia sisso</i>	47
4.2.1.5	<i>Khaya senegalensis</i>	49
4.2.1.6	<i>Myroxylom balsamum</i>	50
4.2.1.7	<i>Swetenia humilis</i>	51
4.2.1.8	<i>Swetenia macrophyla</i>	54

4.2.1.9	<i>Platymisium pinnatum</i>	55
4.2.1.10	<i>Pterocarpus indicus</i>	56
4.2.1.11	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	58
4.2.1.12	<i>Tabebuia rosea</i>	59
4.2.1.13	<i>Tectona grandis</i>	60
4.2.2	Especies forrajeras potenciales.....	62
4.2.2.1	<i>Leucaena leucocephala</i>	62
4.2.2.2	<i>Prosopis juliflora</i>	63
4.2.3	Factor de Frondosidad.....	66
4.3	CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES DEL COMPONENTE PASTURA	67
4.3.1	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	67
4.3.2	<i>Digitaria decumens</i>	68
4.3.3	<i>Panicum maximum</i>	70
4.4	CARACTERIZACION DE LAS RAZAS DEL COMPONENTE ANIMAL.....	71
4.4.1	Razas lecheras	71
4.4.1.1	Ayshire.....	71
4.4.1.2	Guernsey.....	72
4.4.1.3	Jersey.....	73
4.4.2	Razas de doble propósito.....	74
4.4.2.1	Holstein.....	74
4.4.2.2	Pardo suizo.....	75
4.5	SELECCIÓN DE LAS ESPECIES DEL COMPONENTE ARBÓREO.....	75
4.5.1	Analogía climática edáfica del componente arboreo.....	75
4.5.1.1	Monte Redondo.....	76
4.5.1.2	Zorrales.....	77
4.5.1.3	Matasanos.....	78
4.5.2	Especies seleccionadas.....	79
4.5.2.1	Monte Redondo.....	79
4.5.2.2	Zorrales.....	79
4.5.2.3	Matasanos.....	80
4.6	SELECCIÓN DE ESPECIES DEL COMPONENTE PASTURA.....	81
4.6.1	Analogía climática del componente pastura.....	81
4.6.2	Tolerancia de las psturas a la inundación y a la sombra.....	81
4.6.3	Factores productivos y de digestibilidad a nivel de pastura.....	81
4.6.4	Especie seleccionada.....	82
4.7	SELECCIÓN DE RAZAS DEL COMPONENTE ANIMAL.....	82
4.8	SELECCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL.....	82
4.8.1	Diagnóstico agroforestal.....	82
4.8.1.1	Prediagnóstico.....	82
4.8.1.2	Inventario de árboles agroforestales.....	82
4.8.1.3	Análisis.....	82
4.9	DISEÑO DEL SISTEMA SILVOPASTORIL.....	85

4.9.1	Diseño dentro del sistema.....	85
4.9.1.1	Densidades.....	85
4.9.1.2	Distanciamientos.....	86
4.9.1.3	Combinaciones de árboles.....	86
4.9.1.4	Arreglo del sistema.....	88
4.9.2	Diseño para los linderos.....	89
4.9.2.1	Distanciamientos.....	89
4.9.2.2	Arreglo.....	89
4.10	CONSIDERACIONES GENERALES DE MANEJO.....	90
4.10.1	Objetivos del manejo.....	90
4.10.2	Manejo del componente arbóreo.....	90
4.10.2.1	Encalado.....	90
4.10.2.2	Plantación.....	90
4.10.2.3	Fertilización.....	91
4.10.2.4	Protección de los árboles.....	91
4.10.2.5	Cortas de limpieza.....	92
4.10.2.6	Podas.....	92
4.10.2.7	Raleos.....	92
4.10.2.8	Crecimiento y rendimiento.....	92
4.10.2.9	Renovación de la masa.....	93
4.10.2.10	Cosecha.....	93
4.10.3	Manejo del componente arbóreo en los linderos de los potreros.....	94
4.10.4	Manejo de las pasturas y de los animales.....	94
4.10.4.1	Rotaciones.....	94
4.10.4.2	Fertilización.....	94
4.10.4.3	Carga animal.....	94
5.	CONCLUSIONES.....	95
6.	RECOMENDACIONES.....	96
7.	BIBLIOGRAFIA.....	97
8.	ANEXOS.....	101

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Categorización de los sistemas agroforestales basado en su estructura y función (Tomado de MacDicken y Vergara, 1990).....	10
2.	Agrupación de los sistemas agroforestales basado en su distribución y manejo (Tomado de MacDicken y Vergara, 1990).....	10
3.	Prácticas agroforestales existentes (Tomado de MacDicken y Vergara, 1990).....	13
4.	Atributos de los árboles que se deben de tomar en cuenta al seleccionarlos y el desempeño que se espera que tengan en un sistema agroforestal (Adaptado de MacDicken y Vergara, 1990, 1990 y Huxley, 1983).....	27
5.	Areas de las tres fincas de estudio.....	28
6.	Propiedades físicas de los suelos de las tres fincas de estudio.....	40
7.	Resultados de los análisis de suelos para las tres fincas de estudio....	41
8.	Factor de frondosidad para las especies arbóreas potenciales.....	66
9.	Analogía climática-edáfica de la finca de Monte Redondo.....	76
10.	Analogía climática-edáfica de la finca de Zorrales.....	77
11.	Analogía climática-edáfica de la finca de Matasanos.....	78
12.	Analogía climática-edáfica de las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos para el componente pastura.....	81
13.	Comparación de la tolerancia de las pasturas a la inundación y a la sombra en las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos.....	81
14.	Comparación de la productividad y digestibilidad de <i>Cynodon nlemfluensis</i> , <i>Digitaria decumens</i> y <i>Panicum maximum</i>	81

15.	Clasificación y descripción del sistema silvopastoril a implementarse.....	83
16.	Promedio del factor de frondosidad para las especies seleccionadas.....	85
17.	Combinaciones para las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos.....	87
18.	Plan de fertilización (Tomado de Egüez, 1999).....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Uso de varios estratos en un sistema agroforestal comparado a uno de monocultivo (Fuente: Geilfus, 1994).....	16
2.	Mapa de ubicación de Honduras (Fuente: Mendieta <i>et al.</i> , 1999).....	28
3.	Mapa de la localización de las fincas de estudio	29
4.	Uso actual de las fincas de estudio (Monte Redondo, Zorrales y Matasanos).....	30
5.	Cálculo del índice de frondosidad para <i>Swietenia humilis</i>	33
6.	Promedios mensuales de precipitación en Zamorano (1942- 1999)....	40
7.	Distribución de la <i>S. Humilis</i> (Fuente: CONSEFORH, 1999).....	52
8.	Imágenes de las especie arbóreas potenciales.....	66
9.	Relaciones de causa y efecto del problema actual y su solución.....	84
10.	Diseño y distanciamientos de los bloques dentro del sistema.....	88
11.	Diseño de los árboles dentro de cada bloque.....	89
12.	Distribución de las especies arbóreas en los linderos.....	89
13.	Diseño y distanciamientos de los árboles en los linderos.....	90
14.	Arreglo por hectárea de las parcelas de muestreo permanente.....	93
15.	Distribución por hectárea de la nueva masa.....	93

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Zona de termoneutralidad, principales fuentes de calor y vías para la disipación del mismo, efectos del estrés calórico en los animales y 4 formas para reducirlo.....	102
2.	Promedios de precipitación, evaporación, humedad relativa y temperatura de Zamorano, de abril de 1999 a marzo del 2000 (Fuente: Estación meteorológica de Zamorano).....	104
3.	Precipitación mensual de Zamorano, del año 1942 a 1999 (Fuente: Estación meteorológica de Zamorano).....	105
4.	Listado de especies comerciales actuales y especies forestales protegidas en Honduras (Fuente: Mendieta <i>et al.</i> , 1999).....	107
5.	Formulario del CATIE para la medición árboles individuales.....	108

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento actual de la población mundial demanda día a día mayor cantidad de recursos para satisfacer sus necesidades alimenticias y de desarrollo económico. Debido a esto, los recursos naturales como factor del desarrollo, están sufriendo un alto deterioro como consecuencia de la sobrexplotación y el uso irracional que la población realiza para satisfacer sus necesidades (Rodríguez, 1999). El creciente deterioro de los recursos naturales y del medio ambiente, el calentamiento progresivo de la tierra, la pérdida de la capa de ozono debido al acumulamiento de bióxido de carbono y fluorocarbonos en la atmósfera, el rápido crecimiento poblacional, la demanda insatisfecha de alimentos y el desarrollo socioeconómico han influido en las diferentes formas que toman los sistemas de uso de la tierra, por lo que es necesario que las prácticas agrícolas tradicionales sean sustituidas por alternativas que estén más acordes con la rehabilitación y conservación de los recursos; además, deben introducirse y desarrollarse en los lugares donde se necesiten, manteniéndose en armonía con la creciente demanda de alimentos, energía, materias primas y con los requerimientos ecológicos (CATIE, 1981; Solano, 1994).

En América Central, el cambio del uso de la tierra más importante que se ha observado en los últimos cuarenta años, ha sido la reducción progresiva de la superficie dedicada a los bosques, la cual ha contribuido considerablemente al deterioro ambiental. El problema ha aumentado ya que más del 50% de las áreas de pasturas se encuentran hoy en un grave estado de degradación, como consecuencia del uso de prácticas de manejo no aptas, tales como: sobrepastoreo, ausencias de coberturas vegetales, quemas no controladas, falta de métodos de conservación de suelos y otras. Todo esto ha causado una gran pérdida de la biodiversidad, compactación y erosión de los suelos, ruptura del balance hídrico en las cuencas, disminución de la productividad animal y el incremento en la emisión de gases que contribuyen al calentamiento global (Pezo e Ibrahim, 1998).

Uno de los mayores problemas que confronta Honduras es la creciente tasa de deterioro de sus recursos naturales. Varios sitios están siendo deforestados, dejando los suelos expuestos a una agricultura carente de una tecnología apropiada (L.U.P.E., 1994). Las experiencias actuales y pasadas son preocupantes, debe existir un cambio en el uso de la tierra si se desea evitar un agotamiento de los recursos naturales los cuales son la base de la vida humana.

La agroforestería es un sistema sostenido de manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción de cultivos con especies forestales y/o con animales, en forma simultánea o secuencial sobre la misma superficie de terreno, y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local (MacDicken y Vergara, 1990; Nair, 1989; CATIE, 1981). Según el

proyecto agroforestal del CATIE/GTZ (Pezo e Ibrahim, 1998), la incorporación de estos sistemas en los sistemas de producción ganadera intensifica el uso del recurso suelo, sin dañar su potencial productivo a largo plazo y contribuye a contrarrestar los impactos ambientales negativos característicos de los sistemas tradicionales, tales como la degradación de las pasturas. Además, constituye un mecanismo para diversificar las empresas pecuarias, generar nuevos productos e ingresos adicionales y reducir la dependencia de insumos externos.

La agroforestería esta recibiendo cada día más atención por parte de los gobiernos y organizaciones de desarrollo alrededor del mundo, ya que han encontrado que tiene el potencial para enfocar al mismo tiempo, varios problemas ambientales y de desarrollo. Los países en vías de desarrollo consideran que la agroforestería tiene la capacidad de constituir un camino importante para enfrentar los problemas que afectan a la población (Buck, 1994).

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La problemática mundial mencionada anteriormente, manifiesta una tendencia creciente, por lo que es necesario adoptar mejores prácticas de uso de la tierra que ayuden a contrarrestar los problemas anteriores. Los sistemas agroforestales pueden contribuir con una serie de beneficios en cuestión de degradación de suelos, uso de la tierra, mejoras en las condiciones rurales, desarrollo sostenible y mejor uso del espacio.

1.1.1 Aporte de información

En la actualidad la información sobre el uso de los sistemas agroforestales en el trópico seco es escasa. La mayoría de los experimentos que se realizan se encuentran en las zonas húmedas y aunque de hecho hay sistemas agroforestales en las zonas secas, el espectro es menos variado y poco documentado.

1.1.2 Implementación y documentación de un sistema agroforestal

En el Valle del río Yeguaré, ubicado en la zona centro-oriental de Honduras, al sureste de Tegucigalpa, se tiene conocimiento de la presencia de sistemas agroforestales tales como: café-laurel, café-laurel-Inga y huertos familiares. Últimamente se han adoptado sistemas como el taungya, en el que se trata de combinar especies maderables con cultivos agronómicos durante las primeras etapas del establecimiento de plantaciones.

En el Zamorano, ubicado a 30 km al noreste de Tegucigalpa en la región del Yeguaré, se han implementado sistemas agroforestales que no han sido utilizados en términos estrictamente técnicos. En algunas ocasiones, se ha tratado de mantener alguna asociación de pastos con árboles que no necesariamente obedecen a un verdadero sistema silvopastoril.

1.1.3 Conversión de pasturas por medio de un sistema agroforestal

En Zamorano, ciertas áreas destinadas a pasturas se encuentran en estado de degradación, probablemente debido al uso de prácticas de manejo no aptas. Para lo cual se escogieron tres sitios en los cuales existe actualmente un sistema de pastoreo rotacional intensivo, que según los análisis de suelos que se han llevado a cabo, presentan señales de degradación y cuentan con las condiciones adecuadas para la implementación de un sistema agroforestal experimental.

Basados en los puntos antes descritos, el presente estudio buscará aportar una pauta del potencial y de los beneficios de los sistemas agroforestales en el trópico seco de América Central, así mismo contribuirá a la conversión de las áreas de pasturas donde se llevará a cabo dicho estudio. Sus resultados están proyectados en un horizonte de 25 años.

1.2 LIMITANTES

Zamorano, como unidad de estudio en el trópico seco, cuenta con una amplia fuente de información, servicios e instalaciones para el proceso de toma de datos y análisis. La principal limitante del estudio es que la información relacionada con el trópico seco es muy escasa. Además, el plan de manejo y los datos resultantes, sólo podrán ser utilizados en condiciones iguales o similares a las del Zamorano; si el estudio ha de llevarse a cabo en otro sitio, éste deberá de ser readaptado para tales condiciones.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Incrementar y readaptar conocimientos sobre sistemas agroforestales en el trópico seco de América Central.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1.-Diseñar la conversión de tres fincas en Zamorano, bajo un sistema de pastoreo rotacional intensivo, a un modelo silvopastoril, en donde el componente arbóreo lo constituyan especies de uso múltiple.
- 2.-Diseñar un sistema de consideraciones generales de manejo para el proceso de reconversión precedente.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 AGROFORESTERIA

2.1.1 Historia de la agroforestería

La agroforestería es un tipo de manejo de la tierra que ha ido tomando particular importancia en los últimos años, sin embargo, la agroforestería no es una práctica nueva, ya que desde hace muchos siglos los agricultores utilizan la combinación de árboles con cultivos y animales. A estas técnicas se les da el nombre general de sistemas agroforestales (Geilfus, 1994).

Aunque se ha practicado con diferentes condiciones, al parecer el sistema se originó con la experiencia Burmesa de plantaciones en colina, utilizando teca como el cultivo forestal. Desde entonces el sistema se ha ido propagando desde Asia hasta Africa y América Latina, aunque llamado de diferentes formas. La falta de empleo y de tierras cultivables en esas regiones hace que las condiciones para su adopción sean más favorables (Nair, 1989).

2.1.2 Conceptos sobre la agroforestería

Basándose en el conocimiento sobre las diferentes prácticas agroforestales existentes, las investigaciones en agroforestería han desarrollado una serie de conceptos sobre lo que es la agroforestería en sí. Tanto MacDicken y Vergara (1990) como Nair (1989) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (1981), concuerdan en la misma definición sobre lo que es un sistema agroforestal:

“La agroforestería es un sistema sostenido de manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción de cultivos (incluyendo cultivos arbóreos) con especies forestales y/o con animales, en forma simultanea o secuencial sobre la misma superficie de terreno, y aplica practicas de manejo que son compatibles con las practicas culturales de la población local”.

El Consejo Internacional para la Investigación Agroforestal (ICRAF) añade a esta definición el hecho de que normalmente existen interacciones tanto ecológicas como económicas, entre los componentes leñosos y los no leñosos de un sistema agroforestal.

2.1.3 Características de la agroforestería

La agroforestería, aunque es uno de los muchos tipos de uso de la tierra, tiene características propias que la hacen única. Así lo establece Nair (1989) y Young (1990):

Una estricta definición de agroforestería debe enfatizar dos características comunes de todo tipo de sistema agroforestal para así poder separarlos de los otros tipos de uso de la tierra:

1. El cultivo de árboles maderables perennes, agrícolas y/o animales en la misma unidad de terreno, en algún tipo de mezcla en el tiempo o en secuencia.
2. Debe de existir una interacción significativa (positiva o negativa) entre los componentes del sistema arbóreos y los no arbóreos, ya sea ecológica y/o económicamente”.

MacDicken y Vergara (1990) resaltan cuatro principios de la agroforestería que la diferencian de otros sistemas de uso de la tierra:

1. Durabilidad económica y ecológica por virtud de su arquitectura biológica, ya que incluye animales y plantas de ciclo corto y largo;
2. Garantiza la aceptabilidad social a través del rompimiento de ciclos ecológicos largos, por medio de una secuencia fácil de entender de actividades diarias, moldeadas según la tradición local y elaboradas para incrementar la eficiencia.
3. Hace un completo uso de los recursos inorgánicos mientras que los maximiza.
4. Disminuye los riesgos para el agricultor individual por medio de una variedad de plantas y animales útiles, que aumentan el rango de productos, siendo así un sistema de protección y mejoramiento de la calidad del medio ambiente”.

Nair (1989) y CARE (Buck, 1994) concuerdan en que siendo la agroforestería el nombre colectivo que se le da a los sistemas y tecnologías del uso de la tierra que combinan árboles perennes (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc.) con cultivos agrícolas y/o animales, en la misma unidad de manejo de la tierra, es necesario especificar que:

- La agroforestería involucra por lo general dos o más especies de plantas, o animales, de los cuales, una especie al menos, es un árbol o un arbusto.
- Hasta el más simple sistema agroforestal es complejo, ecológica (estructural y funcionalmente) y económicamente, en comparación con un sistema de monocultivo.
- La agroforestería provee beneficios ambientales y ecológicos.
- Un sistema agroforestal siempre tiene dos o más productos.
- Los árboles y arbustos se plantan y manejan en arreglos específicos en la tierra distribuidos en el tiempo.
- Involucran más de un ciclo de cultivo y generalmente duran mas de 1 año.

2.1.4 Interacciones entre los componentes de los sistemas agroforestales

Un principio fundamental en todo sistema agroforestal es el de “interacción”, competencia o complementariedad entre los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema. En comparación con los otros sistemas, las interacciones que se dan en los sistemas agroforestales son muy diversas y de gran relevancia. Estas interacciones no se

limitan al sistema en si, sino que trascienden en las diversas relaciones con el medio ambiente, interfamiliares y de mercado (CATIE, 1994).

La agroforestería aplicada, combina técnicas de manejo y elementos de agronomía, producción animal y silvicultura, con otra técnicas que nacen de la interacción de plantas y animales de diferentes tamaños, patrones de crecimiento y requerimientos. Como estas especies tienen diferentes respuestas fisiológicas, proveen de mayor complejidad al sistema agroforestal, de las que tienen la forestería o la agronomía por sí solas.

Actualmente se conoce mucho sobre los componentes individuales que conforman los sistemas agroforestales pero se conoce muy poco sobre las interacciones que hay entre ellos. Por lo tanto es necesario examinar los conocimientos existentes y con el objeto de que surjan nuevos pensamientos sobre las interacciones entre los componentes (Nair, 1989), ya que a través de estas interacciones es posible obtener una serie de productos y beneficios que no sería posible poseer si no se encontraran dichas combinaciones. Estos beneficios según lo describen Geilfus (1994), Nair (1989) y el CARE (Buck, 1994), se pueden clasificar en dos grupos: los beneficios tangibles o cuantificables como: leña, material de construcción, forraje y alimento; y los no tangibles o adicionales como: la conservación y fertilidad sostenible del suelo, disminución del riesgo, uso más eficiente de la luz solar, humedad y nutrientes de las plantas.

2.1.5 Desarrollo rural

La sociedad es el motivo por el cual se deben implementar nuevos sistemas que mejoren su estado de vida, ya que los seres humanos son los que mueven al mundo y utilizan sus recursos. Es necesario poder llegar a las personas que se encuentran más necesitadas de tecnologías innovativas, con el propósito de ayudarlos a mejorar.

La agroforestería se practica generalmente con la intención de desarrollar una forma más sostenible de uso de la tierra, que pueda incrementar la productividad de la finca y el bienestar de la comunidad rural. El problema desde el punto de vista actual de la agroforestería, según Leakey (1997), es que muchas personas todavía la ven como un conjunto de distintas prescripciones para el uso de la tierra y como resultado se reduce su potencial fundamental como una forma de mitigar la deforestación y el agotamiento del suelo y por ende de aliviar la pobreza. Por lo tanto, Leakey (1997) sugiere que la agroforestería debería de ser reconsiderada como un sistema de manejo de los recursos naturales dinámico, con bases ecológicas, que por medio de la integración de árboles en tierras de finca y tierras abiertas, diversifica y sustenta la producción de pequeños productores para un aumento de los beneficios sociales, económicos y ambientales.

Los sistemas agroforestales tratan de resolver los problemas que enfrenta el desarrollo rural, especialmente en los trópicos, por medio de:

- Mejorar las condiciones sociales y económicas de las áreas rurales por medio de la reducción de riesgo y creando nuevas fuentes de trabajos e ingresos.
- Incrementar y mejorar los rendimientos de la producción alimenticia

- Desarrollo de sistemas de uso de la tierra que hagan un uso óptimo de las tecnologías modernas y experiencias tradicionales, que son compatibles con el tipo de vida social y cultural de las personas interesadas.
- Protección y mejoramiento de la producción potencial de un sitio o medio ambiente específico.
- Ayudando a mantener la sostenibilidad a través de una intensificación apropiada del uso de la tierra.

2.1.6 Enfoque integral de la agroforestería

Lo que se desea en todo tipo de manejo de la tierra es poder llenar las necesidades desde un punto de vista social, ecológico y económico. Esto es más fácil alcanzarlo por medio de un enfoque más integral, en el que se combinen varios componentes, como se ha visto que se puede lograr mediante la implementación de sistemas agroforestales, tal como lo establece Nair (1989)

“La agroforestería es una forma de uso de la tierra que satisface exitosamente las necesidades del agricultor, forestal y/o ganadero. En un sentido más amplio, la agroforestería desarrolla el concepto de usar árboles como un componente en el manejo total de los recursos de la tierra para llenar las necesidades de alimentación, energía, casa e ingresos. Las necesidades del sistema agroforestal son: ser socialmente, culturalmente y económicamente aceptable, maximizar la producción y minimizar el daño total al ambiente”.

2.1.7 Conclusiones sobre los sistemas agroforestales

La agroforestería es un tipo de manejo de la tierra que combina varios componentes, de los cuales surgen una serie de interacciones y a través de ellas se obtienen beneficios y productos que satisfacen varias necesidades de la población. Además de esto la agroforestería es capaz de obtener una producción estable en el presente y asegurarse de mantenerla a través de los años para las futuras generaciones (Buck, 1994; Russo, 1994)

Se necesita realizar esfuerzos en diferentes niveles: investigar los conocimientos existentes tradicionales, las interacciones biofísicas entre los componentes, la percepción por parte de los agricultores sobre las formas en que los sistemas agrosilvopastoriles pueden mejorar la operación de la finca, mayor actividad comunal en áreas de conservación ambiental y definir políticas gubernamentales más favorables para la implementación de sistemas agrosilvopastoriles (Russo, 1994).

Como se pudo ver la agroforestería cuenta con muchas ventajas y es aplicable en diferentes circunstancias. Es necesario realizar más investigaciones sobre las diferentes interacciones y sobre los distintos sitios en donde se pueden implementar este tipo de prácticas, para así poder hacer realidad sus cualidades y mejorar la calidad de vida y del ambiente.

2.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

A lo largo del tiempo han surgido muchas ideas sobre la agroforestería, las cuales han ido cambiando hasta poder llegar a una definición concreta de lo que ahora es. Debido a la gran aceptabilidad que han tenido los sistemas agroforestales, la interrogante que se presenta, no es que significado tiene la palabra, si no que tipo de sistema agroforestal se está implementando. Existen muchos sistemas y prácticas agroforestales que se han ido desarrollando a través del tiempo, por lo que es importante clasificarlos, para así poder implementar el tipo que mejor se adapte a las condiciones del sitio escogido. Además, sirve como una ayuda para evaluar y analizar los sistemas agroforestales ya existentes (Nair, 1989; MacDicken y Vergara, 1990).

2.2.1 Conceptos

En la literatura acerca de los sistemas agroforestales se mencionan mucho las palabras sistema, subsistema y práctica, por lo que es necesario definir las correctamente para entender las bases de su clasificación.

2.2.1.1 Sistema. En el análisis del lenguaje, la palabra sistema denota a un grupo de componentes físicos conectados o relacionados de una manera independiente para formar y/o actuar como una unidad; pero desde el punto de vista del uso de la tierra, un sistema se refiere a un tipo de uso de la tierra específico para un sitio y descrito de acuerdo a sus aspectos socioeconómicos, biológicos y técnicos (Nair, 1989; MacDicken y Vergara, 1990).

La mayoría de los sistemas agrícolas y forestales se encuentran orientados a la producción específica de un tipo de producto, pero debido a la complejidad de los sistemas agroforestales es difícil enmarcarlos en este contexto, ya que estos abarcan a la vez, otros sectores como ser el técnico, el biológico, el económico y lo social. A esto se debe el propósito de distinguirlos y clasificarlos. Las diferentes prácticas agroforestales existentes (cultivo en callejones, barreras rompe vientos, etc.) se convierten en sistemas, cuando se llegan a desarrollar en un área de tal forma que pasan a ser parte de ésta como un tipo definitivo de uso de la tierra (MacDicken y Vergara, 1990), es un ejemplo específico local de una práctica (Young, 1990).

2.2.1.2 Subsistema. Un sistema puede estar compuesto de varios subsistemas, cada uno incapaz de existir de forma independiente y con sus respectivas limitantes. En un sistema agroforestal, un subsistema se refiere a una parte del sistema que tiene un papel, contenido y complejidad limitado en comparación al sistema en si (Nair, 1989).

2.2.1.3 Práctica. Una práctica agroforestal a menudo indica la operación específica de un tipo de manejo de la tierra de esta naturaleza, que se encuentra en una finca o en cualquier unidad de manejo y que por lo general consiste de un arreglo distintivo de componentes agroforestales en espacio y tiempo (Young, 1990; Nair, 1989).

2.2.2 Propósito y criterios para la clasificación

Según Nair (1989), la mayoría de la información sobre los sistemas agroforestales es descriptiva, lo que hace más fácil su manejo, para él, esto es solo el primer paso para el desarrollo de un marco de análisis de sistemas para el progreso agroforestal. Debido a esto, el propósito de la clasificación es el de proveer este marco, el cual va a variar dependiendo del énfasis y del enfoque que las estrategias y planes de acción tengan. Por lo que cualquier esquema de clasificación deberá: incluir una forma lógica de agrupar a la mayoría de los factores en que los sistemas de producción dependen, indicar como es manejado el sistema, ofrecer una forma flexible de agrupar la información, ser práctico y de fácil comprensión.

Debido a la complejidad de estos requisitos un sistema simple de clasificación no se puede acomodar y es necesario utilizar una serie de clasificaciones, en la que cada una se base en un criterio definido para servir a los diferentes propósitos (Nair, 1989).

Los sistemas agroforestales se pueden clasificar de acuerdo a los siguientes criterios: base estructural, base funcional, base socioeconómica y base ecológica. Esta amplia clasificación de los sistemas agroforestales se encuentra relacionada entre sí, debido a que en su base funcional y estructural se encuentra el componente arbóreo, mientras que en la estratificación ecológica y socioeconómica se refiere a la organización de los sistemas según las condiciones ambientales y sociales, donde debe de existir estructura y función.

Esta complejidad en la clasificación se puede reducir si los aspectos estructurales y funcionales se consideran primero y los ecológicos y socioeconómicos son tomados como una base para agrupar a los sistemas para sus propósitos (MacDicken y Vergara, 1990).

A continuación se puede observar el cuadro resumiendo la clasificación de los sistemas agroforestales:

Cuadro 1. Categorización de los sistemas agroforestales basado en su estructura y función (Tomado de MacDicken y Vergara, 1990).

I. CATEGORIZACION DE LOS SISTEMAS		
ESTRUCTURA (Naturaleza y Arreglo de los Componentes, Especialmente de los Maderables)		FUNCION (Papel y/o Productos de los Comp. Especialmente de los Maderables)
Naturaleza de los Componentes	Arreglo de los Componentes	
Agrisilvicultural	En Espacio	Función de Producción
cultivos y árboles, incluyendo arbustos y árboles	Denso Mixto Esparcido Mixto Bandas Linderos	Alimento Forraje Combustible Otras maderas Otros productos
Silvopastoril		
pasturas, animales y árboles		
Agrosilvopastoral	En Tiempo (Temporal)	Función de Protección
cultivos/pasturas, animales y árboles	Coincidente Concomitante Sobrepuesto Secuencial Interpolado	Barrera rompevientos Faja de protección Conservación de suelos Conservación de humedad Mejoramiento del suelo Sombra (para cultivos, animales y humanos)
Otros		
lotes de árboles multipropósito, apicultura con árboles, acuicultura con árboles, etc.		

Cuadro 2. Agrupación de los sistemas agroforestales basado en su distribución y manejo (Tomado de MacDicken y Vergara, 1990).

II. AGRUPACION DE LOS SISTEMAS	
Adaptabilidad Ambiental y Agroecológica	Nivel Socioeconómico y de Manejo
Sistemas en o para:	Nivel de Tecnología usado
Zonas bajas del th Zonas altas del th Zonas bajas del tsh Zonas altas del tsh	Consumo bajo Consumo medio Consumo alto
	Relación Costo-Beneficio
	Comercial Intermedio Subsistencia

2.2.3 Base estructural para la clasificación

Según Nair (1989), la base estructural para la clasificación puede ser definida desde el punto de vista de sus componentes y el papel o función que se espera de ellos. Estas son:

2.2.3.1 Naturaleza de los componentes. En los sistemas agroforestales de uso de la tierra, hay tres componentes básicos que son manejados por el hombre, estos son el árbol, el cultivo y los animales. Para que un tipo de uso de la tierra se le designe el nombre agroforestal, este debe tener por lo menos el componente arbóreo. Esto lleva a una simple clasificación de los sistemas agroforestales en:

- Agrisilvicultura: Cultivos y árboles, incluyendo arbustos.
- Silvopastoril: Pastos y/o animales y árboles
- Agrosilvopastoril: Cultivos, pastos y/o animales y árboles.

2.2.3.2 Arreglo de los componentes Generalmente se refiere a los componentes de plantas del sistema. Tal consideración que se le da a las plantas a su vez, enseña el interés que se tiene por los animales que dependen de ellas. Por lo tanto, el arreglo de plantas en combinaciones de árboles multipropósito puede involucrar dimensiones en espacio y tiempo (MacDicken y Vergara, 1990).

El arreglo espacial de las plantas en mezclas agroforestales puede ser denso mixto, como en los huertos familiares, o esparcido mixto, como los árboles en pasturas. Las especies o mezcla de especies también pueden estar en zonas o bandas de diferente grosor, como el cultivo en callejones o los árboles en linderos (MacDicken y Vergara, 1990).

El arreglo de los componentes temporal o en el tiempo también pueden tomar varias formas las cuales han sido descritas como coincidentes, concomitantes, sobrepuestas, secuenciales o interpoladas (MacDicken y Vergara, 1990).

2.2.4 Clasificación funcional

Los sistemas agroforestales poseen dos atributos fundamentales que son la productividad y la sostenibilidad (Nair, 1989).

En productividad, los sistemas agroforestales proveen a la sociedad de: madera, alimento, forraje y otros. Y en la sostenibilidad, estos sistemas brindan varios servicios como ser: sombra, conservación de suelos, mejoramiento de suelos y manejo de cuencas.

