



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE PRODUCCION  
PARA LA RECUPERACION DEL CERRO LAS MESAS,  
CANTON GUARJILA, DEPARTAMENTO DE  
CHALATENANGO**

**POR:**

**MIGUEL ANGEL HERNANDEZ TAMACAS**

**FABRICIO WALBERTO MORENO MARIN**

**JOAQUIN ANTONIO PUENTE AREVALO**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**SAN SALVADOR, DICIEMBRE DE 1993.**

TUES  
1304  
H557a  
1993

001135

Ej 1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

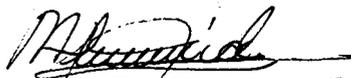
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SO  
TO

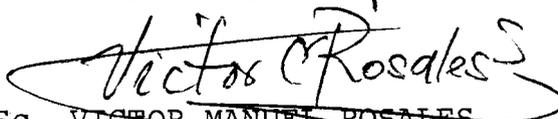
d) por La Secretaría de La Fac. de CC-AA. Febrero/94

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

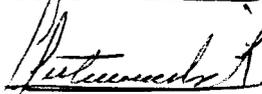


ING. AGR. MANUEL DE JESUS HERNANDEZ JUAREZ

ASESORES :

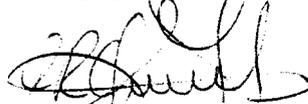


LIC. M. Sc. VICTOR MANUEL ROSALES

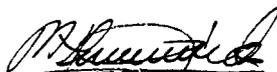


ING. AGR. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

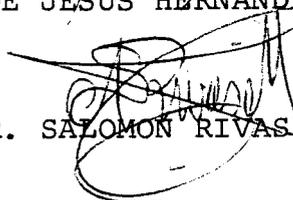
JURADO EXAMINADOR :



ING. AGR. JUAN ROSA QUINTANILLA



ING. AGR. MANUEL DE JESUS HERNANDEZ JUAREZ



ING. AGR. SALOMON RIVAS

## RESUMEN

El acelerado deterioro de las tierras agrícolas en El Salvador ha alcanzado cifras alarmantes, a tal grado que un 77% del territorio nacional se encuentra seriamente erosionado. Esto se debe principalmente a que no se hace un uso adecuado del recurso suelo, situación que se atribuye muchas veces al desconocimiento de prácticas -- conservacionistas, por tal razón el presente trabajo tiene como objetivo plantear alternativas de sistemas de -- producción, a través de la determinación de capacidad de uso de la tierra, para lo cual se tomaron en cuenta parámetros físicos, biológicos y socioeconómicos.

El estudio se realizó en el Cerro Las Mesas, ubicado en el Cantón Guarjila, departamento de Chalatenango, que cuenta con 225 ha, de las cuales se tomaron 33, es decir, el 14% del área total, para llevar a cabo la investigación; ya que el área se considera representativa de la zona por presentar características bastante similares a todo el cerro. El área en estudio se dividió en tres estratos, tomando como parámetro limitante la pendiente. En cada uno se hicieron muestreos a 25 m en forma de -- zig-zag, utilizando el muestreo sistemático al azar. Luego se realizó un análisis fitosociológico, con el objeto de determinar la población de árboles y especies más predominantes de la zona.

Se determinó que la zona en estudio presenta un conflicto de uso, ya que el uso actual no está acorde al uso potencial, debido a que son tierras aptas para cultivos permanentes y forestales, y están siendo explotadas con cultivos limpios.

Como resultado de esta investigación, se puede asegurar que la implementación de sistemas agroforestales en combinación con algunas obras de conservación de suelo, son una alternativa viable y factible para lograr la recuperación de los suelos y lograr la sostenibilidad de la producción agrícola.

## AGRADECIMIENTOS

- A DIOS TODOPODEROSO  
Por habernos permitido la realización del presente -  
trabajo.
  
- A la Universidad de El Salvador, en especial a la Fa  
cultad de Ciencias Agronómicas por habernos forjado  
como nuevos profesionales.
  
- A cada uno de nuestros padres y demás familiares, que  
hicieron posible nuestra superación intelectual, con  
su sacrificio y dedicación en los momentos en que fue  
necesario.
  
- Un reconocimiento especial a nuestros Asesores: Lic.  
M. Sc. Víctor Manuel Rosales e Ing. Agr. Luis Fernan-  
do Castaneda, por su valiosa colaboración en la aseso  
ría de esta investigación.
  
- A los Señores Miembros de la Directiva de la Comuni-  
dad Guarjila, Chalatenango, por su colaboración en la  
realización de la presente investigación.
  
- A los señores Francisco Osorio y Carlos Corvera, miem-  
bros del personal administrativo que labora en la Bi-  
blioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la  
Universidad de El Salvador.
  
- A los compañeros y amigos que de una u otra forma co-  
laboraron para la realización de tal investigación.

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por darme vida y permitirme alcanzar el ideal de llegar a culminar mi carrera universitaria.
  
- A MIS PADRES :  
Miguel Angel Hernández  
Teresa Tamacas de Hernández  
Por su sacrificio y apoyo, lo cual me permitió superar me y alcanzar el presente triunfo.
  
- A MIS HERMANOS :  
Por su apoyo, comprensión y aliento de superación.
  
- A MIS FAMILIARES :  
A todos mis primos y tíos, especialmente al Sr. Eduardo de Jesús Hernández, por su apoyo incondicional, lo cual fué vital para poder alcanzar el logro de mi profesión.
  
- A MIS COMPAÑEROS :  
Por el mutuo entendimiento, apoyo y espíritu de superación y su amistad.
  
- A TODOS MIS AMIGOS.

Miguel Angel Hernández Tamacas

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por haberme colmado de entendimiento y alcanzar este ideal de llegar a culminar mi carrera universitaria.
  
- A MI MADRE :  
Margarita del Carmen Moreno, por su amor, sacrificio, apoyo y comprensión; lo cual, me fortaleció para continuar mi carrera universitaria, sin lo cual no hubiera llegado al final de esta meta.
  
- A MI ABUELA :  
Visitación Moreno, quien partió de esta vida a reunirse con el creador, a la cual debo parte de mi triunfo.
  
- A MIS HERMANOS :  
Walter, Carlos, Ulises y Jesús, por su apoyo y buena voluntad.
  
- A MIS FAMILIARES Y AMIGOS :  
En especial a mi tía María Isabel Moreno por sus consejos y apoyo, lo cual me permitió seguir adelante.
  
- A MIS COMPAÑEROS :  
Por su mutuo entendimiento.

Fabricio Walberto Moreno Marín

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por iluminarme y darme fuerza espiritual para lograr el objetivo propuesto.
  
- A MIS PADRES :  
Antonio Arévalo y Tránsito Puente  
Por el sacrificio, amor y dedicación que me brindaron en los momentos más difíciles de mi formación académica.
  
- A MIS HERMANOS :  
Edgardo, Mauricio y Sonia, por el apoyo incondicional que dieron durante el desarrollo de toda mi carrera.
  
- A MIS FAMILIARES Y AMIGOS :  
Que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.
  
- A MIS COMPAÑEROS UNIVERSITARIOS :  
Por compartir momentos agradables y difíciles en la vida de estudiante.
  
- A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
Con orgullo.

JOAQUIN ALBERTO PUENTE AREVALO

# I N D I C E

	Página
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	xvi
INDICE DE FIGURAS .....	xix
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. Situación actual de los recursos natura les en El Salvador .....	3
2.2. Factores que intervienen en la erosión y en la escorrentía .....	5
2.2.1. Lluvia (erosión hídrica) .....	5
2.2.2. Viento .....	6
2.2.3. Pendiente .....	6
2.2.4. Tipo de suelo .....	7
2.3. Prácticas de conservación de suelos ...	8
2.3.1. Prácticas culturales .....	8
2.3.2. Prácticas mecánicas .....	15
2.4. Características consideradas en la de-- terminación de capacidad de uso de los suelos .....	17
2.4.1. Profundidad efectiva .....	17
2.4.2. Textura superficial .....	18

	Página
2.4.3. Permeabilidad del suelo .....	18
2.4.4. Reacción del suelo (pH) .....	19
2.4.5. Pendiente .....	19
2.4.6. Grado de erosión .....	19
2.4.7. Uso actual .....	20
2.5. Sitio .....	20
2.5.1. Calidad de sitio .....	21
2.5.2. Evaluación de la calidad de sitio .....	21
2.5.3. Métodos de evaluación de la calidad de sitio .....	22
2.5.4. Factores que afectan la calidad de sitio .....	22
2.6. Caracterización de un área .....	23
2.6.1. Límites del área a caracterizar.	24
2.6.2. Algunos factores que deben tomarse en cuenta para realizar una caracterización .....	24
2.6.3. Técnicas para recolectar información en una caracterización ....	25
2.6.3.1. Muestreo .....	25
2.6.3.2. Conversación informal.	25
2.6.3.3. La entrevista y el cuestionario .....	26

	Página
2.6.4. Análisis de la información .....	26
2.7. Sistemas de producción .....	27
2.7.1. Estudio de casos .....	28
2.7.1.1. Principales sistemas - de producción de Joco- ro (Morazán) .....	28
2.8. Agroforestería .....	29
2.8.1. Características de los sistemas agroforestales .....	32
2.8.2. Clasificación de los sistemas -- agroforestales .....	33
2.8.3. Modalidades de los sistemas agro- forestales con mayor potencial - en El Salvador .....	36
2.8.3.1. Cercas vivas .....	36
2.8.3.2. Cultivo en callejones.	38
2.8.3.3. Plantación en líneas .	43
2.8.3.4. Barreras en contorno - y barreras vivas .....	44
2.8.3.5. Bosques energéticos y de producción .....	44
3. MATERIALES Y METODOS .....	46
3.1. Descripción general del lugar .....	46
3.1.1. Ubicación .....	46

	Página
3.1.2 Aspectos agrológicos .....	47
3.1.2.1. Superficie .....	47
3.1.2.2. Topografía y fisiografía .....	47
3.1.2.3. Suelos .....	47
3.2. Metodología de campo .....	47
3.2.1. Reconocimiento de la zona .....	47
3.2.2. Delimitación del área de trabajo.	50
3.2.3. Determinación de capacidad de -- uso .....	50
3.2.3.1. Pendiente .....	52
3.2.3.2. Profundidad efectiva .	52
3.2.3.3. Textura .....	52
3.2.3.4. Potencial de hidrógeno (pH) .....	52
3.2.3.5. Pedregosidad .....	53
3.2.3.6. Estudio fitosociológico co .....	53
3.2.4. Información general de los agri- cultores de la zona .....	53
3.3. Procesamiento y análisis de la informa- ción .....	53
3.3.1. Capacidad de uso .....	53
3.3.2. Conflicto de uso .....	54

3.3.3.	Indice de valoración de Importan <u>cia</u>	54
4.	RESULTADOS	55
4.1.	Aspectos generales de la región	55
4.2.	Características específicas del área en estudio	55
4.2.1.	Capacidad de uso	55
4.2.1.1.	Tierras aptas para cul <u>tivos</u> permanentes (cp5)	56
4.2.1.2.	Tierras aptas para cul <u>tivos</u> de especies fores <u>tales</u> (F7)	56
4.2.1.3.	Tierras para protección y/o desarrollo de vida silvestre (VS8)	56
4.2.2.	Uso actual	57
4.2.3.	Conflicto de uso	58
4.2.4.	Vegetación arbórea	65
4.2.5.	Aspectos socioeconómicos de los agricultores	65
5.	DISCUSION DE RESULTADOS	69
5.1.	Capacidad de uso	69
5.2.	Uso actual de la tierra	70
5.2.1.	Cultivos limpios	70

	Página
5.2.2. Pastos naturales .....	71
5.2.3. Vegetación arbórea .....	72
6. CONCLUSIONES .....	74
7. ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE PRODUCCION .....	75
7.1. Sistemas agroforestales .....	75
7.1.1. Cultivo en callejones .....	75
7.1.2. Cercas vivas .....	77
7.2. Prácticas mecánicas .....	77
7.2.1. Barreras de piedra .....	77
7.3. Prácticas culturales .....	78
7.3.1. Siembra en contorno .....	78
7.3.2. Labranza de conservación .....	78
7.4. Bosques energéticos (enriquecimiento fo- restal) .....	80
8. BIBLIOGRAFIA .....	82
9. ANEXOS .....	89

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Rendimiento de un kilómetro de cerca viva de <u>Gliricidia sepium</u> .....	37
2	Parámetros medidos y estimados para la de terminación de capacidad de uso por estratos, en el Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, Chalatenango. Marzo 1993 .....	58
3	Clasificación de acuerdo a capacidad de uso en cada estrato, Cerro Las Mesas, Chalatenango. Marzo 1993 .....	60
4	Información general de los sistemas de cultivos encontrados en el área muestreada del Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, Chalatenango. Marzo 1993 .....	62
5	Indice de valoración de importancia (IVI), para las diferentes especies encontradas en los estratos: E-1, E-2 y E-3 del Cerro Las Mesas, Chalatenango .....	67
6	Aspectos socio-económicos de los agricultores del área en estudio, Cantón Guarjila, Chalatenango. Marzo 1993 .....	68
A-1	Estadísticas del crecimiento poblacional en El Salvador .....	90
A-2	Promedio anual de plantación y bosques talados en América Central .....	90

Cuadro	Página
A- 3	Costo de establecimiento y rendimiento de un kilómetro de cerca viva, especie madre cacao ( <u>Glyricidia sepium</u> ), en Honduras .. 91
A- 4	Cálculo de índice de valoración de importancia (IVI), para las especies encontradas en el estrato 1 (E-1) del Cerro Las Mesas, Chalatenango ..... 92
A- 5	Cálculo de índice de valoración de importancia (IVI), para las especies encontradas en el estrato 2 (E-2) del Cerro Las Mesas, Chalatenango ..... 93
A- 6	Cálculo de índice de valoración de importancia (IVI), para las especies encontradas en el estrato 3 (E-3) del Cerro Las Mesas, Chalatenango ..... 94
A- 7	Formato de encuesta pasada a los agricultores del Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, Chalatenango, marzo 1993 ..... 95
A- 8	Especies forestales que pueden implementarse en el Cerro Las Mesas ..... 98
A- 9	Cálculo de área y materiales para el establecimiento del sistema agroforestal cultivado en callejones; y prácticas mecánicas del área muestreada ..... 109

Cuadro		Página
A-10	Estimación de costos para el establecimiento de cultivos en callejón y barreras de piedra para el área muestreada del Cerro "Las Mesas" .....	110
A-11	Presupuesto de materiales a utilizar para el establecimiento de cercas vivas en la zona muestreada del Cerro "Las Mesas"	111
A-12	Costos de mano de obra para la implementación y manejo de cercas vivas en la zona muestreada del Cerro "Las Mesas" ....	112
A-13	Presupuesto de materiales a utilizar para el enriquecimiento de 55.4 ha, del Cerro "Las Mesas" .....	113
A-14	Estimación de costos de establecimiento y manejo de 55.4 ha, de enriquecimiento forestal, en el Cerro "Las Mesas" .....	114
A-15	Presupuesto total para la implementación de 22.6 ha, con sistemas agroforestales y barreras de piedra; y 55.4 ha, de enriquecimiento forestal, en el Cerro "Las Mesas", Cantón Guarjila, Chalatenango .....	115

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Diagrama de cortinas rompevientos con diferente número de filas y estratos .....	12
2	Efecto de permeabilidad e impermeabilidad de cortinas y disposición de caminos.	13
3	Barreras vivas en formación lenta de terrazas para uso agrícola .....	14
4	Ciclaje de nutrimentos en un sistema -- agroforestal .....	34
5	Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo a sus diferentes componentes .....	35
6	Esquema de un sistema de callejón de doble línea para aumentar la producción de leña, forraje y abono verde .....	40
7	Líneas de leñosos perennes podadas .....	40
8	Descomposición de rastrojos en fertilizante orgánico .....	41
9	Representación esquemática de las relaciones nutricionales del cultivo en callejones .....	41
10	Ubicación del Cerro Las Mesas, Cantón -- Guarjila .....	48

Figura	Página
11	Area total del Cerro Las Mesas y área -- muestreada, Cantón Guarjila, Chalatenan- go. Marzo 1993 ..... 49
12	Estratificación del área muestreada en - el Cerro Las Mesas, Guarjila, Chalatenan- go. Marzo 1993 ..... 51
13	Propiedades físicas y químicas del suelo, del área muestreada en el Cerro Las Mesas, Guarjila, marzo 1993 ..... 59
14	Uso potencial de la tierra, Cerro Las Me- sas, Guarjila, Chalatenango. Marzo 1993. 61
15	Sistema de cultivos encontrados por estra- to, en el área muestreada del Cerro Las - Mesas, Guarjila, Chalatenango, marzo 1993. 63
16	Conflicto de uso existente, en el área -- muestreada del Cerro Las Mesas, Guarjila, Chalatenango, marzo 1993 ..... 64
17	Alternativas de sistemas de producción y conservación para el área del Cerro Las - Mesas, Guarjila, Chalatenango ..... 79

## 1. INTRODUCCION

En El Salvador un 77% de la superficie está enfrentando serios problemas de erosión o ha sido significativamente degradada, ya que se pierden de 170 a 290 Tm/ha/año de suelo; tal es el caso de la zona norte de Chalatenango en donde la degradación ocurre por las fuerzas combinadas y comunes de la región en general, tales como la tala de bosques, pastoreo continuo de animales, quemas y otras prácticas agrícolas dañinas. Además dicha degradación se concentra en la mala distribución y utilización de las tierras, por lo tanto el campesino se enfrenta con un alto riesgo de producción, adoptando sistemas que son causantes de la degradación y que no podrán sostener la demanda alimenticia de la población en un futuro próximo.

Ante tal situación, es urgente buscar modelos de manejo sostenido que concilien las necesidades de producción y conservación, tales como el manejo de bosques naturales y sistemas agroforestales.

El mejoramiento del uso actual de las tierras agrícolas, es clave en la solución de la problemática en general, ya que haciendo uso de una mejor tecnología se puede sostener considerablemente la capacidad de uso de la tierra, aumentando la protección de los recursos tierra y -- agua, y al uso productivo de los mismos, necesario para --

asegurar un desarrollo socioeconómico estable y equitativo.

El presente estudio se realizó en el Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, departamento de Chalatenango; con una duración de 7 meses.

Dicho estudio consistió en la determinación de capacidad de uso de las tierras, mediante una caracterización de la zona; considerando parámetros físicos del suelo como : pendiente, grado de erosión, textura, pedregosidad y profundidad efectiva. Así también se consideraron los aspectos biológicos (incidencia de plagas y enfermedades), y socioeconómicos (sistemas de producción y análisis de la vegetación).

Los objetivos de la investigación se encaminan a disminuir el acelerado deterioro de los suelos, mediante una compatibilización del desarrollo agrícola y forestal, a través de modelos de producción ecológicamente sostenibles y económicamente factibles.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Situación actual de los recursos naturales en El Salvador

Los recursos naturales en El Salvador han sido sometidos a una fuerte presión; a causa de la estrechez territorial, el acelerado crecimiento de la población, la demanda de alimentos, el esfuerzo por el logro de un crecimiento económico nacional y la satisfacción de necesidades habitacionales; lo que ha conducido a una gran expansión urbana, que ha traído como consecuencia la destrucción de grandes extensiones de masas forestales y al uso de tierras marginales para cultivos limpios (10).

Según Monzón (26) y Manzur (27), El Salvador tiene una necesidad urgente de incrementar su cobertura arbórea, para revertir el proceso de deforestación y consecuente degradación ambiental. La tala irracional ha reducido los bosques a 268,000 ha, que representan el 28% del territorio salvadoreño (36). Manzur (27), sostiene que solamente un 12% del territorio posee alguna cobertura arbórea y el área de montes naturales no sobrepasa del 3%.

La eliminación de la cubierta vegetal incrementa la erosión de los suelos y reduce la capacidad de infiltración del agua; lo que trae como consecuencia que grandes cantidades de tierra fértil son arrastradas al mar o se -

depositan en el fondo de las presas hidroeléctricas reduciendo su capacidad de almacenamiento de agua y vida útil (10).

La erosión de los suelos es alarmante, ya que un 77% del territorio nacional se encuentra seriamente erosionado o degradado, debido a que el país cuenta con un 95% de zonas de ladera y tierras altas a las cuales no se les ha dado el uso adecuado (39).

Ante esta situación se debe buscar el equilibrio entre la población y el medio ambiente, lo cual requiere de una verdadera conciencia conservacionista, que sólo será posible a través de una educación ambiental. En la actualidad y ante la aflictiva situación de los recursos naturales, se debe participar activamente en la recuperación de los mismos, lo cual incluye conocer las causas principales de su destrucción, como el bajo nivel económico de la mayoría de la población, alta densidad poblacional, prácticas del monocultivismo, y la tenencia de la tierra, entre otras. Aunque en los últimos años la tenencia de la tierra ha variado como resultado de la reforma agraria; por lo que hacen falta estrategias que motiven y estimulen a los diferentes sectores, al cultivo de especies forestales con el objetivo de producir leña, carbón vegetal, postes para cerca y forraje (10).