La producción es una parte importante y fundamental de los sistemas agroforestales, pero lo que los hace diferente a los otros tipos de uso de la tierra es la parte sostenible que poseen. Dependiendo del papel que juegue cada parte en el sistema este va a ser de producción o de protección. Estas no son bases suficientes para una clasificación, pero si

pueden usarse como una ayuda para la evaluación de diferentes sistemas agroforestales (MacDicken y Vergara, 1990).

2.2.5 Agrupación ecológica y socioeconómica

2.2.5.1 Agrupación ecológica. Debido a la amplia información sobre sistemas agroforestales en diferentes condiciones y regiones geográficas del mundo, ha sido necesario agruparlos según sus características y así dar recomendaciones según el sitio y sus condiciones (Nair, 1989; MacDicken y Vergara, 1990).

Existen diferentes sistemas agroforestales que se encuentran en zonas inundables, zonas secas y zonas altas. Estos tipos de sistemas tienen descripciones y recomendaciones ya elaboradas según sus zonas agroecológicas e incluyen una mezcla de varias formas de agroforestería, tanto desde el punto de vista de su naturaleza como en el arreglo de sus componentes. Por esto es posible que existan sistemas agrisilviculturales, silvopastoriles o agrosilvopastoriles en cualquier región ecológica (MacDicken y Vergara, 1990).

Según Young, citado por Nair (1989), el potencial que tienen los sistemas agroforestales en tierras con alta pendiente, utilizando información primaria la cual fue recolectada por el Proyecto de Inventarios de Sistemas Agroforestales del ICRAF y otros ocho sistemas en varias partes del mundo que poseían tierras con alta pendiente, enseñó que las tres diferentes categorías básicas de la agroforestería (agrisilvicultura, silvopastoril o agrosilvopastoril) fueron vistas siendo utilizadas en las mismas zonas ambientales.

La zonificación agroecológica por si sola no puede ser utilizada para la clasificación de los sistemas agroforestales ya que en cualquier de estas zonas, varios sistemas y prácticas agroforestales pueden ser utilizadas dependiendo de sus condiciones, por lo que el énfasis del sistema o práctica varía según el lugar (MacDicken y Vergara, 1990).

En los trópicos húmedos se puede implementar una combinación de árboles multipropósito y/o un sistema taungya, con el objeto de reducir costos, establecer la plantación y convertir las pasturas. Mientras que en una savanna semiárida poco poblada se le debe de dar una consideración prioritaria al sistema silvopastoril, para la producción de ganado y leña (Nair, 1989).

2.2.5.2 Agrupación socioeconómica. La parte socioeconómica al igual que la escala de producción, el nivel de tecnología y el manejo, son criterios a tomar en cuenta para la clasificación de los sistemas agroforestales. Estos se agrupan en sistemas de mercadeo, intermedios y de subsistencia (MacDicken y Vergara, 1990).

- **Sistemas de mercadeo:** El término se utiliza cuando la meta del sistema es la producción de un producto de suma importancia. La escala de operaciones es de media a larga, la tenencia de la tierra es del gobierno, una corporación o individual y el trabajo es pagado o por contrato. La producción comercial asociada de cultivos como: el coco, la palma aceitera o el hule, con plantaciones permanentes de cultivos

agrícolas, pastos o animales; la producción comercial de café, té o cacao bajo sombra; y sistemas taungya son algunos de los ejemplos de este tipo de sistema.

- Los sistemas agroforestales intermedios: son aquellos cuya escala se encuentra entre la producción comercial y la de subsistencia. Un ejemplo de este sistema es la integración de un cultivo perenne con uno de subsistencia, en una finca de mediano o pequeño tamaño donde el cultivo perenne es el que genera los ingresos mientras que el otro cultivo es el que llena las necesidades alimenticias de la familia.
- Sistemas de subsistencia: es un tipo de uso de la tierra que está dirigida a satisfacer las necesidades básicas de los usuarios. Estas por lo general son manejadas por el dueño u ocupante y su familia. Muchos de los sistemas practicados en países en desarrollo son de este tipo. La agricultura migratoria, la cual se practica alrededor de todo el trópico, es un ejemplo del tipo de sistema agroforestal que es dañino para los recursos, pero no todos son así, los jardines hogareños son un tipo de sistema progresivo en el cual se plantan diferentes tipos de cultivos y árboles en las pequeñas propiedades de las fincas de varios países en desarrollo (MacDicken y Vergara, 1990).

2.2.6 Sistemas agroforestales

La clasificación es necesaria para poder proveer al investigador de un marco de referencia para evaluar sistemas y planes de acción para su mejoramiento (MacDicken *et al*, 1990). A continuación se muestra una tabla de todos los posibles sistemas agroforestales existentes y su clasificación:

Cuadro 3. Prácticas agroforestales existentes (Fuente: MacDicken y Vergara, 1990).

A. SISTEMA AGRISILVICULTURAL (Cultivos, incluyendo arbustos/viñedos, cultivos arbóreos y árboles)					
PRACTICA AGRO-FORESTAL	BREVE DESCRIPCION	GRUPO DE COMPONENTES ^a	INTERACCIONES EN ESPACIO(E) Y TIEMPO(T) ^b	PAPEL PRINCIPAL DEL COMPONENTE ARBOREO ^c	ADAPTABILIDAD AGROECOLOGICA
1. Barbecho mejorado	Siembra de especies arbóreas que se permite que crezcan durante la fase de de barbecho	A: rápido crecimiento preferiblemente leguminosas H: cultivos agrícolas	T: Secuencial (en ciclos rotacionales)	Prt: mejoramiento de la fertilidad del suelo Prd: productos maderables	áreas de agricultura migratoria
2. Taungya	Combinación de especies agrícolas durante las primeras etapas del establecimiento de plantaciones	M: generalmente especies forestales H: cultivos agrícolas	E: concomitante T: Secuencial (en ciclos rotacionales)	Prd: ingreso adicional al agrícola, manejo de las especies arbóreas	Todas las regiones ecológicas

3. Cultivo en callejones	Especies arbóreas en hileras, especies agrícolas en callejones entre las hileras, arreglo zonal o en bandas	A: leguminosas de rápido crecimiento H: cultivos agrícolas	E: zonal T: concomitante a intermitente	Prt: Mejoramiento del suelo y / o la conservación de suelos Prd: productos adicionales	Húmedo-subhúmedo, áreas con alta población y suelos frágiles
4. Jardines de árboles en estratos	Diferentes especies, asociación densa de plantas sin alguna organización o arreglo	A: Diferentes árboles con varios hábitos de crecimiento H: generalmente ausente	E: mezclado denso T: coincidente	Prd: varios tipo de productos Prt: conservación de suelos y buena protección	Areas con suelos fértiles y altas poblaciones
5. Arboles multipropósito en tierras Cultivables	Arboles colocados al azar o con algun patron sistemático en terrazas, linderos u otros	A: árboles multipropósito y otros árboles frutales H: cultivos agrícolas	E: mixtos o separados T: interpolado	Prd: producción de productos de los árboles Prt: cercado, valores sociales	En todas las áreas ecológicas especialmente en agricultura de subsistencia
6. Combinación de cultivos En Plantaciones	1. Mezcla integrada de los cultivos en las plantaciones 2. Mezcla de los cultivos en forma arreglada o regular 3. Arboles con sombra 4. Intercalando con cultivos agrícolas	A: Cultivos en plantación (café, cacao, coco y frutas) H: Especies tolerantes a la sombra generalmente presentes en 4 y 1	E: mezclado denso (1,2,4) o en mezcla separada (3) T: interpolado(1) coincidente(2, 3) intermitente (4)	Prd. Producción de muchos productos Prt: Protección de la superficie del suelo, sombra y cortina rompavientos	Regiones bajas Húmedas o elevaciones subhúmedas general - mente para la agricultura de subsistencia
7. Jardines Caseros	Combinación de varios árboles y cultivos alrededor de las casas	A: árboles frutales H: cultivos tolerantes a la sombra	E: mezcla densa T: coincidente a interpolado	Prd: producción de varios productos Prt: protección de la superficie del suelo, sombra y cortina	En todas las reg. agroecológicas áreas con alta densidad poblacional
8. Arboles en conservación y Reclamación de Suelos	Arboles en terrazas u otros con o sin pasto	A: árboles multipropósito y frutales H: Especies agrícolas	E: zonal T: intermitente	Prt: conservación de suelos Prd: variedad de productos	Areas con pendiente, reclamación de suelos degradados y áreas con viento
9. Barreras rompavientos, cercas Vivas	Arboles alrededor de fincas u otros terrenos	A: combinación de especies de altura H: cultivos agrícolas de la localidad	S: zonal o limitantes T: coincidente, interpolado	Prt: barreras rompavientos Prd: generalmente leña	En áreas con mucho viento
10. Producción de leña	Intercalando especies leñosas en o alrededor de las tierras agrícolas	A: especies leñosas H: cultivos agrícolas de la localidad	E: zonal y/o limitante T: coincidente	Prd: leña Prt: cercado y demarcación	Todas las regiones agroecológicas

B. SISTEMA SILVOPASTORIL (Arboles con pasturas y/o animales)

PRACTICA AGRO-FORESTAL	BREVE DESCRIPCION	GRUPO DE COMPONENTES	INTERACCIONES EN ESPACIO Y TIEMPO	ROL PRINCIPAL DEL COMPONENTE ARBOREO	ADAPTABILIDAD AGROECOLOGICA
11. Arboles en áreas de pasturas o en grandes Extensiones	árboles dispersos irregularmente o arreglados de acuerdo a un patrón sistemático	M: multipropósito; F: presente A: presente	E: mezclados esporádicamente T: coincidente	Prd: árboles como forraje Prt: sombra y protección ambiental	Áreas de pastoreo extensivo
12. Bancos de Proteína	Producción de árboles forrajeros para corte, en la finca o en grandes extensiones	M: árboles forrajeros H: presente F: presente	E: zonal T: coincidente o interpolado	Prd: producción de forraje Prt: protección del ambiente y del suelo	Generalmente en áreas con alta densidad poblacional
13. Cultivos con pastos y animales	Producción de animales en la misma área que los cultivos y el pasto ej: ganado/ cocoteros	M: plantación de cultivos F: presente A: presente	E: mezclados esporádicamente T: intermitente	Prd: productos derivados Prt: sombra y protección a forraje y animales	Áreas menor densidad poblacional y tierras de cultivos en plantaciones

C. SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES (Arboles con cultivos con pastos y animales)

PRACTICA AGRO-FORESTAL	BREVE DESCRIPCION	GRUPO DE COMPONENTES	INTERACCIONES EN ESPACIO Y TIEMPO	ROL PRINCIPAL DEL COMPONENTE ARBOREO	APTABILIDAD AGROECOLOGICA
14. Jardines caseros que Involucren Animales	Combinación de varios tipos de árboles, cultivos y animales alrededor de la propiedad	M: predominan los árboles frutales y otras leñosas A: presente	E: denso mixto T: interpolado a coincidente	Prd: productos Prt: protección de la superficie del suelo y reciclaje orgánico	En las regiones ecológicas que poseen una alta densidad poblacional
15. Maderables Multi-Propósito		M: árboles y arborescentes forrajeros de rápido crecimiento H: similar a cultivo en callejones	E: zonal (líneas o como lindero) T: intermitente a coincidente	Prd: varios productos especiales forraje Prt: conservación de suelos	Áreas húmedas subhúmedas montañas y terrazas con alta pendiente

^a M, maderable; H, herbáceo; F, forraje para pastoreo; A, animales.

^b Arreglo temporal de los componentes en sistemas agroforestales (línea punteada es el componente maderable; línea sólida, componente de no maderable):

-----	Coincidente	-----	Concomitante
-----	Intermitente	-----	Sobrepuesta
-----	Separada	-----	Interpolada

^c Prt, protección; Prd, productivo

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

El uso de sistemas agrosilvopastoriles en comparación con las plantaciones puras pueden ofrecer tanto ventajas como desventajas para el agricultor. Los resultados dependerán de las características de los componentes; además de las condiciones biofísicas y socioeconómicas de cada sitio (Beer *et al.*, 1994)

2.3.1 Ventajas potenciales de la agroforestería

La agroforestería como una opción a los sistemas de uso de la tierra, posee un sin número de ventajas y beneficios que pueden ser adquiridos por medio de la investigación de los sitios a establecerse y del tipo adecuado de sistema a usarse.

Las siguientes ventajas son generalidades de los sistemas agroforestales que no se aplican a todos los sitios con combinaciones de cultivos, pastos y animales. Es una lista de resultados que se darían en un sistema ideal en vez de lo que se espera que suceda en cada lugar (MacDicken y Vergara, 1990). Esto se debe a que en cada sitio de estudio varían las condiciones físicas, socioeconómicas y ecológicas, por lo que es necesario realizar una investigación del sitio antes de implementar uno de los diferentes sistemas.

2.3.1.1 Ventajas biológicas de la agroforestería.

a) Uso de varios estratos

Los sistemas agroforestales funcionan en varios pisos de vegetación (Geilfus, 1994), logrando una mejor utilización del espacio vertical (CATIE, 1981), aprovechando mejor los estratos superiores (hasta donde llegan las ramas de los árboles) y los inferiores (las capas profundas de suelo) (Geilfus, 1994), en comparación con sólo hacer uso de la primera capa de suelo disponible y de tan solo una pequeña parte de la estratosfera como sucede en el monocultivo (MacDicken y Vergara, 1990).

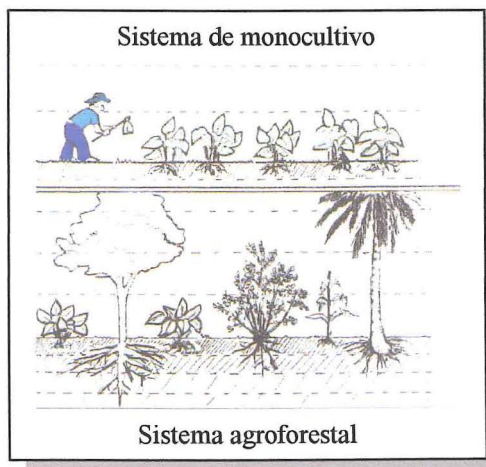


Figura 1. Uso de varios estratos en un sistema agroforestal comparado a uno de monocultivo (Fuente: Geilfus, 1994)

La combinación de árboles, arbustos y plantas, que difieren en requerimientos de luz solar, desarrollo de raíces y altura, permite hacer un uso más eficiente de la luz solar (L.U.P.E., 1994; CATIE, 1981), los nutrientes, la humedad y el agua del suelo (Geilfus, 1994). MacDicken y Vergara (1990), explican que esto sucede, ya que las copas de los árboles abarcan una mayor cantidad de área, y por eso la intercepción de la luz solar se mejora y los niveles de producción fotosintética aumentan. Al combinar varias especies de árboles hay diferentes tipos de copas, lo cual permite hacer un uso más eficiente de la luz incidente y una distribución más favorable del dióxido de carbono.

b) Mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Los árboles ayudan al ciclo de nutrientes y así favorecen el crecimiento de las plantas, mejoran las características del suelo, aportan más nutrimentos que en monocultivos (Geilfus, 1994), una mayor biomasa egresa al sistema, se mejora la estructura del suelo (más agregados estables) y se evita la formación de una capa endurecida (hardpan) (CATIE, 1981; Young, 1990). Esto se debe a que las raíces de los árboles se extienden a porciones en el perfil del suelo (horizontes B y C) que no pueden ser accesibles a cultivos anuales, ya que estos tienen sistemas de raíces mas cortos. Estos nutrimentos luego se translocan a las partes superiores de los árboles, como ser ramas, hojas, tallos y a una amplia masa de raíces que se encuentra en los horizontes superiores (A y B). La caída de las hojas completa la translocación de los nutrientes de los horizontes inferiores al suelo siendo esta materia orgánica uno de los efectos más importantes que tienen los árboles sobre las propiedades del suelo (MacDicken y Vergara, 1990).

Los sistemas agroforestales pueden controlar la erosión y así disminuir las pérdidas de materia orgánica y de nutrimentos. Además, pueden mantener la materia orgánica en niveles satisfactorios para la fertilidad del suelo. Debido a esto y al efecto de las raíces estos sistemas mantienen las propiedades físicas del suelo más favorables que la agricultura tradicional (Young, 1989).

c) Incremento de la productividad

Varios experimentos que comparan la producción de sistemas agroforestales con las de monocultivo muestran que existe una mejoría en la producción total, esto puede deberse a que cultivos menos rentables son compensados en cierto punto por otros de mayor rentabilidad (MacDicken y Vergara, 1990). Así mismo, el forraje que se produce bajo la asociación de árboles leguminosos tiene mejores contenidos de proteína y mayor digestibilidad que el producido bajo condiciones de monocultivo, obteniéndose rendimientos mayores a los alcanzados cuando se maneja con fertilización nitrogenada.

La productividad de las praderas aumenta al igual que la de sus pastos, los cuales soportan una mayor carga animal y proveen de mayores nutrimentos al animal que las consume (Ramírez, 1997).

d) Reducción de los efectos del microclima

Las temperaturas y humedades extremas se modifican bajo las copas de los arboles las cuales protegen al suelo contra la radiación solar durante el día y durante la noche sirven

para reducir las pérdidas de calor, disminuyendo la variación de la temperatura en el día (MacDicken y Vergara, 1990; L.U.P.E, 1994), y ayudando a frenar la acción dañina del viento y la lluvia (CATIE, 1981).

e) Disminución del riesgo

Existe evidencia considerable de que la combinación de cultivos provee un seguro contra el riesgo, ya que la producción final se reparte entre todas las especies y/o un cultivo compensa las pérdidas del otro, en el caso que éste sea atacado por una plaga o sufra de estrés climático (MacDicken y Vergara, 1990). Además, en los sistemas agroforestales gracias al pastoreo y a la eliminación de malezas existe menos riesgo de incendios (Beer *et al.*, 1994; Russo, 1994).

f) Soporte físico

Los árboles pueden servir como sostén para plantas con naturaleza trepadora, como ser la pimienta negra y la vainilla, esto puede ser de gran valor económico, ya que logran sustituir a postes caros que necesitan ser reemplazados continuamente (MacDicken y Vergara, 1990). En el caso de colocar árboles fijadores de nitrógeno éstos pueden reducir el uso de fertilizantes, como es el caso de cultivos de pimienta negra con *Gliricidia sepium* en la costa norte de Honduras. Además, los árboles sirven de lindero a propietarios ya que pueden ser utilizados como cercas vivas y constituyen una garantía contra la usurpación de terrenos (CATIE, 1981).

g) Efecto positivo de la sombra

Algunos cultivos tales como el café y el cacao se benefician de la sombra de los árboles (MacDicken y Vergara, 1990). En los sistemas silvopastoriles se observa un incremento en el rendimiento de los animales, ya que al haber sombra se reducen los efectos potenciales del estrés calórico, lo cual se traduce en una ganancia de peso o de producción de leche (Matamoros, 1999).

h) Disminución de la fertilización nitrogenada

En los sistemas agroforestales hay menos necesidad de importar energía y pagar por productos foráneos (CATIE, 1981) ya que la descomposición de los residuos de los árboles y de sus raíces aportan una serie de nutrientes, en especial cuando se incluyen árboles fijadores de nitrógeno (Beer *et al.*, 1994; Young, 1989).

En el caso particular de la ganadería asociada con árboles fijadores de nitrógeno, éstos contribuyen con la fertilidad del suelo, además de ser un suplemento proteico cuando sus hojas y ramas comestibles son utilizadas como forraje (Russo, 1994).

Ramírez (1997) concluye en su evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por pasto y árboles leguminosos, que la presencia de estos árboles incrementa los contenidos de nitrógeno, carbono, fósforo, calcio y magnesio en la solución del suelo; permitiendo que la gramínea asociada tenga mayor disponibilidad de los mismos para su desarrollo.

i) Aumento de la resiliencia

Los sistemas agroforestales proveen una mayor diversidad y ambiente para la fauna (L.U.PE., 1994), la cual, en algunos casos, puede ser una fuente apropiada de proteína (CATIE, 1981). Esta diversificación biológica y de los productos aumenta la resiliencia o la capacidad que tiene el sistema de autosostenerse (Matamoros, 1999).

j) Efectos alelopáticos

no todos los efectos producidos por factores antinutricionales tales como los taninos, son negativos, existen varios positivos como ser la adición de taninos en un 2 a 3% de la materia seca, lo cual es recomendado para maximizar el valor nutritivo, además de que disminuye la degradabilidad de la proteína ruminal, crea un mejor reciclaje de urea y se da un incremento microbial más eficiente (Buck *et al.*, 1998).

2.3.1.2 Ventajas económicas y sociales de la agroforestería

a) Mayores oportunidades de ingreso

La producción del sistema agroforestal está mejor distribuida durante el año, ya que existe una mayor diversidad de productos, menos períodos de escasez y menos problemas de almacenamiento (Geilfus, 1994), por lo que las oportunidades para recibir un mayor ingreso por hectárea por año son mayores que las que ofrece un sistema de monocultivo (MacDicken y Vergara, 1990).

b) Variedad de productos y/o servicios

La agroforestería provee al agricultor una gran diversidad de productos y servicios que pueden ser producidos en una misma unidad de terreno y utilizados para vender o para el consumo familiar. Estos pueden ser comida, madera, postes, forraje, fertilizantes, productos medicinales. Los servicios pueden incluir sombra, barreras rompevientos u ornamentales (MacDicken y Vergara, 1990; Geilfus, 1994; Russo, 1994). En el caso de las asociaciones de ganadería con cultivos, la principal ventaja radica en que del 60 al 70% de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado sin causar competencia con la alimentación humana (Russo, 1994). Además, los árboles constituyen un “capital en pie”, un seguro para emergencias; cuando se necesita dinero rápidamente (CATIE, 1981). Geilfus (1994) concluye que si se suman todas estas producciones y servicios, su valor es casi siempre mayor que cualquier cosecha agrícola sencilla en la misma superficie.

c) Potencial para la nutrición humana

La diversidad de cultivos en sistemas agroforestales puede proveer al ser humano de una amplia gama de plantas comestibles. Árboles y arbustos que se cultivan en los sistemas agroforestales pueden ser fuentes importantes de vitaminas y de otros nutrientes durante los periodos de escasez (MacDicken y Vergara, 1990).

d) Diversidad de cultivos y reducción del riesgo

La diversificación de las actividades productivas de la finca reduce el riesgo de catástrofes económicas, elemento esencial en los sistemas del pequeño productor (Russo, 1994). La diversidad de cultivos puede reducir el impacto económico que ocurre en un

solo cultivo debido a las fluctuaciones de precios. De igual manera, puede ayudar a reducir el riesgo de una pérdida total (MacDicken y Vergara, 1990) ya que se evita la dependencia de un solo cultivo y se reducen las vicisitudes asociadas con lluvias irregulares, dependencia de productos importados (plaguicidas, fertilizantes) y aparición de plagas (CATIE, 1981).

e) Costos reducidos de establecimiento

La inversión para establecer cultivos arbóreos y/o plantaciones forestales puede reducirse, cuando se combinan con otros cultivos ya que el manejo y las ganancias agrícolas reducen o pagan los costos del establecimiento de los árboles (MacDicken y Vergara, 1990), siendo esta la base del sistema taungya utilizado para establecer plantaciones de árboles de alto valor económico. Además, existen mejores tasas de sobrevivencia y crecimiento de los árboles debido al manejo agrícola (limpías, fertilizantes, etc.) (Beer *et al.*, 1994).

f) Mejor distribución de la mano de obra

En un sistema agroforestal no solo se requiere de una cantidad considerable de mano de obra y recursos (Lok, 1997), si no que también, ésta debe de distribuirse durante todo el año (Geilfus, 1994), por lo que existe una mayor flexibilidad para distribuirla en el transcurso de este (CATIE, 1981).

g) Disminución de los requerimientos de desmalezado

La presencia de árboles disminuye la entrada de luz al suelo y el mulch o mantillo ayuda a reducir el crecimiento de malezas (MacDicken y Vergara; CATIE, 1981) La ganadería según Russo (1994), permite la utilización y control de pastos y malezas que compiten con el desarrollo de árboles juveniles. En el caso de árboles frutales o palmas, la labor de limpieza que hace el ganado sobre el pastizal facilita la cosecha de frutos.

2.3.2 DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

2.3.2.1 Desventajas biológicas y económicas

a) Incremento de la competencia

Los árboles compiten con los cultivos anuales por nutrientes, espacio, energía solar y humedad y pueden reducir significativamente los rendimientos de los cultivos. Para que el balance de nutrientes de la asociación agroforestal sea positivo para los cultivos asociados y exista menos competencia por agua y luz, hay que saber escoger y manejar correctamente las especies, los marcos de plantación y practicar podas para abonar la capa vegetal del suelo y en la estación seca para limitar el consumo de agua de los árboles, de igual manera, hay que hacer aclareos cuando sea necesario reducir la sombra (Geilfus, 1994; L.U.P.E., 1994).

b) Potencial para la pérdida acelerada de nutrientes

Los árboles sirven como una bomba de nutrientes que deposita los nutrientes en la superficie del suelo a través del mecanismo de la caída de las hojas y la descomposición de ramas. Los nutrientes depositados en el suelo pueden perderse debido al viento y a la erosión por agua (MacDicken y Vergara, 1990).

c) Daño mecánico

Las operaciones de siembra y cosecha pueden causar daño mecánico en los diferentes cultivos que se encuentran en la mezcla agroforestal. Esto suele suceder particularmente en mezclas que incluyen árboles de alto valor económico. Este daño es mayor en las primeras etapas de desarrollo del cultivo arbóreo (MacDicken y Vergara, 1990; Beer *et al.*, 1994; L.U.P.E., 1994). Además, la explotación de los árboles puede causar daño a los cultivos (CATIE, 1981). Las prácticas como cosechas mecanizadas de cultivos, henificación o ensilado también se ven afectadas por la interferencia de los árboles, a menos que la plantación de éstos se planifique con dichos fines, ya sea usando líneas simples o franjas (Russo, 1994).

d) Daño a los árboles y cultivos causado por el ganado

En plantaciones silvopastoriles, la crianza de animales por lo general daña a los árboles. Esto puede ser un serio problema cuando las especies plantadas son palatables para el ganado. En este caso es necesario dar un manejo más cuidadoso para prevenir este tipo de daño (MacDicken y Vergara, 1990).

e) Efectos alelopáticos

La germinación de semillas y el crecimiento de plantas puede ser inhibida debido a la producción de compuestos producidos por las raíces y tejidos aéreos de otras plantas. Estos compuestos se denominan aleloquimas e incluyen un amplio rango de compuestos tales como los taninos, alcaloides, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y otros. Esto suele ocurrir en combinaciones que involucran cultivos fijadores de nitrógeno ya que se ha visto que algunas aleloquimas bloquean la fijación de nitrógeno. La acumulación de este tipo de compuestos en condiciones de campo se encuentra modificada por factores como la humedad del suelo y sus microorganismos (MacDicken y Vergara, 1990).

Estos factores antinutricionales pueden disminuir el consumo ya que reducen la palatabilidad, la digestibilidad de los carbohidratos y de la proteína, la disponibilidad de los minerales, la absorción de nitrógeno y dañan la mucosa del tracto digestivo (Buck *et al.*, 1998). En los sistemas agroforestales este potencial es alto ya que las combinaciones existentes pueden ser muchas y se conoce muy poco sobre las diferentes interacciones (MacDicken y Vergara, 1990; CATIE, 1981).

f) Potencial para el incremento en la erosión

Esto puede ocurrir cuando la copa de los árboles es muy amplia, causando que la sombra resultante reduzca la cobertura. Las gotas de lluvia interceptadas por las hojas de los árboles pueden conglomerarse y formar gotas mayores que al caer tienen mayor capacidad de causar erosión que la lluvia no interceptada (MacDicken *et al.*, 1990; Nair, 1989). Además, la velocidad de caída y el tamaño de las gotas pueden causar daños a las

flores y frutos (Russo, 1994). Así mismo puede causar un deterioro del sitio por erosión o agotamiento de nutrientes debido al manejo agrícola (Beer *et al.*, 1994).

g) Hospedaje para plagas y otros huéspedes

Los árboles pueden proveer un hospedaje alternativo para todo tipo de plagas, como ser roedores, mosquitos, insectos, pájaros y otros (CATIE, 1981).

h) Mayor necesidad de mano de obra

Los sistemas agroforestales por lo general requieren una mayor exigencia de mano de obra para su manejo y en ciertos sistemas económicos esto se considera una desventaja (Beer *et al.*, 1994; CATIE, 1981; Buck *et al.*, 1998).

2.4 SELECCIÓN DEL SITIO PARA PLANTAR

2.4.1 Usos de la tierra

Al suelo se le pueden dar varios usos, entre los principales se encuentran la agricultura, la ganadería y el uso forestal. Las tierras agrícolas toleran más labranza que las tierras forestales, debido a eso los árboles pueden crecer en áreas de vocación agrícola o ganadera, sin deteriorar el sitio, pero la agricultura no debe establecerse en terrenos de vocación ganadera o forestal ya que cada sitio tiene una capacidad de uso del suelo que depende de las condiciones que posea. Hay que conocer dicha capacidad para así poder establecer el uso mas apropiado según sus condiciones (Vásquez, 1995).

2.4.2 Criterios para la selección del sitio

2.4.2.1 Según el objetivo y sistema agroforestal. El mismo sistema agroforestal seleccionado para plantar los árboles, impone la selección del sitio. Si se selecciona un sistema agroforestal con el propósito de brindar sombra a los cultivos y pastos entonces se debe colocar en suelos destinados a cafetales, cacao o pastizales, en suelos agrícolas y ganaderos. Si se desea colocar cercas vivas y cortinas rompevientos estas se deben colocar en divisiones de fincas y en áreas ventosas (Vásquez, 1995).

2.4.2.2 Según la disponibilidad de la tierra. En otros casos, el sitio deberá seleccionarse basándose en la tierra disponible. Los frutales y árboles de alto valor comercial se colocan cerca de la casa, en buenas tierras, donde se puedan atender y vigilar. Los maderables y árboles para leña se pueden colocar en las partes de la finca más lejanas, de capacidad agrícola, forestal o ganadera pero que no requieran de tanta vigilancia (Vásquez, 1995).

2.4.2.3 Según los requerimientos de la especie. Al igual que en todo cultivo, los árboles necesitan ciertos elementos para crecer como: los nutrientes minerales presentes en el

suelo, el agua que sirve para transportar los nutrientes hasta las hojas, la luz, el dióxido de carbono y el oxígeno que producen azúcares y energía a través de la fotosíntesis y la respiración. Además, los árboles se dividen en dos grandes categorías, cada una con diferentes tipos de requerimientos según la especie y el sitio: las especies rústicas que pueden acomodarse a las condiciones difíciles de suelos y las especies exigentes las cuales crecen sólo en sitios con ciertas condiciones (Vásquez, 1995).

2.4.3 Factores del sitio que afectan el desarrollo del árbol

2.4.3.1 Elementos climáticos. El clima es un factor muy difícil de modificar, refleja la capacidad de la atmósfera de suministrar humedad, calor, movimiento de aire e iluminación solar. El microclima, en cambio, se puede modificar por medio de la presencia de árboles y la vegetación presente. Es necesario entonces, conocer los factores que pueden ser modificados para mejorar el ambiente en el cual se desarrollan los diferentes organismos. Entre los elementos climáticos más importantes a considerar se encuentran la precipitación y la temperatura (Vásquez, 1995; Wood *et al*, 1995).

a) Precipitación (Cantidad y distribución) La precipitación media anual (pma) indica la humedad disponible para los árboles, sumado a la forma y las características físicas del terreno. En la zona pacífica de América Central existen sitios muy secos que cuentan con pma de 500 mm y sitios en zonas altas o con influencia atlántica que presentan pma de 5000 mm. Las especies adaptables a estas condiciones son diferentes, por ejemplo en las partes secas el Madero Negro (*Gliricidia sepium*) se adapta mejor y en las partes más húmedas la Melina (*Gmelina arborea*) responde favorablemente. Además, la cantidad de lluvia muchas veces no es lo más importante ya que en ciertos casos algunas especies requieren diferentes períodos de sequía, por ejemplo la Teca (*Tectona grandis*) la cual requiere un período de 3 ó 4 meses de sequía (Vásquez, 1995).

b) Temperatura La temperatura esta compuesta por la temperatura media anual y la temperatura mínima, y se encuentra influida por la iluminación solar, el viento y la topografía del terreno (Vásquez, 1995).

2.4.3.2 Elementos edáficos. Los árboles requieren que los suelos tengan ciertas condiciones de fertilidad, textura, drenaje y profundidad para que se desarrollen bien. Entre los factores edáficos más importantes se encuentran (Vásquez, 1995):

a) Fertilidad Es uno de los factores del suelo que más pueden limitar el crecimiento de los árboles. Se deben considerar los datos de acidez del suelo (pH), contenido de materia orgánica y relación calcio/magnesio, la capacidad de intercambio catiónico o suma de bases extraíbles y el porcentaje de saturación de acidez.

b) Textura Es la cantidad de arena, limo y arcilla que contiene un suelo. La mayoría de las especies de árboles crecen mejor en suelos de textura franca. Algunas especies prefieren suelos arenosos mientras que pocas crecen bien sobre suelos muy arcillosos.

c) Drenaje La mayoría de las especies necesitan tener un buen drenaje aunque existen algunas que resisten inundación temporal, como el roble (*Tabebuia rosea*). Los mayores problemas de drenaje se pueden presentar en sitios de textura pesada o arcillosa, planicies y sitios de alta precipitación. Para evaluar el drenaje de un sitio se deben de tomar en cuenta el drenaje interno o tiempo que dura el agua de lluvia en infiltrarse a través del suelo y el drenaje externo o tiempo que dura el agua circulando sobre el suelo hasta a un arroyo o río.

d) Profundidad Se define como la posibilidad que tienen las raíces de penetrar, de manera fácil, en busca de agua, nutrientes y sostén. En algunos suelos de roca sedimentaria, los árboles pueden penetrar sus raíces pero no logran extraer suficientes nutrientes. La profundidad efectiva se puede ver limitada por capas de rocas, agua en el subsuelo (nivel freático), capas duras (costras calcáreas, duripán, etc.), arcillas compactadas y por horizontes tóxicos (cobre, manganeso, sodio).

e) Pedregosidad o rocosidad Es un factor que interfiere con el laboreo, crecimiento de raíces y movimiento del agua. A partir de 50 ó 60% de las piedras del volumen de suelo, las especies a plantar se deben seleccionar bien ya que su crecimiento puede verse muy reducido. En plantaciones industriales se deben de desechar sitios con volumen mayor al 75% de piedras.

f) Erosión sufrida La erosión sufrida se clasifica de la siguiente manera:

- Leve: Existen pedestales de manos de 3 cm; pérdida menor al 25% del horizonte A.
- Moderada: se observa erosión laminar o en surcos.
- Severa: cuando además de erosión laminar, hay cárcavas que se están iniciando.
- Muy severa: cuando ha desaparecido el suelo y la roca se ve expuesta con grandes cárcavas.

2.4.3.3 Topografía del terreno. La topografía es un factor importante que se debe de considerar cuando se va a seleccionar un sitio para una plantación ya que en áreas con pendientes los suelos tienden a ser menos profundos y algunas especies no crecen bien. En otros casos existen especies que debido al tamaño de sus hojas pueden causar erosión cuando se plantan en pendientes de más del 25%. Las altas pendientes también elevan los costos de establecimiento y cosecha de los árboles. Además, algunas leyes forestales tienen un límite de pendiente para plantar árboles (Vásquez, 1995).

2.5 SELECCIÓN DE LAS ESPECIES A PLANTAR

La selección de especies es un paso muy importante en el proceso de alcanzar los objetivos que se desean lograr en un sistema agroforestal (MacDicken y Vergara, 1990).

Los sistemas agroforestales son complejos y de uso tradicional. Existe una gran variedad de factores que necesitan considerarse al seleccionar una especie agroforestal, ya que los resultados de la decisión se verán muchos años después. Se tiene poca información sobre

la investigación de plantas, relaciones ambientales e interacciones de sistemas de cultivo. En la investigación agroforestal éstas relaciones o interacciones todavía son muy nuevas, se necesita de una mayor fuente de información, la que solo se logra por medio de la investigación continua (Buck, 1994).

Las interacciones que surgen entre los diferentes componentes, se pueden manipular por medio de la planificación de fechas y secuencias de siembra tanto de los componentes forestales como de los otros, espaciamientos entre árboles, duración del período de asocio (cuando existen componentes agrícolas o animales) y el manejo como por ejemplo, de podas, fertilizaciones y control de malezas (Beer et al, 1994).

La selección de especies depende de varios factores, los cuales se detallan a continuación:

2.5.1 Priorización de especies

Antes de iniciar un programa de investigación agroforestal se debe hacer una priorización de especies, la que deberá considerar las necesidades presentes y futuras del agricultor, las especies arbóreas que satisfagan sus necesidades, características biológicas y atributos en la investigación de estas especies. Esta priorización se debe realizar antes para evitar un incumplimiento de las metas (Sotelo y Weber, 1997).

2.5.2 Condiciones de Mercado

El mercado existente influye en el tipo de árbol que se desea plantar ya sea para leña, postes, madera para aserrío, especies para sistemas agroforestales o para protección y conservación (Vásquez, 1995). Las especies arbóreas seleccionadas deben de satisfacer el presente y futuro mercado disponible para los agricultores (Sotelo y Weber, 1997).

2.5.3 Objetivo de la plantación o sistema agroforestal

Hay que tener claro el propósito final de la plantación y las necesidades del productor. En plantaciones puras existen cuatro propósitos básicos: el uso industrial, el uso doméstico, el de protección al medio y como parte de otros usos de la tierra. En el caso del uso industrial, las especies deben de alcanzar grandes diámetros, ser de rápido crecimiento y la madera debe de ser aceptada en el mercado. Las especies de uso doméstico deben ser de fácil cultivo, crecimiento rápido, alta supervivencia en condiciones difíciles y resistente al pastoreo. Las especies utilizadas para proteger al medio deben ser árboles perezosos, con capacidad de regenerar fácilmente, con ramas persistentes, resistentes al fuego, tolerantes a suelos infértiles, pastoreo y climas extremos (Vásquez, 1995).

Los árboles deben contar con ciertas características según los diferentes sistemas de plantación. En el caso de los árboles utilizados para la producción animal, éstos deben tener hojas finas para sombra difusa, copa estrecha si es hoja ancha, corteza no apetecible, forrajero, fijar nitrógeno, no producir hojas o frutos tóxicos y si es para madera, ésta debe ser de buena calidad (Vásquez, 1995).

2.5.4 Especies potencialmente disponibles.

Se deben listar y escoger las especies potenciales, ya sean éstas nativas o exóticas. La ventaja de las especies nativas es que se encuentran adaptadas al medio lo que reduce riesgos por enfermedades, su madera es conocida localmente y aún en monocultivo conservan la fauna y la flora. El inconveniente es que muchas son especies pioneras de bosques que no crecen bien en sitios difíciles disponibles para la plantación, falta investigación y experiencia en su manejo y no hay fuentes de semilla (Vásquez, 1995).

Las especies exóticas generalmente se encuentran libres de las plagas y enfermedades de su hábitat, existe un mayor rango de especies para escoger, hay mas investigación y experiencia sobre su manejo, aunque muchas veces su uso no asegura el éxito, a menos que se haya probado en la zona (Vásquez, 1995). Así mismo se corre el riesgo de que la especie no se adapte a las condiciones del sitio, pero la solución es conocer la especie seleccionada y su variabilidad (MacDicken y Vergara, 1990).

El principio fundamental es escoger la mejor especie para el agricultor y para las condiciones del lugar y no el considerar la procedencia de la especie (MacDicken y Vergara, 1990).

2.5.5 Uso de otras fuentes

Es importante utilizar otro tipo de información como la literatura general, monografías, literatura específica de la región, datos locales e información sobre características de la especie (Vásquez, 1995).

2.5.5.1 Información sobre las especies a ser seleccionadas Es importante tomar en cuenta y seleccionar una serie de variables sobre cada especie cuando se va a sembrar en un sistema agroforestal. Estas se detallan a continuación (MacDicken y Vergara, 1990):

1. Especies o combinación de especies que se utilizará: Esto incluye las diferentes interacciones entre el ambiente y el genotipo, el tamaño de los árboles y su ciclo de vida, la velocidad de crecimiento y sus diferentes rendimientos.
2. Número de plantas y el arreglo que utilizará: Es necesario conocer las densidades de plantas en las distintas edades, la intimidad que existe en la mezcla, la cantidad de producción de desperdicios, los rendimientos de los productos por unidad de área y las características de enraizamiento.
3. Tipo de prácticas de manejo ha utilizar: Esto incluye la respuesta al corte, poda, el rendimiento de los productos bajo diferentes tipos de manejo, la respuesta de los frutos y semillas a la poda y el comportamiento que se da bajo los árboles.

2.5.5.2 Características de los árboles en sistemas agroforestales Es necesario considerar diferentes atributos de las especies arbóreas y su relación al desempeño de estos en los sistemas agroforestales (Sotelo y Weber, 1997). Estas se pueden ver en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Atributos de los árboles a tomar en cuenta al seleccionarlos y el desempeño que se espera que tengan en un sistema agroforestal (Adaptado de MacDicken y Vergara, 1990 y Huxley, 1983).

Atributos	Desempeño en sistemas agroforestales
Altura	Facilidad de cosecha de hojas, frutos, semillas y ramas Sombreamiento o efectos del viento.
Forma de las ramas	Madera, postes, leña Efectos de sombra
Tamaño de copa, forma y densidad	Cantidad de hojas, mulch y frutas Efectos de sombreamiento y del viento
Patron de enraizamiento (Profundo o superficial, extensivo o geotrópico)	Competencia con los otros componentes Conservación de suelos
Composición química de las hojas	Calidad de forraje y mulch Aspectos nutricionales del suelo
Calidad de la madera	Aceptabilidad de la madera para varios usos y productos
Fenología (caída de hojas, épocas de floración y fructificación y ciclos de estacionalidad)	Epoca de disponibilidad de forraje Barrera contra el viento Mano de obra para la cosecha de frutos y otros
Dicotiledónea o monocotiledónea	Producción de semillas y flujo de polen (composición individual de las especies)
Posibilidades de fijación de nitrógeno	Usos en cultivo de callejones o sistemas de rotación
Vigor	Productividad de la biomasa Establecimiento temprano
Adaptabilidad al sitio y al rango ecológico	Uso de especies exóticas o nativas Usos para la reclamación
Variabilidad ecológica o ecomorfológica	Potencial para mejoramiento genético Se pueden eliminar fenotipos indeseables
Respuesta a la poda y prácticas de manejo	Usos en cultivo en callejones
Resistencia plagas y enfermedades	Factor muy importante

2.5.6 Comparar la especie con el sitio (Estudio de analogías climático-edáficas)

Además de cumplir con los propósitos de la plantación, la especie debe adaptarse al sitio donde será plantada. Se recomienda hacer un cuadro comparativo de condiciones ambientales del sitio de origen de cada especie y las del sitio disponible para plantar. Las características importantes para comparar especies y sitios disponibles incluyen los aspectos de clima, suelo, vegetación y topografía (Vásquez, 1995).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.1 Localización de las fincas de estudio

El valle de Zamorano se encuentra ubicado dentro de la cuenca del río Yeguaré, a 30 km de la ciudad de Tegucigalpa en el departamento de Francisco Morazán, región Sur-Oriental de Honduras.

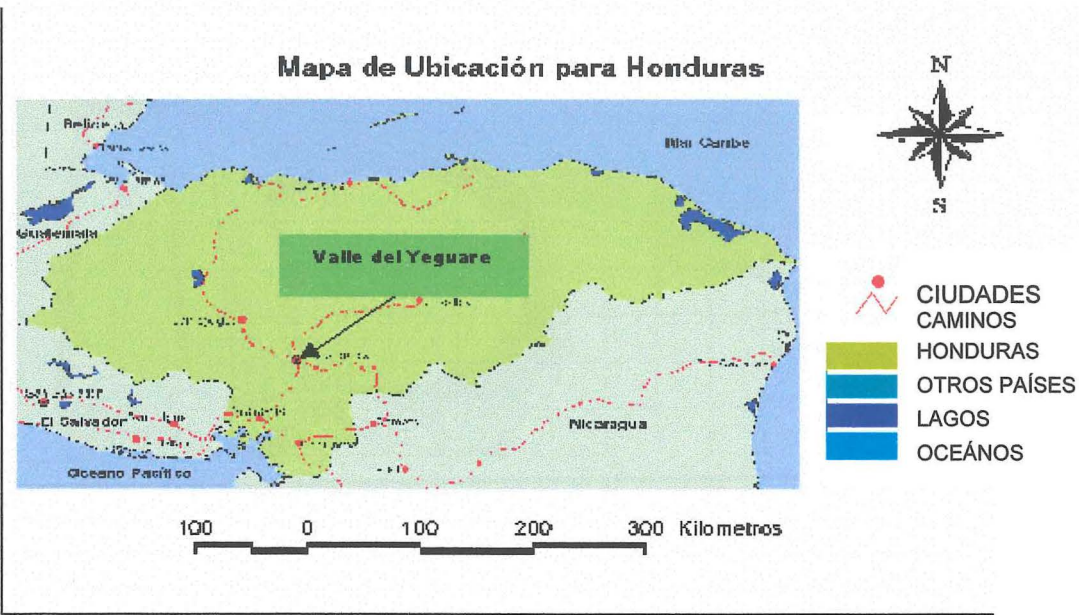


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio en la República de Honduras (Fuente: Mendieta *et al.*, 1999).

Se tomaron como sitios de estudio tres coberturas del Area de Producción de El Zamorano: Monte Redondo, Zorrales y Matasanos, a las cuales se denominará como fincas, para fines de este estudio. El área de cada uno se describe a continuación:

Cuadro 5. Areas de las tres fincas de estudio.

FINCA	Monte Redondo	Zorrales	Matasanos
ÁREAS (Hectáreas)	46.098	37.197	11.693

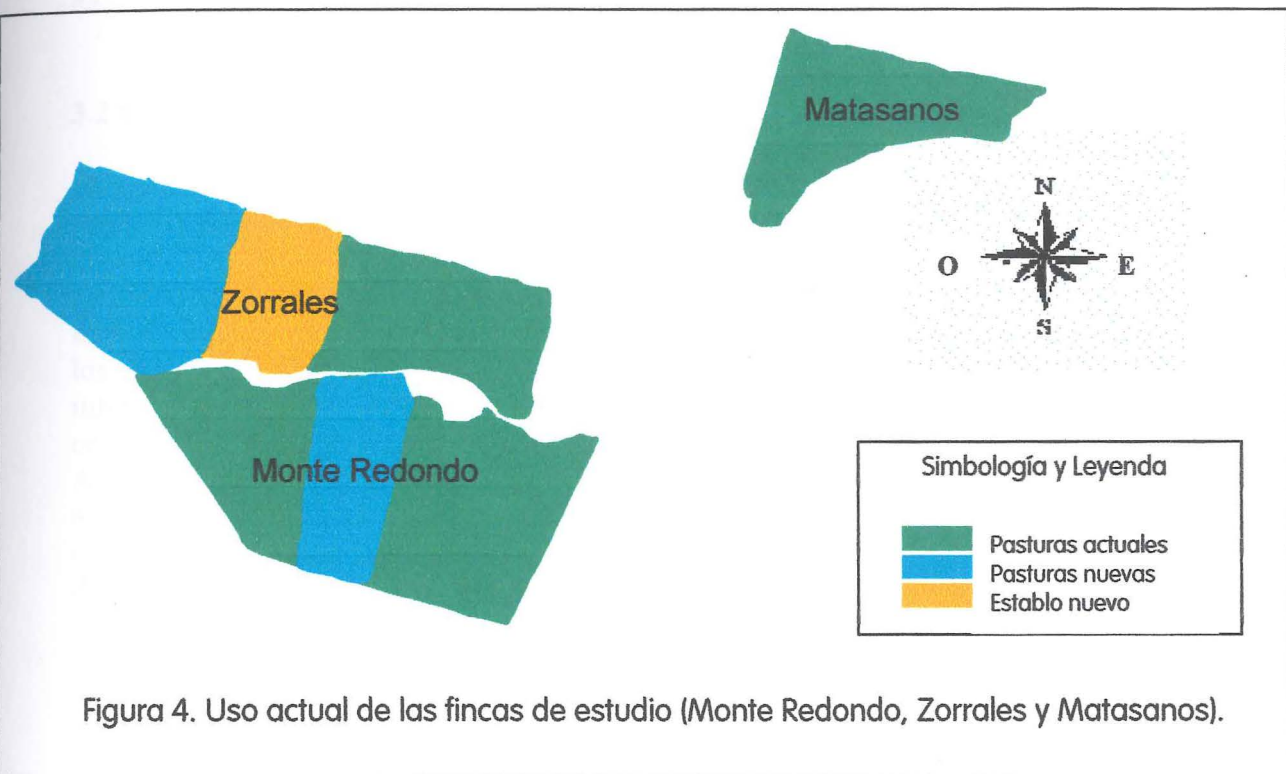
últimos 15 años. Este tipo de sistema hace un mejor uso del área de pastoreo ya que concentra a los animales en un potrero por un período de tiempo mientras que se regenera el pasto de los otros potreros.

2. Función del sistema actual

En un sistema de pastoreo rotacional el producto que se obtiene al final del ciclo de producción es un incremento en peso del ganado lechero el cual mejora su productividad láctea.

3. Problemas del sistema actual

Este tipo de sistema hace uso de solo un estrato de la superficie y no proporciona sombra al animal, lo cual, según John Fuquay de la Universidad de Mississippi (1981), puede disminuir el desempeño animal hasta en un 30% (Ver anexo 1).



3.1.2.2 Condiciones edáficas actuales Según la información de la zona, recolectada por el laboratorio de suelos de Zamorano durante los años de 1995 al 2000, se observó que los porcentajes de nitrógeno han disminuido, al igual que las cantidades (partes por millón) de calcio. El contenido de materia orgánica (porcentaje) en algunos casos a disminuido y el pH de los suelos se ha vuelto mas ácido.

3.1.2.3 Vegetación existente Las especies de pasto que se encuentra establecidas en los potreros de las tres fincas de estudio son: *Cynodon nlemfluensis*, *Panicum maximum* y *Digitaria decumens*.

Las especies de árboles que se encontraron en la zona fueron las siguientes: *Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis*, *Cedrela odorata*, *Leucaena leucocephala*, *Tabebuia donell-smithii*, *Tabebuia rosea*, *Pterocarpus indicus*, *Cordia alliodora* y *Prosopis juliflora*. La información relevante sobre estos árboles se menciona en la caracterización de las especies arbóreas potenciales. En la zona se encontraron otras especies arbóreas, pero para fines de la investigación solo se mencionan las mismas que se encuentran en la lista de especies potenciales para el estudio.

3.1.2.4 Componente animal actual Durante más de 15 años las razas utilizadas en estas tres fincas han sido Holstein, Pardo Suizo, Jersey, búfalos y encastes para la producción de leche.

3.2 ETAPAS DEL ESTUDIO

El estudio estuvo compuesto de dos etapas, la metodología del levantamiento y la metodología de evaluación.

La metodología de levantamiento tiene como objetivo la toma de datos en el campo e incluye las caracterizaciones de las áreas de las fincas, las especies forestales, los pastos y los animales. La metodología de evaluación consiste en organizar, analizar y evaluar la información que se recabó en el campo y encierra la selección de los diferentes componentes y las analogías climático-edáficas que se realizaron para cada uno de ellos. Además, incluye la selección del componente animal, la selección del sistema agroforestal, la elaboración del diseño del sistema y el plan de consideraciones generales de manejo. A continuación se hace una descripción de las diferentes etapas del estudio y de la metodología empleada para su desarrollo.

3.3 METODOLOGIA DE LEVANTAMIENTO

3.3.1 Caracterización de las áreas de estudio

El objetivo de la caracterización es describir el área de estudio a un nivel de detalle que permita planificar las alternativas de manejo apropiadas. Las fincas fueron caracterizadas siguiendo la metodología del CATIE (Vásquez, 1995), que básicamente consiste en describir el uso de la tierra y los factores del sitio que afectan al desarrollo del árbol para así poder determinar la situación en que se encuentran. Por medio de la caracterización del área se escogieron las especies forestales, el tipo de pasto y las razas de animales más adecuadas para cada sitio. A continuación se describen los pasos que se siguieron para la caracterización de las fincas:

3.3.1.1 Clima y zonas de vida Se describió la temperatura, humedad relativa y precipitación de Zamorano. Las mediciones fueron tomadas en la estación meteorológica de Zamorano. Los datos de temperatura y humedad relativa se midieron durante los meses de abril de 1999 a marzo del 2000 mientras que los datos de precipitación son un promedio anual de los años 1942 a 1999. La clasificación del ecosistema se hizo con base en el sistema bioclimático Holdridge.

3.3.1.2 Suelos Se estudiaron varios factores para determinar el estado del suelo de las fincas. Su descripción y la metodología para su obtención se detallan a continuación.

1. Características físicas

- a. Textura: Se tomaron muestras de las áreas de estudio y fueron analizadas en el laboratorio de suelos de Zamorano, donde se determinaron los diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla; clasificando así sus diferentes texturas, usando el método de Boyoucoucous (Flores, 2001).
- b. Pedregocidad, erosión, profundidad e inundabilidad: La información se obtuvo de un reconocimiento terrestre y datos del laboratorio de suelos, los cuales fueron complementados con el mapa de suelos elaborado por la Secretaría Nacional de Planificación de Honduras en el año de 1989, el cual enseña dichas características de los suelos del Valle de Yeguaré.

2. Características químicas

- a. Materia orgánica, pH y elementos: Se tomaron muestras en el área y fueron analizadas en el laboratorio de suelos, donde se obtuvieron los resultados de pH, materia orgánica y los elementos. Se utilizó la metodología de Walkey and Black para la materia orgánica, el método de Kjeldahl para determinar el porcentaje de nitrógeno total, el método colorimétrico para el fósforo y la espectrofotometría de absorción atómica para el potasio, calcio y magnesio (Flores, 2001).

3.3.1.3 Topografía. Por medio de la sobreposición de los mapas de las fincas y del mapa de suelos de la Secretaría Nacional de Planificación de Honduras se pudo obtener la pendiente del área de las fincas.

3.3.2 Caracterización de las especies del componente arbóreo.

Se seleccionaron trece especies potenciales de árboles maderables y forrajeros con capacidad de adaptarse al trópico seco. Mediante una revisión de literatura y un levantamiento terrestre hecho en el Valle de Comayagua (bs-st) y en Zamorano (bst), se realizó una caracterización de las especies, lo cual fue necesario para conocer que especies se adaptan a las condiciones de Zamorano. La clasificación de las especies se dividió en dos partes: especies maderables y especies forrajeras. La información fue clasificada de la siguiente forma:

1. Especie descrita

- a. Identidad de la especie: Se describió la taxonomía y los nombres comunes de la especie, para poder conocer por medio de ellos las características propias de la

especie, tanto en la bibliografía como en el sitio o país a donde se plante. Así mismo se hizo una descripción botánica para conocer las dimensiones que alcanza la especie y sus características físicas.

- b. Ecología y distribución: Se describió el hábitat natural, la distribución geográfica, los límites físicos y la biología reproductiva de la especie, para conocer en que zona de vida se desarrolla, los lugares de donde se origina y el tipo de condiciones (altitud, precipitación, temperatura y suelos) que la especie necesita para un crecimiento óptimo.
- c. Manejo: Se describió el tipo de manejo que debe de recibir cada especie, como ser tiempo de siembra, distanciamientos, podas, raleos, cantidades de luz, sombra y tiempo de rotación.
- d. Usos: Se listaron los diferentes productos y servicios que aporta cada árbol.
- e. Plagas y enfermedades: Se describieron las plagas y enfermedades más importantes que afectan a las especies en sus distintas etapas de vida.

3.3.2.1 Factor de frondosidad Es necesario tomar en cuenta un factor de frondosidad u opacidad de la copa, de las especies potenciales para poder cubrir los requerimientos de luz solar que necesitan los pastos y determinar el número de árboles por hectárea según las necesidades del sitio y los propósitos del sistema.

El factor de frondosidad es una herramienta utilizada en el diseño de sistemas agroforestales y es un numero o fracción entre 0 a 1. Se calculó midiendo en el campo con una cinta métrica, el diámetro de las copas de los árboles, luego se dividió cada copa a la mitad y se colocó una mitad sobre la otra, estimando la cantidad que una cubría a la otra (Somarriba, 2001).

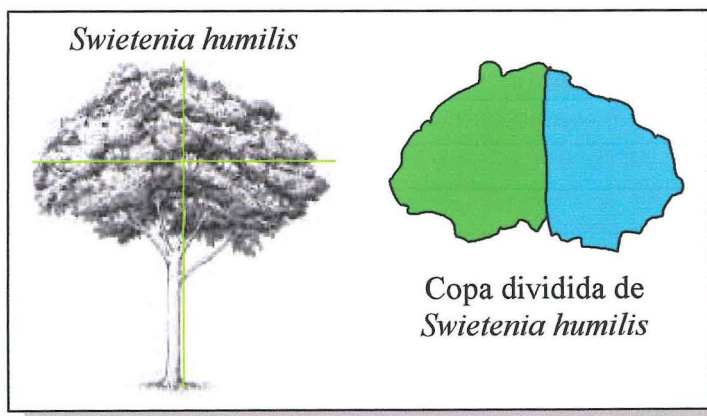


Figura 5. Cálculo del índice de frondosidad para *Swietenia humilis*.

En el caso de *S. humilis*, el factor de frondosidad sería de 0.75 ya que una parte de la copa cubre casi un 75 % de la superficie de la otra parte de la copa.

Se realizó la medición de este factor para las especies de árboles maduros ubicados en Zamorano, mientras que las especies arbóreas no presentes en el área de Zamorano fueron consultados.

3.3.3 Caracterización de las especies del componente pastura

Se seleccionaron tres especies de pastos potenciales con el objeto de escoger entre estos el que mejor se adapte a las condiciones del sitio, a las distintas especies arbóreas, a los porcentajes de sombra y al manejo de las razas de ganado. Se utilizó la misma metodología que se usó para la selección de las especies arbóreas. La información fue clasificada de la siguiente forma:

I. Especie descrita

- a. Identidad de la especie: Se describió la taxonomía, los nombres comunes de la especie e información botánica.
- b. Ecología y distribución: Se describió el hábitat natural, la distribución geográfica y los límites físicos de cada especie. Además, se indicaron los datos de establecimiento para conocer su forma de propagación y cantidades de material vegetativo o semilla que se necesitan para cada especie.
- c. Producción y calidad: Se indicaron los datos de rendimientos y la digestibilidad que posee cada pasto.
- d. Manejo: Se describió el tipo de pastoreo que se debe utilizar y los distintos usos que se le puede dar a cada especie.

3.3.4 Caracterización de las razas del componente animal

Debido a que existen varias razas adaptadas a las condiciones del trópico seco y con altos rendimientos, fue necesario hacer una caracterización detallada de éstas para conocer cuales son las más aptas para el sistema a implementar y para las condiciones de Zamorano. La información fue clasificada de la siguiente forma:

I. Raza descrita

- a. Origen: Se describió el lugar de origen de cada raza para así conocer las condiciones a las que mejor se adapta.
- b. Distribución: Se indicaron las condiciones geográficas y climáticas a donde la raza se puede adaptar.
- c. Características de la raza: Se nombraron las características de cada raza como ser: porte, color, conformación, tipo de alimentación y temperamento.

- d. Factores económicos: Se señalaron los promedios de producción, grasa y proteína de cada raza.

3.4 METODOLOGIA DE EVALUACION

3.4.1 Selección de las especies del componente arbóreo.

Según el CATIE (Vásquez, 1995), es necesario realizar una comparación de las especies potenciales con el sitio. Además de cumplir con los propósitos de la plantación, la especie debe adaptarse al sitio donde será plantada, para lo cual se hizo un cuadro de analogías climáticas-edáficas, el cual se describe a continuación:

3.4.1.1 Analogías climáticas-edáficas

Se realizó una comparación entre las características de las diferentes áreas de estudio y las de las especies arbóreas con el propósito de seleccionar las que mejor se adaptaran a las condiciones de los tres distintos sitios.

Se elaboró una matriz en la cual se colocaron las características de altitud, precipitación, temperatura, textura, inundabilidad, pH, nutrimentos y datos relevantes de cada uno de los sitios y de cada una de las especies arbóreas. Luego se analizaron los datos y se resaltaron en una tonalidad de gris claro, los cuadros donde las características de las especies arbóreas no concordaban con las del sitio. Las especies señaladas no se incluyeron en el plan de manejo de la finca ya que no contaban con las características adecuadas, según el sitio. Además, se señalaron en una tonalidad de gris oscuro, las características del sitio que si pueden ser modificadas para que las especies arbóreas se acoplen a las condiciones del sitio.

Finalmente, se listaron las especies arbóreas que según los resultados del análisis climático-edafo realizado para cada finca, se adaptan mejor a las condiciones de cada una de ellas. También se dieron las recomendaciones para que las especies que no se adaptan al sitio por factores del sitio que pueden ser modificados, se realicen y éstas puedan incluirse en el diseño y plan de manejo.

3.4.2 Selección de especies del componente pastura.

En el componente pastura también fue necesario realizar una comparación de las especies potenciales con el sitio para ver las características de cada una de ellas y así poder comparar cual es la mejor especie para cada sitio y para los otros componentes. Con este propósito se hizo una analogía climática-edáfica en la cual se elaboró un cuadro comparativo de condiciones ambientales del sitio de origen de cada especie y las del sitio disponible para plantar y se colocaron las características de altitud, precipitación, temperatura, textura y nutrientes.

También se elaboró una matriz que enseña la tolerancia de las pasturas a la inundación y a la sombra y se resaltaron en tonalidad gris claro las características de las especies que no se adaptan a las condiciones del sistema a implementar.

Luego se elaboró un cuadro comparativo de productividad y digestibilidad para conocer cual especie era la que presentaba mejores rendimientos, la cual se resaltó en una tonalidad de gris oscuro.

Finalmente se eligió la especie que mejor se adaptó no solo a las condiciones del sitio si no también a las del sistema agroforestal escogido, a los componentes arbóreo, animal, a los factores de rendimiento y digestibilidad.

3.4.3 Selección de razas del componente animal

En el caso de las razas de ganado, estas fueron seleccionadas de acuerdo a un criterio de enseñanza y de adaptabilidad a las condiciones del sitio a través de los años.

3.4.4 Selección del sistema agroforestal

Mediante un diagnóstico agroforestal, una revisión de literatura y un reconocimiento terrestre realizado en la Ceiba, Atlántida (bht) se seleccionó el sistema agroforestal más conveniente según las condiciones del sitio.

3.4.4.1 Diagnóstico agroforestal

Según el ICRAF (MacDicken y Vergara, 1990) y el CATIE (Buck, 1994; Wood *et al*, 1995; Somarriba, 1998) fue necesario realizar un diagnóstico de problemas de uso de la tierra y un diseño de tecnologías agroforestales, con el propósito de conocer las circunstancias actuales y así diagnosticar el plan a seguir. Se hizo una evaluación de la situación del sistema de uso de la tierra actual en las fincas de estudio, con el objetivo de identificar las limitaciones y oportunidades que ofrece y que impiden o favorecen trabajar al máximo potencial dentro del sistema actual. Los procedimientos básicos que se utilizaron son los mismos usados en proyectos de planeación e implementación según la metodología de Diagnóstico y Diseño del ICRAF y fueron adaptados para fines del estudio (MacDicken y Vergara, 1990; Wood *et al*, 1995; Buck, 1994).