## 2.2. Factores que intervienen en la erosión

Según López Escobar (20), la erosión es una de -- las causas del desequilibrio natural, ya que ésta por - efecto de la lluvia y el viento desprende y arrastra los elementos nutritivos del suelo, que son necesarios para el desarrollo de las plantas.

### 2.2.1. Lluvia (erosión hídrica)

El agua lluvia ejerce su acción erosiva sobre el - suelo mediante el impacto de las gotas, las cuales caen con velocidad y energía variable. De su cantidad, inten- sidad y distribución depende el volumen del flujo que se desliza en capas uniformes sobre la tierra, llevando en suspensión las sustancias minerales (37, 41).

Este tipo de erosión es favorecida por los siguien- tes factores (20) :

- Lluvias intensas y prolongadas.
- Escorrentía intensa y rápida.
- Suelos susceptibles al desprendimiento.
- Pendientes prolongadas y agudas.
- Escasa protección vegetal del suelo (follaje, hojaras ca).
- Prácticas de cultivo inadecuado para la topografía -- del lugar.

### 2.2.2. Viento (erosión eólica)

La erosión eólica, es un fenómeno que ocurre generalmente en regiones de poca intensidad lluviosa, en donde la vegetación natural crece escasamente, dejando desprovisto el suelo. También se presenta con frecuencia en lugares donde dan períodos prolongados de sequías. Este tipo de erosión se produce debido a la fuerza que el viento ejerce sobre el suelo (37).

Además del empobrecimiento que ocurre en los terrenos, la erosión eólica causa daños mecánicos a las plantas, por el contacto de las partículas del suelo que el viento arrastra (37).

### 2.2.3. Pendiente

El tamaño y la cantidad de material que el agua puede arrastrar depende de la velocidad con que ésta fluye, la cual a su vez, es una resultante de la longitud y el grado de pendiente del terreno. El agua acelera su flujo a medida que aumenta la pendiente y por lo tanto, el tiempo de infiltración es menor. La longitud de la pendiente es tan importante como el grado de inclinación, especialmente en terrenos bajo cultivo. Al saturarse de humedad el suelo, el agua de escurrimiento se acumula a todo lo largo de la pendiente, aumentando el volumen de escurrimiento y su velocidad y con ello los daños (37, - 41).

#### 2.2.4. Tipo de suelo

Los factores examinados anteriormente no producen - los mismos efectos en todos los suelos. Las condiciones físicas y químicas de los suelos, al impartirle mayor o menor resistencia a la acción del agua, tipifican y singularizan su comportamiento a condiciones similares de pendiente, lluvia y cubierta vegetal. El tamaño de los espacios porosos del suelo, y la rapidez de absorción -- del agua, están determinados de modo general por el tamaño de sus partículas. Un suelo arenoso con espacios porosos grandes, durante una lluvia leve absorbe todo el agua que recibe, sin originar corriente superficial; y por lo tanto, sin sufrir erosión. En suelos arcillosos con espacios porosos muy pequeños presenta dificultades de absorción durante una lluvia normal debido al reducido tamaño de sus espacios porosos, en donde gran parte de las aguas no penetran en el suelo, sino que corre superficialmente hacia las vías de drenaje (37).

No todas las medidas introducidas para contrarrestar la erosión y regeneración del suelo pueden ser aplicadas en cualquier lugar, sino que deben acomodarse en relación con los tipos de suelo y clima. Sin embargo, se pueden hacer ciertas generalizaciones que tienen amplia aplicación y cuyo uso debe determinarse por el conocimiento de la ecología local (29).

## 2.3. Prácticas de conservación de suelos

Las prácticas de conservación de suelos, pueden dividirse en culturales y mecánicas.

### 2.3.1. Prácticas culturales

#### 2.3.1.1. Distribución adecuada de los cultivos

Esto dependerá de la capacidad de uso que tenga el terreno, ya que habrá lugares destinados a cultivos limpios, cultivos densos, potreros y bosques. Desafortunadamente en el país, influyen factores sociales y económicos que impiden la buena distribución de los cultivos, pudiendo observar en terrenos que son aptos para forestales o bosques, siembra de cultivos limpios, o utilizados para potreros (20).

#### 2.3.1.2. Labranza de conservación

Consiste en dejar esparcidos sobre la superficie del terreno los residuos de la cosecha anterior (rastros de maíz, frijol, sorgo, etc.), incluyendo malezas cortadas, con el objetivo de formar un mantillo que permita proteger al suelo y disminuir la erosión; así como conservar humedad para el desarrollo de los cultivos. Entre algunas ventajas que presenta dicha práctica se mencionan las siguientes :

- Reducción de la erosión del suelo

- Mejora la fertilidad del suelo
- Incrementa la capa de materia orgánica
- Disminuye la incidencia de malezas
- Conserva la humedad del suelo
- Genera estabilidad de los rendimientos de los sistemas de cultivos a través del tiempo.

Esta práctica se recomienda en terrenos de pendiente suave y severa, dando prioridad a los terrenos de ladera ya que éstos están más expuestos a ser erosionados (35).

#### 2.3.1.3. Siembra en contorno

Consiste en efectuar siembras en forma transversal a la pendiente del terreno en base a un trazo con puntos a una misma altura. Tal práctica disminuye la velocidad de la escorrentía, contrarrestando los efectos erosivos -- (20).

#### 2.3.1.4. Siembra en fajas de contorno

Consiste en combinar la siembra en contorno, con una rotación de cultivos, es decir, fajas de diferentes cultivos en forma transversal a la pendiente (20).

#### 2.3.1.5. Cortinas rompeviento

Las cortinas rompevientos o simplemente rompevientos son líneas de árboles, arbustos u otros tipos de vegeta-

ción que disminuyen la velocidad de los vientos, reduciendo la erosión eólica, la transpiración, evaporación y el daño mecánico del viento sobre los cultivos, o la reducción de productividad de animales en pastoreo. Adicionalmente se ha encontrado que estas barreras proveen de leña, madera y postes, cuando se hace necesario ralearlas o renovarlas (10).

La selección de las especies depende del régimen de lluvias, de las condiciones del suelo y de algunas características del suelo y de algunas características propias de la especie, tales como resistencia natural a los vientos, siempre verde, para que actúe eficientemente durante la sequía (10).

La disposición de la cortina, ésta debe construirse en forma perpendicular, a la dirección de los vientos -- predominantes; aunque para un mejor aprovechamiento de la radiación solar puede variarse esta disposición. Las experiencias asiática y africana indican que debe disponerse en ángulos de entre 45° y 90° con relación al viento (10).

Una cortina debe constar por lo menos de dos filas - alternas de árboles dispuestos de tal manera que en el frente de oposición al viento, no coincidan las filas. Lo normal es construir cortinas de tres estratos o filas de árboles, o de cinco filas con tres estratos (Figura 1). En cualesquiera de los casos las filas de árboles -

deben alternarse, para evitar la formación de túneles de viento que concentran y aumentan la velocidad y daño del mismo (Figura 2) (10).

#### 2.3.1.6. Barreras vivas

Consiste en una secuencia de hilera de ciertas plantas perennes de crecimiento denso y buena resistencia, - sembrados de preferencia siguiendo las curvas a nivel, - con la finalidad de proteger el suelo contra la erosión. Las barreras vivas se utilizan para proteger áreas ocupadas con cultivos limpios, densos y semibosque con la finalidad de formar terrazas de banco en forma natural (Figura 3) (20).

#### 2.3.1.7. Fajas de contención

Es una modalidad de las barreras vivas, generalmente son fajas de pasto o de vegetación natural, establecidas para proteger cultivos limpios; este sistema es útil en terrenos con pendiente arriba del 30% (20).

#### 2.3.1.8. Cultivos de cobertura y abonos verdes

Consiste en sembrar, después de haber cosechado los cultivos agrícolas, ciertas especies (generalmente leguminosas), para mantener el suelo cubierto y protegerlo contra la erosión; posteriormente se incorporan al suelo

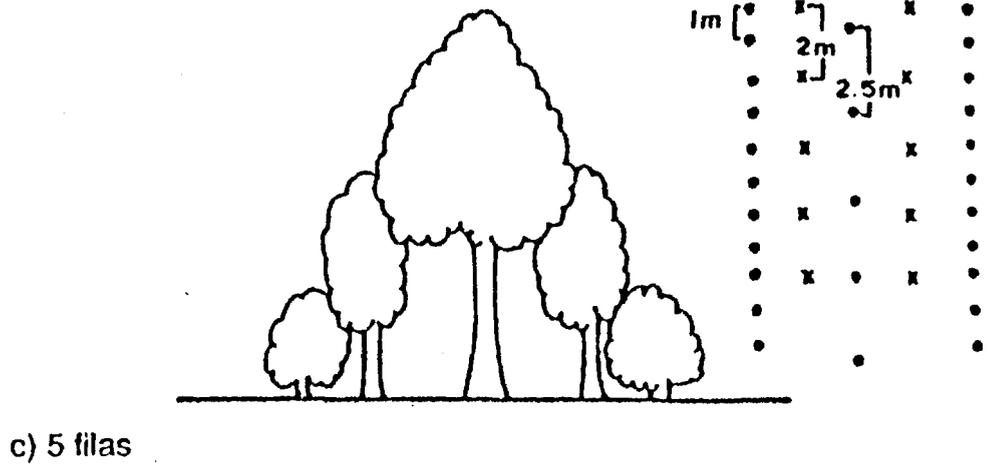
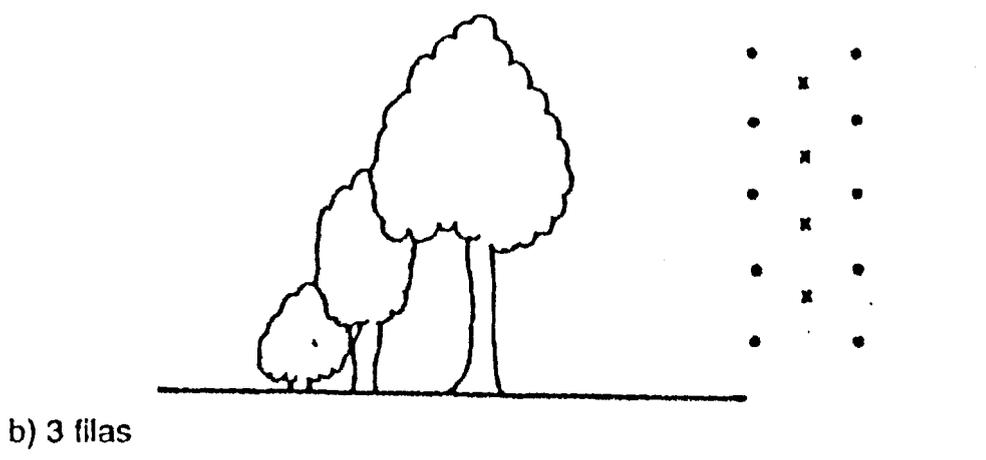
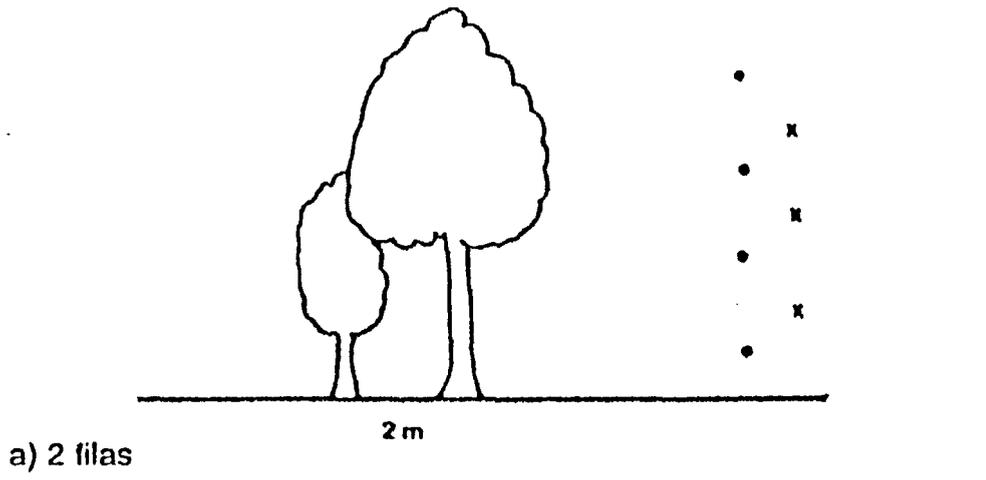
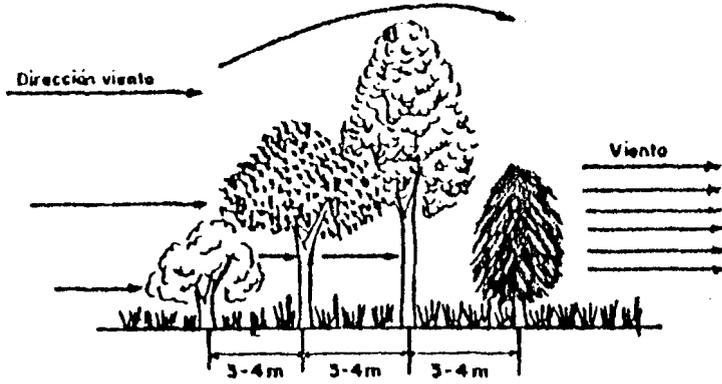
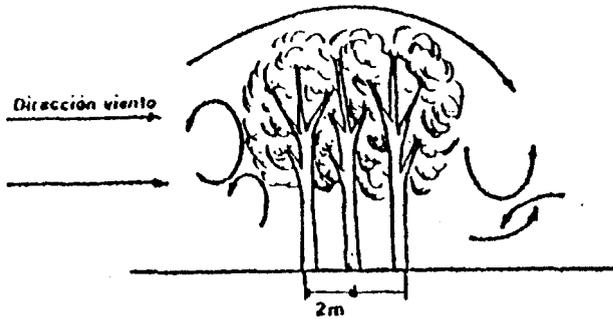


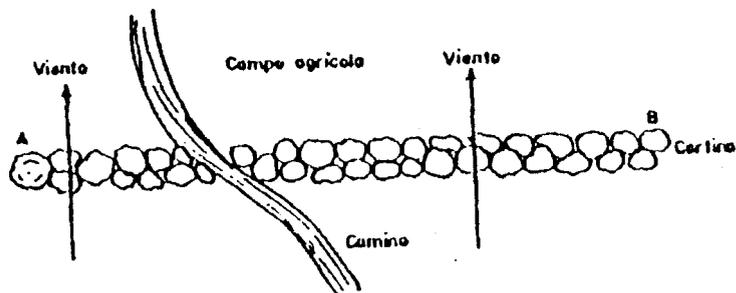
FIG. 1 : DIAGRAMA DE CORTINAS ROMPEVIENTOS CON DIFERENTE NUMERO DE FILAS.  
Fuente : CATIE (1992).



a) Permeabilidad de cortinas.



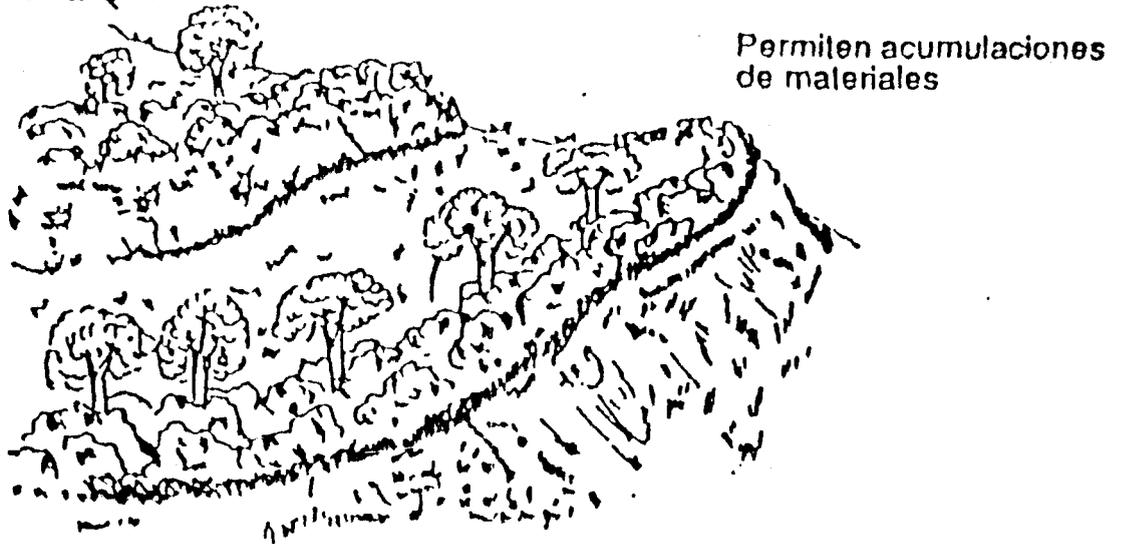
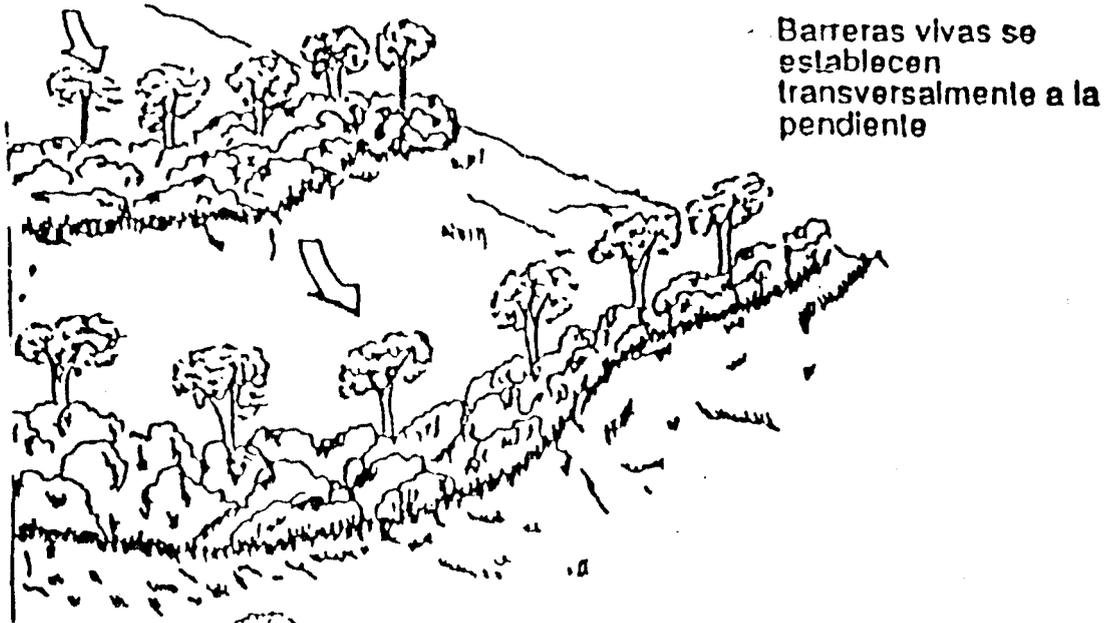
b) Turbulencia por impermeabilidad



c) Disposición de un camino en una cortina.

FIG. 2 : EFECTO DE PERMEABILIDAD E IMPERMEABILIDAD DE CORTINAS Y DISPOSICION DE CAMINOS.

Fuente : CATIE (1992).



*Leucaena leucocephala*  
*Gliricidia sepium*  
*Casuarina equisetifolia*

Fig. 3.- BARRERAS VIVAS EN FORMACION LENTA DE TERRAZAS PARA USO AGRICOLA.  
Fuente: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (1992).

enriqueciéndolo con materia orgánica, ya que dichas plantas son ricas en nitrógeno (20).

### 2.3.2. Prácticas mecánicas

Son estructuras diseñadas en base a los principios de ingeniería, para controlar la erosión mediante el control de la escorrentía superficial (20).

#### 2.3.2.1. Terrazas de absorción

Estas obras se recomienda en lugares de poca lluvia, con la finalidad de aprovechar al máximo el agua en las áreas del terreno. Pueden construirse en terrenos con pendientes máximas del 12%, trazadas perpendicularmente a la pendiente del terreno para provocar la infiltración y mantener la humedad del suelo (20).

#### 2.3.2.2. Terrazas de banco

Son construcciones escalonadas a fin de que la parte plana, sea utilizada para cultivos agrícola; se construyen siguiendo las curvas a nivel, con una ligera pendiente de 5% a lo largo y 5% hacia dentro de la terraza; y se recomiendan en terrenos con pendientes entre 12-46%.