Las etapas del diagnóstico agroforestal se detallan a continuación. Para fines del estudio se llevaron a cabo solo las etapas de prediagnóstico, inventario de árboles agroforestales y análisis de los mismos, ya que las etapas de entrevistas de grupo y encuestas de parcela, son más utilizadas en actividades que involucran el factor humano (Buck, 1994).

Etapas del diagnóstico agroforestal:

1. Prediagnóstico: Se definió el uso de la tierra en las áreas de trabajo, la función que desempeña dicho sistema y los problemas que presenta.
2. Inventario de árboles agroforestales: Se identificaron y se documentó la información relevante sobre las especies de árboles que se encontraban en las fincas de estudio y en sus alrededores.
3. Análisis: El análisis se realizó para demostrar la relación que existe entre los factores causantes del problema y los efectos que ocasiona. La información resultante sirvió de base para la evaluación sistemática del potencial para

actividades o tecnologías agroforestales en las fincas de estudio. Por medio de este análisis y con la información sobre los distintos sistemas agroforestales en el ámbito mundial y local se escogió el sistema más adecuado, el cual fue el sistema silvopastoril con árboles dispersos en las pasturas.

3.5 DISEÑO DEL SISTEMA SILVOPASTORIL

Se diseñó el sistema utilizando la información obtenida por la caracterización de los componentes arbóreo, pastura, animal y sistema agroforestal y se elaboró un diseño que señala la distribución espacial de los árboles por hectárea y que podrá ser utilizado para los tres sitios de estudio o ser adaptado para otros sitios con condiciones similares.

A continuación se describe el procedimiento para la elaboración del diseño y el cálculo de las densidades de los árboles:

3.5.1 Descripción del arreglo espacial de los árboles

Los árboles fueron ordenados de acuerdo a un patrón sistemático el cual se detalla así:

Para obtener un potrero con un dosel arbóreo diverso y suficientemente ralo, que permita una buena producción de pasto, es recomendable formar grupos de árboles, ya que así se concentra el control del pasto en un sitio, se protegen mejor los árboles del viento (Somarriba, 2001) y su cercanía los ayuda a formar troncos rectos (Matamoras, 1999).

Dentro de cada grupo se hicieron combinaciones de árboles maderables de la misma especie con forrajeros. Esta combinación se hizo para favorecer no sólo la formación de fustes limpios en las especies maderables, si no además para proporcionarle a éstas los beneficios que proveen las leguminosas forrajeras. Los grupos se formaron combinando tres árboles maderables de la misma especie con dos árboles forrajeros de la misma especie.

Las combinaciones fueron hechas procurando no colocar cerca grupos de Meliaceas, debido a las plagas que las atacan al encontrarse en forma gregaria.

3.5.2 Densidad

3.5.2.1 Dentro del sistema

1. Densidad inicial Los árboles fueron ordenados en grupos de cinco en cada bloque y conforme al manejo que se le dará a la masa, se espera que quede un solo árbol maderable por bloque. El resultado de la siguiente fórmula, calcula la densidad final, por lo que el resultado de ésta, deberá ser multiplicado por cinco para obtener la densidad inicial de la plantación. Para fines de la organización del escrito este resultado se mostrará después del cálculo de la densidad final.
2. Densidad final: La densidad se calculó tomando en cuenta que el requerimiento de luz para el pasto es de un 70%, lo cual permite mantener un máximo del 30% de

la cobertura arbórea en el área. En una hectárea con pasturas establecidas y sin árboles, la entrada de luz cubre los 10000 m². Si las pasturas toleran un 30% de sombra, sólo se podrán utilizar 3000 m² de cada hectárea. Por lo tanto, utilizando la fórmula propuesta por el CATIE (Somarriba, 2001), se podrá calcular el número de árboles por hectárea al turno económico o arreglo final de la plantación. La densidad se calculó de la siguiente manera:

$$N * (\text{Area de copa}) * \text{Factor de frondosidad promedio de las especies arbóreas seleccionadas} = 3000 \text{ m}^2;$$

$$\text{Area de copa (A)} = 0.7854 * \text{diametro promedio de copa (C)} \text{ al cuadrado.}$$

$$N * (0.7854 * C^2) * \text{factor de frondosidad} = 3000 \text{ m}^2$$

$$N = 3000 \text{ m}^2 / A * \text{Frondosidad}$$

3.5.2.2 En los linderos Se realizó el arreglo para el establecimiento de árboles maderables de una sola especie, en cada borde de cada potrero y así obtener cuatro tipos de árboles en el perímetro del potrero.

3.6 CONSIDERACIONES GENERALES DE MANEJO

Se detallaron en forma general los pasos a seguir de cada uno de los distintos componentes.

3.6.1 Componente forestal Se detalló el objetivo del sistema de producción, el manejo del componente arbóreo dentro del sistema y en los linderos de la plantación.

3.6.2 Componente pastura Se establecieron las épocas de fertilización y períodos de rotación.

3.6.3 Componente animal Se propuso la carga animal a utilizar por hectárea.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS FINCAS DE ESTUDIO

A continuación se describen los resultados de la caracterización de las áreas de estudio (Monte Redondo, Zorrales y Matasanos):

4.1.1 Clima y zona de vida

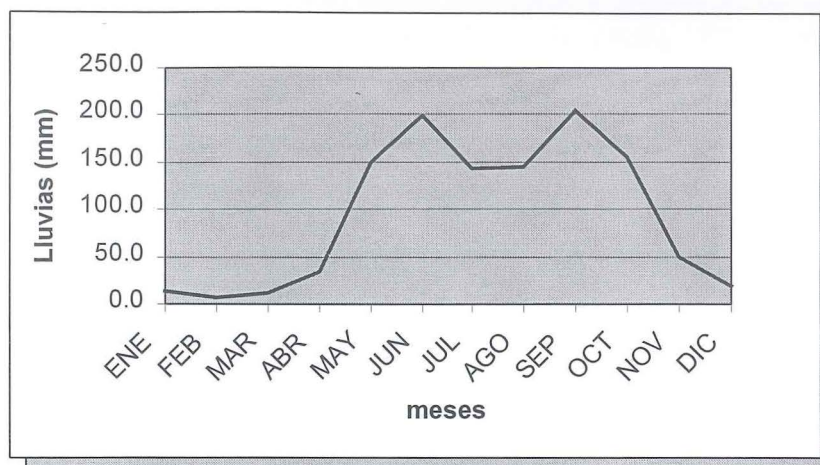
El clima está determinado por una serie de elementos. Entre los más importantes están: la temperatura, humedad y precipitación.

4.1.1.1 Temperatura y humedad relativa La temperatura es uno de los elementos climáticos de mayor importancia ya que determina cuales cultivos pueden crecer. Según los datos tomados en la estación meteorológica de Zamorano durante los meses de abril de 1999 y marzo del 2000, la temperatura media anual es de 24 °C (Ver anexo 2).

La humedad es una característica que se necesita medir ya que determina el crecimiento de algunas especies y de ciertas enfermedades que se pueden dar. Los datos fueron tomados de la estación meteorológica de Zamorano en los meses de abril de 1999 a marzo del 2000, los cuales enseñan que el sitio cuenta con una humedad promedio de 84%. (Ver anexo 2).

4.1.1.2 Precipitación La precipitación es la fuente fundamental de toda el agua del suelo e influye sobre otros factores como ser la salinidad y la erosión. Se utilizaron los datos de la precipitación histórica de Zamorano obtenidos en la estación meteorológica entre los años de 1942 al 1999, los cuales registran una precipitación promedio anual de 1118 mm (Ver anexo 3).

En la figura 5 se puede apreciar que existe una estación de lluvias dividida en dos períodos por una canícula y una estación seca o verano.



Fuente: La autora, basada en los registros pluviométricos (51 años) de Zamorano recolectados por la estación meteorológica de Zamorano.

Figura 6. Promedios mensuales de precipitación en Zamorano (1942- 1999).

4.1.2 Suelos

4.1.2.1 Características físicas Entre los rasgos físicos más importantes que se consideraron están: la textura, pedregosidad, erosión sufrida, profundidad e inundabilidad.

La textura de los suelos de las diferentes fincas es franca en Monte Redondo y Zorrales y franco arcillosa en Matasanos. La pedregosidad es de menos del 50%, lo cual no interfiere con el laboreo, crecimiento de raíces y movimiento del agua. El suelo se encuentra ligeramente erosionado. La profundidad de los suelos se encuentra entre 30 a 50 cm. La inundabilidad varía según las fincas, en Zorrales no hay partes inundables mientras que en Monte Redondo y Matasanos existen muchas áreas inundables.

Cuadro 6. Propiedades físicas de los suelos de las tres fincas de estudio.

MUESTRA	TEXTURA	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA
Monte Redondo	Franco	32	36	30
Zorrales	Franco	32	42	26
Matasanos	Franco arcilloso	34	38	28

4.1.2.2 Características químicas A continuación se describen las características químicas de las fincas de estudio:

- Monte Redondo: El pH es fuertemente ácido, el porcentaje de materia orgánica es medio. Tiene un porcentaje de nitrógeno total medio. Las cantidades

disponibles en partes por millón (ppm) de calcio y fósforo están en un rango medio mientras que el potasio se encuentra alto aunque tiene deficiencia de magnesio.

- **Matasanos:** El pH es medianamente ácido, los porcentajes de materia orgánica y nitrógeno total son altos. Entre los nutrientes encontrados tanto el fósforo como el potasio, calcio, hierro, manganeso y magnesio se encuentran en un rango alto, mientras que el cobre esta en un nivel medio a alto y el zinc se encuentra en un rango normal.
- **Zorrales:** El pH es altamente ácido, con un contenido de materia orgánica medio. El porcentaje de nitrógeno total se encuentra en un rango medio. El contenido en ppm de potasio, calcio, hierro, manganeso y cobre es alto mientras que las cantidades de magnesio, fósforo, azufre y boro son bajas.

Cuadro 7. Resultados de los análisis de suelos para las tres fincas de estudio.

MUESTRA	pH (H ₂ O)	% M.O.	% N Total	ppm (Disponible)									
				P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Monte Redondo	FA 4.95	M 2.56	M 0.14	M 21	A 203	M 1125	B 135						
Matasanos	MA 5.99	M 2.18	A 5.65	A 166	A 816	A 2452	A 352		N/A 5.5	A 161	A 32	N 4.4	
Zorrales	FA 5.45	M 3.35	M 0.17	B 11	A 378	A 1357	B 172	B 11	N/A 2.3	A 161	A 21	N 1.1	B/N 0.41

4.1.3 Topografía

Por medio de la sobreposición de los mapas de las fincas y del mapa de suelos de la Secretaría Nacional de Planificación se pudo ver que la pendiente de toda el área que abarcan las fincas es de 0 a 2%.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES DEL COMPONENTE ARBÓREO

A continuación se describen las especies maderables y forrajeras del componente arbóreo.

4.2.1 Especies maderables potenciales

4.2.1.1 *Astronium graveolens*

a. Identidad de la especie (CATIE, 1998a)

- Taxonomía
 - Nombre: *Astronium graveolens*
 - Familia: Anacardiaceae
 - Sinónimos: *Astronium fraxinifolium* Schoth.
- Nombres comunes
 - Ron ron, jocote, jacobillo, zorro, palo hobero, ciruelo, melón y jarillo.
- Descripción botánica
 - Arbol caducifolio, que alcanza alturas entre 20 y 30 m y diámetros de hasta 1 m. Fuste recto, a veces irregular, generalmente ramificado a baja altura. La copa es umbelada o redondeada, generalmente abierta y con ramas ascendentes e irregulares.

b. Ecología y distribución (CATIE, 1998a)

- Hábitat natural
 - Crece en laderas de montaña en las zonas de vida de bosque seco Tropical, bosque seco con transición a húmedo Tropical y bosque húmedo Tropical.
- Distribución geográfica
 - Se encuentra en forma natural desde México a través de América Central hasta Brasil, Bolivia y Paraguay.

- Límites físicos
 - Altitud: 150 a 1000 msnm.

Temperatura media anual: 24 a 27.5 °C.

Precipitación media anual: 1000 a 3700 mm.

Suelos: Crece bien en suelos de textura franca a franco arenosa con cantidades de arcilla inferiores a 40%, ligeramente neutros, con buen drenaje interno y externo, profundos y no tolera suelos inundables ni arcillosos.

c. Usos

- Productos
 - Madera: Presenta textura fina, alta durabilidad natural, es moderadamente fácil

de preservar y trabajar, excesivamente pesada, durable y resistente a la pudrición, principalmente el duramen. Se usa en la fabricación de muebles, pisos, objetos torneados, mangos para herramientas, artículos deportivos, gabinetes y pulpa para papel (CATIE, 1998a).

d. Plagas y enfermedades

La madera seca es atacada por *Brasiliannus mexicanus* (Cerambycidae).

4.2.1.2 Cedrela odorata

a. Identidad de la especie (Geilfus, 1994)

- Taxonomía

Nombre: *Cedrela odorata*

Familia: Meliaceae

Sinónimos: *Cedrela dugesii* Watson *Cedrela mexicana* M. Roem.
 Cedrela glaziovii C. DC. *Cedrela sintenisii* C. DC.
 Cedrela guianensis A Juss.

- Nombres comunes

Cedro, cedro (amargo, blanco, colorado, del país, dulce, español, hembra del país, macho, mexicano, oloroso, real), Central American cedar, cigar box cedar, Honduras, Jamaican, Mexican or Spanish cedar y stinking mahogany.

- Descripción botánica

Es una especie monóica, decidua, con un tamaño medio a grande, porte recto y cilíndrico. Copa amplia, follaje ralo, sin ramas hasta los 25 m. Llega a alcanzar 40 m de altura y 120 cm en diámetro (max. 300cm). Presenta raíces extendidas y superficiales (CATIE, 1997a).

b. Ecología y distribución (Geilfus, 1994)

- Hábitat natural

Se encuentra en el bosque húmedo montano bajo y en los bosques húmedos de baja elevación en los trópicos de América.

- Distribución geográfica

Nativa: Argentina, Brasil, Cuba, República Dominicana, Ecuador, Guyana Francesa, Haití, Honduras, Jamaica, México, Perú, Trinidad y Tobago.

Exótica: Costa Rica, Fiji, Indonesia, Kenya, Madagascar, Malasia, Nigeria, Filipinas, Samoa, Singapur, Sur Africa, Tanzania, Tailandia, Uganda, EE.UU.

- Límites físicos (CATIE, 1997a)

Altitud: 0 a 800 msnm.

Temperatura media anual: 20 a 32 °C.

Precipitación media anual: 1200 a 2000 mm con estación seca de 3 a 4 meses.

Suelos: No es demandante de nutrientes, tolera suelos altos en calcio, poco ácidos, pero puede crecer en suelos pesados. Necesita de mucha luz y no tolera la inundación. El sistema radicular necesita de mucha aireación por lo que crece mejor en suelos fértiles y con buen drenaje.

c. Manejo

Es una especie de rápido crecimiento que necesita de mucha luz, se recomienda desmalezar en las primeras etapas de crecimiento ya que solo tolera sombra temporalmente. El sistema radicular es superficial por lo que existe el riesgo de que haya daño por viento. Debido a su rápido crecimiento y producción de madera para varios usos se recomienda sembrarla en plantaciones. No necesita podarse. En plantaciones mixtas crecen de 10-20 árboles/ha de alta calidad. Plantaciones en Java mostraron un incremento medio anual durante los primeros 9 años de 17 m³/ha a 28 m³/ha y 650 m de altitud a 800 m de altitud. Una plantación de 40 años en Nigeria tuvo un rendimiento de 445 m³/ha. (ICRAF, 1999).

d. Usos

- Productos

Madera: Es de poco peso y suave, de fácil manejo y produce un buen acabado. Se pueden elaborar muebles, instrumentos musicales, puertas, construcciones livianas, construcción de botes, muebles, canoas, cajas de fósforos e implementos caseros. Debido a su fuerte olor es un repelente de insectos por los que se utiliza para hacer armarios para ropa (ICRAF, 1999). En Honduras se considera una especie tradicional comercial muy valiosa (Ver anexo 4).

- Servicios

Sombra: Es usada en plantaciones de cocoa y café debido a su amplia copa. También es utilizada como protección contra el viento (ICRAF, 1999).

e. Plagas y enfermedades

Es muy propensa a la infestación del insecto barrenador de tallos *Hypsipyla grandella* y por lo tanto no puede desarrollarse artificialmente en rodales puros, pero junto a otras especies forestales secundarias, prospera en los pastizales y alcanza un alto valor comercial (CATIE, 1981). El mayor daño es causado por la larva, la cual destruye los brotes terminales introduciéndose en la punta y haciendo un canal en la parte juvenil del tallo. Después del ataque, el árbol continua creciendo y desarrollando ramas laterales, resultando en varias deformaciones como ser la bifurcación de su tronco. Algunos árboles mas vigorosos tienden a producir suficiente savia como para atrapar a la larva invasora. Los árboles pueden necesitar poda para evitar que se formen múltiples troncos principales. En América del Sur *C. odorata* es injertada en *Toona ciliata* haciéndola resistente (CATIE, 1991).

4.2.1.3 *Cordia alliodora*

a. Identidad de la especie (CATIE, 1997b)

- Taxonomía
 - Nombre: *Cordia alliodora*
 - Familia: Boraginaceae
 - Sinónimos: *Cordia alliodora* var. *boliviana* Chodat and Vischer. , *Cordia alliodora* var. *glabra* DC. , *Cerdana alliodora* R. & P.
- Nombres comunes

Capá o laurel, laurel blanco, laurel de monte, laurel de puna, laurel macho, laurel negro, laurel prieto, louro, nogal, nogal cafetero; brown silver balli, corallilo, laurel, salmwood, smoke wood, Spanish elm y spruce (ICRAF, 1999).
- Descripción botánica

En el caso de las zonas secas, rara vez alcanza más de 20 m de altura con un dap de 30 cm (CONSEFORH, 1999a). El tronco es recto, cilíndrico y libre de ramas hasta un 50-60 % de la altura total del árbol. La copa es angosta, rala y abierta. Durante diciembre por lo general, bota todas sus hojas, dando la apariencia de estar muerto, pero produce hojas nuevas al principio del invierno. Tiene una raíz principal bien definida, que se desarrolla rápidamente desde que está en el vivero, por lo que necesita mucho espacio para crecer (CONSEFORH, 1999a), su sistema radicular es superficial y reacciona en forma negativa a la compactación del suelo causada por el pastoreo (CATIE, 1981).

En algunas combinaciones agroforestales, se ha determinado que aporta 67 kg/ha/año de nitrógeno, mediante la caída natural de hojas y ramas, aunque sustrae 123 kg/ha/año por almacenamiento en tallos y ramas. El asocio en sistemas silvopastoriles todavía es cuestionado ya que compite con las raíces de los pastos aunque ayuda a la compactación de los suelos (CATIE, 1997b).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural

Es una planta pionera que se encuentra en un amplio rango de hábitats. Es muy común en zonas secas (ICRAF, 1999). Es una de las especies más amenazadas de Honduras, por su madera de alto valor. A pesar de esto se le puede encontrar en potreros de ganado, intercalado con cafetales y cacao en varios lugares de Honduras (CONSEFORH, 1999a).
- Distribución geográfica

Nativa: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Granada, Guadalupe, Guatemala, Honduras, Martinica, México, Holanda, Antillas, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Santa Lucía, Trinidad y Tobago, Venezuela, Islas Vírgenes.

Exótica: Congo, Cote d'Ivoire, Fiji, Ghana, Indonesia, Liberia, Nepal, Nigeria, Sierra Leone, Islas Solomon, Sri Lanka, Uganda, Estados Unidos.

- Límites físicos (CATIE, 1997b)
Altitud: 0 a 2000 msnm. Crece mejor entre los 0 a 600 msnm.

Temperatura media anual: 18-32 grados C.

Precipitación media anual: Tolera hasta 750 mm (bajo estas condiciones el crecimiento y la calidad del tallo son más bajas). Crece más rápido en sitios donde la lluvia es mayor de 2000 mm y la época seca es corta.

Suelos: Crece muy bien en suelos con buen drenaje, alta fertilidad, profundos, con poca piedra, francos a franco arcillosos y poco ácidos (pH por debajo de 4.5 es una limitante por las concentraciones de óxido y hierro o aluminio). Prefiere suelos que no se inundan estacionalmente.

c. Manejo

Plantaciones en línea se siembran a 2.5 x 10 m. Los pocos requerimientos que esta especie necesita en el vivero y la facilidad con que se puede propagar son factores que facilitan el manejo de la plantación. Al sembrarse en espacios completamente vacíos, el árbol crece recto, con un solo tallo y con una copa angosta. Se autopoda a aproximadamente dos tercios de su altura total (ICRAF, 1999).

Según el CATIE (1981) algunas mediciones han demostrado que en pastizales en tierras bajas, puede producir un incremento medio de 13.7 m³ por año (a la edad de 30 años) con una densidad de 150-190 árboles por hectárea. En Turrialba, con rodales menos densos (67-114 árboles/ha) el incremento periódico con 15 a 20 años de edad es de 1.8 y 2.5 m³ por año (CATIE, 1981).

d. Usos (CONSEFORH, 1999)

- Productos

Madera: En zonas secas se usa como madera rolliza y para fabricar sillas mecedoras y muebles en general. Se seca con rapidez y raramente se tuerce o se raja. Es fácil de trabajar, muy estable, fuerte, con alta durabilidad, además, cuando está seca es resistente al ataque de hongos, comején o polillas. En Honduras los carpinteros la prefieren después de la Caoba y Cedro real.

Leña: Es buena ya que es muy densa, especialmente en la zona sur de Honduras, en donde sus ramas son muy codiciadas por campesinos para la obtención de estos productos.

- Servicios

Mejoramiento del suelo: Ayuda en el ciclo de los nutrientes en plantaciones de café y a la compactación de los suelos.

Sombra: Se encuentra en potreros, ya que su copa rala, escasa y alta permite el crecimiento del pasto y a la vez aprovechar la madera en el futuro. En Honduras se encuentran algunas fincas de cacao con Laurel, principalmente en los departamentos de Atlántida y Colón y como sombra para ganado en Río Lindo y en San Antonio de Cortés (CONSEFORH, 1999a).

e. Plagas y enfermedades

Los grillos topes pueden llegar a destruir hasta más del 50% de la plantación en siembra directa. Pero el escarabajo de encaje (*Corythuca gossypii*) puede causar un daño más grave. La enfermedad de la raíz es causada por *Phellinus noxius* y el del tallo es causado por *Corticium salmonicolor* (ICRAF, 1999).

4.2.1.4 *Dalbergia sisso*

a. Identidad de la especie (CATIE, 1994)

- Taxonomía

Nombre: *Dalbergia sisso* Roxb.

Familia: Papilionoideae

- Nombres comunes

Granadillo africano, sisu, Bombay blackwood, Indian rosewood y sisso

- Descripción botánica

Es un árbol deciduo, de tamaño mediano a grande que llega a crecer de 10 a 15 m en las regiones áridas y en las planicies con irrigación alcanza 30 m con 80 cm de dap. La copa del árbol es amplia, al inicio desarrolla una larga raíz central larga y una gran cantidad de raíces laterales que se ramifican.

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural

Para una regeneración exitosa esta especie necesita de una abundante humedad y poca competencia. Se encuentra cerca de ambientes ribereños donde hay suficiente luz y humedad. Se puede adaptar a climas secos (hasta 6 meses de época seca) y a climas monsónicos estacionales (ICRAF, 1999).

- Distribución geográfica (CATIE, 1994)

Nativa: Afganistán, Bután, India, Nepal y Pakistán

Exótica: Ghana, Indonesia, Israel, Kenia, Nigeria, Tanzania, Tailandia y EEUU.

- Límites físicos (Geilfus, 1994; CATIE, 1994)

Altitud: 0-1500 msnm.

Temperatura media anual: -4 a 45 grados C.

Precipitación media anual: 500-4500 mm.

Suelos: Crece bien en varios tipos de suelos, desde arena pura y grava hasta ricos suelos aluviales. Su crecimiento es lento en sitios aireados como ser suelos altamente arcillosos. El pH tolerado se encuentra en un rango de 5 a 7.7. El mejor suelo es el poroso con una humedad adecuada.

c. Manejo

Es una especie de rápido crecimiento (3.7 m en un año, 5 m en 3 años, 11 m en 5 años y 15 m en 10 años). Las plantaciones se establecen en bloques o en líneas de 1.8 x 1.8 m hasta 4 x 4 m. Se utilizan espaciamientos más cercanos para madera recta de muy buena calidad. La copa se cierra aproximadamente a los 6 años, 30-40% de las ramas se cortan para poder quitar las partes dañadas, pequeñas, mal formaciones o con enfermedades. Este raleo se recomienda hacer cada 10 años donde las rotaciones son cada 30 a 60 años (ICRAF, 1999)

En buenas condiciones el crecimiento es rápido, hasta 3-4 m en el primer año, aunque lo más regular es alrededor de 1 m por año. Para leña se explota en rotaciones cortas de 10 años; puede producir 9-15 m³/ha/año (61 a 99 t/ha/año). Retoñan de 2 a 4 veces sin perder el vigor (Geilfus, 1994).

d. Usos (CATIE, 1994; ICRAF, 1999)

- Productos

Madera: Es muy duradera y una de las menos susceptibles a las termitas. Es utilizada para hacer muebles de alta calidad, puertas y ventanas. La madera de la raíz es utilizada para hacer pipas de tabaco.

Forraje: Las ramas jóvenes y el follaje se utilizan para forraje ya que tienen un contenido de materia seca de 32.46% y proteína cruda de 2.7-24.1%.

Pesticida: Los extractos de las hojas, tallos y raíces inhiben la reproducción, crecimiento y desarrollo de la plaga *Utethesia pulchella*.

Medicina: El aceite de las semillas se utiliza para curar enfermedades de la piel. Las raíces contienen tectoridina, la cual tiene un uso médico.

- Servicios

Mejorador del suelo y fijación de nitrógeno: Una gran cantidad de hojas y ramas al caer, se descomponen enriqueciendo el suelo con nitrógeno, fósforo y carbón orgánico. Esta especie posee una nodulación moderada.

Sombra y reclamación: Se usa como barrera rompeviento en plantaciones de mango, café y te. Es utilizada para estabilizar sitios erosionados debido a su vigorosa reproducción.

e. Plagas y enfermedades

Plecoptera reflexa (un defoliador), *Dichomeris eridans* (une a las hojas), *Brachytrypes portentosus* (causa daño en el vivero) y las termitas que atacan a los arboles jóvenes (CATIE, 1991). Plantas parásitas que causan un daño considerable al árbol son: *Loranthus longiflorus* y *Tapinanthus dodoneifolius*; en bosques aluviales, trepadoras como *Dregea volobilis*, *Cryptolepis buehneri* y *Acacia pennata* causan el mismo daño. Enfermedades de la hoja: Mildiu polvoso, *Cercospora sissoo* (mancha de la hoja), *Colletotrichum sissoo* (hongo de la hoja) y *Fusarium solani dalbergiae* (ICRAF, 1999).

4.2.1.5 *Khaya senegalensis*

a. Identidad de la especie (ICRAF, 1999)

- Taxonomía
Nombre: *Khaya senegalensis*
Familia: Meliaceae
- Nombres comunes
Caoba del Senegal, African or Senegal mahogany y dry-zone mahogany.
- Descripción botánica
Es un árbol deciduo, siempre verde de 15 a 30 m de altura y 1 m de diámetro, con fuste limpio hasta los 8 a 16 m. Su corteza es de color gris oscuro.

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural
Crece en bosques ribereños y se encuentra dispersa en los bosques de sabana de alta humedad. En zonas húmedas crece en las tierras altas extendiéndose adentro de las sabanas en las porciones secas de las cordilleras. Durante el primer año las plantas juveniles desarrollan una raíz central fuerte y profunda haciéndola así la mas fuerte de las especies de *Khaya*. Tolerar una cantidad de sombra moderada. Plantaciones exitosas por lo general se dan en lugares con zonas secas cortas y altas cantidades de precipitación (ICRAF, 1999).
- Distribución geográfica
Nativa: Camerún, República Africana Central, Chad, Cote d'Ivoire, Guinea, Gambia, Ghana, Malí, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, Sudan, Togo y Uganda

Exótica: Australia, Cuba, India, Indonesia, Singapur, África del Sur y Vietnam.
- Límites físicos (ICRAF, 1999)
Altitud: 0-1800 msnm.

Temperatura media anual: 24.5-31.5 grados C.

Precipitación media anual: 400-1750 mm.

Suelos: Tolerante un amplio rango de condiciones de suelo, de neutros a fuertemente ácidos y de suelos con muy buen drenaje a suelos arcillosos con mal drenaje. Prefiere suelos con buen drenaje, profundos y neutros (generalmente suelos aluviales). Es bastante resistente a inundaciones y se puede sembrar en suelos pantanosos.

c. Manejo

El espaciamiento común para la Caoba del Senegal, es de 5 x 5 m y 5 x 10 m. Se recomienda desmalezar a finales de la época seca.

d. Usos (Geilfus, 1994; ICRAF, 1999)

- **Productos**

Madera: Es una de las maderas más fuertes de la familia de las caobas africanas y la más fuerte de las especies de *Khaya*. Posee una delicada apariencia y se utiliza para la elaboración de muebles de alta calidad, para la construcción de barcos, vías de ferrocarril, pisos y piezas torneadas. Es moderadamente resistente al ataque de hongos, insectos y termitas.

Forraje: Las hojas jóvenes contienen una gran cantidad de proteína cruda digerible y se usan para alimentación de ganado, pero no son muy palatables.

Resina y lípidos: La oleoresina le da durabilidad a la madera y resistencia a los insectos. Las semillas contienen un 67% de aceite rico en ácidos oléicos (66%).

Medicina: La corteza se puede usar para bajar la fiebre, como depurante, para el tratamiento de la sífilis, alergias, infecciones de las encías, desinfectante para heridas y como un laxante natural. Las semillas y las hojas se usan para el tratamiento de la fiebre y dolores de cabeza.

e. Plagas y enfermedades

La *Hypsipyla robusta* puede atacarla severamente, resultando en troncos deformes y maderas sin valor. La larva se desarrolla en las ramas nuevas, donde puede alimentarse de la médula y de la corteza y en los frutos, consume las semillas y los tejidos internos especialmente en árboles jóvenes, de dos o más años, que crecen en áreas expuestas al sol (CATIE, 1991).

4.2.1.6 *Myroxylon balsamum*

a. Identidad de la especie (PADT-REFORT, 1981)

- **Taxonomía**

Nombre:	<i>Myroxylon balsamum</i>
Familia:	Leguminosae

Sinónimos: *Myroxylon balsamun* var. *Pereirae* (L.) Harms
Myroxylon pereirae Royle
Toluijera pereirae (Klotzsch)

- Nombres comunes
 Bálsamo, palo de bálsamo, quina, , bálsamo del Perú, incienso colorado, estoraque, sándalo, tolú, Cabriúva vermelha, Chirracá, Tache y Nabal.
- Descripción botánica
 Posee una copa uniforme, redonda, rala y a veces abierta; fronde menudo con ramas en posición oblicua extendiéndose poco. El fuste es recto y cilíndrico. Llega a alcanzar una altura comercial promedio de 20 m y una altura total promedio de 22 m. El dap promedio es de 0.50 m.

b. Ecología y distribución (PADT-REFORT, 1981)

- Hábitat natural
 Bosque húmedo tropical (bh-T), bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque seco tropical (bs-T).
- Distribución geográfica
 México, Costa Rica, Panamá, Brasil, Paraguay, Argentina, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.
- Límites físicos
 Altitud: 100 a 600 msnm

Temperatura media anual: 20- 30 °C

Precipitación media anual: mayor a los 2500 mm

Suelos: Suelos francos, bien drenados. Soporta inundaciones temporales.

c. Usos

- Productos
 Madera: La albura es de color amarillo muy pálido con un brillo medio y un veteado jaspeado, satinado en bandas longitudinales angostas. Se pueden elaborar implementos agrícolas, deportivos, vehículos, construcción, pisos, mangos para herramientas, hachas, navajas, sierras (PADT-REFORT, 1981).

4.2.1.7 *Swietenia humilis*

a. Identidad de la especie (Geilfus, 1994)

- Taxonomía
 Nombre: *Swietenia humilis*
 Familia: Meliaceae

Sinónimos: *Swietenia bijuga* Preuss, *Swietenia cirrhata* S.F. Blake

- Nombres comunes
Caoba del Pacífico, Cáugano, Caobilla, Combilla, Zapatón, Zopilote y Cóbano.
- Descripción botánica (CONSEFORH, 1999b)
Es un árbol que puede alcanzar entre 15 a 20 m de altura y troncos que miden desde 30 hasta 50 cm de diámetro. Tiene una copa redondeada y cambia de hojas una vez al año.

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural
Es un árbol originario de América tropical, se encuentra en la costa del Pacífico desde México hasta Costa Rica (CONSEFORH, 1999b). Es una especie del bosque seco y húmedo Tropical (CATIE, 1998b).
- Distribución geográfica

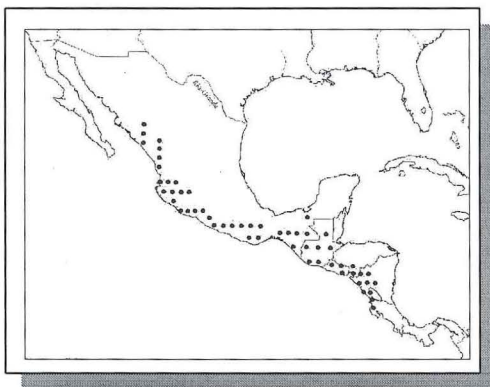


Figura 7. Distribución de la *S. Humilis* (Fuente: CONSEFORH, 1999b).

En Honduras está ampliamente distribuida en los departamentos de Choluteca, Valle, Francisco Morazán, Comayagua, Yoro, El Paraíso, Copán, Ocotepeque, Intibucá y la Paz.

- Límites físicos (CONSEFORH, 1999b)
Altitud: 50 a 1000 msnm, sin embargo, para obtener mejores resultados, se recomienda plantarla entre los 50 a 800 msnm.

Temperatura media anual: 22 C°

Precipitación media anual: 800 a 1000 mm. En bosque seco puede aguantar hasta 6 meses sin lluvia.

Suelos: Crece en suelos profundos de más de 50 centímetros, ricos en materia orgánica, ligeros y bien drenados.

c. Manejo

Generalmente las plantaciones para producir madera se pueden aprovechar a los 30 años y para postes de los 7 a 8 años. Se puede sembrar de varias maneras como ser en plantaciones puras, plantaciones de enriquecimiento, plantaciones forestales con intercultivos y en linderos. En parcelas puras se siembran con cultivos durante los primeros dos años y a 2.5 x 2.5 m. En parcelas puras con cultivos durante los primeros dos años y a 3 x 3 m. Se ha visto una disminución en el ataque del gusano barrenador al sembrarlas a 3 m entre cada árbol dentro de la línea y a 10 m entre las líneas. En linderos se colocan los árboles a 4 m entre plantas y de 30 a 50 cm entre los árboles y el cerco (CONSEFORH, 1999b).

d. Usos (CONSEFORH, 1999b)

- Productos

Madera: Es una de las especies de alto valor comercial en el mercado de la ebanistería mundial. Es fuerte y resistente a la podredumbre y a los insectos, sin necesidad de tratarla con productos químicos.

Postes vivos: En la zona sur de Honduras y en el valle de Comayagua se planta como cerca viva en potreros o en límites de propiedades.

Miel y medicina: Su floración es abundante y por eso es muy apetecida por las abejas para la producción de miel. La corteza sirve contra la diarrea, fortalece el organismo y quita la fiebre. También se prepara un té con sus semillas para el dolor del pecho.

- Servicios

Sombra: Debido a que su copa es redonda y casi todo el año está cubierto de hojas se le usa para dar sombra a ganado en potreros y en los solares de las casas para hacer el ambiente más agradable.

e. Plagas y Enfermedades

Una de las plagas que mas la ataca es el barrenador de las meliáceas, *Hypsiphyla grandella*. El mayor daño lo hace en los brotes nuevos especialmente en el brote terminal, el cual se deforma o se ramifica produciendo muchos tallos lo cual se conoce como "Canasta". Una manera de reducir el ataque es plantar la Caoba en combinación con árboles de otras especies. En caso del ataque se recomienda podar la parte dañada y manejar los rebrotes hasta dejar solo uno (CONSEFORH, 1999b).

Los zompopos, *Atta* sp. ataca especialmente a los árboles cuando son sembrados pequeños. Lo mejor es eliminar los nidos antes de establecer la plantación o usar

repelentes tradicionales, fumigar los nidos, usar venenos aplicados a los árboles y usar combustible para quemar los nidos. Este control se deberá realizar antes y después de establecida la plantación (CONSEFORH, 1999b).

4.2.1.8 *Swietenia macrophylla*

a. Identidad de la especie (Geilfus, 1994; ICRAF, 1999)

- Taxonomía

Nombre:	<i>Swietenia macrophylla</i>	
Familia:	Meliaceae	
Sinónimos:	<i>Swietenia belizensis</i> Lundell	<i>Swietenia krukovii</i> Gleason
	<i>Swietenia candollei</i> Pittier	<i>Swietenia tessmannii</i> Harms.
- Nombres comunes

Caoba, caoba de Santo, bastard mahogany, Dominican mahogany, Honduras mahogany, large-leaved mahogany, mahogany, small-leaf mahogany, Spanish mahogany, West Indian mahogany.
- Descripción botánica

Es un árbol de gran tamaño que llega a alcanzar alturas de 30 a 40 m. En condiciones favorables puede alcanzar 60 m de altura y 9 m de diámetro. Su tronco es recto, y cilíndrico (ICRAF, 1999). Copa ancha, libre de ramas hasta un 50% de su altura total y presenta raíces tablares (CATIE, 1997e)

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural

Se encuentra en todo los tipos de bosques, desde los bordes de la sabana de pinos hasta lo más profundo de los bosques lluviosos, en las riberas de los ríos, en suelos aluviales, profundos y de considerable fertilidad. Se encuentran esparcidos o en grupos pequeños a densidades de 4-8 árboles/ha (ICRAF, 1999)
- Distribución geográfica (Geilfus, 1994)

Nativo: Bolivia, Brasil, Ecuador, Honduras, México, Perú, Venezuela

Exóticas: Fiji, Haití, India, Jamaica, Malasia, Nigeria, Filipinas, Puerto Rico, Sierra Leone, Sri Lanka, Trinidad y Tobago
- Límites físicos (Geilfus, 1994)

Altitud: 1000-2500 msnm.

Temperatura media anual: (min. 11) 20-28 (max. 35) grados C.

Precipitación media anual: 2640 y 3000 mm

Suelos: Crece mejor en suelos ligeros, profundos y bien drenados, preferiblemente en los valles. Su desarrollo óptimo ocurre en suelos francos a franco arcillosos, fértiles y pH entre 6.9 y 7.7.

c. Manejo

Para un crecimiento óptimo necesita de mucha luz y protección. En plantaciones forestales por lo general se siembra a una distancia de 10 x 3 m (333 estacas/ha), ya que requiere de una gran cantidad de luminosidad. Las plantaciones que se siembran a este distanciamiento por lo general no necesitan ser raleadas ya que es una especie capaz de autopodarse. Cuando se siembra con el propósito de extraer madera la edad de rotación es de 30 a 35 años (ICRAF, 1999).

d. Usos (Geilfus, 1994)

- Productos

Madera: Tiene un alto valor económico y es muy conocida en el mercado internacional. Es de apariencia café-rojizo. Se usa en interiores, muebles, plywood y trabajos de construcción pesada. En Honduras se encuentra entre las especies tradicionales comerciales muy valiosas (Ver anexo 4).

- Servicios

Reclamación: *S. Macrophylla* ha sido usada para proyectos de reforestación y ha probado ser muy apta para áreas de pastoreo.

Mejorador de suelo: La concha de la fruta ha sido usada como medio para sembrar en maceteros.

e. Plagas y Enfermedades

Hypsipyla robusta: Es la plaga más seria de la *S. Macrophylla*. Su ataque puede alcanzar proporciones de epidemia, resultando en deformaciones del tronco y en una severa reducción en la calidad de la madera. El Orthene, es un insecticida sistemático que ha probado ser un control químico efectivo para esta plaga. Se tiene evidencia que su ataque se reduce plantando el árbol bajo sombra.

4.2.1.9 *Platymiscium pinnatum*

a. Identidad de la especie (CATIE, 1997d)

- Taxonomía

Nombre: *Platymiscium pinnatum*

Familia: Fabacea

Sinónimos: *Platymiscium polystachyum* Benth ex Seem
Platymiscium yucatanum Standl.
Platymiscium dimorphandrum

- Nombres comunes

Hormigo, chagame, candona, granadillo, aceituno montes, trebol, toncontin, palo marimbo, cachimbo, cristobal y Quira.

- Descripción botánica

El árbol alcanza hasta 40 m de altura y de 80 a 90 cm de diámetro; copa umbelada o redondeada, follaje denso y con ramas grandes. El fuste es recto, cilíndrico, base alargada o con gambas cóncavas.

b. Ecología y distribución (CATIE, 1997d)

- Hábitat natural
La especie es común en bosques perennifolios y climas húmedos. En Honduras se encuentra entre las especies forestales protegidas (Ver anexo 4).
- Distribución geográfica
Se distribuye naturalmente desde el sur de México a través de América Central hasta Colombia y Venezuela en América del Sur, también se encuentra en Trinidad y Tobago.
- Límites físicos (CATIE, 1997d)
Altitud: 0 a 1000 msnm.

Temperatura media anual: 18 a 24 °C.

Precipitación media anual: mayores a los 2000 mm.

Suelos: Crece en lomas o áreas bien drenadas con pendientes menores a 30%.

c. Usos

- Productos
Madera: Es moderadamente difícil de trabajar y pulir. Tiene una alta durabilidad natural y es resistente al ataque de termitas y otros insectos. Se usa en: muebles finos, pisos, gabinetes, instrumentos musicales, tornería, artesanías, chapa y madera contrachapada (CATIE, 1997d).

4.2.1.10 *Pterocarpus indicus*

a. Identidad de la especie

- Taxonomía
Nombre: *Pterocarpus indicus*
Familia: Leguminosae
- Nombres comunes
Narra, sonokembang, angšana, sena y pradoo (winrock.org, 2001)
- Descripción botánica
Es un árbol deciduo que alcanza alturas de 15 a 30 m y diámetros de 1 metro. La copa es grande y con muchas ramas (winrock.org, 2001).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural
Se encuentra en las zonas de vida del trópico seco, trópico húmedo, subtrópico seco y húmedo. Crece en bosques siempreverdes, tierras bajas y prefiere el clima estacional (Duke, 1983).
- Distribución geográfica
Crece en Burma, Tailandia, Vietnam, el archipiélago de Malay, Nueva Guinea, Java, Borneo, Filipinas, Islas Sunda, Moluccas, Nueva Guinea, y el Pacífico (Duke, 1983; winrock.org, 2001)
- Límites físicos (Duke, 1983)
Altitud: 0-1000 msnm

Temperatura media anual: 24.3 to 26.6°C

Precipitación media anual: 960 a 2180 mm

Suelos: Tolera inundaciones. Prefiere suelos profundos y no arcillosos con pH de 4.0 a 7.5.

c. Manejo (winrock.org, 2001)

Plantar primero en el vivero y transplantar en la época lluviosa. Pocas especies pueden compararse con la habilidad que tiene esta especie para producir un árbol bien formado en 2 a 3 años, se ha observado que bajo condiciones favorables en Singapur, tiene un crecimiento promedio de 13.3 m en altura y 1.55 m de diámetro en 11 años, o un incremento promedio anual de 1.2 m de altura y 14 cm de diámetro. Estos árboles son fertilizados a una relación de 0.5, 1 y 1.5 kg/árbol/año, en el primero, segundo y tercer año de crecimiento. Luego reciben 3-5 kg/árbol/año dependiendo del tamaño. El fertilizante se aplica alrededor del árbol, debajo de su copa y se hace una vez al año.

d. Usos

- Productos
Madera: Es de alta calidad, moderadamente dura, pesada, fácil de trabajar, resistente a las termitas, con agradable olor a rosas y con un buen acabado. Se utiliza mucho para la construcción de gabinetes, tallado, instrumentos musicales y muebles (winrock.org, 2001).

Ornamental: Se planta para ornamental y sombra (Duke, 1983).

Medicina y alimentación: Las flores se pueden comer además de ser una fuente de miel. La infusión extraída de las hojas se utiliza para hacer jabones. El látex rojo

del tronco se usa como remedio para tumores y la planta para cánceres, especialmente de la boca (Duke, 1983).

e. Plagas y Enfermedades

No presenta plagas ni enfermedades serias. En Singapur y Malasia en 1875 y 1925, sufrieron de una enfermedad desconocida que luego cuando desapareció no volvió a ocurrir (winrock.org, 2001).

4.2.1.11 *Tabebuia donnell-smithii*

a. Identidad de la especie (Musalem, 1991)

- Taxonomía
 - Nombre: *Tabebuia donnell-smithii*
 - Familia: Fabacea
 - Sinónimos: *Tabebuia donnell-smithii* Rose *Cybistax donnell-smithii* (Rose)
- Nombres comunes
 - Primavera, San Juan, Palo blanco, Cortez blanco, Amapa.
- Descripción botánica
 - La especie alcanza de 20 a 30 m de altura y diámetros de 70 cm. El tronco es ligeramente acanalado, frecuentemente torcido con ramas ascendentes gruesas. Presenta una copa alargada, irregular y extendida.

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural (Musalem, 1991)
 - Se encuentra en la zona de vida bosque seco Tropical a bosque húmedo montano bajo. Se adapta a los ambientes del bosque perennifolio y tropical subcaducifolio. Crece bien en las zonas cálidas y subtropicales. En Honduras es una especie forestal protegida (Ver anexo 4).
- Distribución geográfica
 - Nativa: México, Guatemala, El Salvador y Honduras.
- Límites físicos
 - Altitud: hasta los 1000 msnm.

Temperatura media anual: 20 a 38 °C.

Precipitación media anual: 750 a 3000 mm.

Suelos: Crece en un amplio rango de suelos de origen volcánico y metamórfico. Resiste inundación parcial por algún tiempo. Necesita un pH ligeramente ácido, profundidad efectiva moderada a profunda. Textura arenosa a franca, soporta la compactación y necesita buen drenaje.

c. Manejo

La densidad de la plantación varía de 1600 a 2500 árboles/ha cuando es en bloques compactos, espaciamientos de plantación de 2 a 2.5 m. Para otros propósitos la densidad puede variar de 800 a 10000 árboles/ha. La densidad para madera mas utilizada en México es de 5 x 5 m arreglado en tres bolillo (Musalem, 1991).

d. Usos

Madera, leña y postes: Produce madera de excelente calidad para muebles finos, decoración de interiores. También se usa para leña y postes.

Ornamental y sombra: Se siembra en parques, jardines y linderos. Se usa en cacaotales, café papaya, papaya, en potreros y pastizales.

e. Plagas y enfermedades

Los patógenos que más atacan al árbol son: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp* y *Pestalotia sp*.

4.2.1.12 *Tabebuia rosea***a. Identidad de la especie (PADT-REFORT,1981)**

- Taxonomía
Nombre: *Tabebuia rosea*
Familia: Bignoniaceae
- Nombres comunes
Macuelizo, apamate, acarpro, roble de sabana, rosa morada, pink poui, rosy trumpet tree.
- Descripción botánica
Es un árbol de tamaño mediano a grande que llega a alcanzar hasta 25 m de altura. En ciertos lugares llega a alcanzar alturas de hasta 9 m en solo 3 años. Su copa es irregular, umbelada o en parasol, densa y amplia.. El tronco es irregular y corto. Tiene una altura comercial promedio de 10 m y un dap promedio de 0.50 m (PADT-REFORT, 1981).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural
En ciertos lugares vive en condiciones secas al nivel del mar. La zona de vida (Holdridge) es bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, en selvas costeñas, bajas, húmedas o altas secas (ICRAF, 1999).
- Distribución geográfica (PADT-REFORT, 1981)
Nativa: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guadalupe, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Venezuela

- Límites físicos
Altitud: 0 a 1200 msnm

Temperatura media anual: 20 y 27 °C

Precipitación media anual: 750 a mas de 2500 mm

Suelos: Se adapta a una gran cantidad de suelos, desde calcáreos, arcillosos y cenagosos. Prefiere suelos de textura franca a franca arcillosa, pH neutro, ácido o alcalino. Soporta inundaciones ocasionales.

c. Manejo (ICRAF, 1999)

Es una especie de rápido crecimiento especialmente cuando es joven. Los arboles soportan una cierta cantidad de poda. El largo de vida es aproximadamente 50 años.

d. Usos (PADT-REFORT, 1981)

- Productos
Madera: *T. rosea* tiene un excelente rendimiento de madera de calidad.
- Servicios
Ornamental: Es una de las especies mas vistosas y coloridas del trópico y subtrópico.

4.2.1.13 *Tectona grandis*

a. Identidad de la especie (Geilfus, 1994)

- Taxonomía
Nombre: *Tectona grandis*
Familia: Verbenaceae
Sinónimos: *Tectonia theca* Lour.
- Nombres comunes
Teca, Teak, Sagun, Sagon, Saguan, Indian oak, Skhu, Toak
- Descripción botánica
Es un árbol deciduo de rápido crecimiento inicial. A la edad de 5 años la altura promedio es de 13 m y 10 cm de dap. Después de 10 años, 16.5 m y 15 cm; después de 20 años, 21.5 m y 23.5 cm. Después de 15 a 20 años, disminuye el crecimiento (ICRAF, 1999). La copa se abre con muchas ramas de pequeño tamaño. El sistema radicular es superficial y por lo general no llega a profundidades mayores a los 50 cm, pero posee raíces laterales que se extienden hasta 15 m a partir del tronco. El árbol bota las hojas durante la última mitad de la estación seca (Geilfus, 1994).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural

Presenta un mejor crecimiento en climas tropicales cálidos, húmedos y con una marcada diferencia entre la estación seca y la lluviosa. A diferencia de otras especies pioneras, *T. grandis* es capaz de persistir, dominar y regenerarse naturalmente cerca del climax de la fase de sucesión (ICRAF, 1999).

- Distribución geográfica (Geilfus, 1994)

Nativa: India, Laos, Myanmar, Tailandia

Exótica: Antigua y Barbuda, Bangladesh, Barbados, Brasil, Brunei, Camboya, China, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ghana, Granada, Guadalupe, Indonesia, Jamaica, Malasia, Nigeria, Pakistán, Panamá, Filipinas, Puerto Rico, Sur Africa, Sri Lanka, Tanzania, Togo, Trinidad y Tobago, Uganda, Estados Unidos, Vietnam.

- Límites físicos (ICRAF, 1999)

Altitud: 0-1 200 msnm.

Temperatura media anual: 14-36 grados C.

Precipitación media anual: (600)1 200-2 500(4 000) mm.

Suelos: La Teca prefiere suelos profundos, con buen drenaje, fértiles, aluviales a coluviales, pH de 4 a 8 y un contenido alto de calcio y magnesio, además no tolera inundaciones o suelos latéricos. Tiene un crecimiento óptimo en suelos franco aluviales de poca pendiente.

c. Manejo

En plantaciones el espaciamiento es de 2 x 2 m. Debido a que la especie es deciduo se recomienda plantar 80% de otras especies y 20 % de *Tectona grandis*. Es muy demandante de luz, requiere de 75-100% para un crecimiento óptimo. No tolera que las copas se encuentren rosándose. El período de rotación es de aproximadamente 80 años. Una plantación en Java tiene un promedio de 60-100 m³/ha. La última cosecha puede tener rendimientos de 390 m³/ha en plantaciones de 80 años. El incremento medio anual es 3-6 m³/ha (mínimo 1 m y máximo 15m) (ICRAF, 1999).

d. Usos (Geilfus, 1994)

- Productos

Madera: Es un tipo de madera de muy buena calidad. Se pueden elaborar puentes, barcos, ventanas, puertas, marcos, pisos y muebles de exterior.

Medicina: El polvo de la madera es utilizado para aliviar dolores de cabeza y problemas de la piel. La corteza puede ser usado como un astringente y la madera como un tónico para el pelo.

- Servicios
Ornamental: Se usa por sus grandes hojas y sus vistosas flores.

e. Plagas y enfermedades (ICRAF, 1999)

El insecto *Calothermes tectonae* es el causante del mayor daño al tallo. Al primer ataque de la plaga es necesario quemar el árbol ya que no se conoce un insecticida eficaz. Gusanos minadores de la hoja tales como *Hyblaea puera* y *Pyrausta machaeralis* pueden defoliar las ramas. Termitas tales como *Neotermes tectonae* pueden dañar los árboles, aunque existen algunas procedencias que son resistentes.

El ataque bacterial causado por *Pseudomonas solanacearum* por lo general ataca a la planta a partir de los 6 meses hasta los 2 años de edad. Para poder ejercer un control es recomendable colocar el vivero en un lugar con buen drenaje y evitar el daño a las raíces. Las coronas por lo general son infestadas por *Loranthus spp.* y *Dendrophthoe falcata*, los cuales pueden causar un retardo en el crecimiento.

4.2.2 Especies forrajeras potenciales

4.2.2.1 *Leucaena leucocephala*

a. Identidad de la especie (CATIE, 1997c)

- Taxonomía
Nombre: *Leucaena leucocephala*
Familia: Fabaceae - Mimosoideae
Sinónimo: *Leucaena glauca*, *Mimosa glauca*,
Acacia glauca Moench, *Mimosa leucocephala* Lam,
Leucaena salvadorensis
- Nombres comunes
Guaje, yaje, leucaena, uaxin, lead tree, hediondilla, sarcilla, lino, lino criollo, aroma blanca, aroma mansa, lepile, bayani, ipil ipil y Vi-Vi.
- Descripción botánica
El árbol es de copa ligeramente abierta y rala, con muchas ramas finas cuando crece aislado. Alcanza diferentes alturas, siendo posible encontrar árboles desde 5 hasta 20 m de altura, con diámetros entre 15 y 40 cm. Es una especie de crecimiento rápido (CATIE, 1997c).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural
Se adapta bien a tierras bajas, crece en bosques tropicales secos.
- Distribución geográfica

Nativa: América tropical desde el sur de México hasta Nicaragua.

Exótica: Estados Unidos hasta América del Sur, las Antillas, Filipinas, Indonesia, Papua-Nueva Guinea, Malasia Africa Oriental y Occidental.

- Límites físicos
Altitud: 800 a 900 msnm

Temperatura media anual: 22 a 29 °C

Precipitación media anual: 600 a 2300 mm

Suelos: Tolera un amplio rango de suelos desde rocosos hasta arcillosos. No crece bien en suelos ácidos, ni muy pesados, inundados o sobrepastoreados.

c. Manejo

En lugares con épocas secas la *Leucaena* se debe sembrar al inicio de las lluvias, aproximadamente en junio, con espaciamientos de 1.5 x 1.5 m a 1 x 3 m. El período que tendrá que dejar creciendo la plantación antes de aprovecharla (el ciclo de corte) dependerá del tipo de productos que se buscan, la calidad del suelo y las calidad del mantenimiento de la plantación. El ciclo de corte es: para leña: 2-4 años, postes: 4-7 años y horcones: 7-10 años (CONSEFORH, 1998)

d. Usos (CONSEFORH, 1998)

- Productos
Forraje: Es de alta digestibilidad, de un 60 a 70% y contiene de 20 a 25% de proteína, caroteno, vitamina K y otros nutrientes (CATIE, 1997c)

Madera, postes de cerco y artesones: La madera de la *Leucaena* es utilizada para hacer postes y para la construcción de casas.

- Servicios
Control de la erosión y mejoramiento del suelo

e. Plagas y enfermedades

El áfido *Heteropsylla cubana*, se alimenta de los brotes jóvenes y de las hojas nuevas. También puede ser atacada por hongos como ser especies de *Ravenelia* y de *Fusarium*.

4.2.2.2 *Prosopis juliflora*

a. Identidad de la especie (Geilfus, 1994)

- Taxonomía
Nombre: *Prosopis juliflora*
Familia: Fabaceae – Mimosoideae

Sinónimos:	<i>Algarobia juliflora</i> (Swartz)	<i>Prosopis cumanaensis</i> Kunth
	Benth. ex Heynh.	<i>Prosopis dominguensis</i> DC.
	<i>Mimosa juliflora</i> Swartz.	<i>Prosopis vidaliana</i> Naves.
	<i>Mimosa salinarum</i> Vahl.	<i>Netuma juliflora</i> (Swartz) Raf.

- Nombres comunes
Algarrobo, cambrón, chachaca, guatapaná, mesquite y plumo de oro.
- Descripción botánica
Es un árbol siempre verde con una amplia copa que llega a crecer a una altura de 5-10 m, pero en condiciones favorables puede llegar a alcanzar hasta 20 m. Su sistema radicular cuenta con una profunda raíz pivotante.

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural
Crece en muchas zonas áridas de todo el mundo. Se planta en áreas donde otras especies forestales más valiosas no han dado resultado.
- Distribución geográfica (Geilfus, 1994)
Nativa: Argentina, Belice, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Estados Unidos

Exótica: Antártica, Australia, Bahamas, Barbados, Brasil, Brunei, Camboya, Cuba, Dominica, República Dominicana, Granada, Haití, India, Indonesia, Irán, Jamaica, Kenya, Laos, Malasia, Myanmar, Pakistán, Papua Nueva Guinea, Filipinas, Puerto Rico, Senegal, África del sur, Sri Lanka, St Lucia, Tanzania, Tailandia, Trinidad y Tobago, Vietnam, Islas Vírgenes.

- Límites físicos
Altitud: 0-1500 m

Temperatura media anual: 14-34 grados C.

Precipitación media anual: 50-1200 mm.

Suelos: Puede crecer en una amplia variedad de suelos, desde montañas rocosas, planicies salinas, dunas de arena hasta arena de mar. Aunque crece mejor en lugares donde existe protección contra el viento y donde el nivel del agua no está muy debajo de la superficie. Puede crecer en condiciones de inundación, suelos marginales y duros. Ha sido plantada exitosamente en suelos con reacciones de acidez y alcalinidad (ICRAF, 1999).

c. Manejo

El espaciamiento depende del uso que se le desea dar a los árboles. En la asociación con cultivos o pasturas, el espaciamiento puede ser de hasta 10 x 10-15 m. Las plantas jóvenes necesitan protección de los animales que vienen a pastar. El raleo y

la poda son necesarias para poder prevenir que se vuelva una maleza y para poder hacer mas accesible la entrada a la plantación (ICRAF, 1999).

d. Usos (Geilfus, 1999)

- **Productos**

Madera: Se utiliza para elaborar postes para cercas, muebles, manualidades y corrales. Se usa muy poco para construcción ya que los troncos no son lo suficientemente largos y rectos.

Alimento: Se puede elaborar una harina de buen sabor pulverizando las yemas en los cuales ha estado la semilla. Los cotiledones y embriones producen una harina rica en proteínas y en azúcares apropiadas para la gente diabética. Se ha reportado que las yemas se pueden usar para preparar pan, dulces, sirope, endulzantes y café.

Forraje: La harina producida para la alimentación del ganado puede llegar a ser 40 a 60% del contenido del concentrado. Las yemas maduras contienen 12 a 14% de proteína cruda. Las partes fibrosas también pueden ser utilizadas para la alimentación de cerdos y aves.

Resina y combustible: El centro del árbol contiene una cantidad significativa de compuestos polifenólicos de los cuales se puede aislar un compuesto único de flavinol que se usa en la formación de nuevas resinas fenol-formaldehidos poliméricos. Las ramas y tallos sirven para leña y son un excelente carbón.

Medicina: El sirope proveniente de las yemas tiene varios valores medicinales, se le da a los niños que presentan una deficiencia nutricional o un retardos en el desarrollo. Se cree que ayuda a incrementar la lactación. También es utilizado para hacer varios jarabes expectorantes. El té es bueno para desordenes en la digestión y lesiones en la piel.

- **Servicios**

Control de la erosión y mejoramiento del suelo: Evita la erosión eólica y estabilizar las áreas costeras y con dunas de arena. Se ha visto que el nitrógeno total, el azufre, la materia orgánica y las sales solubles incrementan en los primeros 4.5 m de suelo debajo de *P. juliflora*.

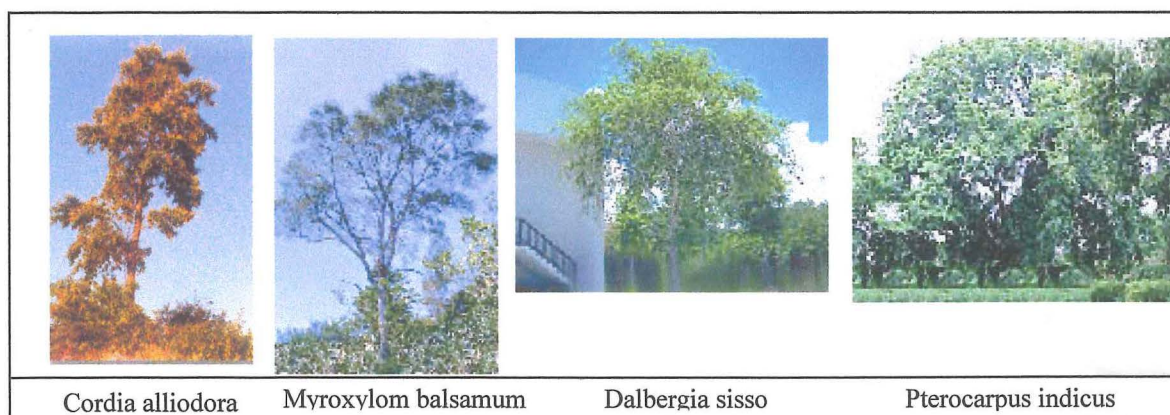
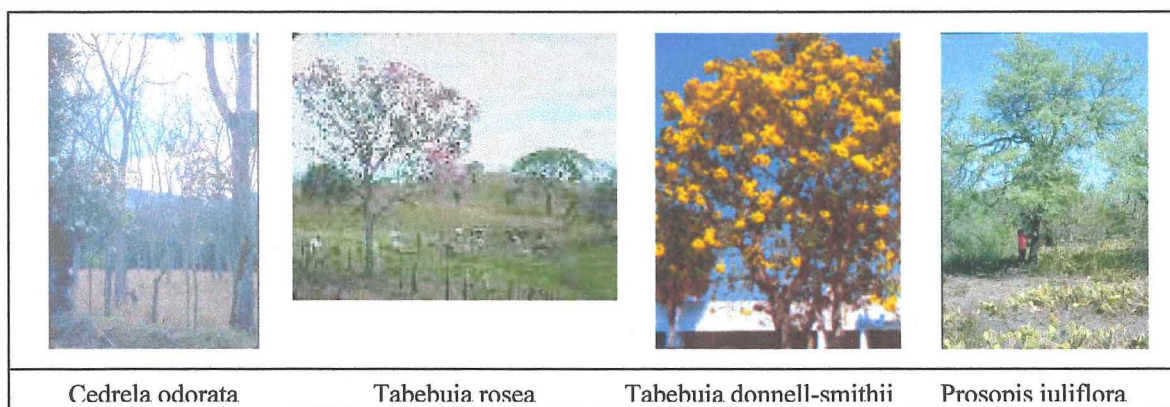
Fijación de nitrógeno: Ayuda a enriquecer el nitrógeno atmosférico que se obtiene de la simbiosis con *Rhizobium*. Las raíces también forman una asociación de micorriza con hongo *Glomus*. Las plantas que tienen *Rhizobium* y asociaciones con micorriza, muestran una mayor fijación de nitrógeno que aquellas que solo tienen micorriza.

4.2.2 Factor de frondosidad

A continuación se detallan el factor de frondosidad calculado para cada especie arbórea potencial:

Cuadro 8. Factor de frondosidad para las especies arbóreas potenciales.