Las dimensiones de las terrazas de banco, están dadas por 3.4 a 8.7 m de ancho y un largo límite de 100 m (20).

#### 2.3.2.3. Terrazas individuales

Consisten en un pequeño terraplén circular u ovalado, con una ligera inclinación contraria a la dirección de la pendiente. Son utilizadas en terrenos con pendientes entre 12-50%, y su finalidad es la implementación de especies forestales y frutales; constituyendo un obstáculo - que reduce la velocidad del agua de escurrimiento, permitiendo mayor infiltración y una disminución de la erosión (20).

#### 2.3.2.4. Acequias de ladera

Son terrazas angostas que se construyen en una pendiente del 12-50%, para disminuir la fuerza de desplazamiento del agua y permitir la infiltración parcial al suelo. Son construidas con un desnivel horizontal de 1% y - 10% hacia adentro de la terraza y una longitud máxima de 100 m (20, 37).

#### 2.3.2.4. Barreras de piedra

Esta práctica se emplea en lugares donde existe disponibilidad de piedra; se colocan en curvas a nivel hasta una altura de 0.50 m y 0.40 m de ancho, dándole el largo que se desee.

La finalidad de tales estructuras es la de reducir la velocidad de escurrimiento del agua y retener el suelo (37).

La distancia entre barreras se obtiene a través de -  
la fórmula siguiente :

$$D.I. = \frac{IV}{\text{Sen } \theta} ; \quad I.V. = \frac{S + 4}{10}$$

En donde :

D.I. = Distancia inclinada o distancia entre barreras.

I.V. = Intervalo vertical

S = Pendiente

$\theta$  = Grado de inclinación

#### 2.4. Características consideradas en la determinación - de capacidad de uso de los suelos

La identificación de las condiciones de suelo, se hace con el propósito de suministrar información para - determinar el uso que debe dársele a cada terreno y el - tratamiento que ha de aplicárseles.

En general se considera como información mínima a ob  
tener: La profundidad efectiva del suelo, la textura su  
perficial, permeabilidad, reacción del suelo (pH), por-  
centaje de pendiente, grado de erosión y el uso actual  
(37).

##### 2.4.1. Profundidad efectiva

Se refiere al espesor de las capas del suelo en --

donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrimentos. En la parte inferior está limitada por una capa de características físicas y químicas capaces de impedir o retener en forma considerable el crecimiento de las raíces. Un terreno con poca profundidad efectiva tiene escasa capacidad de saturación de agua y nutrimentos. Al mismo tiempo determina en muchos casos la posibilidad de construir obras de conservación de suelo (37).

#### 2.4.2. Textura superficial

Se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla que existe en el horizonte "A", esta característica se relaciona estrechamente con la facilidad de trabajar los terrenos y con resistencia a la erosión. En el laboratorio se determina la textura por medio de análisis mecánico, que separan los distintos tamaños de las partículas de suelo. En el campo se usan procedimientos -- aproximados que permiten separar grupos texturales con aceptable exactitud (37).

#### 2.4.3. Permeabilidad del suelo

Es la capacidad del suelo para absorber agua y aire. Se refiere al drenaje interno del terreno y expresa la facilidad que existe dentro del perfil para el movimiento del agua. La superficie del suelo sufre con

frecuencia disminuciones grandes en su permeabilidad, -- ocasionadas por el fenómeno de desprendimiento y deposición de partículas coloidales que las lluvias originan -- en terrenos desnudos (37).

#### 2.4.4. Reacción del suelo (pH)

Se refiere al grado de alcalinidad o acidez de los horizontes del suelo y se mide en unidades de pH. La acidez del terreno determina en muchos casos las plantas que en él se pueden cultivar y el tratamiento que es necesario aplicar. También tiene relación con la facilidad de absorción por parte de las plantas, de los diversos nutrimentos.

#### 2.4.5. Pendiente

Esta característica física tiene gran influencia sobre la erosión. El método más exacto de reconocer pendientes sería el de hacer un mapa topográfico con intervalos de pocos centímetros, sin embargo, es poco práctico (37).

#### 2.4.6. Grado de erosión

Es el daño visible causado a los terrenos por la -- erosión acelerada. Según Suárez de Castro (37), la acumulación en el pie de las pendientes de materiales recientemente removidos, la presencia de sedimentos en las vías

de desagüe y el propio adelgazamiento del suelo superficial, son muestras de un acelerado grado de erosión. Esta mismo autor, clasifica el grado de erosión de la siguiente forma :

- a) Erosión muy leve : Cuando se ha perdido menos del 25% del horizonte "A".
- b) Erosión moderada : Cuando se ha perdido entre el 25 y 75% del horizonte "A".
- c) Erosión severa : Cuando se ha destruido más del 75% del horizonte "A" y hasta el 25% del horizonte "B".
- d) Erosión muy severa : Cuando se ha perdido todo el horizonte "A", y entre 25 y 75% del "B".

#### 2.4.7. Uso actual

Como base para verificar una racional distribución de los cultivos, es necesario anotar la ocupación de cada terreno en el momento del reconocimiento, separando las diferentes unidades de uso actual existentes (37).

#### 2.5. Sitio

Es un lugar en la superficie de la tierra con características propias de fisiografía, suelo y vegetación; formando un conjunto de factores bióticos y abióticos que incluyen la posición en el espacio de árboles forestales y plantas, como las condiciones ambientales asociadas a esos lugares. La calidad del mismo resulta de interac

ción de dichos factores ambientales y la vegetación existente (24, 28).

#### 2.5.1. Calidad de sitio

Weaver, J.E., citado por Bonilla Carrillo (1), define la calidad de sitio como la suma de todos -- los factores que afectan la capacidad de la tierra para producir bosque u otra vegetación. Usualmente la calidad del lugar es estimada indirectamente por el uso de algunas características de los mismos árboles, la vegetación o por factores del medio ambiente físico, tales como el -- suelo, topografía y el clima.

#### 2.5.2. Evaluación de la calidad de sitio

Rosales Soriano, citado por Bonilla Carrillo (1), considera que la evaluación de la calidad de sitio tiene por objeto determinar el potencial de sitio, definido éste como la capacidad de un área en particular para producir biomasa de árboles. Cuando la evaluación se realiza por métodos cuantitativos, facilita la designación -- el suelo de las áreas forestales en base a su capacidad productiva y la selección de las especies más apropiadas para obtener los productos y bienes que de ellos se desea. Los datos obtenidos en los estudios de calidad de sitio pueden ser utilizados para determinar la capacidad de productividad potencial de sitios, para planificar el

manejo de las plantaciones existente, y como guía para el establecimiento de nuevas plantaciones. Puede usarse además para la planificación y ejecución de trabajos de investigación, como ensayos de procedencia, regímenes de aclareos y rendimiento (28).

### 2.5.3. Métodos de evaluación de la calidad de sitio

La evaluación de la calidad de sitio se puede realizar a través de dos enfoques : Métodos directos e indirectos.

Rodríguez, citado por Bonilla Carrillo (1), define los primeros como: la calidad de sitio estimada en función de datos históricos de rendimientos como el volumen o midiendo el crecimiento de la vegetación, y los indirectos utilizando relaciones entre especies, factores topográficos, edáficos y climáticos.

### 2.5.4. Factores que afectan la calidad de sitio

La calidad de sitio no depende de un factor, ni de todos los factores del medio ambiente, sino de los factores efectivos y de las interacciones que se establezcan entre ellos.

Vincent, L.W., citado por Bonilla Carrillo (1), sostiene que la calidad de sitio de una especie depende de la especie que se trate y de la naturaleza del sitio. -

Es decir, una especie aprovecha mejor un sitio que otra; lo que constituye un factor limitante para el crecimiento de una especie, y que puede o no afectar el crecimiento de otras.

En estudios realizados sobre evaluación de calidad de sitio se han relacionado las propiedades físicas de los suelos y las características topográficas, con los índices de la calidad de sitio; encontrándose que las propiedades físicas, son los factores más importantes en la predicción del crecimiento de los árboles (28).

La pendiente afecta en forma directa la calidad del sitio; las partes bajas de las pendientes tienen mejores calidades de sitio que las partes medias y altas. Esto se debe a que frecuentemente y como efecto de las precipitaciones se forman deposiciones en las partes bajas a causa de las escorrentías (28).

## 2.6. Caracterización de un área

La caracterización consiste en la descripción y análisis de los aspectos naturales y sociales relevantes de un área, con el propósito de identificar los sistemas de producción existentes, y reconocer los problemas de producción más importantes. El análisis de estos datos permite determinar si el uso de determinadas prácticas es una alternativa factible o necesaria que contribuya a solucionar los problemas identificados. Dentro de los pa-

Los necesarios para una caracterización se pueden mencionar : La determinación de los límites del área y objetivos de la caracterización; la recolección de datos físicos, biológicos y socioeconómicos; recolección de datos sobre características de los sistemas existentes; determinación de los problemas, necesidades y oportunidades existentes en el área; y el análisis de los datos recolectados, con el propósito de determinar alternativas -- factibles (39).

#### 2.6.1. Límites del área a caracterizar

El área y sus límites son seleccionados en base a situaciones existentes, como bajos niveles de ingresos, y problemas erosivos, entre otros. Estos límites son determinados por el propósito y el nivel de detalle con -- que se pretende trabajar (39).

#### 2.6.2. Algunos factores que deben tomarse en cuenta para realizar una caracterización

La información necesaria para caracterizar un área incluye factores físicos, ecológicos, socioeconómicos, actividades forestales, problemas y necesidades de los agricultores (39). La selección de factores y el nivel de detalle a considerar dependen de los objetivos de la caracterización. Sin embargo, la disponibilidad de recursos limita a menudo la cantidad de factores que se --

pueden examinar. No conviene estudiar tantos factores como lo permitan los recursos, sino el mínimo necesario para poder planificar las actividades. Una vez determinados los factores mínimos, se buscan los recursos necesarios (39).

Es importante estudiar los factores claves para el éxito de las opciones que se desean poner en práctica. Los parámetros socio-antropológicos (actitudes y motivaciones de los agricultores) deben considerarse. En el proceso de selección de los factores se debe tener en cuenta, la manera en que serán analizados y utilizados los datos que se recolecten. Deben ser recopilados los datos realmente necesarios, que tengan una función en el proceso de decisión (39).

### 2.6.3. Técnicas para recolectar información en una caracterización

#### 2.6.3.1. Muestreo

Como no es posible visitar y conocer todas las zonas de un área en estudio, se hace necesario subdividirla en muestras, las cuales permitirán inferir sobre las condiciones de la mayoría del área en estudio (39).

#### 2.6.3.2. Conversación informal

Esta técnica permite dar a conocer a los agricultores o a la comunidad los propósitos del estudio; establecién-

dose una relación entre el investigador y los agricultores, y otras personas relacionadas con el área. Permite familiarizarse con el lenguaje e ideas de los agricultores, y obtener información sobre los factores locales como aspectos biológicos, ecológicos y socioeconómicos (39).

La conversación información puede realizarse con un agricultor o con un grupo pequeño (hasta seis personas); manteniendo siempre un ambiente tranquilo, sin presiones y con humildad (39).

#### 2.6.3.3. La entrevista y el cuestionario

El cuestionario puede ser utilizado como una guía para conducir una entrevista; el entrevistador debe conocer la zona de estudio, sus condiciones agropecuarias, los términos locales para los cultivos, y las costumbres de la comunidad. Se deben respetar las normas de la comunidad y de la zona (39).

#### 2.6.4. Análisis de la información

El método de análisis involucra los procesos metodológicos que comprenden el ordenamiento de los datos obtenidos en la caracterización en función de su utilidad, interpretando la información con el propósito de determinar factores limitantes desde el punto de vista de los agricultores. Tal análisis permite priorizar los problem

mas y necesidades más sentidas por los agricultores (39).

## 2.7. Sistemas de producción

Un sistema de producción debe ser un sistema abierto, susceptible a adquirir la tecnología que le proporcione más producción o mejor bienestar económico-social. - Trabajar con sistemas de producción implica tener idea de la relación de los componentes físico-biológico con los socioeconómicos que inciden en el comportamiento del campesinu; ya que muchas veces lo técnicamente recomendado no es posible, por lo que hay que estudiar detalladamente los sistemas de producción para ver qué factores pueden - mejorarse o combinarse total o parcialmente si es necesario, para aumentar la productividad agrícola y el nivel - de vida del agricultor (11).

Desde el punto de vista agronómico, un sistema de producción agropecuario se considera como el arreglo en el - cual se siembra uno o más cultivos en forma simultánea o posterior a la siembra del cultivo principal, que produce bajo presión o competencia de nutrientes y factores climáticos que al final del ciclo o período de cosecha, - permitirá obtener más producto por unidad de área utilizada, que cada cultivo sembrado en monocultivo (11, 34).

### 2.7.1. Ventajas de los sistemas de producción (11).

a) Más producción por unidad de área.

- b) Reducción de los costos de producción
- c) Reducción de labores culturales
- d) Mayor producción de materia orgánica
- e) Mejora las propiedades físicas del suelo.
- f) Reducción de los efectos erosivos
- g) Mayor diversidad de producto cosechado

### 2.7.2. Estudio de casos

#### 2.7.2.1. Principales sistemas de producción de Jocoro (Morazán).

Jocoro posee un área de cultivos de 5,227 ha, de la cual se tiene que un 75% de la tierra corresponde a pastos y sólo un 14% a tierra de labranza utilizada por los agricultores. La distribución del aprovechamiento de la tierra de labranza para los diversos cultivos de la zona, está dada en un 70%, por el sistema maíz nacional solo, mientras que el híbrido solo, ocupa el 1% de la superficie de labranza. Además casi el 20% lo ocupan los cultivos asociados de maíz-sorgo. La principal producción de cereales es de maíz y maicillo con un 99% de variedades criollas; este sistema es de asocio en su mayoría, aunque también se practica monocultivo (3).

Dentro de los cultivos asociados, el sistema más representativo y más importante de la zona, es el maíz, se guido del sorgo. Considerados éstos como cultivos de --

subsistencia y como fuente de alimentación del ganado. - El asocio maíz-frijol es cultivado en superficies insignificantes, debido a que la zona de Jocoro es un área marginal para el cultivo de frijol por las altas temperaturas que afectan fuertemente la fisiología en su etapa reproductiva (3).

En cuanto a las explotaciones con cultivos permanentes, se reportan un total de 114, con especies frutales - como aguacate (Persea americana), mango (Manguifera indica), guineo (Musa sp), y marañón (Anacardium occidentale) (3).

## 2.8. Agroforestería

La evolución de una nueva disciplina como la agroforestería; pasa por diferentes etapas, desde la primera -- idea y conceptualización hasta la institucionalización y aplicación definitiva (30).

Según Pérez Funest (30) y CATIE (8), agroforestería es el conjunto de técnicas del uso de la tierra que implican la combinación de árboles forestales con cultivos y animales. La combinación puede ser simultánea o se--cuencial en terminos de tiempo y espacio, tiene por finalidad optimizar la producción total por unidad de -

superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido (14).

Un sistema agroforestal tiene los atributos de cualquier sistema: Límites, componentes, interacciones, ingresos y egresos. El límite define los bordes físicos del sistema; los componentes son los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos; los ingresos son los elementos que contribuyen a un buen desarrollo de los sistemas (mano de obra, energía solar, agroquímicos, etc.); - los egresos constituyen los beneficios que proporciona el sistema (madera, follaje, forraje, etc.) y la interacción que es el intercambio de energía entre los diversos componentes del sistema (8, 39).

La selección de la combinación o sistema agroforestal adecuado a cada lugar dependerá del tamaño del mismo, así como de las condiciones propias del sitio de trabajo. Estos sistemas deben ser compatibles con las características ecológicas (clima, suelo) y nivel de educación del agricultor (21).

Por otro lado, es lógico que la opción seleccionada será aquella que cumpla mejor con los objetivos de producción y expectativas del agricultor. Por lo tanto se seleccionarán, en primer lugar, aquellas opciones que no cambien profundamente el sistema de producción tradicional del agricultor, sino que introduzcan cambios fáciles

de realizar y que ofrezcan resultados viables a corto y/o mediano plazo (21).

Según OTS-CATIE (1986), citado por Martínez (21), - considera que en un sistema agroforestal determinado debe analizarse la productividad, la factibilidad financiera, la sostenibilidad y la adopción del sistema

La productividad se refiere a los incrementos de la biomasa (vegetal) por unidad de área y tiempo. En sistemas agroforestales el término productividad se utiliza in distintamente para los componentes arbóreos, animales o agrícolas; aunque la productividad de los cultivos se expresa como rendimiento por ha/año; y se asocia con los beneficios económicos derivados de éste. En el caso específico de los árboles, esta productividad se puede expresar como biomasa aérea-follaje. Dada la dificultad de ha cer determinaciones exactas de volumen, es preferible uti lizar el área basal ( $m^2$ /ha/año); que es un parámetro bastante relacionado con el volumen, como una medida de rendimiento o productividad (21).

La elección del sistema agroforestal más apropiado, - deberá basarse en consideraciones biológicas, económicas y prácticas, y deberá realizarse con la participación directa del agricultor fijando claramente desde el principio los objetivos generales y específicos de los trabajos a realizar (21).

### 2.8.1. Características de los sistemas agroforestales

La finalidad de los sistemas agroforestales es diversificar la producción, controlar la agricultura migratoria, aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo, fijar nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema (4).

En un sistema agroforestal los árboles pueden contribuir a mantener el reciclaje de nutrientes mediante los mecanismos siguientes (Figura 4).

- 1) Desarrollar una esfera de raíces con micorrizas, similar al bosque natural, lo cual contribuye a disminuir el lavado de nutrientes.
- 2) Existe una producción de abundante hojarasca, aumentando así la capa de humus.
- 3) Se proveen fuentes adicionales de nitrógeno a través de especies fijadoras de dicho elemento.
- 4) Existe una absorción de nutrimento en las capas profundas del suelo, llevándolos a los horizontes superficiales.

Los sistemas agroforestales constituyen una alternativa para contrarrestar los factores que favorecen la erosión hídrica; ya que la presencia de árboles ayudan a -- controlar la erosión de la siguiente manera :

- La presencia de una capa de hojarasca protege contra

el impacto excesivo del agua sobre el suelo.

- Disminución de la cantidad y de la fuerza de impacto del agua que llega al suelo, a través de la intercepción de las lluvias por la copa de los árboles.
- Las raíces de los árboles ayudan a mantener el suelo agregado e impiden su movimiento.
- Existe una mayor porosidad por la penetración de las raíces en el suelo, favoreciendo la infiltración y absorción del agua, de ese modo disminuye la escorrentía (8).

#### 2.8.2. Clasificación de los sistemas agroforestales

Pérez Funest (30), clasifica los sistemas agroforestales de la siguiente manera :

- Según su estructura en el espacio
- Según su diseño a través del tiempo
- Según su importancia relativa
- Según la función de los diferentes componentes.

De acuerdo a sus diferentes componentes se tienen:

Los sistemas agroforestales secuenciales, en los que existe una relación cronológica entre los cultivos anuales y los árboles; y los simultáneos, que consisten en la interacción simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales y/o ganadería (Figura 5) (30).