ESPECIE ARBOREA	FACTOR DE FRONDOSIDAD
<i>Cedrela odorata</i>	0.60
<i>Tabebuia rosea</i>	0.60
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	0.60
<i>Prosopis juliflora</i>	0.60
<i>Cordia alliodora</i>	0.60
<i>Khaya senegalensis</i>	0.70
<i>Myroxylon balsamum</i>	0.70
<i>Dalbergia sisso</i>	0.70
<i>Pterocarpus indicus</i>	0.70
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.70
<i>Astronium graveolens</i>	0.75
<i>Platymisium pinnatum</i>	0.75
<i>Swetenia macrophyla</i>	0.75
<i>Swetenia humilis</i>	0.75
<i>Tectona grandis</i>	0.75



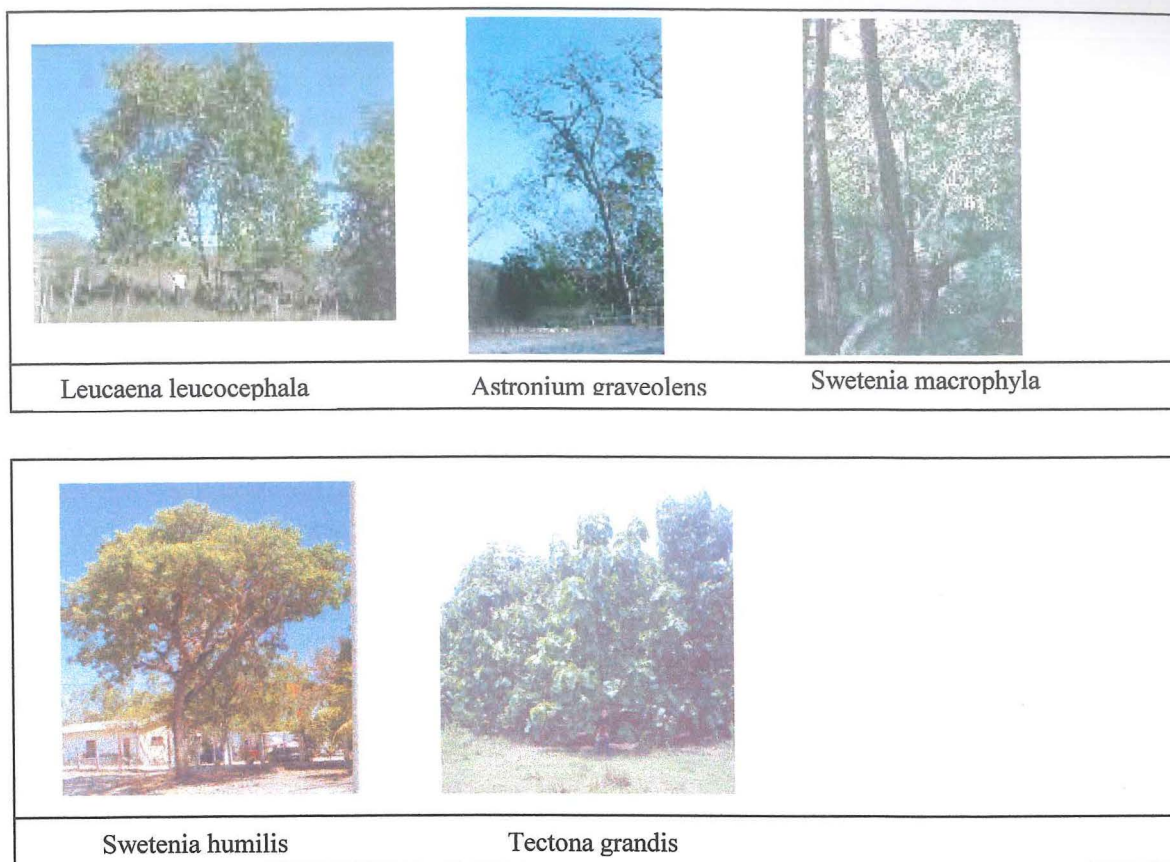


Figura 8. Imágenes de las especie arbóreas potenciales.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES DEL COMPONENTE PASTURA

4.3.1 *Cynodon nlemfuensis*

a. Identidad de la especie

- Taxonomía
Nombre: *Cynodon nlemfuensis*
Familia: Gramínea
- Nombres comunes
Pasto Estrella, Alicia, Bermuda Gigante, Estrella Africana (Skerman *et al.*, 1992).

- Descripción botánica

Es una planta perenne que puede llegar a extenderse hasta 8 m de largo. Posee fuertes estolones, crece al ras del suelo y la inflorescencia es una espiga de 4 a 9 racimos de 4 a 7 cm de largo (Santillán, 1997). Tiene una mediana tolerancia a la sombra (Pezo e Ibrahim, 1998).

Es una gramínea, grande, robusta, de raíces profundas (Skerman y Riveros, 1992), muy agresiva, dominante y altamente competitiva. En América a tenido una alta aceptación por su vigor, persistencia, fácil propagación y bajos costos de mantenimiento (Santillán, 1997).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural

Crece naturalmente en regiones húmedo-secas, bancos de ríos, áreas cultivadas y bordes de caminos (Santillán, 1997). Zonas alteradas de pastizales, parcelas para el ganado y terrenos aluviales húmedos (Skerman y Riveros, 1992).

- Distribución geográfica

La var. *nlemfluensis* crece principalmente en Kenya, Uganda y Tanzania y poco en el Zaire y Etiopía (Skerman y Riveros, 1992).

- Límites físicos

Altitud: 0-1000 msnm

Temperatura media anual: 25 a 28 °C

Precipitación media anual: Más de 800 mm (estación seca no mas de 7 meses).

Suelos: Suelos bien drenados (aguanta períodos cortos de encharcamiento) y con mediana a alta fertilidad (responde bien a altos niveles de N).

- Establecimiento

Se propaga solo por material vegetativo como los tallos y estolones. Puede ser pastoreada 3 a 4 meses después de la siembra.

c. Producción y calidad

Es una pasto muy productivo (especialmente con fertilización complementaria) que alcanza valores mayores a 35 tm de MS/ha/año. Siendo su rango de producción normal de 8 a 25 tm. La digestibilidad de este pasto oscila entre 42-64 % (DIVMO) (Santillán, 1997).

4.3.2 *Digitaria eriantha*

a. Identidad de la especie

- Taxonomía

Nombre:

Digitaria eriantha

Familia:

Gramínea

- Nombres comunes
Pangola, Transvala
- Descripción botánica
Planta perenne con hábito decumbente y con capacidad de formar raíces en sus nudos los cuales se encuentran en contacto directo con el suelo. Los tallos crecen entre 20 a 70 cm de alto, la inflorescencia es una espiga digitada con 5 a 10 ramificaciones (Santillán, 1997). Es una especie con una baja a media tolerancia a la sombra (Santillán, 2001).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural
Crece en bancos de ríos, tierras cultivadas y en donde la precipitación y los suelos sean favorables (Santillán, 1997).
- Distribución geográfica
Se originó en el río Pangolo, al oeste de Transvaal en Africa del sur (Santillán, 1997), en la actualidad a sido introducida en la mayoría de los países tropicales (Skerman y Riveros, 1992).
- Límites físicos (Skerman y Riveros, 1992; Santillán, 1997).
Altitud: 0-1500 msnm

Temperatura media anual: 19-24 °C (se desarrolla bien entre los 25 y 40 °C)

Precipitación media anual: 1000-1200 mm (soporta sequías no muy largas)

Suelos: Prefiere suelos húmedos, fértiles y bien drenados. No soporta bien las inundaciones temporales. Crece en un amplio espectro de suelos, arenas húmedas, arcillas pesadas y soporta niveles medios de fertilidad.

- Establecimiento
Se propaga por medio de material vegetativo como tallos y estolones los cuales deben de tener una edad de 75 a 120 días de rebrote (Santillán, 1997).

c. Producción y calidad

La producción de forraje es alta llegando a alcanzar más de 35 tm de MS/ha/año. Su rango normal de producción oscila entre 12 a 24 tm de MS/ha/año. Es altamente apetecible, excelente cuando el material es joven y vigoroso (Skerman y Riveros, 1992), con un valor entre 48-67 % (DIVMO) (Santillán, 1997).

d. Manejo

El primer pastoreo liviano puede hacerse a los 4 meses de sembrado y luego se sigue la rotación utilizada regularmente. Responde muy bien al riego, fertilización y pastoreo rotacional con 18 a 20 días de descanso y de uno a tres días de pastoreo. Se utiliza para pastoreo, corte y heno de alta calidad (Santillán, 1997).

En Jamaica, según la FAO (Skerman y Riveros, 1992), se halló que el pasto Pangola, pastado a intervalos de 32 días producía mayor cantidad de materia seca y mayores incrementos de peso vivo, que cuando se pastaba a intervalos de 40 días. En Zamorano se han alcanzado 6-8 tm de heno por corte cada 35 días (Santillán, 1997).

4.3.3 *Panicum maximum*

a. Identidad de la especie

- Taxonomía

Nombre:	<i>Panicum maximum</i>
Familia:	Gramínea

- Nombres comunes

Guinea, Privilegio, Saboya, Cauca, Siempre Verde, Pajarita (Santillán, 1997).

- Descripción botánica

Planta perenne con hábito generalmente matoso que crece de 0.5 a 4.5 m de alto, posee tallos usualmente erectos y algo postrados. La inflorescencia es una panícula dispersa de 15 a 60 cm de largo que contiene muchas ramificaciones (Santillán, 1997). Es una especie con una tolerancia a la sombra media a alta (Pezo e Ibrahim, 1998).

b. Ecología y distribución

- Hábitat natural

Crece en forma natural en bordes boscosos, tierras de reciente incorporación al cultivo y en las grandes sabanas donde los suelos son de mediana a alta fertilidad (Santillán, 1997).

- Distribución geográfica

Nativa de Africa

Límites físicos ((Skerman y Riveros, 1992; Santillán, 1997)

Altitud: 0-1200 msnm

Temperatura media anual: 20-30 °C promedio

Precipitación media anual: 700-900 mm

Suelos: Prefiere suelos francos, sueltos con un buen drenaje y mediana a alta fertilidad. Tolera períodos cortos de encharcamiento, máximo de una semana (Santillán, 2001).

- **Establecimiento**
Se propaga por medio de semilla, la cual varia en calidad dependiendo del cultivar. Se necesita para la siembra de 3 kg SPG/ha (Santillán, 1997).

c. Producción y calidad

Este pasto responde muy bien a la fertilización y al riego, es posible alcanzar rendimientos de hasta más de 50 tm de MS/ha/año, siendo su rango normal de 10 a 30 tm. La calidad del forraje es relativamente alta, apetecible y oscila entre 46 a 64% (DIVMO) (Santillán, 1997).

d. Manejo

El pasto Guinea soporta bien el pastoreo mientras que la defoliación no sea muy drástica. Responde al pastoreo rotacional, con 20 días de descanso y menos de dos días de ocupación. Se usa para ensilaje y forraje fresco picado (Santillán, 1997).

4.4 CARACTERIZACION DE LAS RAZAS DEL COMPONENTE ANIMAL

4.4.1 Razas lecheras

4.4.1.1 Ayshire

a. Origen

Es una raza originaria del país de Ayr situado en el sur oeste de Escocia. Esta región cuenta con terrenos bajos en la zona costera pero hacia el interior es riguroso y montañoso. El suelo es inmediatamente fértil, el clima es frío, húmedo y con fuertes vientos en la mayor parte del año, lo que dificulta la cría del ganado vacuno (Revilla, 1975).

b. Distribución

Esta raza reúne características sobresalientes para ser explotados en los trópicos. Tiene una muy buena habilidad de pastoreo, son excelentes debido a su rusticidad, vigor, resistencia y actividad. En lugares con pastos de mala calidad estos animales muestran buenas condiciones físicas. Debido a su color blanco se adaptan mejor a los trópicos.

c. Características de la raza

Es una raza de tamaño y porte medio, con un peso 550 kg. El color de la raza puede variar desde cualquier tonalidad de rojo hasta café con blanco, caoba con blanco o blanco puro. La raza Ayrshire cuenta con una muy buena conformación, especialmente de las ubres. Es un animal bastante rústico, poco usado en el trópico. (Vélez, 1994).

Estos animales son extraordinarios pastantes, debido a las condiciones bajo las cuales se desarrollaron. Son la raza que da un mejor resultado cuando las condiciones de pastoreo son adversas, ya que se alimenta bien y usa una gran cantidad de forrajes. Son animales capaces de obtener una buena nutrición donde las otras razas sufrirían trastornos nutricionales. Tienen una gran facilidad para ganar peso y su aceptación como carne de res es muy buena (Revilla, 1975).

d. Factores económicos

La raza Ayrshire produce una cantidad razonable de leche con un contenido bueno de grasa y proteína, su producción promedio es de 10479 libras por lactación, con un 4.12 % de grasa y 3.3% de proteína (Revilla, 1975).

4.4.1.2 Guernsey

a. Origen

Originaria de la es la de Guernsey en el Canal de la Mancha. El clima de casi todas las islas del Canal de la Mancha es templado, inviernos cortos y suaves, veranos de temperatura agradable y con fuertes vientos. El clima de la isla de Guernsey es un poco más riguroso, por encontrarse mas al norte, la temperatura promedio es inferior y la cantidad de lluvias mayor que en las otras (Revilla, 1975).

b. Distribución

En zonas cálidas es más difícil que se adapte esta raza. La falta de carne en los animales de esta raza tampoco los hace que sean populares en el trópico. En zonas medias y altas dan buenos resultados y sus producciones son muy aceptables (Revilla, 1975).

c. Características de la raza

Las Guernseys son de tamaño mediano y dóciles, el peso adulto ideal de la vaca es de 500 kg. EL color del manto es por lo general anaranjado o amarillo y blanco. Su piel se caracterizan por poseer un pigmento de un amarillo profundo, el cual se puede observar fácilmente adentro de las orejas y en la base de los cachos (Vélez, 1994).

Esta raza no saca buen provecho de pastos pobres, a pesar de superar a la Holstein. El Guernsey responde bien al cuidado y a la buena alimentación y utiliza satisfactoriamente el forraje, pero nunca llega a igualar a la Holstein (Revilla, 1975).

El temperamento de las vacas es atractivo y alerta pero no nervioso y son fáciles de manejar. Los machos son de naturaleza nerviosa y no merecen confianza en ningún momento (Revilla, 1975).

d. Factores económicos

La raza se seleccionó primero sobre la base de la calidad de la leche y segundo sobre la base de la cantidad ya que los rendimientos de leche son por lo general promedios mientras que el contenido de proteína y grasa es alto. El promedio de producción es de 5500 kg de leche con 5 % de grasa y 3.5% de proteína (Vélez, 1994).

4.4.1.3 Jersey

a. Origen

Originaria de la isla de Jersey en el Canal de la Mancha, a 35 km de Guernsey. El clima es templado, inviernos cortos y suaves con tendencia a formar niebla y sus veranos son de temperatura agradable (Revilla, 1975).

b. Distribución

Tiene un amplio rango de adaptabilidad a varias condiciones geográficas y climáticas. Es una de las pocas razas que ha dado un buen resultado tanto en el frío como en el trópico. Debido a su menor tamaño, la demanda de nutrientes para su mantenimiento es baja (Revilla, 1975)

c. Características de la raza

Es la raza lechera menor, su peso aproximado es de 450 kg. El color del manto varía de café claro a negro, con o sin marcas blancas. Son animales precoces y nerviosos (Vélez, 1994).

La vaca Jersey es la que más se aproxima al tipo ideal de vaca lechera, presenta cabeza y hombros de líneas refinadas, grupa amplia y nivelada, columna recta y fuerte, pecho profundo y tórax amplio. La ubre es de buena conformación y las venas mamarias son prominentes y bien desarrolladas. Las reses son activas por naturaleza lo cual ayuda a que sean buenas para el pastoreo. Los pastizales pobres o medianos sacan buen provecho de los forrajes, pero no llegan a igualar al Ayrshire. Debido a su tamaño obtienen fácilmente cantidades suficientes de alimento para obtener los nutrientes necesarios para su mantenimiento. Tienen un temperamento muy nervioso, pero si se les cuida bien desde el principio son animales dóciles (Revilla, 1975).

d. Factores económicos

Los niveles de grasa, proteína y lactosa de la Jersey son mayores que el promedio de las otras razas, aunque el rendimiento total de la leche es menor. La leche es la primera en cantidad de sólidos no grasos, lo que hace que tenga un valor especial en la fabricación de quesos, por el alto rendimiento obtenido. El promedio de producción de la raza es de 25,293 libras de leche con 4.8% de grasa y 3.7% proteína (Revilla, 1975).

4.4.2 Razas de doble propósito

4.4.2.1 Holstein

a. Origen

La historia de la raza Holstein-Friesian tiene mas de 2000 años. El nombre Holstein-Friesian se deriva de las provincias de Frisia Occidental en Holanda y Schleswig-Holstein en Rhine. La mayor parte de Holanda se encuentra bajo el nivel del mar, con suelos franco arcillosos, rico y fértil es principalmente dedicado al crecimiento de pastos. En los veranos el clima es suave y húmedo pero en los inviernos hace mucho frío. La precipitación pluvial es de 60 a 80 centímetros anuales y la temperatura varía de 1.67 a 16.7 grados centígrados (Revilla, 1975).

b. Distribución

La Holstein ha demostrado tener muy buenas cualidades de adaptación a climas cálidos. Con buenas condiciones, esta raza se adapta bien al trópico, pero la falta de pigmentación de la piel en las partes blancas puede ocasionar problemas de quemaduras por el sol (Vélez, 1994). Su resistencia al calor, alta producción de leche y buenas características para producir carne, han hecho que sea bien cotizada en los trópicos. Posee una gran capacidad respiratoria que le permite mayor facilidad para llevar a cabo sus funciones metabólicas. Su peso es menor en los trópicos y su producción no alcanza a las que se logran en climas templados y con bajas condiciones de manejo, pero aun así es considerablemente alta (Revilla, 1975).

c. Características de la raza

El color de los animales es un requisito para el registro. El color blanco de fondo con grandes manchas negras bien definidas es el preferido. Al igual que en la Frisona, Los Holstein tiene el gen rojo por lo que los animales rojos y blancos se registran por separado (Vélez, 1994).

El tamaño de esta raza es mayor que al de cualquier otra, las vacas adultas pesan aproximadamente 680 kg. La conformación de las vacas es profunda y ancha de pecho, costillas bien curvadas, columna fuerte y recta, la ubre es simétrica, balanceada y bien adherida al cuerpo (Revilla, 1975).

Las vacas Holstein son excelentes consumidoras de pastos, debido a su gran capacidad de barril, pero a donde los pastos no son muy buenos se les considera regulares para el pastoreo (Revilla, 1975).

d. Factores económicos

Seleccionada en Norteamérica, es la raza más popular dentro del tipo lechero. Son animales grandes de muy alta capacidad de producción. En Estados Unidos el promedio esta por 8100 kg, si bien los contenidos de grasa y proteína no son muy

altos (Vélez, 1994). Las estadísticas de ganado (1987-88) enseñan un promedio de producción de 4885 litros con 3.7% de grasa y 3.2% de proteína.

4.4.2.2 Pardo suizo

a. Origen

Es una selección realizada en Norteamérica del Pardo de los Alpes (Vélez, 1994). Suiza es un país montañoso, en las partes bajas la temperatura media es de 10 grados centígrados y la precipitación pluvial es cerca de 76 cm al año (Revilla, 1975).

b. Distribución

Esta raza es una de las que mejor se adaptan los climas cálidos, lo cual se debe a su casco duro que le permite pastar en tierras pedregosas, a su papada bien desarrollada que le da mayor superficie de evaporación y a su piel gruesa, que le da una mejor resistencia a los parásitos y a la radiación solar (Revilla, 1975). En el trópico esta raza es bastante popular porque se le atribuye una mayor rusticidad (Vélez, 1994).

c. Características de la raza

Al igual que la Holstein son animales grandes de 650 kg de peso adulto en las vacas, alta resistencia y fortaleza. Tienen un color castaño claro a castaño oscuro. (Vélez, 1994). Posee una ubre de buena conformación, buena capacidad para almacenar y evacuar la leche, buena simetría y equilibrio. Los ligamentos son firmes, manteniendo la ubre suspendida, lo cual disminuye las posibilidades de daño. Tiene un temperamento dócil inigualable a otras razas (Revilla, 1975).

d. Factores económicos

La producción de leche en los Estados Unidos es inferior, con 5500 a 6000 kg, pero el contenido de grasa es mayor, con un promedio que oscila en 4%, lo mismo que el contenido de proteína. Esto le da cierta ventaja en lugares donde la leche es transformada a queso y mantequilla, ya que se deben procesar volúmenes menores de leche para obtener la misma cantidad de producto final (Vélez, 1994).|

4.5 SELECCIÓN DE LAS ESPECIES DEL COMPONENTE ARBÓREO

4.5.1 Analogía climática-edáfica del componente arbóreo

A continuación se describen las comparaciones de las especies según el sitio.

4.5.1.1 Monte Redondo

Cuadro 9. Analogía climática-edáfica de la finca de Monte Redondo

	altitud msnm	Precipitación Promedio anual mm	Temperatura promedio anual °C	textura
Monte Redondo	800	1118	24	franco
<i>Astronium graveolens</i>	150-1000	1000-3700	24-27.5	franco
<i>Cedrela odorata</i>	0-1900	1000-3700	22-26	pesados
<i>Cordia alliodora</i>	0-2000	800-2000	24	franco a franco arcilloso
<i>Dalbergia sisso</i>	0-1500	500-4500	0-45	amplio rango
<i>Khaya senegalensis</i>	0-1800	400-1750	25-32	amplio rango
<i>Myroxylon balsamum</i>	100-600	más 2500	20-30	franco
<i>Swetenia humilis</i>	50-1000	800-1000	22	ligeros
<i>Swetenia macrophyla</i>	0-1500	1600-2500	11-35	pesados
<i>Platymisciun pinnatum</i>	0-1000	más 2000	18-24	franco a franco arcilloso
<i>Pterocarpus indicus</i>	0-1000	960-2180	24-27	no arcillosos
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	0-1000	750-3000	20-38	franco
<i>Tabebuia rosea</i>	0-1200	750-2500	20-27	franco a franco arcilloso
<i>Tectona grandis</i>	0-1200	1200-2500	14-36	franco
<i>Leucaena leucocephala</i>	800-900	600-2300	22-29	amplio rango
<i>Prosopis juliflora</i>	0-1500	50-1200	14-34	amplio rango

	inundabilidad	pH	nutrientes	profundidad
Monte Redondo	alta	Fuertemente ácido 4.95	medio	
<i>Astronium graveolens</i>	no tolera	neutro	media a alta	profundos
<i>Cedrela odorata</i>	no tolera	poco ácido	medio	profundos
<i>Cordia alliodora</i>	no tolera	poco ácido	alta	profundos
<i>Dalbergia sisso</i>	no tolera	5.0-7.5	media a alta	profundos
<i>Khaya senegalensis</i>	tolera	neutro a fuertemente ácido	media a alta	profundos
<i>Myroxylon balsamum</i>	temporales	6.0	media a alta	profundos
<i>Swetenia humilis</i>	no tolera	5.5-6.0	media a alta	profundos
<i>Swetenia macrophyla</i>	no tolera	6.9- 7.7	alta	profundos
<i>Platymisciun pinnatum</i>	no tolera	7.0-7.5	media a alta	profundos
<i>Pterocarpus indicus</i>	tolera	4.5-6.0	media a alta	profundos
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	parcial	Ligeramente ácido	media a alta	profundos
<i>Tabebuia rosea</i>	temporales	amplio rango	media a alta	profundos
<i>Tectona grandis</i>	no inundación	4.0-8.0	alta	profundos
<i>Leucaena leucocephala</i>	no tolera	5.0-7.0	media a alta	profundos
<i>Prosopis juliflora</i>	tolera	amplio rango	media a alta	profundos

4.5.1.2 Zorrales

Cuadro 10. Analogía climática-edáfica de la finca de Zorrales

	altitud msnm	Precipitación Promedio anual mm	Temperatura promedio anual °C	textura
Zorrales	800	1118	24	franco
<i>Astronium graveolens</i>	150-1000	1000-3700	24-27.5	franco
<i>Cedrela odorata</i>	0-1900	1000-3700	22-26	pesados
<i>Cordia alliodora</i>	0-2000	800-2000	24	franco a franco arcilloso
<i>Dalbergia sisso</i>	0-1500	500-4500	0-45	amplio rango
<i>Khaya senegalensis</i>	0-1800	400-1750	25-32	amplio rango
<i>Myroxylon balsamum</i>	100-600	más 2500	20-30	franco
<i>Swetenia humilis</i>	50-1000	800-1000	22	ligeros
<i>Swetenia macrophyla</i>	0-1500	1600-2500	11-35 C	pesados
<i>Platymisciun pinnatum</i>	0-1000	más 2000	18-24	franco a franco arcilloso
<i>Pterocarpus indicus</i>	0-1000	960-2180	24-27	no arcillosos
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	0-1000	750-3000	20-38	franco
<i>Tabebuia rosea</i>	0-1200	750-2500	20-27	franco a franco arcilloso
<i>Tectona grandis</i>	0-1200	1200-2500	14-36	franco
<i>Leucaena leucocephala</i>	800-900	600-2300	22-29	amplio rango
<i>Prosopis juliflora</i>	0-1500	50-1200	14-34	amplio rango

	inundabilidad	pH	nutrientes	profundidad
Zorrales	baja	Fuertemente ácido 5.45	medio	
<i>Astronium graveolens</i>	no tolera	neutro	media a alta	profundos
<i>Cedrela odorata</i>	no tolera	poco ácido	medio	profundos
<i>Cordia alliodora</i>	no tolera	poco ácido	alta	profundos
<i>Dalbergia sisso</i>	no tolera	5.0-7.5	media a alta	profundos
<i>Khaya senegalensis</i>	tolera	neutro a fuertemente ácido	media a alta	profundos
<i>Myroxylon balsamum</i>	temporales	6.0	media a alta	profundos
<i>Swetenia humilis</i>	no tolera	5.5-6.0	media a alta	profundos
<i>Swetenia macrophyla</i>	no tolera	6.9- 7.7	alta	profundos
<i>Platymisciun pinnatum</i>	no tolera	7.0-7.5	media a alta	profundos
<i>Pterocarpus indicus</i>	tolera	4.5-6.0	media a alta	profundos
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	parcial	Ligeramente ácido	media a alta	profundos
<i>Tabebuia rosea</i>	temporales	amplio rango	media a alta	profundos
<i>Tectona grandis</i>	no inundación	4.0-8.0	alta	profundos
<i>Leucaena leucocephala</i>	no tolera	5.0-7.0	media a alta	profundos
<i>Prosopis juliflora</i>	tolera	amplio rango	media a alta	profundos

4.5.1.3. Matasanos

Cuadro 11. Analogía climática-edáfica de la finca de Matasanos

	altitud msnm	Precipitación Promedio anual mm	Temperatura promedio anual °C	textura
Matasanos	800	1118	24	franco arcilloso
<i>Astronium graveolens</i>	150-1000	1000-3700	24-27.5	franco
<i>Cedrela odorata</i>	0-1900	1000-3700	22-26	pesados
<i>Cordia alliodora</i>	0-2000	800-2000	24	franco a franco arcilloso
<i>Dalbergia sisso</i>	0-1500	500-4500	0-45	amplio rango
<i>Khaya senegalensis</i>	0-1800	400-1750	25-32	amplio rango
<i>Myroxylon balsamum</i>	100-600	más 2500	20-30	franco
<i>Swetenia humilis</i>	50-1000	800-1000	22	ligeros
<i>Swetenia macrophylla</i>	0-1500	1600-2500	11-35 C	pesados
<i>Platymisciun pinnatum</i>	0-1000	más 2000	18-24	franco a franco arcilloso
<i>Pterocarpus indicus</i>	0-1000	960-2180	24-27	amplio rango
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	0-1000	750-3000	20-38	franco
<i>Tabebuia rosea</i>	0-1200	750-2500	20-27	franco a franco arcilloso
<i>Tectona grandis</i>	0-1200	1200-2500	14-36	franco
<i>Leucaena leucocephala</i>	800-900	600-2300	22-29	amplio rango
<i>Prosopis juliflora</i>	0-1500	50-1200	14-34	amplio rango

	inundabilidad	pH	nutrientes	profundidad
Matasanos	alta	Medianamente ácido 5.99	medio	
<i>Astronium graveolens</i>	no tolera	neutro	media a alta	profundos
<i>Cedrela odorata</i>	no tolera	poco ácido	bajo	profundos
<i>Cordia alliodora</i>	no tolera	poco ácido	alta	profundos
<i>Dalbergia sisso</i>	no tolera	5.0-7.5	media a alta	profundos
<i>Khaya senegalensis</i>	tolera	neutro a fuertemente ácido	media a alta	profundos
<i>Myroxylon balsamum</i>	temporales	6.0	media a alta	profundos
<i>Swetenia humilis</i>	no tolera	5.5-6.0	media a alta	profundos
<i>Swetenia macrophylla</i>	no tolera	6.9- 7.7	alta	profundos
<i>Platymisciun pinnatum</i>	no tolera	7.0-7.5	media a alta	profundos
<i>Pterocarpus indicus</i>	tolera	4.5-6.0	media a alta	profundos
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	parcial	Ligeramente ácido	media a alta	profundos
<i>Tabebuia rosea</i>	temporales	amplio rango	media a alta	profundos
<i>Tectona grandis</i>	no inundación	4.0-8.0	alta	profundos
<i>Leucaena leucocephala</i>	no tolera	5.0-7.0	media a alta	profundos
<i>Prosopis juliflora</i>	tolera	amplio rango	media a alta	profundos

4.5.2 Especies seleccionadas

4.5.2.1 Monte Redondo *Astronium graveolens*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Dalbergia sisso*, *Swietenia humilis*, *Swietenia macrophylla*, *Platymiscium pinnatum*, *Tectona grandis* y *Leucaena leucocephala* son especies que no toleran inundaciones

temporales y Monte Redondo posee áreas que se inundan ocasionalmente, por lo que no se recomienda plantarlos en esta zona.

Myroxylon balsamum prefiere altitudes entre los 100 y 600 msnm con precipitaciones arriba de los 2500 mm, por lo que su rendimiento se vería afectado si se establece en la finca de estudio ya que su altitud es de 800 msnm y precipitaciones promedio de 2000 mm, por lo que no se recomienda su establecimiento.

A. graveolens, *C. odorata*, *C. alliodora*, *D. sisso*, *M. balsamum*, *S. humilis*, *S. macrophylla*, *P. pinnatum*, *L. Leucocephala* y *Tabebuia donnell-smithii* son especies que necesitan suelos con pH medianamente ácidos a neutros. El pH de los suelos en Monte Redondo es fuertemente ácido (4.95), por lo que se recomienda hacer un análisis de requisito de cal para conocer las cantidades necesarias a aplicar y de esta manera se podrá mantener un pH neutro permitiendo sembrar las especies de árboles que se adapten no solo a las condiciones del pH si no también a los otros factores del sitio.

Khaya senegalensis, *Pterocarpus indicus*, *Tabebuia rosea*, *Tabebuia donnell-smithii* y *Prosopis juliflora* son especies que se adaptan muy bien tanto a las condiciones generales del sitio como a las de la finca por lo que se recomienda su establecimiento en Monte Redondo.

Además se recomienda incorporar materia orgánica y fertilizar los terrenos ya que todas las especies arbóreas necesitan de suelos con mediana a alta fertilidad para que presenten un buen crecimiento y altos rendimientos.