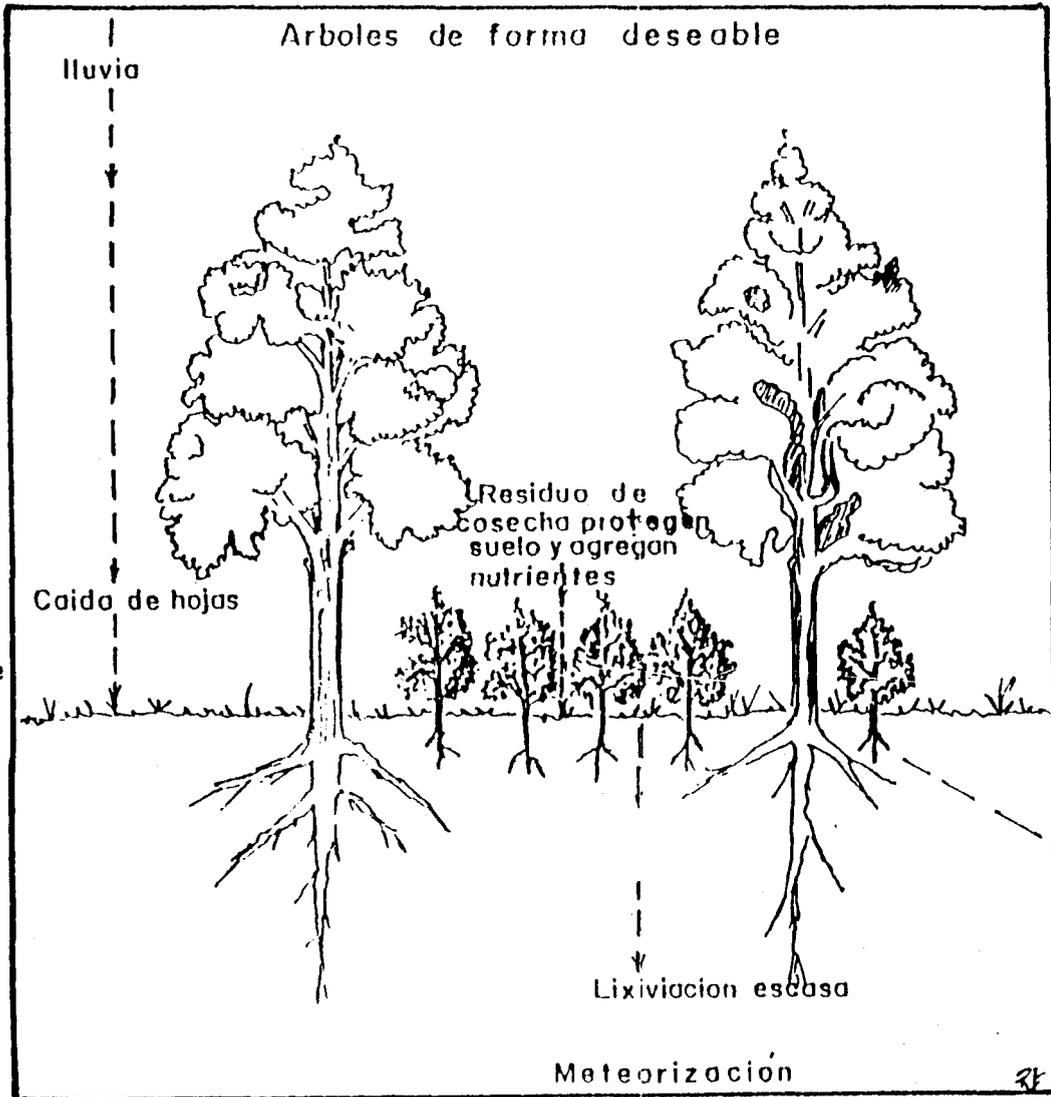
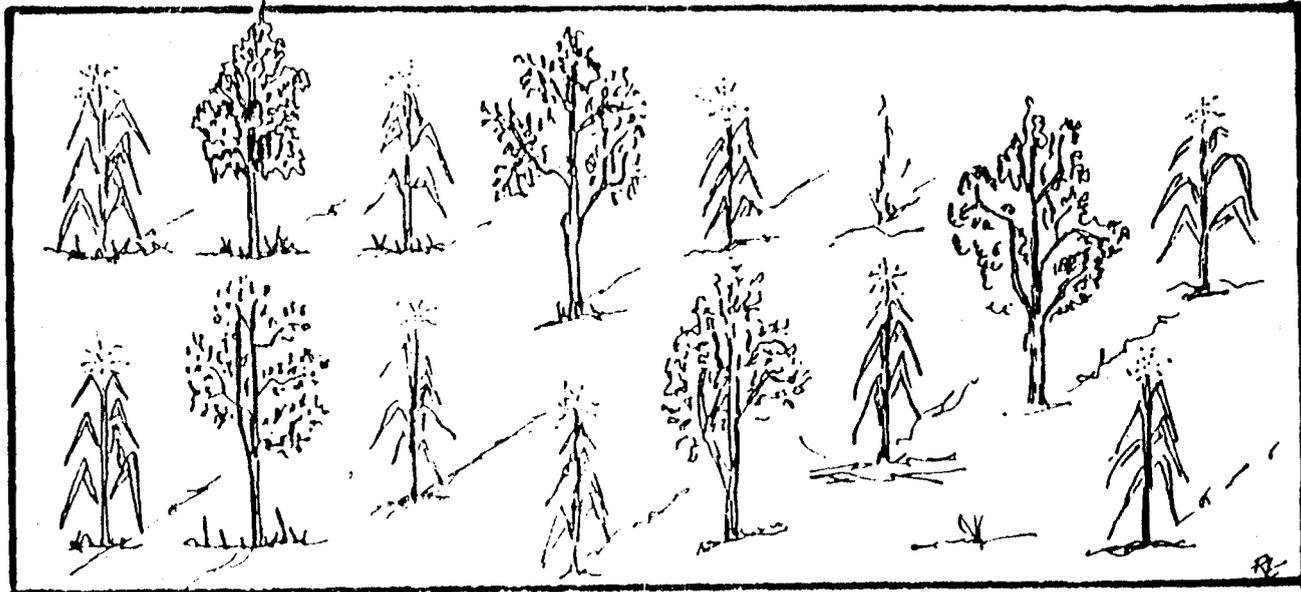
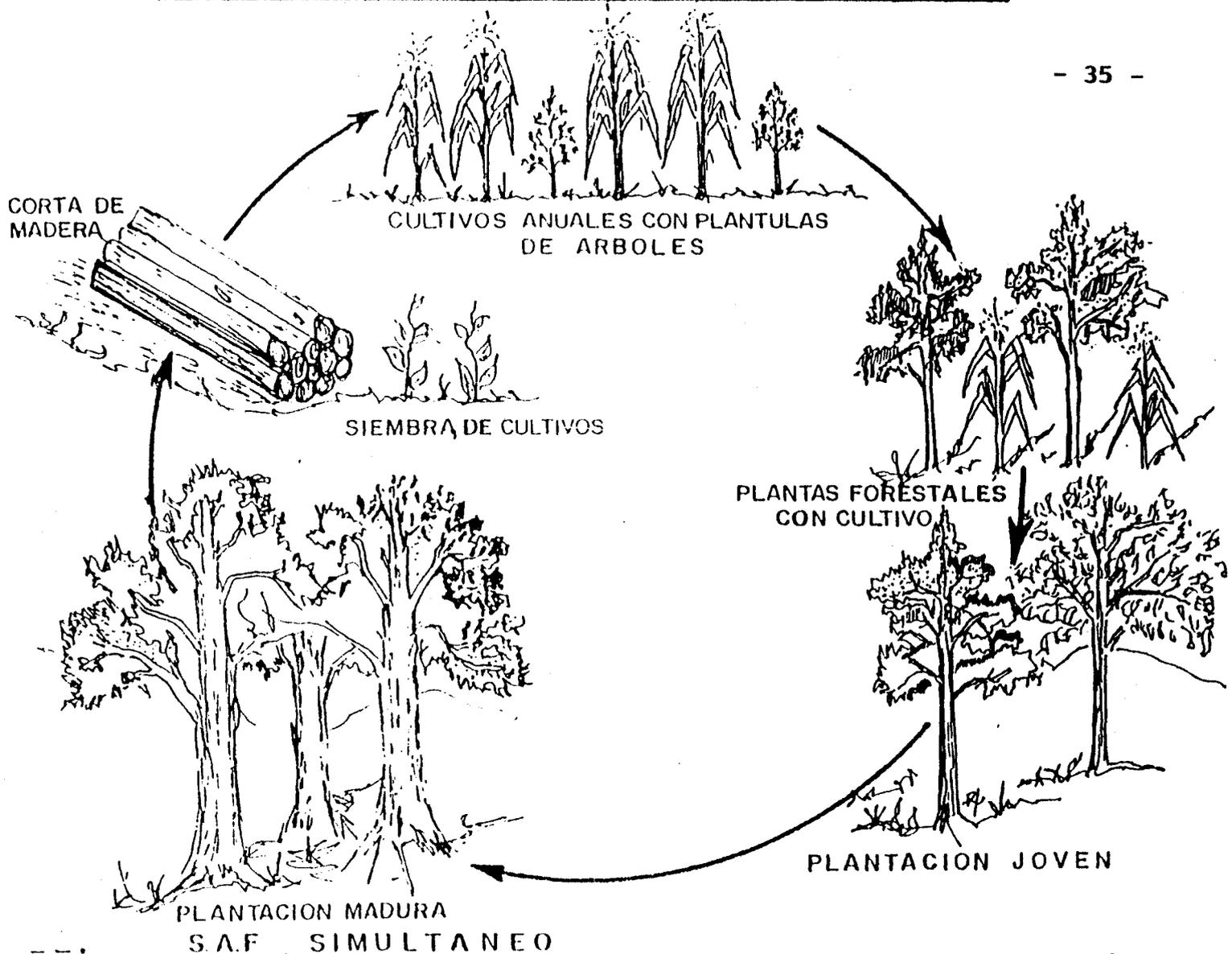


Fig. 3. Ciclaje de nutrimentos en un sistema agroforestal  
Fuente: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (1992).



ARBOLES CON CULTIVOS ANUALES O PERENNES

Fig. 5. Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo a sus diferentes componentes.

Fuente: CATIE (1992).

2.8.3. Modalidades de los sistemas agroforestales con mayor potencial en El Salvador

2.8.3.1. Cercas vivas

Una cerca viva es una línea de árboles o arbustos que delimitan una propiedad o que sirven para subdividir la en varias áreas. Es un sistema que no se le ha brindado la atención que merece, y por ello carece de tecnificación (17, 22).

Las cercas vivas además de proteger y subdividir -- áreas, también son utilizadas como barreras para disminuir la erosión, a la vez que protegen los cultivos de la acción del viento. Las cercas vivas también proporcionan beneficios comunes como alimento para humanos y animales, productos medicinales, leña y postes (17).

Una cerca viva muy bien manejada, plantada a distanciamiento muy corto (menor de 0.5 m entre árbol), además de mejorar el ingreso de la finca por la venta de leña, permite prescindir del uso de alambre de púa y con ello disminuir los costos de producción de la explotación agropecuaria (17).

Las técnicas de manejo están principalmente relacionadas con las especies forestales a utilizar; pero en -- términos generales se puede utilizar distancias entre árboles de 0.4 a 2.0 m, con frecuencias de poda cada uno ó dos años o varias en el año; fijando épocas de corta al final de la época seca o durante la época lluviosa y uti

lizando cortes totales o selectivos (3, 5). En relación a la frecuencia de poda, dependerá si el agricultor prefiere utilizar su cerca viva para la producción de leña, postes o follaje. En Costa Rica, en el manejo de madrecaño, recomiendan podar para obtener leña cada tres años, para el logro de estacas (postes de 2.0 a 2.5 m y diámetros de 5 a 20 cm), lo hacen cada dos años y para la obtención de follaje, todos los años (31).

Martínez y Ordóñez (1985), citados por CATIE (5), informan que en Honduras han realizado trabajos referentes al rendimiento de postes, leña y follaje de un kilómetro de cerca viva de Gliricidia sepium rodeando potreros, en el cual establecen un régimen de frecuencia de podas, como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rendimiento de un kilómetro de cerca viva de Gliricidia sepium

E D A D		P R O D U C C I O N		
CERCA AÑOS	REBROTOS** (Meses)	POSTES*** (Número)	LEÑA Tm/km	FOLLAJE* Tm/km
1	11	-	7.2	2.7
2	9	-	6.4	2.8
3	14	-	22.8	10.3
4	19	1582	26.8	13.5
5	15	1000	35.2	12.9

\* Peso verde, en base a un aprovechamiento

\*\* Edad desde la última poda.

\*\*\* Postes de 2 a 2.5 m de alto y de 8 a 20 cm de diámetro.

Entre las especies más populares para el establecimiento de cercas vivas en la Región Centroamericana se mencionan : Gliricidia sepium (Madrecacao), Bursera simaruba (Jiote), Guazuma ulmifolia (Caulote), Croton niveus (Copalchi), (Tempate); pudiéndose también intercalar especies valiosas como Tectona grandis (Teca), Swietenia spp (Caoba) y Cedrela odorata (Cedro); para aumentar la rentabilidad del sistema (12, 17).

#### 2.8.3.2. Cultivo en callejones

Consiste en la asociación de árboles, generalmente fijadores de nitrógeno, intercalados en franjas de cultivos anuales, tal como se observa la Figura 6 (5). La técnica del cultivo en callejones se ha utilizado con éxito, como una alternativa al sistema de agricultura migratoria (12). En El Salvador, el cultivo en callejones, lo introdujo en 1989 el proyecto agroforestal PNLD/FAO/ELS/86/0005), a las comunidades rurales de escasos recursos en Cabañas (17).

El cultivo en callejones es un sistema con el cual se busca controlar la erosión del suelo, a través del arreglo del componente forestal; el cual además proporciona otros beneficios como lo es generar un reciclaje de nutrientes por acción de las raíces, y condiciones favorables para los organismos del suelo. También constituyen una fuente adicional de nitrógeno biológicamente fijado -

para el cultivo; y una producción adicional de leña, postes y forraje (Figuras 7, 8 y 9) (17).

Fajardo Lima (17), recomienda especies como : Gliricidia sepium (Madrecacao), Cassia siamea (Flor amarilla), Leucaena leucocephala (Leucaena), Gmelina arborea (Gmelina), Calliandra calothyrsus (Caliandra), Erythrina spp. (pito), entre otras; para ser utilizadas en cultivo en callejones.

El cultivo en callejones puede establecerse por siembra directa de semillas forestales, junto con los cultivos anuales, lo cual ahorra los costos de limpieza durante el estado inicial de la especie leñosa. Además la especie forestal se beneficia del fertilizante aplicado al cultivo agrícola (17).

La disposición de los árboles entre los cultivos es uno de los factores críticos del sistema de cultivo en callejones, inicialmente se pensó que distancias cortas entre los surcos de árboles (4-5 m), favorecerían al sistema; sin embargo, se ha observado que los árboles dispuestos en esta forma competían fuertemente con los cultivos por agua y nutrimentos, por lo que actualmente se ha optado por distancias mayores 7-9 ó más metros entre surcos y distancia corta entre árboles (1-4 m) y doble surco separados de 0.5 a 1.0 metro. En cuanto a la poda, se puede generalizar que alturas de 1.0 a 2.0 metros son adecuadas para intercalar cultivos de porte bajo como frijol y maíz.

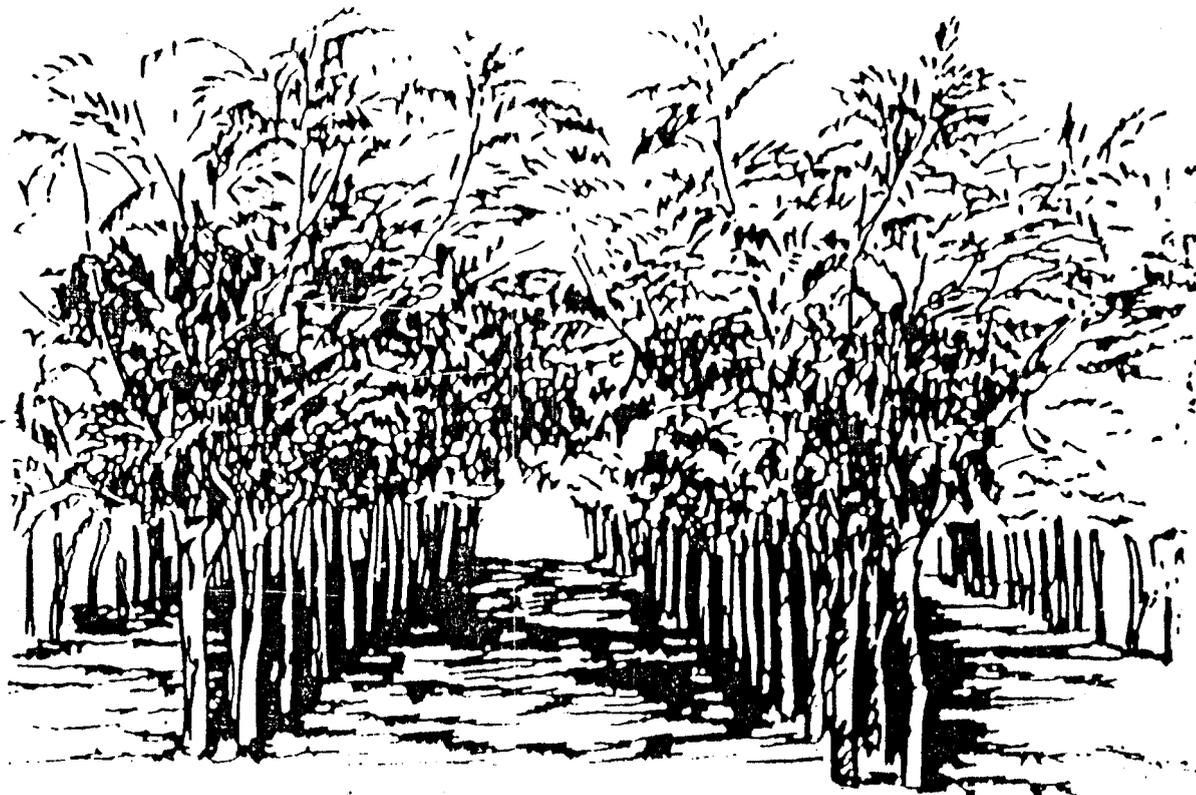


FIG. 6: ESQUEMA DE SISTEMA DE CALLEJON DE DOBLE LINEA PARA AUMENTAR LA PRODUCCION DE LEÑA, FORRAJE Y ABONO VERDE.



FIG. 7: LINEAS DE LEÑOSAS PERENNES PODADAS.  
Fuente : CATIE (1992).



FIG. 8: DESCOMPOSICION DE RASTROJOS, EN FERTILIZANTE ORGANICO

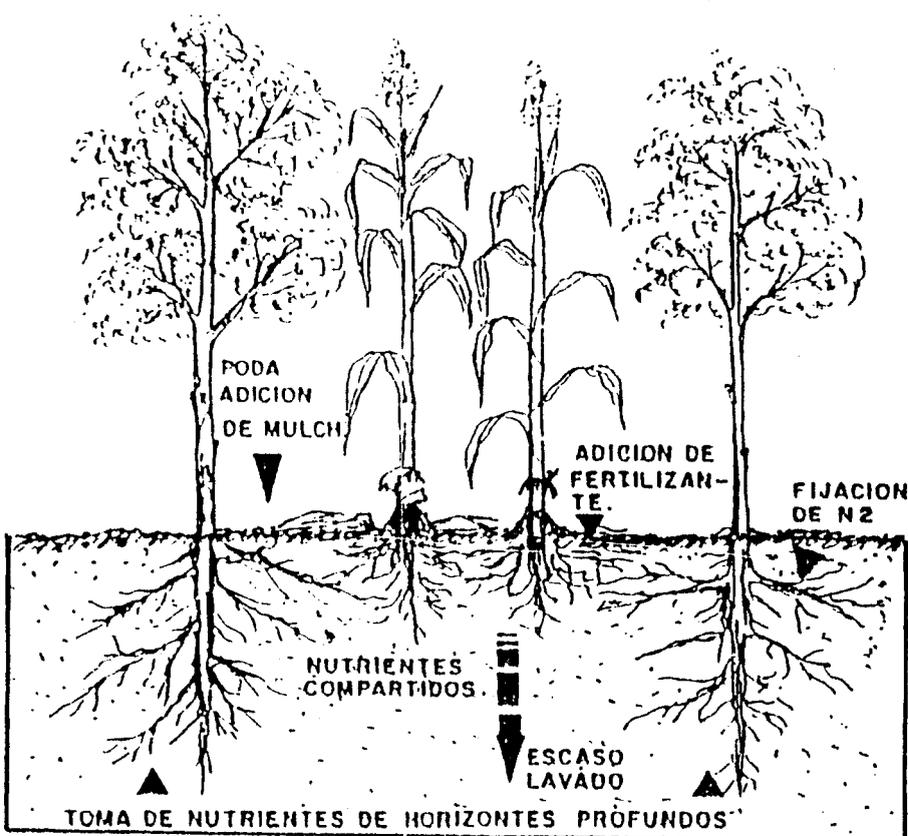


FIG. 9: REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LAS RELACIONES NUTRICIONALES DEL CULTIVO EN CALLEJONES.  
Fuente : CATIE (1992).

La frecuencia de poda de 6 meses o más en G. sepium y Ery-  
trina ssp., mantienen la productividad de biomasa prove-  
niente de hojas y ramas delgadas (17).

El cultivo en callejones como cualquier técnica inno-  
vadora en el campo agroforestal ofrece algunas limitacio-  
nes dignas de tomarse en cuenta antes de decidirse por su  
establecimiento; entre éstas se pueden mencionar (17):

- 1) El efecto de alelopatía o de incompatibilidad entre -  
el cultivo asociado y el forestal que puedan hacer --  
disminuir el rendimiento del cultivo.
- 2) La difícil adopción por un agricultor que posea va-  
rias cabezas de ganado pastoreados en forma libre. -  
Si posee una o dos, es más factible convencer al agri-  
cultor que semi-estabule su ganado y que no lo intro-  
duzca al área del cultivo forestal.
- 3) El patrón cultural del agricultor acostumbrado al sis-  
tema roza y quema como fase previa para la siembra de  
cultivos limpios. Una vez establecido el terreno con  
cultivos en callejón, ya no se podrá pastorear libre-  
mente, ni quemar los restrojos.
- 4) Aplicaciones de herbicidas orientadas al control de -  
malezas de los cultivos agrícolas, podrían eliminar -  
total o parcialmente las especies forestales, si no  
se toman en cuenta las medidas correctas de precau-  
ción.
- 5) El efecto de no quemar y no pastorear más las restric

ciones en el uso de herbicidas, causan un incremento en el nivel de población y plagas y enfermedades que limitarían el desarrollo de los cultivos agrícolas.