Especies a establecerse en Monte Redondo después de encalar los terrenos:

T. rosea, *K. senegalensis*, *P. indicus*, *T. donnell-smithii* y *P. juliflora*.

4.5.2.2 Zorrales *Astronium graveolens*, *Cedrella odorata*, *Cordia alliodora*, *Swietenia humilis*, *Swietenia macrophylla*, *Platymisium pinnatum*, *Tabebuia donnell-smithii* son especies que necesitan suelos neutros. El pH de los suelos en Zorrales es fuertemente ácido (5.45), por lo que se recomienda hacer un análisis de requisito de cal para conocer las cantidades necesarias a aplicar, así se mantendrá un pH neutro y se podrá sembrar dichas especies de árboles.

C. alliodora es una especie que cuenta con las características necesarias para adaptarse a las condiciones del sitio, pero según los datos recabados en las plantaciones de Zamorano ésta especie presenta un bajo rendimiento, por lo que no se recomienda su establecimiento.

S. macrophylla y *Tectona grandis* son especies que demandan una alta cantidad de nutrientes, similar a todas las otras especies, por lo que se recomienda hacer un plan de fertilización ya que los terrenos cuentan con una fertilidad promedio media, contenido de materia orgánica medio, altos contenidos de potasio, calcio, hierro, manganeso y cobre pero bajas cantidades de magnesio, fósforo, azufre y boro; mientras que el porcentaje de nitrógeno total se encuentra en un rango medio.

No se recomienda sembrar *Myroxylom balsamum* por las mismas razones expuestas en la finca de Monte Redondo.

T. grandis prefiere lugares con precipitaciones arriba de los 2500 mm y en Zamorano la precipitación promedio anual es de 1118 mm por lo que su rendimiento se vera afectado, pero dado que existen individuos adaptados en esta zona, se recomienda su establecimiento.

Dalbergia sisso, *Khaya senegalensis*, *Pterocarpus indicus*, *Prosopis juliflora*, *Tabebuia rosea* y *Leucaena leucocephala* son especies que se adaptan muy bien tanto a las condiciones generales del sitio como a las de la finca por lo que se recomienda su establecimiento en Zorrales.

Especies a establecerse en Zorrales despues del plan de fertilización y encalado:

A. graveolens, *C. odorata*, *D. sisso*, *K. senegalensis*, *S. humilis*, *S. macrophylla*, *P. pinnatum*, *P. indicus*, *T. donnell-smithii*, *T. rosea*, *T. grandis*, *P. juliflora* y *L. leucocephala*.

4.5.2.3 Matasanos Al igual que en Monte Redondo las especies *Astronium graveolens*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Dalbergia sisso*, *Swietenia humilis*, *Swietenia macrophylla*, *Platymisium pinnatum*, *Tectona grandis* y *Leucaena leucocephala* no podran establecerse en Matasanos debido a que no toleran inundaciones temporales y esta finca posee zonas inundables ya que se encuentra a orillas del río Yeguaré.

Además *A. graveolens*, *S. macrophylla* y *P. pinnatum* son especies que necesitan suelos neutros y el pH de Matasanos es medianamente ácido (5.99), por lo que no se recomienda plantarlos en esta zona.

Myroxylom balsamum, *Swietenia humilis*, *Tabebuia donnell-smithii* y *Tectona grandis* son especies que crecen mejor en suelos ligeros o francos, siendo los suelos de Matasanos franco arcillosos no se recomienda que se establezcan en esta finca.

Además, no se recomienda sembrar *M. balsamum* por las mismas razones expuestas en la finca de Monte Redondo.

Khaya senegalensis, *Tabebuia rosea*, *Pterocarpus indicus* y *Prosopis juliflora* son especies que se adaptan muy bien tanto a las condiciones generales del sitio como a las de la finca por lo que se recomienda su establecimiento en Matasanos.

Especies a establecerse en Matasanos:

K. senegalensis, *T. rosea*, *P. indicus* y *P. juliflora*

4.6 SELECCIÓN DE ESPECIES DEL COMPONENTE PASTURA

A continuación se describen las comparaciones de las especies según el sitio.

4.6.1 Analogía climática-edáfica del componente pastura

Cuadro 12. Analogía climática-edáfica de las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos para el componente pastura.

	Altitud (msnm)	Ppt (mm)	Temp. (°C)	Textura	Nutrientes
Monte Redondo	800	0-2000	24	franco	medio
Zorrales	800	0-2000	24	franco	medio
Matasanos	800	0-2000	24	franco arcilloso	medio
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	0-1000	Más de 800	25-28	amplio rango	mediana a alta
<i>Digitaria eriantha</i>	0-1500	1000-1200	19-24	amplio rango	media a baja
<i>Panicum maximum</i>	0-1200	900	20-30	amplio rango	mediana a alta

4.6.2 Tolerancia de las pasturas a la inundación y a la sombra

Cuadro 13. Comparación de la tolerancia de las pasturas a la inundación y sombra en las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos.

	Inundabilidad	Sombra
Monte Redondo	alta	menos del 30%
Zorrales	baja	menos del 30%
Matasanos	alta	menos del 30%
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	inundaciones temporales	tolerancia media
<i>Digitaria eriantha</i>	No inundaciones temporales	baja a media tolerancia
<i>Panicum maximum</i>	inundaciones temporales	media a alta tolerancia

4.6.3 Factores productivos y de digestibilidad a nivel de pasturas

Cuadro 14. Comparación de la productividad y digestibilidad de *Cynodon nlemfuensis*, *Digitaria eriantha* y *Panicum maximum*.

	Producción	Digestibilidad
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	8-25 tm de MS/ha/año	42-64% DIVMO
<i>Digitaria eriantha</i>	12 - 24 tm de MS/ha/año	48-67% DIVMO
<i>Panicum maximum</i>	10 a 30 tm de MS/ha/año	46-64 % DIVMO

4.6.4 Especie seleccionada

Las tres especies de pastos se adaptan muy bien a las condiciones climáticas y edáficas de las tres fincas de estudio. En la tolerancia a las inundaciones y a la sombra las tres especies soportan períodos muy cortos de encharcamiento pero solo el *P. maximum* presenta una mayor tolerancia a la sombra en comparación a las otras dos especies. En el

ámbito productivo el *P. maximum* posee los mejores datos produciendo hasta 30 tm de MS/ha/año y con una digestibilidad de hasta 64%.

La especie seleccionada para establecerse en las tres fincas de estudio es el *P. máximo* debido a que presenta todas las características adecuadas para su establecimiento.

4.7 SELECCIÓN DE RAZAS DEL COMPONENTE ANIMAL

Las razas seleccionadas para fines de académicos fueron Holstein, Jersey, Pardo Suizo y encastes AFS para la producción de leche.

4.8 SELECCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL

A continuación se describe el procedimiento para la selección del sistema agroforestal:

4.8.1 Diagnóstico agroforestal

4.8.1.1 Prediagnóstico Para fines de la organización del estudio, la etapa de prediagnóstico (definición del uso de la tierra en las áreas de trabajo, la función que desempeña dicho sistema y los problemas que presenta) fue descrita en la sección 3.1.1.1 Uso actual de la tierra y 3.1.1.2 Condiciones edáficas actuales, de Materiales y Métodos.

4.8.1.2 Inventario de árboles agroforestales La etapa de inventario de árboles agroforestales (identificación y documentación de las especies de árboles que se encuentran en las fincas de estudio y en sus alrededores) fue descrita en la sección 3.1.1.3 Vegetación existente, de Materiales y Métodos.

4.8.1.3 Análisis El sistema de uso de la tierra actual, pasturas establecidas en potreros con un sistema de pastoreo rotacional intensivo, presenta una serie de problemas como: el uso ineficiente de la luz, los nutrientes y el agua, ya que hace uso de un solo estrato de la superficie, manteniendo una ausencia de sombra la cual causa un estrés calórico en los animales, disminuyendo el desempeño de éstos (Fuquay, 1981). Además, según los datos de los análisis de suelos realizados en las fincas del estudio, muestran que los suelos han ido perdiendo su fertilidad natural a través de los años.

Es necesario hacer un cambio en el sistema actual de uso de la tierra a un sistema que intensifique la utilización del recurso suelo, sin dañar su potencial productivo a largo plazo y que contribuya a contrarrestar los impactos ambientales negativos característicos de los sistemas tradicionales, tales como la degradación de las pasturas, estrés calórico y la degradación de los suelos.

El uso de sistemas agroforestales han demostrado que puede ayudar a hacer un uso mas eficiente del espacio vertical, ya que involucra un componente arbóreo el cual aprovecha mejor los estratos superiores (hasta donde llegan las ramas de los árboles) y los inferiores (las capas profundas de suelo) (Geilfus, 1994). Además los arboles proveen de sombra a los animales, logrando un incremento en el rendimiento de éstos, debido a que los efectos

potenciales del estrés calórico se reducen (aumento en el ritmo de la respiración), obteniéndose una mejor productividad animal (quema menos calorías, pierde menos agua produciendo más leche y carne (Vasquez, 1995)). Los árboles ayudan a mejorar las características de los suelos ya que activan el ciclo de los nutrientes favoreciendo el crecimiento de las plantas, aportando una mayor cantidad de biomasa al sistema, contribuyendo a la conservación de los suelos y aumentando la resiliencia del sistema.

Los componentes actuales con los que cuenta el sistema de uso de la tierra son: terrenos, pasturas, ganado y especies arbóreas potenciales. Según los sistemas agroforestales que fueron observados en las zonas de estudio, en la zona norte de Honduras y los citados en la literatura (sección 2.2.6 de la Revisión de Literatura), el sistema agroforestal idóneo para este sitio sería un sistema silvopastoril el cual es una opción de producción pecuaria en donde las leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1998). Adjunto se presenta el cuadro que enseña la adaptabilidad agroecológica que utiliza áreas de pastoreo extensivo o intensivo y que posee los grupos de componentes maderables, forrajeros y animales, igual que en las fincas de estudio, por lo que la práctica agroforestal debe de ser árboles en pasturas dispersos irregular o sistemáticamente y el rol de producción y protección que juega el componente arbóreo en este sistema.

Cuadro 15. Clasificación y descripción del sistema silvopastoril a implementarse.

SISTEMA SILVOPASTORIL (Árboles con pasturas y/o animales)		
		
ADAPTABILIDAD AGROECOLOGICA	GRUPO DE COMPONENTES	PRACTICA AGROFORESTAL, BREVE DESCRIPCION Y ROL PRINCIPAL DEL COMPONENTE ARBOREO
Áreas de pastoreo Extensivo e intensivo	Madera: multipropósito; Forraje: presente Animal: presente	Árboles en áreas de pasturas o en grandes extensiones Dispersos irregularmente o arreglados de acuerdo a un patrón sistemático Producción: árboles de alto valor y como forraje Protección: sombra y protección al ambiente

Adjunto se presenta el árbol de problemas que se utilizó para analizar y organizar la información disponible y poder desarrollar el proceso de planificación y diseño del proyecto al conocer el problema, sus causas, efectos y la posible solución.

Figura 9. Relaciones de causa y efecto del problema actual y su solución.

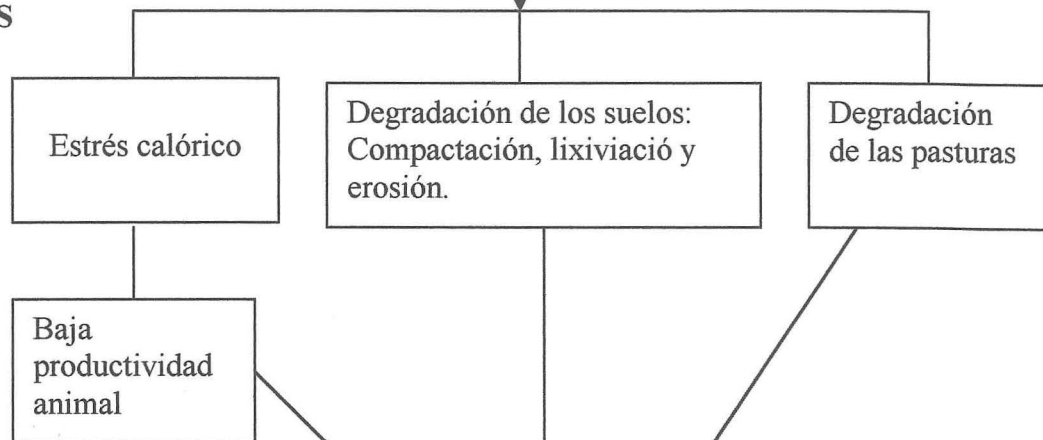
CAUSAS



PROBLEMA CENTRAL

SISTEMA DE USO DE LA TIERRA INAPROPIADO

EFECTOS



SOLUCION

Sistema Agroforestal
Sistema de manejo de la tierra que es productivo, sostenible y hace uso eficiente del espacio

SISTEMA SILVOPASTORIL

4.9 DISEÑO DEL SISTEMA SILVOPASTORIL

4.9.1 Diseño dentro del sistema

4.9.1.1 Densidades

1. Densidad final: Se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$N = 3000 \text{ m}^2 / A * \text{Frondosidad}$$

- a. Area de copa: Para el calculo del área de copa se utilizó el diámetro de copa estimado para árboles maduros el cual es 12 m.
- b. Factor de Frondosidad: Se calculó el promedio con los siguientes datos:

Cuadro 16. Promedio del factor de frondosidad para las especies seleccionadas.

ESPECIE ARBOREA SELECCIONADA	FACTOR DE FRONDOSIDAD
<i>Cedrela odorata</i>	0.60
<i>Tabebuia rosea</i>	0.60
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	0.60
<i>Prosopis juliflora</i>	0.60
<i>Khaya senegalensis</i>	0.70
<i>Dalbergia sisso</i>	0.70
<i>Pterocarpus indicus</i>	0.70
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.70
<i>Astronium graveolens</i>	0.75
<i>Platymisium pinnatum</i>	0.75
<i>Swietenia macrophylla</i>	0.75
<i>Swietenia humilis</i>	0.75
<i>Tectona grandis</i>	0.75
PROMEDIO FRONDOSIDAD	0.69

- c. Cálculo final

$$N = \frac{3000 \text{ m}^2}{(0.7854 * 12 \text{ m}^2) * 0.64}$$

$$N = 40 \text{ árboles/ha}$$

d. Densidad final para el diseño: La densidad máxima es de 40 árboles por hectárea, debido a que con una mayor cantidad, se estaría afectando la productividad de las pasturas al proyectarse más sombra. Por lo tanto, para fines de distribución, este diseño utilizará 36 árboles/ha.

36 árboles/ha

2. Densidad inicial

36 árboles/ha (densidad final) * 5 (árboles en cada bloque)

180 árboles/ha

4.9.1.2 Distanciamientos

1. Entre bloques: Los distanciamientos necesarios para obtener una densidad final de 36 árboles por hectárea son de 15 m entre cada bloque.
2. Entre árboles de cada bloque: El distanciamiento entre árbol es de 2 m.
3. Entre linderos y primeros bloques: Se utilizará un distanciamiento de 5 m entre árbol central y lindero.

4.9.1.3 Combinaciones de árboles

1. Combinación dentro del bloque: Utilizando las especies seleccionadas para cada finca, se mezclaron en cada bloque 5 árboles: 3 maderables de la misma especie con dos forrajeros de la misma especie (En el caso de éste diseño, por hectárea habrán 36 bloques cada uno con 5 árboles).
2. Combinación dentro del sistema: Las combinaciones se realizaron para cada finca, asignándole un número por combinación y con un orden específico, para que al colocarse en el campo no se encontraran juntos grupos de Meliaceas.

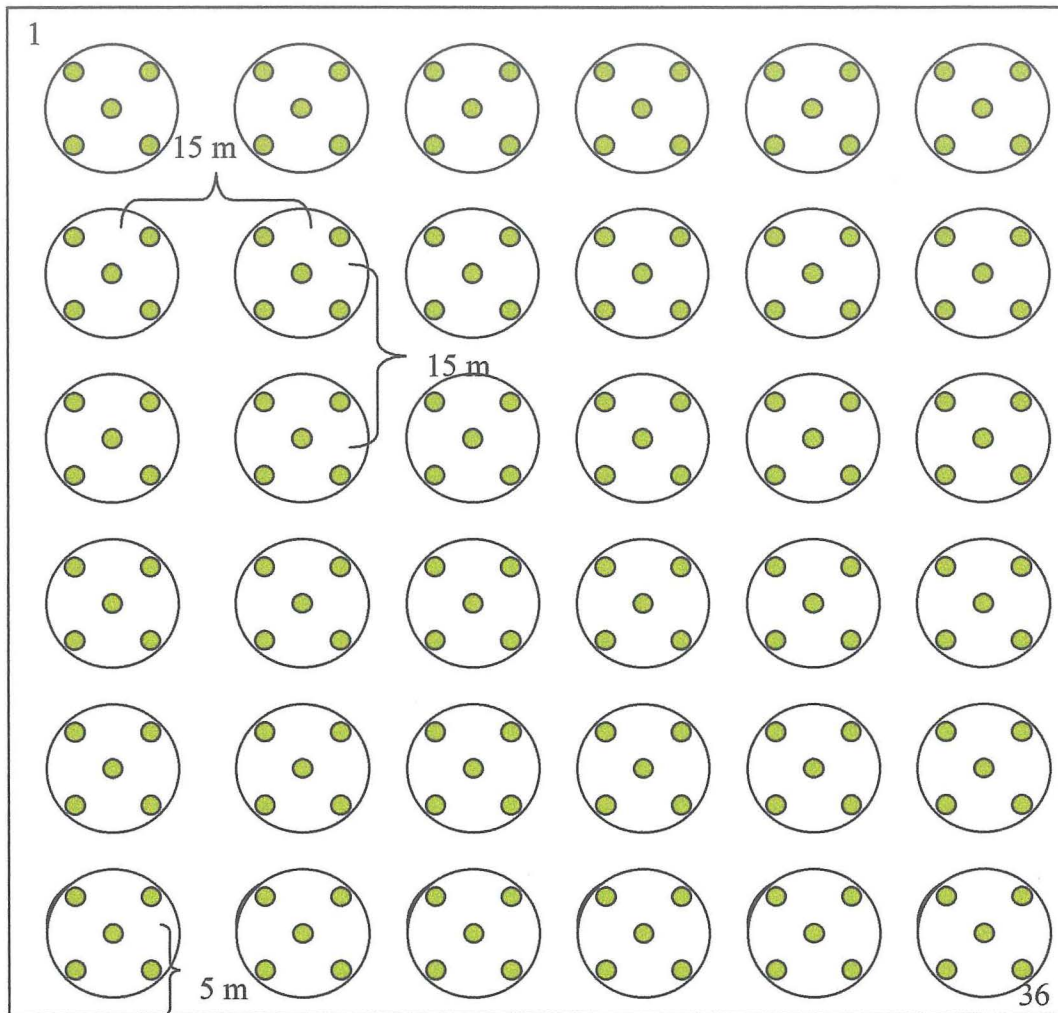
Cuadro 17. Combinaciones para las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos.

MONTE REDONDO		ZORRALES		MATASANOS	
1	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	1	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	1	<i>C. odorata</i> /L. <i>leucocephala</i>
2	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	2	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	2	<i>A. graveolens</i> /L. <i>leucocephala</i>
3	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	3	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	3	<i>T. rosea</i> /L. <i>leucocephala</i>
4	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	4	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	4	<i>K. senegalensis</i> /L. <i>leucocephala</i>
5	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	5	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	5	<i>P. pinnatum</i> /L. <i>leucocephala</i>
6	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	6	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	6	<i>S. macrophylla</i> /L. <i>leucocephala</i>
7	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	7	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	7	<i>P. indicus</i> /L. <i>leucocephala</i>
8	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	8	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	8	<i>D. sisso</i> /L. <i>leucocephala</i>
9	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	9	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	9	<i>S. humilis</i> /L. <i>leucocephala</i>
10	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	10	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	10	<i>T. donnell-smithii</i> /L. <i>leucocephala</i>
11	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	11	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	11	<i>C. odorata</i> /P. <i>juliflora</i>
12	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	12	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	12	<i>T. grandis</i> /L. <i>leucocephala</i>
13	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	13	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	13	<i>A. graveolens</i> /P. <i>juliflora</i>
14	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	14	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	14	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>
15	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	15	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	15	<i>P. pinnatum</i> /P. <i>juliflora</i>
16	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	16	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	16	<i>S. macrophylla</i> /P. <i>juliflora</i>
17	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	17	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	17	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>
18	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	18	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	18	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>
19	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	19	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	19	<i>D. sisso</i> /P. <i>juliflora</i>
20	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	20	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	20	<i>S. humilis</i> /P. <i>juliflora</i>
21	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	21	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	21	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>
22	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	22	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	22	<i>T. grandis</i> /P. <i>juliflora</i>
23	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	23	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	23	<i>C. odorata</i> /L. <i>leucocephala</i>
24	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	24	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	24	<i>A. graveolens</i> /L. <i>leucocephala</i>
25	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	25	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	25	<i>K. senegalensis</i> /L. <i>leucocephala</i>
26	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	26	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	26	<i>T. rosea</i> /L. <i>leucocephala</i>
27	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	27	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	27	<i>P. pinnatum</i> /L. <i>leucocephala</i>
28	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	28	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	28	<i>S. macrophylla</i> /L. <i>leucocephala</i>
29	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	29	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	29	<i>P. indicus</i> /L. <i>leucocephala</i>
30	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	30	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	30	<i>D. sisso</i> /L. <i>leucocephala</i>
31	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	31	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	31	<i>T. donnell-smithii</i> /L. <i>leucocephala</i>
32	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	32	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	32	<i>S. humilis</i> /L. <i>leucocephala</i>
33	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	33	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	33	<i>T. grandis</i> /L. <i>leucocephala</i>
34	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	34	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	34	<i>C. odorata</i> /P. <i>juliflora</i>
35	<i>P. indicus</i> /P. <i>juliflora</i>	35	<i>K. senegalensis</i> /P. <i>juliflora</i>	35	<i>A. graveolens</i> /P. <i>juliflora</i>
36	<i>T. donnell-smithii</i> /P. <i>juliflora</i>	36	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>	36	<i>T. rosea</i> /P. <i>juliflora</i>

4.9.1.3 Arreglo del sistema

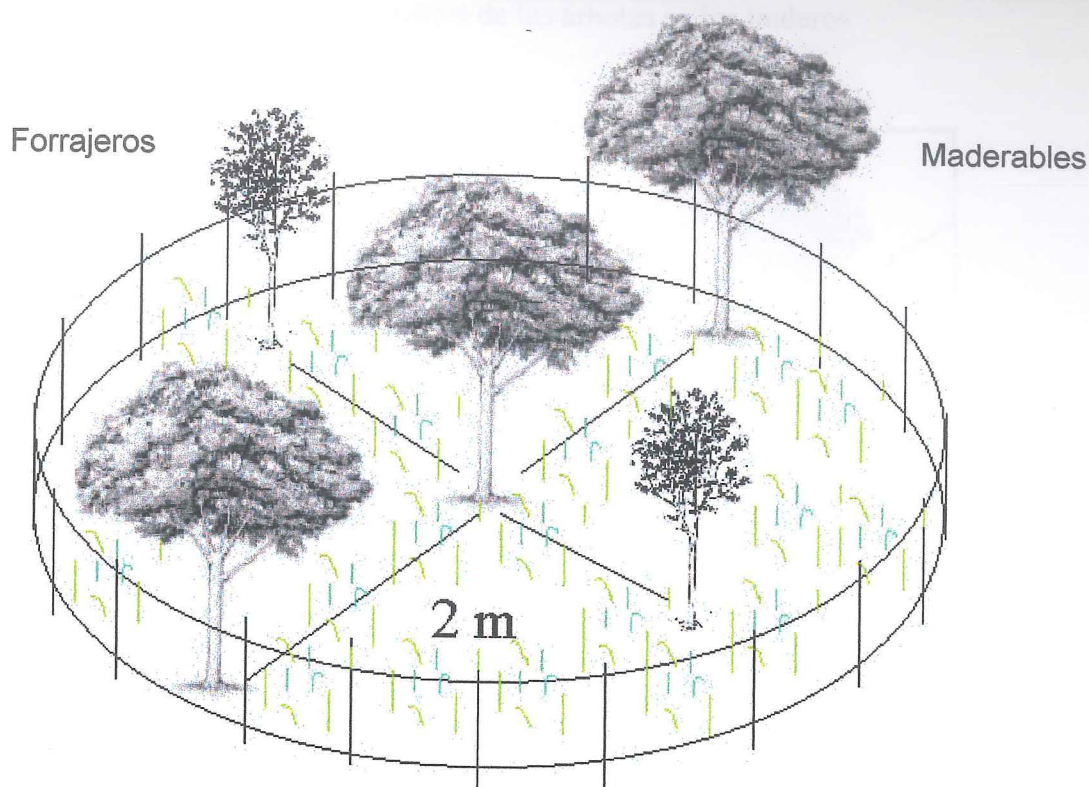
1. Dentro del sistema: A cada bloque se le asignó un número según las posibles combinaciones para cada finca.

Figura 10. Diseño y distanciamientos de los bloques dentro del sistema.



2. Dentro de cada bloque: El diseño consta de tres árboles maderables y dos forrajeros, siempre colocando el maderable en el centro.

Figura 11 . Diseño de los árboles dentro de cada bloque.



4.9.2 Diseño para los linderos

4.9.2.1 Distanciamientos Se utilizará un distanciamiento de 3 m entre árbol.

4.9.2.2 Arreglo Los árboles maderables seleccionados se colocarán en el perímetro de los potreros, colocando solo una especie por lindero. Se utilizarán las posibles combinaciones según las especies seleccionadas para cada finca. A continuación se detalla un ejemplo de la finca de Monte Redondo para la distribución de las especies en el potrero.

Figura 12. Distribución de las especies arbóreas en los linderos.

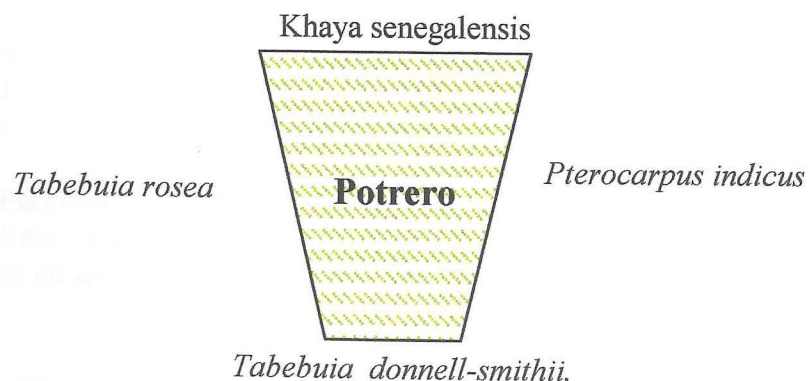
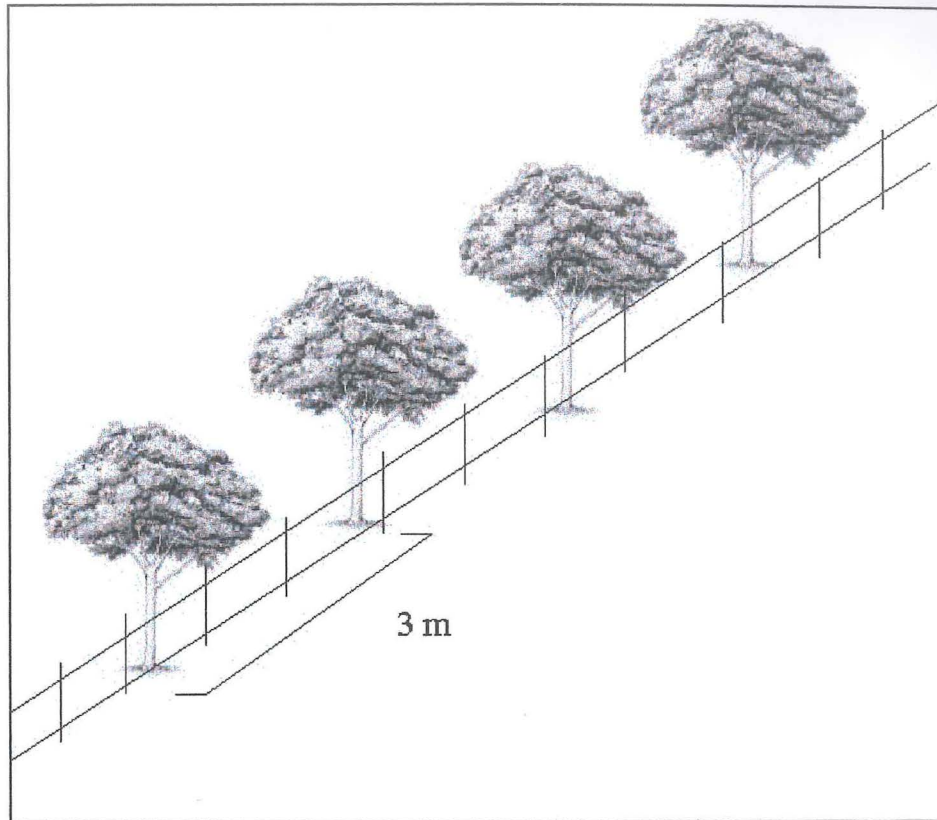


Figura 13. Diseño y distanciamientos de los árboles en los linderos.



4.10 CONSIDERACIONES GENERALES DE MANEJO

4.10.1 Objetivos del manejo

Educar a la comunidad Zamorana en la necesidad de utilizar sistemas de producción agroforestal, en las fincas ganaderas que tiendan a mejorar el estrato actual de las pasturas, reducir el estrés calórico de los animales e incrementar la productividad del sitio por unidad de área.

4.10.2 Manejo del componente arbóreo dentro del sistema

4.10.2.1 Encalado Antes de la plantación se debe hacer un análisis de requisito de cal para cada una de las fincas para aumentar el pH de los suelos.

4.10.2.2 Plantación

- **Semilleros o viveros:** Es recomendable desde el punto de vista silvícola producir los árboles en un sitio lo más próximo posible al área del ensayo.

- Siembra: Establecer los árboles de cada grupo siguiendo una línea de Este a Oeste para obtener la mayor captación de luz solar.

4.10.2.3 Fertilización Se recomienda el siguiente plan de fertilización para todos los sitios:

Cuadro 18. Plan de fertilización (Tomado de Egüez, 1999).

Año	Fertilizante (N P K)	Cantidad g/árbol	No. de aplicaciones	Cantidad kg/ha/año
1	18:46:0	50	1	55.5
	Urea	100	4	111
2	18:46:0	50	1	55.5
	Urea	100	3	111
3	12:24:12	50	1	55.5
	Urea	100	3	111
4	12:24:12	100	2	111
	Urea	150	2	167
5	12:24:12	100	2	111
	Urea	150	2	167
6	12:24:12	100	2	111
	Urea	150	2	167

4.10.2.4 Protección de los árboles

- Protección contra los animales: Debido a las características del sitio se recomienda utilizar un cerco de alambre alrededor de los grupos con hileras espaciadas. La eliminación del cerco dependerá de la tasa de crecimiento de las diferentes especies. Es necesario hacer un monitoreo para determinar la época de retiro del cerco. Los árboles deben de tener una altura alrededor de 5 a 6 m y un diámetro extremadamente leñoso que resista el efecto de rascado por parte de los animales.
- Protección contra las plagas: Para el control del barrenador de las Meliaceas se recomienda:
 1. Control químico: Aplicaciones de insecticidas sistémicos cada 20 o 30 días durante la época lluviosa (Egüez, 1999).
 2. Control mecánico: Es un control curativo, ya que lo que se hace es podar una vez el árbol que esta rebrotando. De igual manera es efectivo si se realizan oportunamente las podas (Egüez, 1999).
 3. Plantaciones mixtas: Esta alternativa es similar a la del sistema propuesto ya que se asocia la especie con otras, logrando simular el ambiente natural de las Meliaceas, el barrenador tendrá más problemas en la localización de los árboles y además se

puede asociar con especies de rápido crecimiento obligando a la Meliaceae a tener un crecimiento acelerado los primeros años

- Protección contra el fuego: Se debe de hacer una ronda alrededor de los bloques, entre los meses de enero a febrero, para protegerlos contra los incendios.