- 6) Probabilidad de una disminución de la producción agrícola por efecto de la sombra del forestal.
- 7) Posible competencia por agua, nutrientes y espacio vital.

#### 2.8.3.3. Plantación en línea

Es una forma de plantación con una disposición muy similar a la de los árboles en los Cultivos en Callejones, los surcos de árboles se les da un mayor distanciamiento (diez o más metros). Dentro de los surcos de árboles se pueden establecer cultivos anuales o perennes, dependiendo de las necesidades del agricultor, la fertilidad del suelo y la pendiente del mismo. Se diferencia del cultivo de Callejones en que los árboles no se podan en forma intensiva, aunque pueden recibir algunas podas de formación o para evitar el exceso de sombra (17).

Existe el problema de la sombra, debido a que los árboles a partir de 3 a 4 metros de altura se dejan crecer libremente. Una modificación es el establecimiento de grupos de dos hasta tres surcos de árboles, con espaciamiento de 8 a 12 metros y de 1 a 5.3 metros entre árboles (17).

2.8.3.4. Barreras en contorno y barreras vivas

Las barreras en contorno es un sistema utilizado para la recuperación de suelos con pendientes fuertes inestables. Pueden combinarse con otras prácticas de conservación tales como las terrazas y barreras vivas de pastos forrajeros como zacate limón y King Grass (17).

Pueden actuar como cortinas rompevientos, y se prefieren especies como la leucaena, casuarina, etc., que presentan un sistema radical profundo y extendido, lo que permite un mejor control de la erosión. Las barreras vivas al igual que las barreras en contorno se establecen siguiendo curvas a nivel, para proteger los suelos contra la erosión.

2.8.3.5. Bosques energéticos y de producción

No constituyen en sí un sistema agroforestal, pero como subsistema de otro sistema aún mayor (finca) sí lo es. Tiene como objetivo básico la producción de leña, postes, madera para construcciones rurales y se pueden obtener otros beneficios adicionales como producción de miel, mejoramiento del microclima local, etc. Dependiendo del objetivo de producción se pueden seleccionar especies como: Acacia mangium, Casuarina equisetifolia, Eucalyptus camaldulensis, Leucaena leucocephala, Pinus carib-

baea, Tectona grandis, Cupressus lusitanica, Gmelina arborea, entre otras. Los distanciamientos de la plantación varían dependiendo del objetivo de producción y van de 2.0 a 2.5 m (12).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción general del lugar

##### 3.1.1. Ubicación

El Cerro Las Mesas se encuentra ubicado en el Cantón - Guarjila, en la parte Noreste del Departamento de Chalatenango, a 78 km de San Salvador y a 12 km de la Ciudad de Chalatenango (Fig. 10), con una elevación que va de 550 a 700 --msnm.

Para ubicar los límites que comprende el Cerro Las Mesas se hizo con el auxilio de mapas, fotografías aéreas y de los Cuadrantes 2458 III y 2458 IV de Chalatenango. También uso el estereoscopio de espejo y planímetro electrónico para obtener el área.

Según la clasificación climática de Koppen, Sopper y Laver, el Cerro Las Mesas está comprendido en lo que es una sa bana tropical caliente, con un promedio de temperatura de --25.7 °C; registrándose la más alta en el mes de abril, con - um máximo de 36.1 °C y la mínima de 17.3 °C en enero. La pre cipitación pluvial registrada en los últimos años ha alcanzado cifras de 1,800 a 2,100 mm/año, concentrándose en los meses de junio a septiembre (2).

Según el sistema de clasificación de Holdrige, el Cerro Las Mesas se encuentra en la zona de vida bosque húmedo subtropical caliente (bhst) (19).

### 3.1.3. Aspectos agrológicos

#### 3.1.3.1. Superficie

El Cerro comprende 225 has de las cuales un 80% es potencialmente cultivable bajo ciertas técnicas conservacionistas. Del área total se seleccionaron 33 ha, ubicadas en los alrededores de la Comunidad Guarjila en donde se desarrolló la investigación (Fig. 11).

#### 3.1.3.2. Topografía y fisiografía

En general la zona en estudio presenta un micro relieve alomado y montañoso, con severos efectos de erosión y pendientes que van de moderadas (10%) hasta muy pronunciadas, mayores de 100%.

#### 3.1.3.3. Suelos

Los suelos están clasificados como latosoles-arcillo rojizo, litosoles, reclasificados como alfisoles; presentando un horizonte superficial, con textura franco-arcillo rojizo, con abundante pedregosidad y fácilmente erodable; los suelos predominantes pertenecen a las clases V, VI y VII, aptos para vegetación permanente y forestal (32).

### 3.2. Metodología de campo

#### 3.2.1. Reconocimiento de la zona

Después de ubicar aproximadamente el área del cerro en -

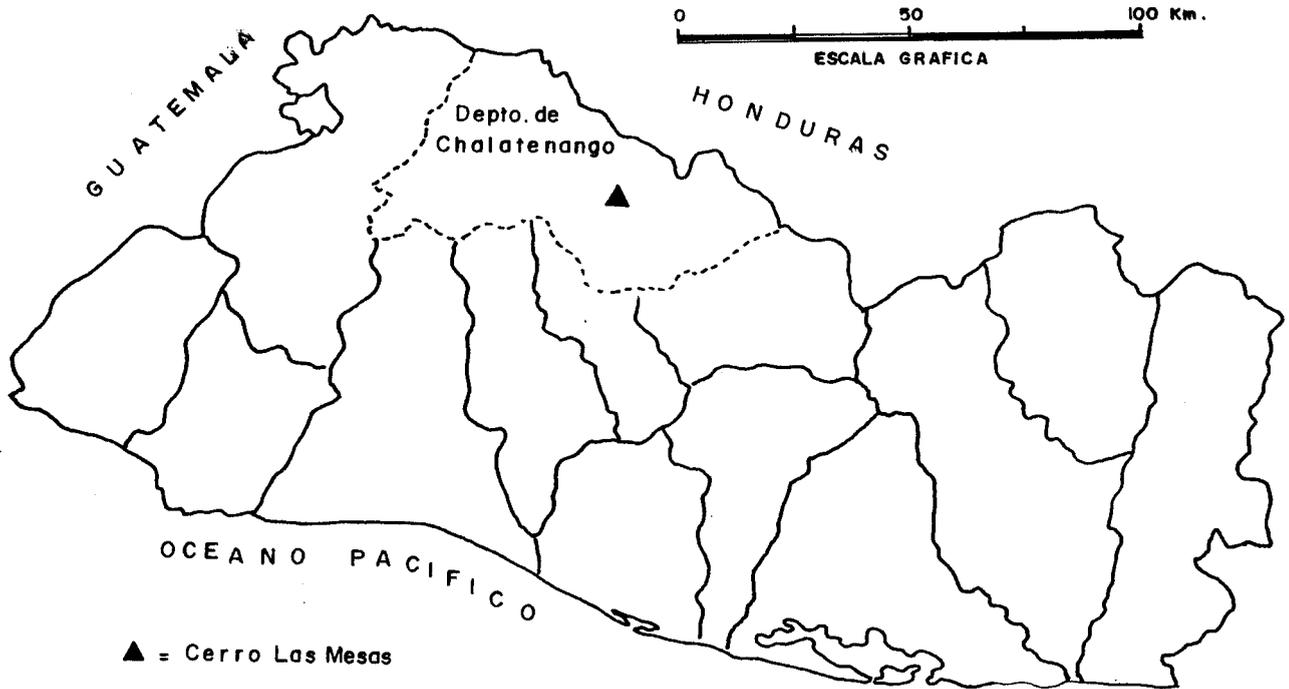


Fig. 10 - Ubicación del cerro "Las Mesas", cantón Guarjila, Chalatenango, Marzo 1993.

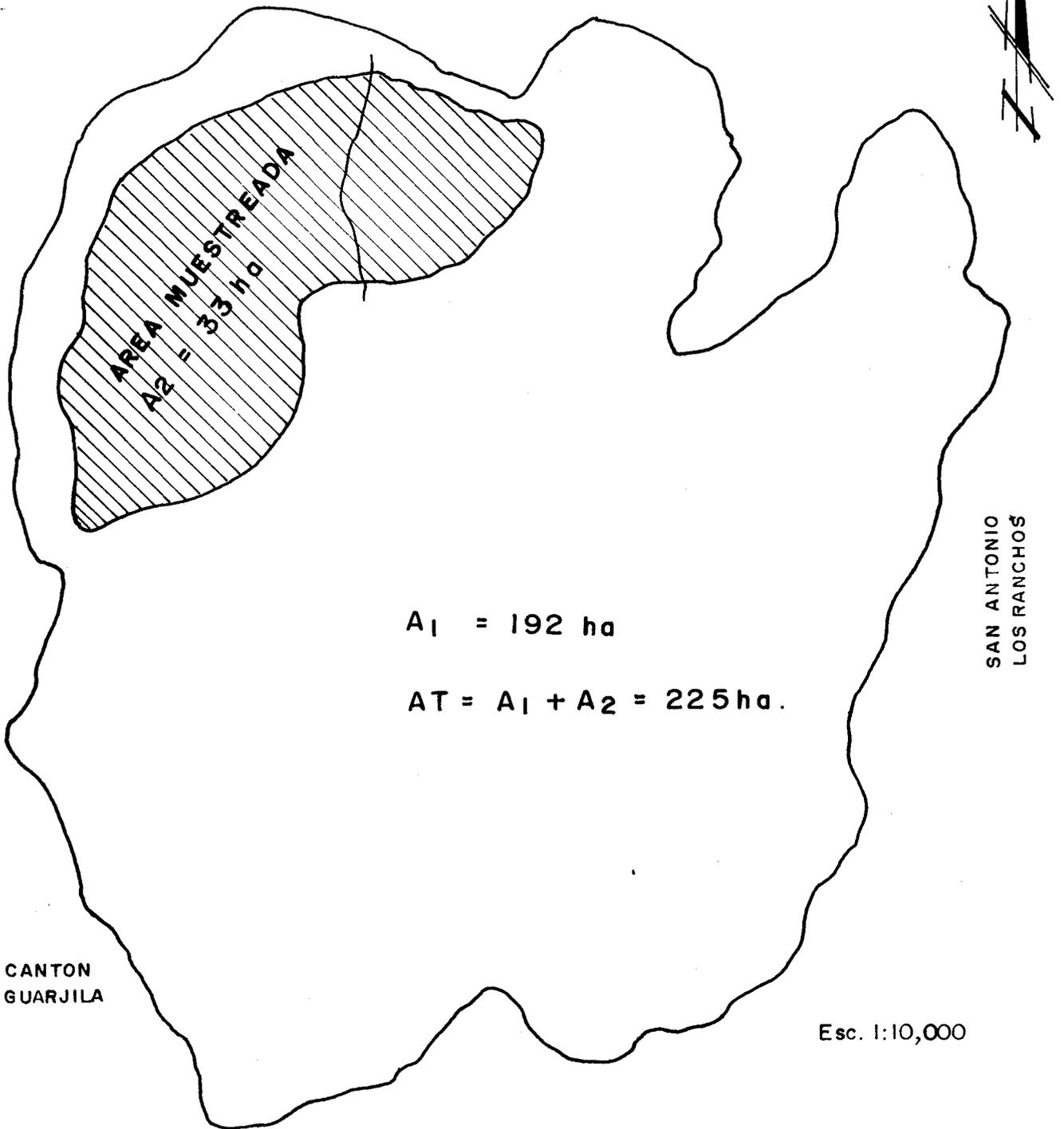


Fig. II - Área total del cerro "Las Mesas" y área muestreada, cantón Guarjila, Chalatenango, Marzo 1993 .

fotografías aéreas y mapas, se hizo un recorrido exploratorio por la zona con el objeto de corroborar los límites de ésta y definir el lugar específico de trabajo, así como también conocer algunas características tales como uso actual de la tierra, pendiente, pedregosidad, tipo de vegetación - entre otros; lográndose de esta forma un primer acercamiento con los pobladores de la comunidad de Guarjila, quienes son los que cultivan parte de las tierras.

### 3.2.2. Delimitación y estratificación del área de trabajo.

El Cerro Las Mesas comprende 225 ha de las cuales se seleccionaron 32, equivalentes al 14.7% del área total (Fig. 11); considerándose ésta como un área representativa por la similitud de características tanto climáticas como edáficas de la zona. Por lo tanto los resultados obtenidos así como las propuestas de manejo que se presentan pueden ser aplicables a toda la zona.

Una vez demarcada el área de trabajo se procedió a la estratificación, tomando como parámetro la pendiente del terreno y se delimitaron tres estratos de acuerdo a los siguientes rangos de pendiente: 10-25%, 26-50% y 51-90% (Fig. 12).

### 3.2.3. Determinación de la capacidad de uso

Para la determinación de la capacidad de uso de los estratos se tomaron en consideración factores topográficos y --

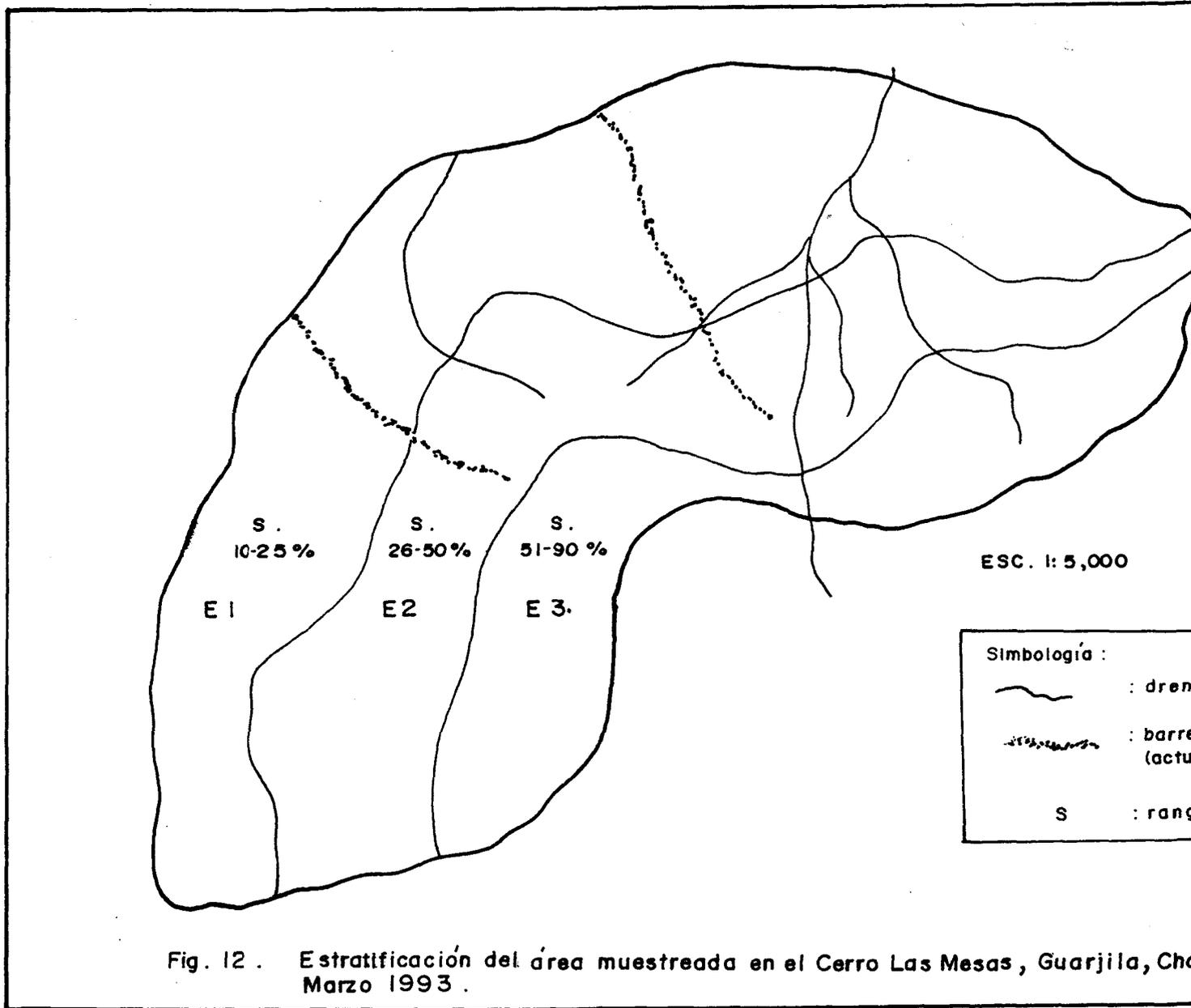


Fig. 12 . Estratificación del área muestreada en el Cerro Las Mesas, Guarjila, Chgo. Marzo 1993 .

edáficos tales como pendiente, profundidad efectiva, textura, pH y pedregosidad. Para ello se hicieron muestreos de suelo al azar en puntos a cada 25 mts en forma de zig-zag en cada estrato. Además se consideró para tal fin la vegetación existente en el lugar, realizando un recuento de ella.

#### 3.2.3.1. Pendiente

Esta se determinó con el clinómetro tipo Abney, tomando lecturas a cada 100 mt. Para cada estrato se hicieron diez tomas de las cuales se obtuvo un promedio general por estrato.

#### 3.2.3.2. Profundidad efectiva

Se determinó introduciendo el barreno muestreador en cada punto de muestreo, hasta encontrar una limitante; posteriormente se midió con cinta métrica, la profundidad.

#### 3.2.3.3. Textura

Se obtuvo a través de una estimación por medio del tacto, considerando las características individuales de cada estrato.

#### 3.2.3.4. Potencial de hidrógeno (pH)

Se determinó directamente en el lugar, a través del uso de potensiómetro, introduciéndolo en cada punto de muestreo.

#### 3.2.3.5. Pedregosidad

Esta se determinó por simple inspección, considerando su presencia como ligera, moderada, abundante, muy abundante y severa.

#### 3.2.3.6. Estudio fitosociológico

Se consideraron todas las especies que presentaban una altura mínima de 2 mt, y para facilitar el muestreo, se subdividió cada estrato en cinco subestratos.

La altura total se midió con clinómetro tipo Abney, tomando desde la base del suelo hasta la altura de la rama más alta. La circunferencia a la altura del pecho se tomó con una cinta métrica, a una altura de 1.30 mt.

#### 3.2.4. Información general de los agricultores de la zona

Se realizaron encuestas y entrevistas a los agricultores de la zona con el propósito de identificar aspectos generales de sus actividades agrícolas, tales como sistemas de producción predominantes, niveles de producción obtenidos, manejo de los cultivos, número de parcelas y área que cultivan; así como aspectos socioeconómicos (Anexo A-7).

### 3.3. Procesamiento y análisis de la información

#### 3.3.1. Capacidad de uso

El uso potencial del área se determinó siguiendo la me-

Metodología de la unidad de levantamiento y clasificación de suelos propuesta por Tablas Dubón (38), considerando los factores topográficos y edáficos.

### 3.3.2. Conflicto de uso

Tomando en consideración la capacidad de uso y el uso actual del área bajo estudio, se determinó el uso inadecuado que se le está dando a dicha área.

### 3.3.3. Índice de valoración de importancia

Con la información recopilada de la vegetación arbórea para cada especie y estrato, se calcularon las características de frecuencia relativa (F.R.), área basal relativa (A.B.R) y densidad relativa (D.R.); y con la suma de las tres se obtuvo el índice de valoración de importancia.

Con la determinación de la capacidad de uso y las condiciones existentes en la zona, se han elaborado alternativas de sistemas de producción, con sus respectivos presupuestos de implementación, utilizando técnicas conservacionistas que conlleven a una agricultura sostenible.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. Aspectos generales de la zona

Según Núñez (1977), citado por Denys G. (11), el Departamento de Chalatenango se divide de acuerdo a un desarrollo agrícola prioritario en tres zonas que son:

- a. Zona agrícola del alto Lempa. Comprendida entre la Ciudad de Chalatenango y el límite oriental del Departamento de Santa Ana.
- b. Zona de uso agrícola marginal. Se ubica en la parte intermedia del Departamento y se caracteriza por su topografía irregular.
- c. Zona forestal fronteriza. Situada en la línea fronteriza con la República de Honduras.

El área bajo estudio está comprendida en la zona de uso agrícola marginal, la cual presenta como característica su limitado uso agrícola, siendo utilizada para el cultivo de cereales y crianza de ganado. En esta zona se concentra la mayoría de habitantes del departamento y es la que tiene más actividad económica y social.

##### 4.2. Características específicas del área en estudio

###### 4.2.1. Capacidad de uso

Se encontró que en los estratos dos y tres el grado de erosión es más severo y en el estrato uno existe una mayor -

profundidad efectiva y pedregosidad (Cuadro 2 y Figura 13).

Las clases de suelo por capacidad de uso encontradas en cada estrato se presentan en el Cuadro 3 y Fig. 14, y se describen a continuación.

4.2.1.1. Tierras aptas para cultivos permanentes (Cp5)

Se localiza en la parte baja del Cerro (Estrato 1), son tierras que debido a problemas de erosión y suelo, en condiciones naturales no son aptos para cultivos de escarda, salvo en forma muy ocasional; pero pueden ser utilizadas económicamente con cultivos permanentes o especies forestales que se adapten a las condiciones ambientales y edáficas.

Pueden permitir el uso de cultivos de escarda, preferentemente en combinación con cultivos perennes, siempre que se apliquen medidas muy intensivas de conservación de suelo, como prácticas mecánicas y culturales.

4.2.1.2. Tierras aptas para cultivos de especies forestales (F7).

Corresponden a la parte media (estrato 2) y superior (estrato 3) del área muestreada; son tierras que debido a restricciones muy severas de erosión, suelo y drenaje solas o combinadas, solamente son aptas para bosques para la producción de madera u otros productos forestales.

4.2.1.3. Tierras para protección y/o desarrollo de vida silvestre (VS8).

Debido a problemas muy severos de erosión, suelo y drenaje solos o combinados, no presentan ninguna posibilidad de uso agropecuario, pero pueden ser utilizados para el desarrollo de vegetación forestal o arbustiva; se encuentra en el estrato 3.

4.2.2. Uso actual

El área bajo estudio (33 ha), es ocupada actualmente con cultivos limpios y pastos naturales, los cuales se describen a continuación:

a. Cultivos limpios. En el Cuadro 4, y Fig. 15, se presentan los diferentes sistemas de cultivos encontrados en los tres estratos en que se dividió el área muestreada, así como el área cultivada y manejo agronómico de éstos. En general estos sistemas de cultivos son sembrados en terrenos con fuertes pendientes, que muchas veces, sobrepasan de 90% de inclinación. En la zona se realizan prácticas tales como la quema de rastrojos y vegetación arbustiva - las cuales se hacen directamente sobre el suelo, encontrándose que muy pocos agricultores dejan los residuos de cosechas y malezas sobre el terreno.

Pastos naturales. Estos corresponden a un 10% del área muestreada, encontrándose únicamente pasto Jaraguá (Hyparrhenia rufa), el cual es utilizado para pastoreo en época

seca.

4.2.3. Conflicto de uso

En la Fig. 16, se muestra el uso inadecuado que se le está dando al área bajo estudio, ya que se está cultivando con maíz, frijol y sorgo; y de acuerdo a su capacidad de -- uso es apta para cultivos perennes, uso forestal y protección o desarrollo de vida silvestre. Para cada estrato se da a conocer el uso que se debería estar dando a dicho suelo

Cuadro 2. Parámetros medidos y estimados para la determinación de capacidad de uso por estrato, en el Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, Chalatenango, marzo-1993.

ESTRATOS	VARIABLES				
	Pendiente % (P)	Gco. erosión (e)	Profundidad Efect. (cm(h	Textura (f)	Pedregosidad (r)
E1	10-25	Moderada	35 A 120	Arcilloso	Muy abundante
E2	26-50	Muy severa	40-75	Franco Arcilloso	Severa
E3	51-90	Muy severa	30-70	Franco Arcilloso	Abundante

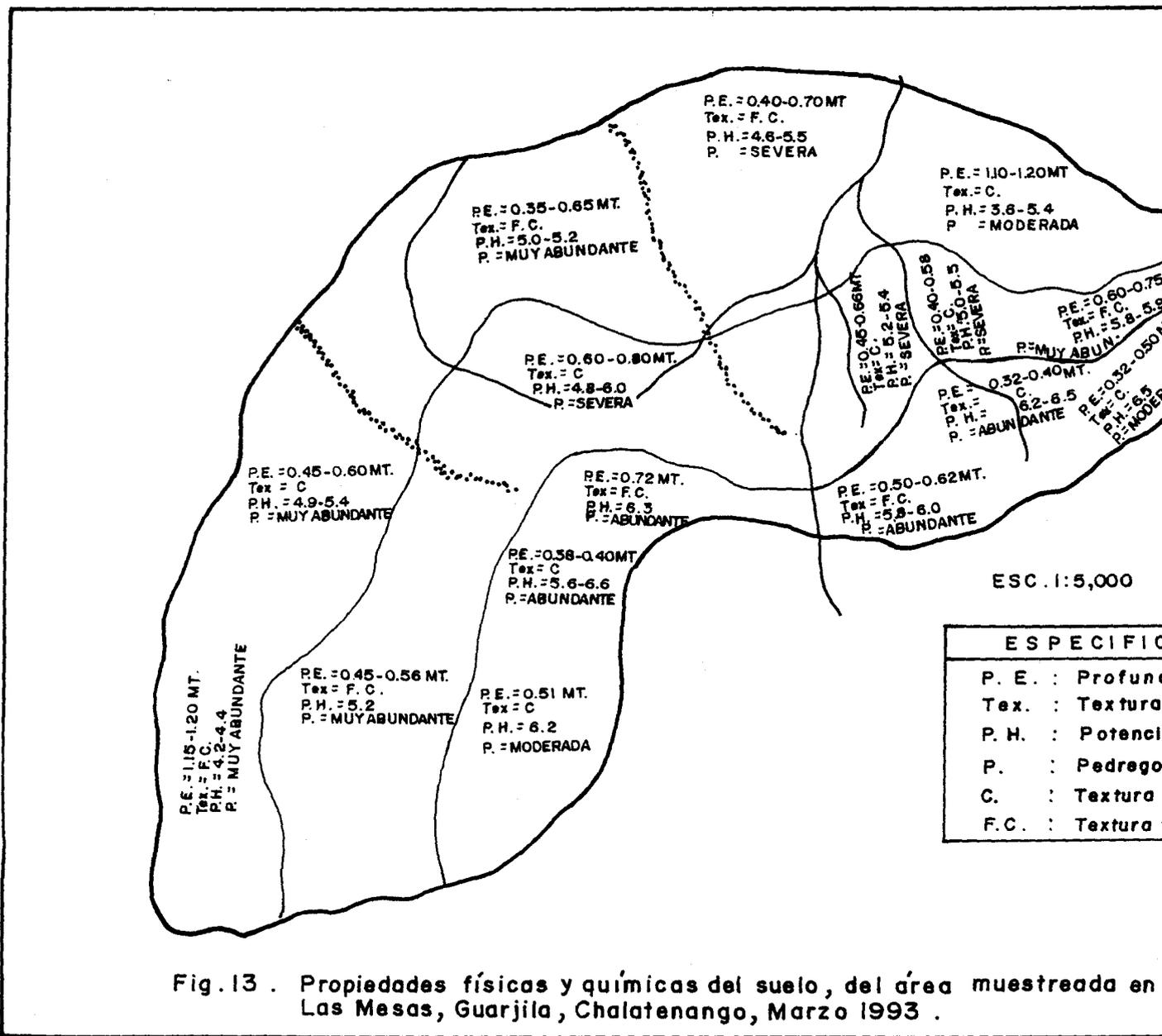


Fig. 13 . Propiedades físicas y químicas del suelo, del área muestreada en Las Mesas, Guarjila, Chalatenango, Marzo 1993 .

Cuadro 3. Clasificación de suelos de acuerdo a capacidad de uso en cada estrato, utilizando el método de Tablas Dubón (38), Cerro Las Mesas, Chalatenango, marzo - 1993.

CLASIFICACION ESTRATO	CLASE	SUB-CLASE	UNIDAD DE CAPACIDAD	UNIDAD DE - CAPAC. MAPEO
E1	CP 5	CP 5	CP5 $\frac{Ph}{r}$	CP5 $\frac{P3 h^2}{r4}$
E2	F 7	F 7 ES	F7 $\frac{Pe}{r}$	F7 $\frac{P4 e4}{r6}$
E3	F 7 VS 8	F7 ES	F7 $\frac{Pe}{r}$	F7 $\frac{P6 e4}{r6}$

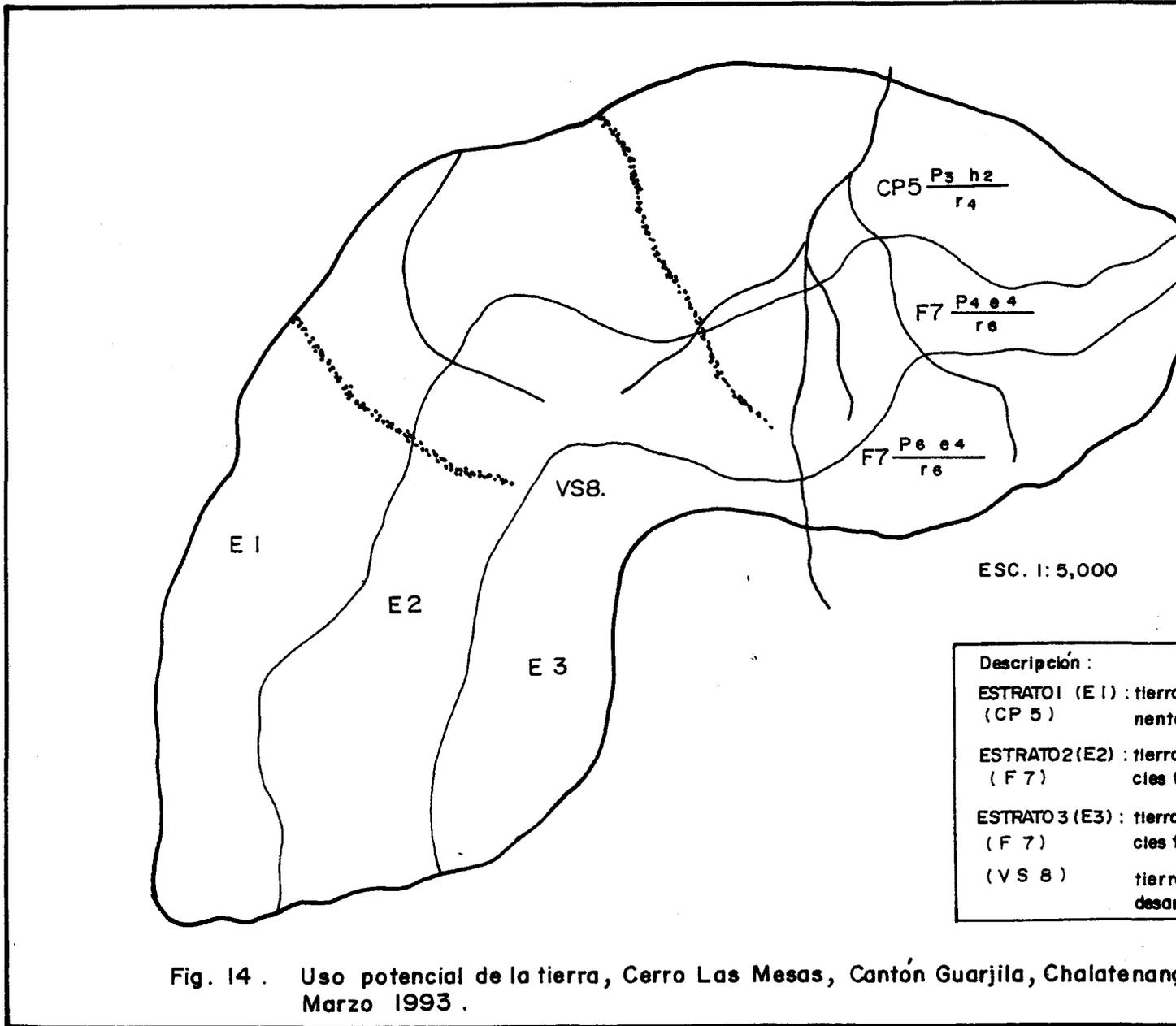


Fig. 14 . Uso potencial de la tierra, Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, Chaltenango, Marzo 1993 .

Cuadro 4. Información general de los sistemas de cultivos encontrados en el área "Las Mesas", Cantón Guarjila, Chalatenango, Marzo 1993.

ACTIVIDADES	C U L T I V O S			
	MAIZ EN MONOCULTIVO	ARROZ EN MONOCULTIVO	ASOCIO MAIZ MAICILLO	ASOCIO MAIZ JOLI
Area cultivada (ha)	2.6	0.9	14.9	4.0
Tipo de labranza	Labranza cero	Labranza cero	Labranza cero	Labranza cero
Epoca de siembra	la. quincena de mayo	la. quincena de mayo	la. quincena/mayo la. quincena de agosto	la. quincena de agosto
Tipo de semilla ✓	N.M. (75% de los agricultores Cert. (25%) (H-5).	Cert. (CENTA A5)	No mejorada	No mejorada
Fertilizaciones ✓	Fórmula 16-20-0 22 dds. Sulfato de Amonio 50 dds.	Sulfato de Amonio (antes de la emergencia de espigas)	Fórmula 16-20-0 22 dds. Sulfato de Amonio 50 dds.	Fórmula 16-20-0 22 dds Sulfato de Amonio 50 dds.
Control de malezas ✓	Manual	Químico - Manual	Manual	Manual
Rendimiento/ha. ✓	34 qq (Semilla N.M.) 50 qq (semilla certificada).	45 qq	Maíz = 29 qq Maicillo = 23 qq	Maíz = 30 qq Ajonjolí = 8 qq

N.M. = No mejorada

CERT. = Certificada

dds = Días después de la siembra

NOTA : Las fertilizaciones en los socios únicamente son para el cultivo principal (maíz).

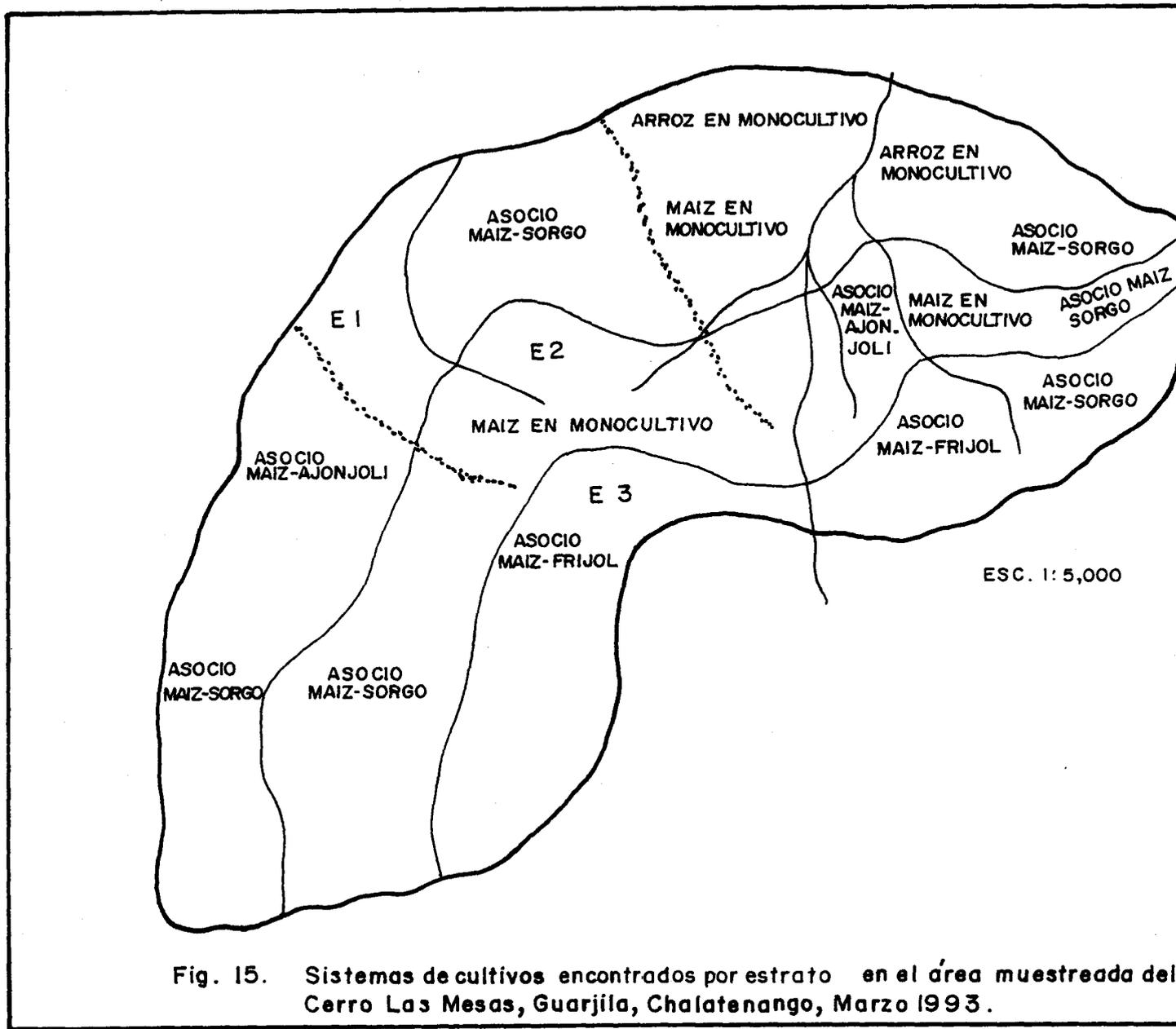


Fig. 15. Sistemas de cultivos encontrados por estrato en el área muestreada del Cerro Las Mesas, Guarjila, Chalatenango, Marzo 1993.

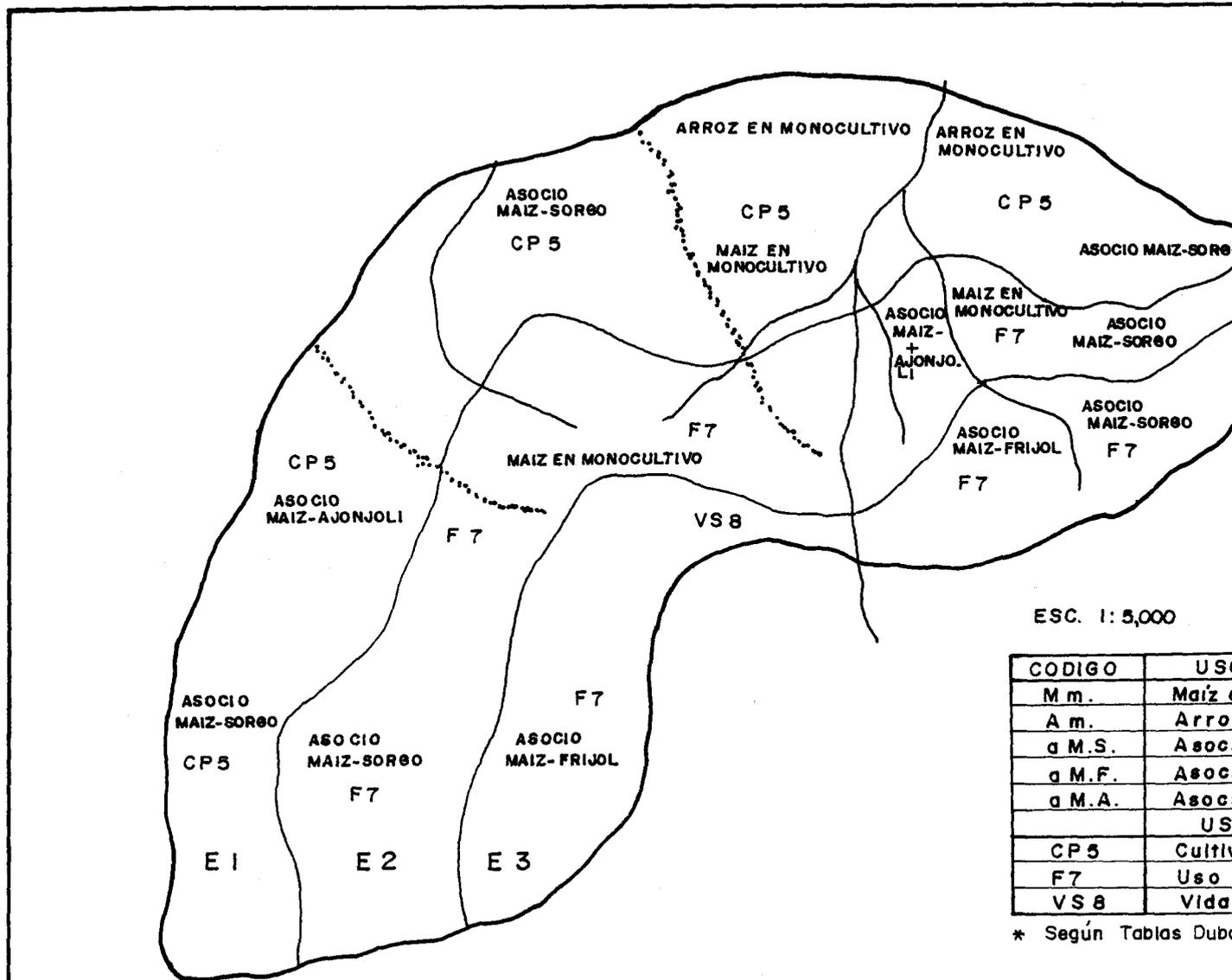


Fig. 16. Conflicto de uso existente, en el área muestreada del Cerro Las Mesas, Guarjila, Chalatenango, Marzo 1993.