4.10.2.5 Cortas de limpieza Se deberán realizar de tres a cinco limpiezas al año, dentro de los grupos de árboles.

4.10.2.6 Podas Estas se realizarán de la siguiente manera:

- *Tabebuia rosea*, *Tabebuia donnell-smithii*: Para estas especies en particular es necesario esperar de que uno de sus dos ejes se defina como eje principal y el otro como rama. La edad de ocurrencia es variable con el sitio y por lo tanto es necesario hacer un monitoreo permanente para determinar la edad de poda.
- Meliaceas: Las podas de formación deben de realizarse inmediatamente después del ataque del barrenador, seleccionando el rebrote con mejor orientación al eje principal. Esta práctica tiene que ejecutarse hasta que el árbol alcance un fuste de mínimo 5 a 6 m de altura (Egüez, 1999).
- Otras especies: La poda se realizará a partir del segundo año de la plantación y se ejecutarán hasta que los árboles alcancen un fuste limpio entre 8 a 10 m de altura.

4.10.2.7 Raleos Iniciar un régimen de raleo para cada bloque o grupo de 5 árboles cuando las copas empiezen a tocarse entre sí. El raleo debe de ser selectivo y orientado a dejar en cada sitio el individuo maderable mejor adaptado, más vigoroso y de mayor crecimiento. El régimen así propuesto debe de extraer primero los árboles forrajeros y luego los maderables de peor forma. Los raleos deben ser espaciados a lo largo de varios años pero el último raleo tiene que hacerse aproximadamente a los 18 años de edad.

4.10.2.8 Crecimiento y rendimiento

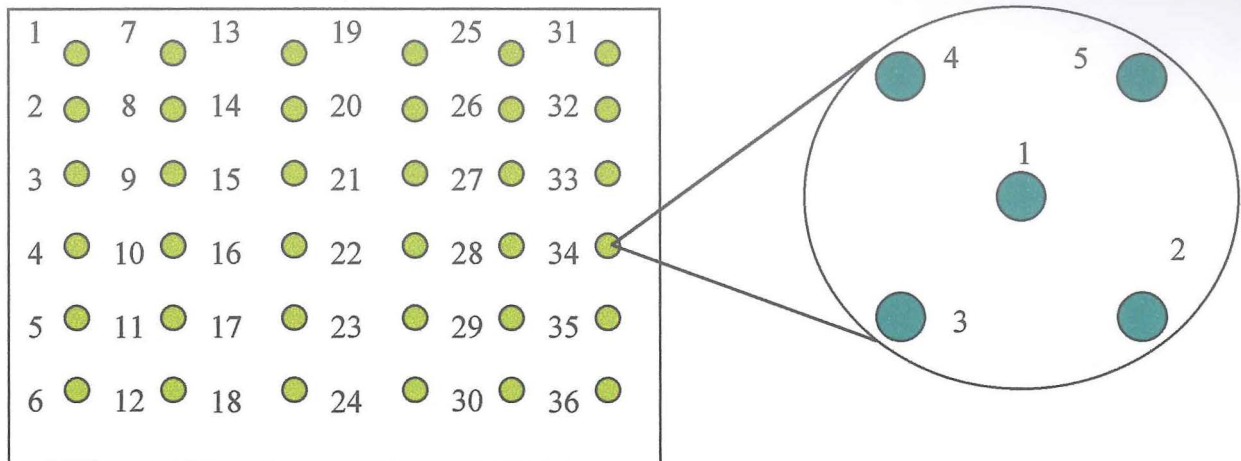
1. Parcelas de muestreo permanentes (PMP): Utilizar los bloques como PMP, de control de crecimiento y rendimiento de las especies.

2. Arreglo de las PMP: Los bloques existentes dentro de cada hectárea deberán de ser numeradas del 1 al 36 (en el caso de una hectárea habrá 36 parcelas). Para cada parcela o bloque levantar un plano identificando las especies y asignándole un número a cada árbol dentro de cada bloque empezando siempre del centro a la derecha y luego siguiendo las manecillas del reloj (del 1 al 5). Estos números durarán hasta que el árbol sea raleado o cosechado.

3. Mediciones: Para cada especie se medirá el DAP (a partir de 2 cm), altura total, altura hasta la base de la copa y diámetro de copa. Estas mediciones deben realizarse en el momento de la plantación (con excepción del diámetro) y cada año en el período de menos crecimiento (marzo o abril). Para el registro de las variables de crecimiento se

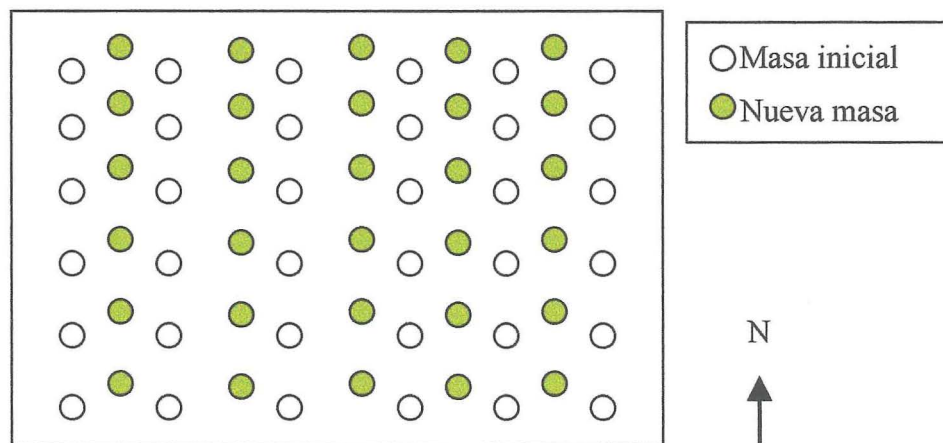
recomienda usar los formularios del CATIE, para la medición de árboles individuales (Ver anexo 5).

Figura 14. Arreglo por hectárea de las parcelas de muestreo permanente



4.10.2.9 Renovación de la masa Entre los 18 y 20 años de edad deberá quedar en la hectárea la densidad definitiva de árboles maderables. En ese momento se debe establecer la nueva masa, jugando con los espacios disponibles entre las líneas de maderables. Esto garantiza una producción sostenible de madera y de ganado.

Figura 15. Distribución por hectárea de la nueva masa.



4.10.2.10 Cosecha La cosecha de maderables se realizará para todas las especies a los 30 años de edad o turno económico (edad a la cual el árbol tiene su mayor crecimiento

volumétrico). Al turno se debe esperar bajo buenas condiciones de manejo un rendimiento promedio de 0.7 a 1 m³ por árbol (para todas las especies). Por hectárea este valor debe de ser del orden de 28 a 40 m³/ha. Este rendimiento no considera la madera que se obtenga de los raleos comerciales ya que estos se consideran de poca cuantía. Utilizar los árboles cosechados para diseñar funciones volumétricas y construir tablas de volumen.

4.10.3 Manejo del componente arbóreo en los linderos de los potreros

Aplicar los mismos criterios de manejo para los linderos con excepción de la obtención de datos de crecimiento. En este caso se debe levantar un mapa del potrero con sus cuatro linderos. En cada lindero marcar los árboles de 1 a n y llevar los registros de crecimiento para cada línea de especies.

4.10.4 Manejo de las pasturas y los animales

4.10.4.1 Rotaciones Se recomienda de 1 a 3 días de pastoreo y 28 días de descanso para cada potrero.

4.10.4.2 Fertilización Para un crecimiento óptimo se recomienda aplicar de 30 a 40 kg de nitrógeno por pastoreo, lo que será de 28 a 30 fertilizaciones al año.

4.10.4.3 Carga animal Se recomienda utilizar 5.5 unidades animales por hectárea. Bajo condiciones de Zamorano, se han manejado carga animal de hasta 9.9 cabezas por hectárea, con *Panicum maximum*.

5. CONCLUSIONES

Fundamentado en el presente estudio se puede concluir que una alta proporción de las tierras bajo pastoreo rotacional intensivo, tienen alto potencial de conversión a un sistema de producción silvopastoril, con sus enormes ventajas biológicas, económicas y sociales. Ante las limitaciones de estudios de esta naturaleza en las regiones del trópico y subtrópico seco de América Central, la presente investigación se podría convertir en un instrumento de manejo de los recursos naturales en ecosistemas localizados en estas regiones, tanto en el ámbito académico como en el empresarial.

Para las particulares condiciones del trópico seco, en Zamorano, se seleccionaron mediante un estudio de analogías climático-edáfica, quince especies potenciales para el diseño de un sistema de producción silvopastoril. Dadas las limitaciones climático-edáficas para algunas especies el espectro se redujo a trece especies con potencial de producción. La selección real de especies varió con el sitio. A pesar de estas limitaciones se encontró por lo menos tres especies maderables para Matasanos, el sitio de fertilidad natural mas baja; cuatro especies para Monte Redondo y once para Zorrales, el sitio de mejor calidad.

Para las condiciones locales de Zamorano, se determinó que el mejor diseño del sistema de producción silvopastoril es el de bloques espaciados cada 15 metros. Cada bloque estará constituido por cinco árboles, tres maderables de una misma especie y dos forrajeros. El diseño del sistema se hizo en función de la hectárea, lo que facilita la extrapolación a cualquier superficie independientemente de su forma y tamaño. Para todas las especies forestales su crecimiento y rendimiento será monitoreado mediante una red de parcelas de muestreo permanentes (PMP). Para el presente estudio se estimó un turno económico para las especies maderables de 30 años.

La investigación demostró que para el sistema de producción silvopastoril y las condiciones del trópico seco en Zamorano, la especie de pasto que mejor se adapta es el *Panicum maximum* y las razas ganaderas son la Holstein, Pardo Suizo, Jersey y encastes para la producción de leche (AFS).

6. RECOMENDACIONES

En los actuales momentos los sistemas de producción agroforestal gozan de gran reputación en casi todos los niveles sociales y en la mayoría de los continentes. En vista de ello, Zamorano podría ser pionero en el manejo de los recursos naturales bajo la opción de sistemas de producción agroforestal para ecosistemas secos. En tal sentido, se recomienda la implementación del presente esquema o diseño silvopastoril en las fincas de Monte Redondo, Zorrales y Matasanos. Un modelo de esta naturaleza, bajo estas condiciones, tendría un impacto académico sin precedentes en Zamorano.

Si el diseño se llega a implementar, se recomienda darle el seguimiento propuesto en el esquema de manejo. A medida que se genere información, es conveniente mejorar las pautas de manejo para estudios posteriores. En este sentido, sería recomendable recurrir a estudiantes de tercero y cuarto año para darle seguimiento al presente estudio.

En vista de la larga duración del sistema de producción propuesto, se sugiere publicar periódicamente resultados de las mediciones de crecimiento de las especies forestales, carga animal, calidad de las pasturas y rendimiento ganadero, entre otros aspectos. Al turno económico, se puede hacer una publicación que enfoque la investigación en su totalidad

En el caso del componente pastura, se recomienda utilizar pasto Pará (*Brachiaria mítica*) y pasto Alemán (*Echinocloa polystachya*), para las zonas de las fincas que presentan problemas de encharcamiento.

Finalmente, se recomienda hacer un análisis económico que englobe todas las partes del estudio.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGUDELO, N. 2001. Información sobre sistemas agroforestales. Honduras, El Zamorano. (Comunicación personal)
- BEER, J.; LUCAS, C.; KAPP, G. 1994. Reforestación con sistemas agrosilvopastoriles permanentes vrs plantaciones puras. *Agroforestería en las Américas (C.R.)* 1(3) : 21-25
- BUCK, L.E. 1994. Manual de entrenamiento sobre extensión agroforestal. Ed. Peter E. Hetz. Trad. Suyapa Domínguez. Atlanta, Ga., EE.UU., Unidad de Agricultura y Recursos Naturales, CARE. 10v.
- BUCK, L.E.; LASSOIE, J.P.; FERNANDES, E.C.M. eds. 1998. *Agroforestry in sustainable agricultural systems*. New York, CRC. 33-44 p.
- CATIE. 1981. ACTAS DEL SEMINARIO REALIZADO EN EL CATIE. Agroforestería. Ed. por Jochen Heuveldop y Johannes Lagermann. trad. por Vera de Fernández. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 112 p. (Serie Técnica. Boletín Técnico/ CATIE no. 14)
- CATIE. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de campo. L. Hilje, C. Araya, F. Scorza. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 260 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 4)
- CATIE. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Manual de Consulta. L. Hilje, C. Araya, F. Scorza. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 187 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 3)
- CATIE. 1994. Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional. Ed. Ricardo Radulovich. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 190 p. (Serie técnica. Informe técnico/ CATIE; no. 222).
- CATIE. 1997a. *Cedrela odorata*. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (Turrialba, C.R.). 12 (24):1-2.
- CATIE. 1997b. *Cordia allidora* (Ruiz & Pavón) Oken. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (Turrialba, C.R.). 8(7):1-2.
- CATIE. 1997c. *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (Turrialba, C.R.). 10(19):1-2.

CATIE. 1997d. *Platymiscium pinnatum*. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (Turrialba, C.R.). 1997 :1-2.

CATIE. 1997e. *Swietenia macrophylla* King. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (Turrialba, C.R.). 11(21):1-2.

CATIE. 1998. *Astronium graveolens* Jacq. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (Turrialba, C.R.). 1 (30):1-2.

CATIE. 1998. *Swietenia humidis* Zucc. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (Turrialba, C.R.). 2 (35):1-2.

DUKE, JAMES A. 1983. *Pterocarpus indicus* Willd. Handbook of Energy Crops. unpublished http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Pterocarpus_indicus.html

EGÜEZ, J.D. 1999. Evaluación técnica económica de plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Zamorano.57 p.

FLORES, H. 2001. Métodos utilizados para la toma de muestras de suelo. Honduras, El Zamorano. (Comunicacion personal)

FUQUAY, J.W. 1981. Heat stress as it affects animal production. J. Anim. Sci. 52-164 p

GEILFUS, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. 2ed. Turrialba, C.R., CATIE: ENDA CARIBE. 2v. (Serie técnica. Manual técnico CATIE; no. 9

HONDURAS. SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES, PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL USO Y PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA (L.U.P.E.). 1994. Manual prácticas de agroforestaría. Tegucigalpa, Honduras, GOVEL. 112 p.

HONDURAS. CONSEFORH. 1998. Sipia un árbol de uso múltiple; *Leucaena salvadorensis* de la familia Leguminosae. Tegucigalpa, Honduras, Zas. 47 p.

HONDURAS. CONSEFORH. 1999. Laurel blanco *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón Oken); "Un árbol de varios usos". Tegucigalpa, Honduras, Scancolor. 48 p.

HONDURAS. CONSEFORH. 1999. Caoba del pacífico *Swetenia humilis* Zucc.; "Un árbol maderable de alto valor". Tegucigalpa, Honduras, Scancolor. 45 p.

HUXLEY, P.A. 1983. Plant research and agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenia, Pillans & Wilson Ltd. 617 p.

INTERNATIONAL CENTER FOR RESEARCH IN AGROFORESTRY (ICRAF). 1999. Tree database. Nairobi, Kenia, <http://www.icraf.com/treessd/databases.htm>

KEOWN, J.F; GRANT, J.R. 1991. How to Reduce Heat Stress in Dairy Cattle. www.ianr.unl.edu/pubs/dairy/g1063.htm (electronic version 1996)

LEAKEY, R. 1997. Reconsiderando la definición de agroforestería. Agroforestería en las Américas (C.R.) 4(16) : 22-24

LOK, R. 1997. Base para la disseminación de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas (C.R.) 4(16) : 29-32

MACDICKEN, K.G. , VERGARA, N.T. 1990. Agroforestry, classification and management. Ed. by Kenneth G. MacDicken, Napoleon T. Vergara. New York, EE.UU, Wiley. 382 p.

MATAMOROS, I. 1999. Información sobre sistemas agroforestales, razas ganaderas y desempeño animal. Honduras, El Zamorano. (Comunicacion personal)

MENDIETA, M.; BLAS, J; TOM, J.A. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica Honduras. Centro Científico Tropical, PROARCA, Comisión Centroamericana del Medioambiente y Desarrollo. s.n.t.. 45 p.

NAIR, P. K. R. 1989. Agroforestry Systems en the Tropics. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, Netherlands. s.p.

PADT-REFORT. 1981. Descripción general y anatómica de 105 maderas del grupo andino. Ed. Por Junta de acuerdo de cartagena. Cali, Colombia, s.n. 93-375 p. (Proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales)

PEZO, D.; IBRAHIM, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. 258 p. (Colección modulos de enseñanza agroforestal, no.2)

RAMIREZ, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. Tesis Agr. Cali, Colombia

REVILLA, A. 1975. Ganado lechero; origen y razas. Secretaría de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras, Centro de Documentación e Información Agrícola. 52 p.

RUSO, R. 1994. Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. Agroforestería en las Américas (C.R.) 1(2) : 10-13

RODRIGUEZ, V. 1999. Caracterización y evaluación participativa de aspectos biofísicos y socioeconómicos de las microcuencas El Capiro y El Zapotillo, Guinope, El Paraíso. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras, El Zamorano. 89 p.

SANTILLAN, R. 1997. Curso de Pastora y Forrajes. Ed. Por Raul Santillan. Zamorano, Honduras, 56 p.

SANTILLAN, R. 2001. Información sobre pastos. Honduras, El Zamorano. (Comunicacion personal)

SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. 1992. Gramíneas tropicales. FAO. Roma, Italia. 69-554 p. (Colección FAO: Producción y producción vegetal. No. 23)

SOLANO, R. 1994. La ganadería: ¿Actividad destructora del medio ambiente?. Agroforestería en las Américas (C.R.) 1(3) : 4-5

SOTELO, C; WEBER, J.C. 1997 Priorización de especies arbóreas para sistemas agroforestales en la selva baja del Perú. Agroforestería en las Américas (C.R.) 4(14): 12-17.

SOMARRIBA, E. 1998. Diagnóstico y diseño agroforestal. Agroforestería en las Américas (C.R.) 5(17-18) : 68-72.

SOMARRIBA, E. 2001. Diseño agroforestal e índice de frondosidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (Comunicación y correspondencia personal).

STOKES, S. 2001. Cooling cows in the transition phase. Extension dairy specialist. Texas A & M. (13333773. cooling.pdf) <http://animalscience-extension.tamu.edu/publications/>

YOUNG, A. 1989. Ten hypothesis for soil agroforestry research. Agroforestry Today (Kenia) 1(1): 13-15.

YOUNG, A. 1990. Agroforestry for soil conservation. 2 ed. UK, Wheatons. 275 p.

VASQUEZ, W. 1995. Comp. Actividades previas al establecimiento de la plantación o combinación agroforestal, modulo 1. Turrialba, CR, CATIE.

VELEZ, M.. 1994. Producción de ganado lechero en el trópico. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano Academic Press. 163 p.

WINDROCK.ORG. 2001. *Pterocarpus indicus* - The Majaestic N-Fixing Tree. http://www.windrock.org/forestry/factpub/FACTSH/P_indicus.html

WOOD, P.J.; BURLEY, J. 1995. Un árbol para todo propósito; agroforestería y evaluación de árboles de uso múltiple para agroforestería IICA/ICRAF. San José, Costa Rica, Servicio editorial IICA. 180 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Zona de termoneutralidad, principales fuentes de calor y vías para la disipación del mismo, efectos del estrés calórico en los animales y 4 formas para reducirlo.

EFFECTOS DEL ESTRES CALORICO ANTES DEL PARTO, EN LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS Y REPRODUCTIVAS	
Temperatura rectal	Aumenta
Velocidad de la respiración	Aumenta
Niveles de cortisona (Serum cortisol)	Aumenta
Niveles de plasma tiroxina	Disminuye
Peso del ternero al nacer	Disminuye
Calidad del calostro (IgG, IgA level)	Disminuye
Producción de leche después del parto	Variable
Servicios por concepción	Variable

(Fuente: Stokes, 2001)

Cuatro maneras para reducir el estrés calórico y mantener la producción y la fertilidad en el ganado	
1.	Modificar la dieta para mantener el consumo de alimento
2.	Incrementar las cantidades de agua disponible al ganado
3.	Proveer sombra
4.	Proveer un buen intercambio de aire en el establo e instalar maquinaria para mantener fresco al ganado.

(Fuente: Keown y Grant, 1996)

Anexo 2. Promedios de precipitación, evaporación, humedad relativa y temperatura de El Zamorano, de abril de 1999 a marzo del 2000 (Fuente: Estación meteorológica de El Zamorano).

mes	PRECIPIT. (mm)	EVAP. (mm)	HUMEDAD RELATIVA (%)				TEMPERATURA (°C)		
			7:00 AM	1:00 PM	6:00 PM	PROMEDIO	TEMP. MAX	TEMP. MIN	TEMP. PROM
Apr-99	0.01	5.29	90.97	61.39	61.3	71.25	31.38	14.14	22.76
Jun-99	4.34	2.67	93.22	67.73	83.8	75.54	30.25		
Jul-99	4.88	4.31	90.90	66.19	79.1	78.75	27.82	18.73	23.99
Aug-99	5.56	4.58	94.03	68.68	83.7	82.14	29.85	18.77	24.31
Sep-99	10.95	3.61	94.87	72.07	87.6	84.87	30.37	19.55	24.44
Oct-99	6.93	3.67	92.52	76.74	87.6	85.63	28.17	17.70	22.94
Nov-99	0.92	3.36	90.80	70.43	85.6	82.29	27.34	14.19	20.76
Dec-99	0.97	3.60	90.65	69.90	77.8	79.46	26.97	14.19	20.52
Jan-00	0.26	3.90	90.45	67.65	72.4	76.86	27.22	12.69	19.95
Feb-00	0.02	4.43	91.17	66.41	70.6	76.07	27.93	14.32	21.13
Mar-00	0.03	5.61	91.64	57.64	55.8	134.19	28.25	14.62	41.59
Promedio	3.17	4.09				84.28	28.69	15.89	24.24

Anexo 3. Precipitación mensual de El Zamorano, del año 1942 a 1999 (Fuente: Estación meteorológica de El Zamorano)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT/mm
1942				3.8	251.2	154.	164.1	166.1	182.6	106.7	22.6	36.3	
1943	0.0	0.0	0.	0.0	90.7	83.	96.8	50.3	175.8	264.7	29.0	6.4	797.0
1944	8.6	5.6	0.	22.4	86.4	424.	181.9	203.7	182.6	42.2	38.4	4.6	1200.8
1945	14.2	6.4	10.	17.5	175.3	240.	79.0	198.1	330.7	144.5	61.7	11.4	1290.0
1946	18.8	47.2	6.	3.8	110.5	107.	87.4	131.8	207.3	150.4	56.1	11.7	938.6
1947	21.3	13.0	7.	2.5	28.4	162.	220.7	177.0	148.6	194.6	118.1	34.5	1128.7
1948	12.9	10.4	4.	6.6	164.3	363.	184.4	77.0	188.2	175.5	42.2	13.0	1242.3
1949	11.2	7.4	0.	2.0	42.9	262.	112.5	55.9	216.4	255.8	34.8	19.3	1020.6
1950	42.7	0.0	6.	0.0	40.6	310.	182.9	128.3	144.3	307.6	56.1	0.0	1219.2
1951	2.6	0.0	0.	3.6	99.3	276.	124.7	50.8	209.3	86.9	18.3	8.9	881.3
1952	10.4	4.1	67.	50.5	143.8	449.	171.5	150.6	185.7	96.3	53.1	2.0	1385.6
1953	0.0	9.7	0.	7.9	127.0	84.	59.7	133.1	275.6	178.8	2.8	26.7	906.2
1954	10.4	5.3	6.	21.6	175.8	407.	146.8	187.2	251.0	181.9	3.3	6.4	1403.8
1955	0.3	5.1	5.	45.2	70.1	100.	392.9	331.5	323.6	351.8	44.7	16.8	1688.4
1956	1.5	8.6	3.	25.1	160.3	233.	141.7	55.4	212.3	76.2	58.2	15.0	991.1
1957	23.1	4.3	1.	65.5	240.0	142.	111.3	99.1	223.8	98.8	16.8	13.7	1040.4
1958	8.2	0.8	6.	38.1	212.3	189.	216.2	104.9	179.1	161.8	34.5	5.8	1157.3
1959	24.1	2.3	1.		125.7	187.	87.1	200.4					
1960				137.2	343.4	220.	94.7	211.1	192.8	204.5	86.9	13.5	
1961	22.1	21.1	2.	15.0	21.3	236.	191.8	93.0	95.5	99.6	65.5	27.2	891.3
1962	0.8	0.0	0.	67.1	55.1	236.	133.4	79.8	99.6	100.8	56.6	0.0	830.2
1963	26.1	11.7	16.	11.2	47.2	139.	173.7	105.9	120.7	196.9	102.9	0.3	952.3
1964	30.2	12.2	0.	58.9	92.5	268.	172.7	182.4	215.1	59.4	62.5	8.1	1162.5
1965	6.4	26.2	6.	20.6	212.3	189.	127.0	93.2	191.0	102.4	41.1	14.7	1030.7
1966	4.6	1.8	73.	48.8	165.6	205.	166.9	129.3	189.2	186.7	20.1	9.4	1201.5
1967	9.9	7.6	59.	83.6	7.4	216.	158.5	102.4	164.8	39.4	28.2	18.3	895.7
1968	22.4	6.9	0.	4.1	251.7	160.	80.8	118.4	140.7	107.4	47.8	21.8	963.6
1969	20.1	4.3	29.	4.6	303.0	280.	139.2	313.2	333.8	289.3	50.5	13.5	1781.4
1970	9.4	5.8	0.	47.5	164.6	124.	209.8	192.5	224.8	127.3	38.6	5.3	1150.6
1971	7.9	7.6	1.	0.0	199.9	75.	112.8	148.1	184.7	203.5	22.9	33.5	998.3
1972	12.9	3.3	1.	1.0	172.7	102.	99.1	101.9	91.4	89.3	62.5	13.2	751.2
1973	12.9	6.6	0.	46.0	144.0	153.	155.4	154.7	142.5	354.8	64.5	6.4	1241.2
1974	26.7	0.8	1.	3.6	117.6	234.	136.7	135.4	199.6	89.7	13.0	126.2	1085.5
1975	42.9	1.0	17.	71.1	192.0	40.	141.7	140.2	378.2	237.7	149.1		
1976		2.8	2.	3.6	88.4	312.	91.4	67.8	97.3	221.2	53.6		
1977		0.0	0.	25.4	214.6	199.	90.2	58.4	306.1	48.3	63.0	8.6	
1978	4.6	6.6	9.	18.0	194.1	132.	182.6	169.9	197.1	34.3	48.3	20.8	1018.1
1979	4.8	15.7	14.	102.1	137.4	349.	161.0	148.1	206.8	118.6	88.6	57.2	1403.8
1980	1.5	5.1	3.	48.3	314.2	236.	226.6	109.2	215.9	217.7	17.3	4.8	1400.9
1981	10.7	15.7	55.	6.4	172.7	228.	79.2	319.3	97.8	114.8	13.2	98.6	1212.4
1982	43.7	9.1	3.	0.5	240.8	214.	96.0	73.7	138.4	107.2	73.7	1.3	1001.5

1983	3.0	14.0	8.	40.6	52.1	129.	165.6	133.4	239.3	72.4	63.0	20.1	941.7
1984	15.1	2.6	5.	10.4	156.0	216.	174.9	226.9	230.4	162.8	15.5	15.5	1232.0
1985	5.4	6.1	7.	126.9	99.5	40.	85.2	92.2	138.1	142.3	16.2	46.0	805.7
1986	12.9	4.8	0.	3.9	212.4	86.	140.9	79.8	230.0	85.0	97.2	10.9	964.6
1987	0.7	0.0	97.	7.6	133.0	160.	196.7	133.9	220.4	49.1	9.1	10.0	1018.2
1988	6.5	8.3	47.	84.0	115.0	212.	128.3	311.6	261.9	176.9	13.7	4.7	1370.3
1989	16.3	8.2	1.	2.7	128.6	161.	110.9	150.8	360.2	92.4	47.7	11.5	1091.9
1990	24.2	7.7	4.	3.7	111.4	131.	67.7	166.0	278.2	85.2	110.3	14.7	1005.2
1991	11.3	5.8	1.	1.8	106.8	167.	57.7	84.5	171.6	117.6	11.3	16.5	752.9
1992	6.7	5.1	8.	121.8	205.3	222.	135.0	55.9	238.4	111.5	23.2	16.5	1151.2
1993	8.7	2.2	0.	183.5	327.5	389.	170.5	128.3	175.3	82.5	27.8	15.6	1511.9
1994	6.5	9.3	0.	21.7	157.8	143.	77.0	70.2	195.6	135.0	27.8	18.9	863.0
1995	6.8	2.4	18.	129.5	66.9	138.	95.6	367.3	271.6	133.8	87.4	32.6	1350.6
1996	26.7	12.9	3.	14.5	175.1	60.	201.9	211.2	115.4	270.4	73.9	0.9	1167.6
1997	12.5	8.6	32.	28.4	17.2	324.	105.7	77.4	185.5	134.2	118.3	1.4	1046.7
1998	3.2	0.0	5.	0.6	230.0	133.	272.7	202.9	87.2	572.4	52.0	13.6	1573.1
1999	16.2	3.0	0.			112.	151.2	172.5	328.3	214.9	27.6	30.0	1057.5
PROM	13.2	7.2	12.	34.3	149.0	199.	143.5	145.1	203.3	155.5	48.8	18.4	1118.6

Anexo 4. Listado de especies comerciales actuales y especies forestales protegidas en Honduras (Fuente: Mendieta *et al.*, 1999).

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
<u>Especies comerciales muy valiosas (tradicionales)</u>		
1. Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae
2. Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
3. Redondo	<i>Magnolia yoroconte</i>	Magnoliaceae
4. Laurel negro	<i>Cordia megalantha</i>	Boraginaceae
<u>Especies comerciales actuales (valiosas no-tradicionales)</u>		
5. Barba de jolote	<i>Cojoba arborea</i>	Mimosaceae
6. Cedro espino	<i>Zanthoxylum ekmanii</i>	Rutaceae
7. Cedro peludo	<i>Cedrela mexicana</i>	Meliaceae
8. Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae
9. Cumbillo	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae
10. Marapolán	<i>Guarea grandifolia</i>	Meliaceae
11. Varillo	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae
12. Jigua	<i>Nectandra hihua</i>	Lauraceae
13. Coloradito	<i>Gordonia brandegeei</i>	Theaceae
14. Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	Flacourtiaceae
15. Rosita	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Euphorbiaceae
16. Piojo, matapiojo	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
17. Ciprés de montaña	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Podocarpaceae
18. San juan areno	<i>Ilex tectonica</i>	Aquifoliaceae
<u>Listado de especies comerciales potenciales</u>		
19. Aguacatillo negro	<i>Nectandra gentlei</i>	Lauraceae
20. Bellota	<i>Quercus skinneri</i>	Fagaceae
21. Cedrillo	<i>Huertia cubensis</i>	Staphylaceae
22. Cola de pava	<i>Cespedezia macrophylla</i>	Ochnaceae
23. Chicle, nispero	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
24. Sangre real	<i>Virola koschnyi</i>	Myristacaceae
25. San juan campano	<i>Tetrorchidium rotandum</i>	Euphorbiaceae
26. San juan rojo	<i>Vochysia spp.</i>	Vochysiaceae
27. San juan colorado	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae
28. San Juan peludo	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Vochysiaceae
29. Selillón	<i>Pouteria izabalensis</i>	Sapotaceae
30. Zapotillo	<i>Pouteria glomerata</i>	Sapotaceae
<u>Listado de especies forestales protegidas</u>		
31. Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae
32. Cortés	<i>Tabebuia guayacan</i>	Bignoniaceae
33. Granadillo	<i>Dalbergia tucurensis</i>	Fabaceae
34. Guayacán	<i>Guaiaicum sanctum</i>	Zygophyllaceae
35. Hormigo	<i>Platymicium dimorphandrum</i>	Fabaceae
36. Jagua	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae
37. Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	Salicaceae
38. San Juan Guayapeño	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	Bignoniaceae
39. Tuno	<i>Paulsenia armata</i>	Sapotaceae

[illegible]