#### 4.2.4. Vegetación arbórea

Dentro de la vegetación arbórea se encuentran diversas especies, distribuidas en todo el área muestreada, teniendo un promedio de 20 árboles por ha. Las especies encontradas son las siguientes : Sicahuite (Lysiloma auritum), Chaparro (Curatella americana), Carao (Cassia grandis), Nance (Byrsonima crassifolia), Copinol (Hymenocourbaril), Laurel (Cordia alliodora), Almendro de río (Andira inermis), Caulote (Guazuma ulmifolia), Morro (Crescentia alata), Guiliguishte (Karwinskia calderonis), aguacate (Persea americana).

En el Cuadro 5, se muestran los Índices de Valoración de Importancia (IVI) para las diferentes especies existentes en cada estrato. Pudiéndose observar que la especie predominante en el estrato I (Cuadro A-4), es el Chaparro, con un promedio de 39 árboles y un IVI = 151.39, y en menor escala se encuentra el almendro de río, con un IVI = 15.27; mientras que en los estratos 2 y 3, Cuadros A-5, A-6 respectivamente, la especie que más predomina es el Sicahuite, presentado en el Estrato 2, un promedio de 35 árboles con un IVI = 131.27 y el estrato 3, con promedio de 56 árboles y un IVI = 189.28.

#### 4.2.5. Aspectos socio-económicos de los agricultores.

En el Cuadro 6 se resumen algunos aspectos socio-

económicos de los agricultores de la zona en estudio, en donde a través de un sondeo a los agricultores por medio de encuestas, se pudo apreciar que cuentan con un promedio de 3-8 tareas por familia, por lo que se consideran como pequeños agricultores de escasos recursos económicos; además se apreció que los rendimientos que obtienen por cultivo son bajos, lo que recae en ingresos mínimos, afirmando además que un 90% de los agricultores utilizan sus producciones para consumo familiar, mientras que un 10% de éstos venden una parte de sus producciones.

Por otra parte todos los agricultores de la zona comentaron que les gustaría que se les implementaran especies forestales en sus parcelas tales como madre cacao, sicahuite y flor amarilla, entre otras. Además un 80% de éstos no estuvo de acuerdo en cambiar los cultivos tradicionales existentes.

Cuadro 5. Indices de Valoración de Importancia (IVI), para las diferentes especies encontradas en E-2 y E-3 del Cerro Las Mesas, Chalatenango.

E S P E C I E		E <sub>1</sub> AB	E <sub>2</sub> AB	E <sub>3</sub> AB	ABT	OCURREN- CIA	No. de Arbo- les	ABR	FR
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO								
1	Sicahuite	(16) 2.468	(35) 10.613	(56) 33.77	46.85	3	107	81.71	15.00
2	Chaparro	(39) 4.88	(40) 3.55	(10) 0.321	8.75	3	89	15.27	15.00
3	Carao	(2) 0.009	(3) 0.258	(1) 0.003	0.27	3	6	0.47	15.00
4	Nance	—	(10) 0.206	(6) 0.080	0.256	2	16	0.498	10.00
5	Copinol	(6) 0.587	—	(2) 0.062	0.649	2	8	1.131	10.00
6	Laurel	—	(3) 0.019	(3) 0.013	0.032	2	6	0.055	10.00
7	Almendro de río	(3) 0.337	—	—	0.037	1	3	0.587	5.00
8	Morro	—	(2) 0.020	—	0.020	1	2	0.034	5.00
9	Aguacate	—	—	(1) 0.003	0.003	1	1	0.005	5.00
10	Caulote	—	—	(3) 0.114	0.114	1	3	0.198	5.00
11	Guilinguishte	—	(1) 0.014	—	0.014	1	1	0.024	5.00
TOTAL		8.28	14.68	34.36		20	242		

Datos obtenidos de los Cuadros A-4, A-5 y A-6.

$$AB = \frac{(C. ap)^2}{4}$$

$$Fr = \frac{Ocurrencia}{Ocurrencia} \times 100$$

$$ABR = \frac{ABT}{ABT \text{ Total sp.}} \times 100$$

$$Dr = \frac{\text{No. árboles sp}}{sp} \times 100$$

Cuadro 6. Aspectos socioeconómicos de los agricultores del área de estudio, Chalatenango.

AREA CULTIVADA POR AGRICULTOR	SISTEMA DE CULTIVO	RENDIMIENTO PRO MEDIOS (qq/ha)	COSTOS DE PRODUCCION (¢/ha)	INGRESOS POR SISTEMAS (¢)
6-8 tareas	Maíz en monocultivo	34	1,198.00	2,210.00
4 tareas	Arroz en monocultivo	45	1,800.00	3,600.00
5-8 tareas	Maíz + Maicillo	Maíz = 29 Maicillo = 23	1,700.00	1,885.00 1,035.00 <hr/> 2,920.00
3-5 tareas	Maíz + Frijol	Maíz = 50 Frijol = 12	1,800.00	1,950.00 3,600.00 <hr/> 5,550.00
3-5 tareas	Maíz + Ajonjolí	Maíz = 33 Ajonjolí = 8	1,500.00	2,145.00 2,000.00 <hr/> 4,145.00

FUENTE : Encuesta y entrevistas a los agricultores del Cerro Las Mesas, marzo 1993.

## 5. DISCUSION DE RESULTADOS

### 5.1. Capacidad de uso

De acuerdo a las características topográficas y edáficas prevaletientes en el lugar (Cuadro 2 y Fig. 13), -- los suelos se clasifican dentro de las clases Cp5, F7, y VS8 (Cuadro 3 y Fig. 16). Dichos suelos están siendo ocupados en su mayoría para la producción de cereales, lo -- que indica el uso inadecuado que se les está dando, ya -- que presenta un alto riesgo de erosión por lo que se consideran aptos para pastos naturales, cultivos permanentes, y uso forestal o protección, lo cual demuestra el conflicto de uso existente en la zona.

En vista de que estos suelos son en su totalidad laderas que alcanzan fuertes pendientes (25% a +100%) y fácilmente erodables no se consideran adecuados para el establecimiento de cultivos limpios, ya que con ésto se contribuye al acelerado deterioro que están sufriendo dichos suelos.

Denys (11), considera que estos suelos por sus características edáficas y topográficas, se clasifican como tierras agrícolas de uso marginal, las cuales presentan muchas limitantes para diversidad de cultivos. Por otra parte, Criollo (10), afirma que el uso de tierras marginales para cultivos limpios conllevan a la destrucción de los -- suelos, como también a una grave disminución de los mantos

acuíferos, contribuyendo de esta forma al incremento de áreas degradadas a nivel nacional, a tal grado que un 77% del territorio nacional se encuentra seriamente dañado, como consecuencia del mal uso de tierras altas y zonas de laderas, las cuales alcanzan un 95% de todo el territorio (36, 40).

## 5.2. Uso actual de la tierra

### 5.2.1. Cultivos limpios

Los rendimientos obtenidos por los cultivos de subsistencia son bajos en comparación con los de otras zonas. Esto se debe a que esas tierras no son aptas para dichos cultivos por sus características fisiográficas, por lo -- que deben implementarse especies forestales y permanentes que contribuyan a enriquecer dichos suelos. Por otra parte las inadecuadas prácticas agronómicas y conservacionistas, realizadas por los agricultores, tal es el caso de -- la utilización de semilla no mejorada, bajos niveles de fertilización y mala distribución espacial de los cultivos contribuyen al bajo rendimiento. Además, la quema de rastrojos directamente sobre el terreno, la profundidad -- efectiva que en muchos casos es bastante limitada (30 cm) y el alto grado de pedregosidad, contribuyen a la baja -- productividad de los suelos. Según Sosa (35), dentro de las prácticas más nocivas para la agricultura en ladera -- se encuentra la tala indiscriminada de árboles, las que--

mas anuales de rastrojos, la preparación mecánica del suelo y la falta de protección del mismo durante la época -- lluviosa; estimándose que al efectuar dichas prácticas en ladera con pendientes entre 12 y 45%, éstas son responsables de pérdidas de suelo por erosión del orden de 170 a 290 toneladas/ha/año. Además, considera que al dejar los rastrojos sobre la superficie del terreno, forma un mantillo el cual permite proteger el suelo y disminuir la erosión; así como conservar agua para el desarrollo de los - cultivos y aumentar la productividad de éstos. La práctica antes mencionada se está llevando a cabo desde hace 12 años en la zona de Metalío-Guaymango, la cual tiene características similares al Cerro Las Mesas, y ahí se obtienen rendimientos en el asocio maíz-sorgo de 50 y 32 qq/mz respectivamente, que son superiores a los obtenidos en la zona de estudio, lo cual es un indicativo que dichas prácticas ayudan a una mejor fertilidad de los suelos.

#### 5.2.2. Pastos naturales

La especie predominante en el lugar de estudio es el pasto Jaraguá (Hyparrhenia rufa), considerándose ésta, como un indicador de la poca capacidad productiva de dichos suelos, ya que según el MAG (25), esta especie de pastos se encuentra en suelos muy pobres y con malas características físicas, aunque contribuye a la protección de los suelos contra la erosión.

### 5.2.3. Vegetación arbórea

Al realizar el análisis de la vegetación existente, la especie más predominante es el Sicahuite (Lysiloma auritum), presentando ésta un índice de valoración de importancia (IVI) de 141, lo que nos indica que esta especie - presentó un mayor grosor o área basal (AB) como producto de un mayor número de árboles, ya que presentó una densidad relativa (DR) = 44, encontrándose en menor escala las demás especies existentes, tal como se muestra en el Cuadro 5. Según Rosales\*, estas especies son propias de la Sabana Tropical con terrenos quebradizos y pobres, dicha comunidad está sufriendo un grave deterioro debido a que se está cultivando arroz, frijol, maíz y maicillo, además de la extracción de leña. Al observar el Cuadro 5, se puede apreciar la baja cubierta vegetal que presenta el área en estudio, situación que permite inferir la exposición de los suelos a un acelerado deterioro.

Según el CATIE (8), una buena cubierta vegetal, favorece la conservación de nutrimentos en el sistema, a través de mecanismos que contribuyan a prevenir la erosión de los suelos.

De acuerdo al análisis fitosociológico realizado en la zona de estudio se encontró que la especie más predomi

---

\* ROSALES, V.M. 1993. Zonas de vida. San Salvador, - Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas (Entrevista personal).

nante en el estrato uno es el Chaparro (Curatella americana) la cual presenta una densidad relativa (DR) = 59, es decir que se encontró en mayor número de veces y un Índice de Valoración de Importancia (IVI) = 151.39, lo cual indica que presentó un mayor grosor o área basal (AB) como producto de un mayor número de árboles, y debido a que apareció con mayor frecuencia. En el estrato dos y tres la especie predominante es el Sicaquite, con una densidad relativa = 37.2 y DR = 68.3 y un IVI = 131.2 y IVI = 189.2, respectivamente para cada estrato. Los diferentes índices de valoración de importancia para cada estrato demuestran que en su mayor parte la cobertura vegetal se encuentra en el estrato 3, precedida del 1 y 2. La poca cobertura vegetal que presenta el estrato 2 se debe principalmente a que en éste se realiza una mayor extracción de leña y madera, especialmente de Sicaquite, tanto para consumo energético, construcciones y cercas.

## 6. CONCLUSIONES

Mediante un análisis de datos estadísticos encontrados de la zona donde se ubica el área de estudio, se puede determinar que dicha región representa un 6.3% del área agropecuaria explotada en el país, contando además con suficiente disponibilidad de mano de obra, ya que el 73% de los habitantes de la zona viven en el área rural; recurso disponible para poder implementar proyectos conservacionistas que permitan recuperar y aumentar los niveles nutricionales de los suelos; que a consecuencia de diversos factores como: el conflicto armado, aislamiento de la zona a técnicas adecuadas de manejo, y a las mismas características edáficas y topográficas de los suelos; éstos se encuentran seriamente degradados.

De acuerdo a la caracterización realizada en la zona de estudio se pudo observar que existe un conflicto de uso, ya que se implementan sistemas de cultivos inadecuados de acuerdo al uso potencial de dichos suelos, lo cual lo confirma el grave deterioro de éstos. Por lo que se plantean diversas alternativas que conlleven a hacer un mejor uso del recurso suelo, mediante técnicas que permitan producir y conservar manteniendo el principio de rendimiento sostenido.

## 7. ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE PRODUCCION Y PRACTICAS DE CONSERVACION

Como consecuencia del conflicto de uso existente en el lugar de estudio, se plantean las siguientes alternativas de sistemas de producción.

### 7.1. Sistemas agroforestales

De acuerdo al uso actual de la tierra, a sus características topográficas y a la carencia de tierras aptas para cultivos limpios, se hace necesario una integración agrícola forestal, combinada con prácticas conservacionistas y de esta manera, evitar el grave deterioro en el que han caído los suelos del Cerro Las Mesas. La integración se hará con el fin de diversificar la producción, controlar la agricultura migratoria, aumentar el nivel de materia orgánica del suelo, fijar nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes y optimizar la producción del sistema; - para lo cual se han seleccionado las modalidades agroforestales de cultivo en callejones y cercas vivas.

#### 7.1.1. Cultivo en callejones

Este sistema se implementará en los Estratos I y II (Figura 17), por constituir un área con posibilidad de ser cultivada bajo técnicas de manejo conservacionista.

Para tal sistema se utilizarán las especies arbóreas

madrecacao (Gliricidia sepium), y flor amarilla (Cassia siamea); fijando distanciamientos de 12 m, de callejón, a doble surco separados a 1 m entre líneas y a un distanciamiento entre árboles de 3 m. Los costos de implementación y manejo se presentan en el Anezo A-9,

Los sistemas de cultivos a implementar estarán constituidos por los cultivos tradicionales de la zona; planteando una mejor distribución espacial de éstos, de acuerdo a las siguientes normas :

- Asocio maíz-sorgo - Maíz : 0.80 m x 0.25 m  
Sorgo : 0.80 m x 0.25 m
- Asocio maíz-frijol - Maíz : 0.80 m x 0.25 m  
frijol : 0.40 m x 0.25 m
- Asocio maíz-ajonjolí: Similar al asocio maíz-sorgo.
- Asocio maíz-soya - Similar al sistema maíz-frijol.
- Arroz en monocultivo - 0.30 m entre surcos y 0.25 m entre posturas o a chorrillo.

Cultivar los diferentes socios propuestos en sentido transversal a la pendiente, en el área de callejones destinada para estos sistemas.

Luego de implementar el sistema de cultivos en callejón se debe evitar la tala indiscriminada de árboles, haciendo un uso sostenido de los recursos arbóreos; así mis

no restringir la práctica de quemas y amontonamiento de rastrojos de cosechas, distribuyendo éstos sobre el terreno; con el objetivo de me jo ra r la fertilidad de los suelos.

### 7.1.2. Cercas vivas

Este sistema se implementará al contorno del límite del área en estudio, utilizando estacas de las especies siguientes: Madrecacao -- (Gliricidia sepium) de la cual se muestran los costos de establecimiento para un kilómetro en el Cuadro A-3; Caulote (Guazuma ulmifolia), Caoba (Swietenia humillis), Tihuilote (Cordia dentata) y Jiote (Bursera -- simaruba), intercalados con las especies nativas, utilizando distanciamientos de 2 m entre árboles, con frecuencia de podas de dos años para la primera y las siguientes cada año. Ver implementación y manejo en -- el Anexo A-12.

## 7.2. Prácticas mecánicas

### 7.2.1. Barreras de piedra

Esta práctica de conservación de suelos se plantea como una alternativa factible, con el objeto de hacer un mejor aprovechamiento de la disponibilidad de rocas en el área.

Dicha práctica se ejecutará en el área que comprende el segundo estrato (Figura 17), con un distanciamiento de 27 m, entre barreras, colocadas en curvas a nivel hasta una altura de 0.60 y 0.50 m de ancho. Una vez dichas obras mecánicas alcancen su máximo de funcionalidad, se recomienda seguir la construcción de éstas, hasta un máximo de un -- metro de altura. Los costos de establecimiento se presentan en el -- Cuadro A-10.

A efecto de garantizar una mayor duración de las obras mecánicas, se debe evitar el pastoreo de animales; ya que éstos tienden a destruir dichas obras, reduciendo de esta manera la vida útil de las mismas.

#### 7.2.2. Acequias de ladera

Son terrazas angostas que se construyen en terrenos con pendientes entre el 12-50%, por lo que se plantea la construcción de éstas en los primeros dos estratos a efecto de disminuir la fuerza de desplazamiento del agua y permitir la infiltración parcial al suelo.

Dichas obras se contruirán a 12 m de separación, sobre el área de callejones, con dimensiones de 0.30 m de profundidad y 0.30 m de ancho de base, con taludes de 1:1; construyendo reguladores de agua cada 10 m.

### 7.3. Prácticas culturales

#### 7.3.1. Siembra en contorno

Dicha práctica consiste en efectuar la siembra de los diferentes sistemas de cultivos alternativos, en forma transversal a la pendiente del terreno, de manera de contrarrestar la escorrentía.

#### 7.3.2. Labranza de conservación

Esta práctica se recomienda en terrenos con pendientes suaves o severas (10 a más del 100%), ya que éstos están expuestos a ser erosionados. Se dejarán los residuos de las cosechas anteriores (rastros), incluyendo malezas cortadas; así como el follaje de árboles, principalmente fijadores de nitrógeno atmosférico; distribuidos en la superficie del suelo con el objeto de que se forme un manti--

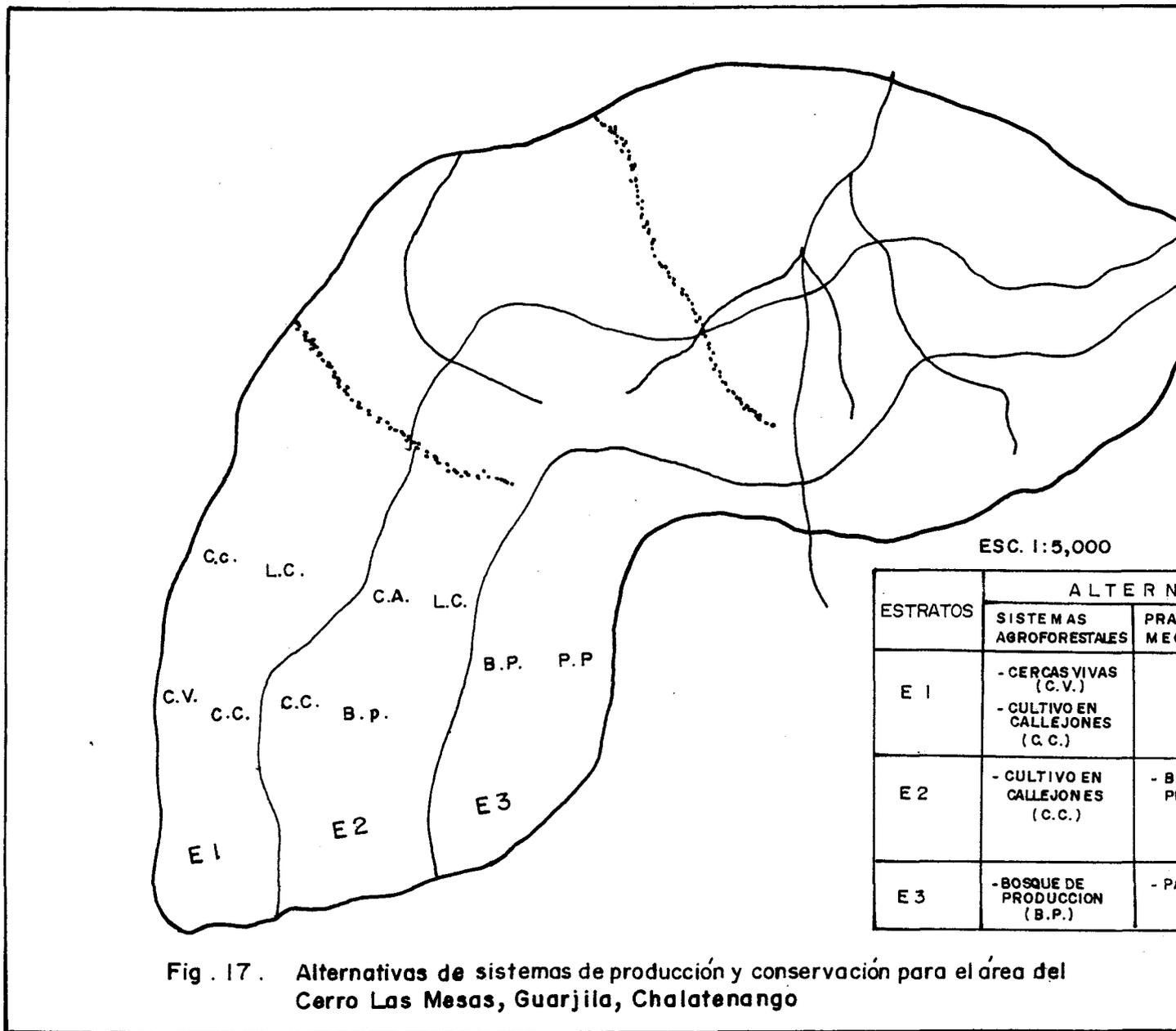


Fig. 17. Alternativas de sistemas de producción y conservación para el área del Cerro Las Mesas, Guarjila, Chalatenango

llo que proteja y mejore la productividad de los suelos. Para una buena funcionabilidad de dicha práctica se hace necesario incrementar los niveles de fertilización nitrógena durante los primeros cuatro años, con el objeto de acelerar la descomposición de rastrojos y suplir las necesidades de los microorganismos encargados de la descomposición (bacterias). Tomando en consideración la textura arcillosa y pH moderadamente ácido (Figura 13), se recomiendan los siguientes niveles de fertilización :

- a) Fósforo ( $P_2O_5$ ) : 60 lbs/mz, aplicados a la siembra o diez días después de éstas.
  
- b) Nitrógeno (N) : 160 lbs/mz, fraccionados de la siguiente forma :  
80 lbs/mz, a la siembra u ocho días después de ésta, y el restante, a los 35 días después de la siembra.

#### 7.4. Bosques energéticos (enriquecimiento forestal)

Esta modalidad de producción se propone ejecutarla en las áreas que comprenden pendientes mayores del 50% - las cuales están incluidas en el tercer estrato y la parte superior del cerro, ya que ahí se encuentran suelos - potencialmente aptos para cultivo de especies forestales.

De acuerdo al objetivo del bosque como es producir le

ña, postes (estacas), madera para construcciones rurales, y otros beneficios, se pueden mencionar especies como: - Acacia mangium (acacia), Casuarina equisetifolia (casuarina), Eucaliptus sp (Eucaliptus camaldulensis, E. citriodora, E. saligma), Pinus caribea (Pino), Tectona grandis (Teca) Gmelina arborea (gmelina), Gliricidia sepium (madrecacao), Cassia siamea (flor amarilla), Azadirachta indica (Nim), y las especies nativas de la zona. La descripción de las especies recomendadas se da a conocer en el Anexo A-8.

Los distanciamientos a utilizar serán de 2 m x 2 m (ver implementación y manejo en el Anexo A-14).

Además de las especies antes mencionadas se recomienda cultivar especies frutales, para proteger la microcuenca de la Quebrada Grande, dejando un área de 15 m a cada lado de ésta.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. BONILLA CARRILLO, P.M.; CORTEZ QUINTANILLA, G.; GUZMAN GALAN, M.O. 1992. Determinación de calidad de si tio de especies forestales para la recuperación de áreas degradadas en la sub-cuenca del Río Cacapa. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El -- Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 105 P.
2. CENTRO DE RECURSOS NATURALES. 1992. Almanaque Meteorológico Salvadoreño. San Salvador. 98 P.
3. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Caracterización ambiental y de los -- principales sistemas de cultivos en fincas peque-- ñas. Turrialba, Costa Rica. CATIE/ROCAP. P. 35-50 (Serie técnica No. 39).
4. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Qué es Agroforestería. Turrialba, Costa Rica, CATIE. P. 7-8 (Serie técnica No. 24).
5. \_\_\_\_\_. 1987. Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos. Turrialba, Costa Rica. Organización para Estudios Tropicales. 818 P.
6. \_\_\_\_\_. 1990. El papel del sector forestal en el uso de la tierra. Turrialba, Costa Rica. Organización para Estudios Tropicales. P. 21.

7. \_\_\_\_\_. s.f. Madrecacao, uso y manejo en cercas vi  
vas. Turrialba, Costa Rica. OTS-CATIE-MADELEÑA.  
P. 6.
8. \_\_\_\_\_. 1989. Curso Centroamericano de Silvicultu  
ra de plantaciones de especies de árboles de uso -  
múltiple. (6, 1989, Turrialba, Costa Rica) Congre  
so. Ed. Miguel Angel Musalem. CATIE. s.p.
9. CURSO CORTO SOBRE cultivos de árboles de uso múltiple  
bajo sistemas agroforestales. (2, 1992. San Sal  
vador, El Salvador) 1992. Memoria. ed. Modesto  
Juárez. San Salvador, El Salvador. CATIE.
10. CRIOLLO, J. 1993. Situación actual de los recursos na  
turales en El Salvador. In Curso sobre Cultivos de  
Arboles de uso Múltiple bajo Sistemas Agroforesta  
les (2, 1992, San Andrés, La Libertad, El Salvador).  
Memoria ed. Modesto Juárez, CATIE-CEL. P. 1-30.
11. DENYS, G. 1981. Sistemas de producción agrícola en -  
el Departamento de Chalatenango. San Salvador, El  
Salvador. PNUD-FAO. 50 P.
12. DIAZ, H. 1993. Sistemas agroforestales con mayor po  
tencial en El Salvador. Sistema Tangva. In. Cur  
so corto sobre cultivo de árboles de uso múltiple  
bajo sistemas agroforestales. (2, 1992, San An  
drés, La Libertad, El Salvador). Memoria ed. Modes  
to Juárez. CATIE-CEL. P. 31-51.

13. DE LA SALAS, G. 1988. 1988. Alternativas para el me  
joramiento de las técnicas agroforestales practicada  
das por los agricultores cooperantes del proyecto  
PNUD/FAO/ELS/86/005. Cabañas, El Salvador. s.p.
14. FLORES, J.S.; ROSALES, V.M. 1978. Curso fundamental  
de ecología. México, D.F., OMEGA. P. 208.
15. EL SALVADOR. 1974. Tercer censo nacional agropecuari  
o (1971). Ministerio de Economía, San Salvador,  
El Salvador. s.p.
16. \_\_\_\_\_. s.f. Atlas de El Salvador, Instituto Geo-  
gráfico Nacional, Ministerio de Obras Públicas.  
88 P.
17. FAJARDO LIMA, J.A. 1993. Cultivo en callejones, barrera  
ras vivas o líneas en contorno, barbecho de revalora  
ción. In. Curso corto sobre cultivos de árboles  
de uso múltiple bajo sistemas agroforestales. (2,  
1992, San Andrés, La Libertad, El Salvador). Memori  
a ed. Modesto Juárez. CATIE-CEL. P. 52-60.
18. \_\_\_\_\_. 1993. Técnicos para el establecimiento y -  
manejo de cercas vivas y cortinas rompeviento. In  
Curso corto sobre cultivos de árboles de uso múltipl  
e bajo sistemas agroforestales. (2, 1992, San -  
Andrés, La Libertad, El Salvador). Memoria ed. Mode  
sto Juárez. CATIE-CEL. P. 61-74.

19. HOLDRIGE, L.R. 1975. Mapa ecológico de El Salvador, "Fernando A. Zaldivar". San Salvador, El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 98 P.
20. LOPEZ ESCOBAR, A. 1976. Consultas del recurso suelo. Soyapango, El Salvador, D.G.R.N. - MAG. s.p.
21. MARTINEZ, H.A. 1989. Tipos de plantaciones y combinaciones agroforestales con especies de árboles de uso múltiple en fincas. In. Curso Centroamericano de Silvicultura de Plantaciones de A.U.M. -- (6, 1989, Turrialba, Costa Rica). Congreso. Ed. Miguel Angel Musalem. CATIE. s.p.
22. \_\_\_\_\_. 1989. El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica. CATIE. P. 35-51 (Serie técnica/Boletín Técnica No. 19).
23. MARTINEZ, E. 1990. La agroforestería en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (Serie técnica No. 32).
24. MEYER, T. 1963. Estudio sobre la Selva Tucumana. - Santiago del Estero, Argentina. P. 25-27.
25. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1975. Proyecto de ordenación de la sub-cuenca hidroeléctrica del Río Tamulasco; para el desarrollo agrosilvopastoril, conservación de suelos y protección del embalse del Cerrón Grande. Soyapango, El Salvador. D.G.R.N.R. s.p.

26. MONZON, A. 1991. Borrador de Documento Proyecto Regional Agroforestal. Seminario Taller. CAM/90/006. San Salvador, El Salvador, FAO. s.p.
27. MANZUR, E. 1990. Plan Nacional de Reforestación. - San Salvador, El Salvador. FAO. P. 1, 14, 36.
28. ORTEGA BALDIZON, H. 1986. Factores edáficos y topográficos que determinan la calidad de sitio en plantaciones jóvenes de Pinus carabaea var. hondurensis, en pavones. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 110 P.
29. OOSTING, H.J. s.f. Ecología vegetal. Trad. José García Vicente. Madrid, España. COYPRIG. P. 380-395.
30. PEREZ FUNEST. C.R. 1993. Agroforestería. In Curso corto sobre cultivo de árboles de uso múltiple bajo sistemas agroforestales (2, 1992. San Andrés, La Libertad, El Salvador) Memoria. ed. Modesto Juárez. CATIE-CEL. P. 9-16.
31. PICADO, W.; SALAZAR, R. 1984. Producción de biomasa y leña en cercas vivas de Gliricidia sepium (Jaca) Stend. de dos años de edad en Costa Rica. Silvoenergía. 1:1-4.
32. RICO, M. 1973. Mapa pedológico de El Salvador. San Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Suelos, Universidad de El Salvador. - ESC. 1:300,000. Color.

33. RODRIGUEZ POVEDA, L.E. 1980. Calidad de sitio y su aplicación en el manejo forestal. Mérida, Venezuela, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 21 P.
34. SAMAYOA, M.O. 1992. El sistema del cultivo de maíz-frijol, simultáneo sorgo en relevo, una alternativa de subsistencia para el agricultor. San Andrés, La Libertad, El Salvador, CENTA. Boletín Divulgativo No. 52. 16 P.
35. SOSA MORAN, J.H. 1992. Labranza de conservación para la producción de maíz en laderas. San Andrés, La Libertad, El Salvador. CENTA. Boletín Divulgativo No. 64. 12 P.
36. SOLANO, S. 1991. Componente del proyecto agroforestal. El Salvador, Seminario Taller. CAM/C.S./006. San Salvador, El Salvador. MAG. s.p.
37. SUAREZ DE CASTRO, F. 1979. Conservación de suelos. 3a. ed. San José, Costa Rica. IICA. P. 22-38, 97-103.
38. TABLAS DUBON, J.M. 1973. Un sistema para evaluar la capacidad de uso de las tierras en El Salvador, Soyapango, El Salvador, D.G.R.N.R.-MAG. P. 29-38.

39. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. 1992. La caracterización de un área para identificar problemas y determinar posibilidades para ejecutar sistemas de producción. Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia. 29 P.
40. \_\_\_\_\_. 1992. Sistemas de producción. Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia. 15 P.
41. WAVER, J.E.; CLEMENTS, F. 1950. Ecología vegetal. - Trad. Angel Cabrera. 2a. Ed. Buenos Aires, Argentina. ACME AGENCY. P. 308-310.

9. A N E X O S

CUADRO A-1 ESTADISTICAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL EN EL SALVADOR.

ANO	POBLACION	h/KM <sup>2</sup>
1770	160.000 h	8
1900	783.000 h	39
1950	1.800.000 h	90
1961	2.500.000 h	125
1971	3.500.000 h	175
1980	5.000.000 h	250 *
1990	7.000.000 h	350 *
1999	10.000.000 h	500 *

\* Cifras estimadas por el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE), en base a la dinámica de población de los años anteriores.

CUADRO A-2 PROMEDIO ANUAL DE PLANTACION Y DE BOSQUES TALADOS EN AMERICA CENTRAL.

PAIS	LATIFOLIAS	CONIFERAS	TOTAL	BOSQUE TALADOS
Guatemala	6.3	8.5	15.8	90.0
Belice	1.2	1.9	3.1	9.0
El Salvador	1.1	0.4	1.5	4.5
Honduras	ND	ND	2.7	90.0
Nicaragua	ND	ND	ND	121.0
Costa Rica	1.7	1.1	2.8	65.0
Panamá	0.5	3.5	4.0	36.0
T O T A L	10.8	16.4	29.9	415.5

ND: No Disponible

FUENTE: Leonard (1986) tomado de Banly et al en FAO/UNEP (1981).

Cuadro A-3. Costo de establecimiento y rendimiento de un kilómetro de cerca viva, especie madreca cao Gliricidia sepium, en Honduras.

A C T I V I D A D	CANTIDAD/km	COSTO (¢)
<u>I - ESTABLECIMIENTO</u>		
(Distancia entre poste 1.6 m).		
Templadores	60	960.00
Estacas	600	1,440.00
Alambre de púa	4000 m	5,280.00
Grapas	50	
Mano de obra	Jornales	2,000.00
	SUB-TOTAL	9,812.50
<u>II - MANTENIMIENTO</u>		
Mano de obra (poda-limpieza)		
1o. año	30 jornales	1,200.00
2o. año	30 jornales	1,200.00
3o. año	35 jornales	1,400.00
Replante	11 jornales	448.00
	SUB-TOTAL	4,248.00
<u>III - APROVECHAMIENTO</u>		
(Cada 2 años)		
Preparación de postes	40 jornales	1,600.00
Preparación de leña	24 jornales	960.00
	SUB-TOTAL	2,560.00
T O T A L :		¢ 16,620.00

Fuente : MARTINEZ, H. 1989. Turrialba, Costa Rica. P. 44.

CUADRO A-4.

CALCULO DE INDICE DE VALORACION DE IMPORTANCIA (IVI) PARA LAS  
EL ESTRATO 1 (E1) DEL CERRO LAS MESAS, CHALATENANGO.

ESPECIES	NOMBRE CIENTIFICO	MUESTRAS					ABT	Nº AR- BOL	Ocurrencia	ABR
		1	2	3	4	5				
Chaparro	Curatella americana	(6) 0.554	(8) 0.851	(4) 0.179	(12) 2.160	(9) 1.143	(39) 4.887	39	5	58.964
Copinol	Hymenaea Courbaril L.	--	--	--	(4) 0.469	(2) 0.118	(6) 0.587	6	2	7.082
Carao o Carago	Cassia grandis	(1) 0.004	(1) 0.005	--	--	--	(2) 0.009	2	2	0.108
Sicahuite	Lysiloma auritum	(4) 0.692	(2) 0.191	(5) 0.980	(3) 0.417	(2) 0.188	(16) 2.468	16	5	29.779
Almendo de río	Andira inermis D.C.	--	--	--	--	(3) 0.337	(3) 0.337	3	1	4.066
T O T A L							8.288	66	15	

$$AB = \frac{(C. p)^2}{4 \pi}$$

$$FR = \frac{\text{Ocurrencia}}{\sum \text{Ocurrencias}} \times 100$$

$$IVI = A$$

$$ABR = \frac{ABT \text{ Sic.}}{ABT \text{ total sp}} \times 100$$

$$DR = \frac{Nº \text{ árboles Sp.}}{\sum \text{Sp.}} \times 100$$

\* Número en paréntesis equivale a número de árboles.

CUADRO A-5.

CALCULO DE INDICE DE VALORACION DE IMPORTANCIA (IVI) PARA LAS  
EL ESTRATO 2 (E2) DEL CERRO LAS MESAS, CHALATENANGO.

ESPECIES	NOMBRE CIENTIFICO	MUESTRAS					ABT	R- OL		ABR
		1	2	3	4	5				
Sicahüite	Lysiloma auritum	(6) 1.561	(8) 2.612	(7) 2.127	(8) 2.695	(6) 1.618	10.613	35	5	72.295
Nance	Byrsonima crassifolia	(1) 0.007	(3) 0.091	(2) 0.043	(2) 0.031	(2) 0.034	(10) 0.206	10	5	1.403
Morro	Crescentia alata	--	--	(1) 0.009	--	(1) 0.011	(2) 0.020	2	2	0.136
Caraco Carago	Cassia grandis	--	(1) 0.057	--	(2) 0.201	--	0.258	3	2	1.757
Chaparro	Curatella americana	(8) 0.825	(10) 1.066	(7) 0.451	(9) 0.851	(6) 0.357	3.55	40	5	24.182
Laurel	Cordia alliodora	--	--	(1) 0.005	(1) 0.008	(1) 0.006	0.019	3	3	0.129
Hüilühüis- te	Karwinskia calderoni	--	--	(1) 0.014	--	--	0.14	1	1	0.085
T O T A L							14.68	94	23	

CUADRO A-6.

CALCULO DE INDICE DE VALORACION DE IMPORTANCIA (IVI) PARA LAS  
EL ESTRATO 3 (E3) DEL CERRO LAS MESAS, CHALATENANGO.

ESPECIES	NOMBRE CIENTIFICO	MUESTRAS					ABT	Nº AR BOL	ABR	
		1	2	3	4	5				
Sicahüite	<i>Lysiloma auritum</i>	(13) 10.035	(14) 10.269	(11) 5.628	(10) 4.866	(8) 2.371	33.769	54	5	98.265
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	(2) 0.024	--	(1) 0.006	(2) 0.014	(1) 0.036	0.080	6	4	0.232
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	--	--	(1) 0.005	--	(2) 0.008	0.013	3	2	0.037
Chaparro	<i>Curatella americana</i>	(2) 0.057	(1) 0.014	(3) 0.145	(2) 0.051	(2) 0.054	0.321	10	5	0.934
Aguacate	<i>Persea americana</i>	--	--	--	--	(1) 0.003	0.003	1	1	0.008
Copinol	<i>Hymenaea courbaril L</i>	--	--	(1) 0.044	--	(1) 0.018	0.062	2	2	0.180
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia lamard</i>	--	(1) 0.003	--	(2) 0.111	--	0.114	3	2	0.331
Carac o Carago	<i>Cassia grandis</i>	--	--	(1) 0.003	--	--	0.003	1	1	0.008
T O T A L							34.365	82	22	99.995

ANEXO A-7. Formato de encuesta pasada a los agricultores del Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, Chalatenango. Marzo 1993.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INFORMACION GENERAL PARA CARACTERIZAR UNA ZONA DE PRODUCCION.

- Nombre del agricultor : \_\_\_\_\_
- ¿Cuántas parcelas posee en el Cerro Las Mesas? No. \_\_\_\_\_
- ¿De cuántas manzanas o tareas es cada uno? \_\_\_\_\_
- ¿Desde hace cuántos años cultiva usted esta propiedad?  
\_\_\_\_\_
- Tipo de tenencia en que posee la parcela  
a) Propia \_\_\_\_\_ b) Arrendada \_\_\_\_\_ c) Tomadas \_\_\_\_\_  
d) Ofertada \_\_\_\_\_ e) Otros \_\_\_\_\_
- Si es arrendada, ¿Cuánto paga y cómo? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- ¿Cuántas personas integran su grupo familiar? \_\_\_\_\_
- ¿Cuántas de ellas trabajan en la parcela? \_\_\_\_\_
- ¿Trabaja(n) a tiempo completo o temporalmente? \_\_\_\_\_
- a) Tiempo completo \_\_\_\_\_ b) Temporalmente \_\_\_\_\_
- ¿Además del trabajo de su parcela, tiene usted otro --  
trabajo?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, ¿qué tipo de trabajo y por cuánto tiempo?  
\_\_\_\_\_

- a) Trabajos de construcción o mantenimiento para la comunidad \_\_\_\_\_
- b) Comerciante \_\_\_\_\_
- c) Otros \_\_\_\_\_
- ¿Clase de cultivos que siembra en su parcela?
  - a) Maíz en monocultivo \_\_\_\_\_
  - b) Maíz más maicillo \_\_\_\_\_
  - c) Maíz más maicillo más frijol \_\_\_\_\_
  - d) Frijol solo \_\_\_\_\_
  - e) Otros \_\_\_\_\_
- ¿Recibe asistencia técnica? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  - ¿De qué institución? \_\_\_\_\_
  - ¿Con qué frecuencia? \_\_\_\_\_
- ¿Qué otros cultivos le gustaría sembrar en su parcela?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  - ¿Por qué? \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
- ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan en sus cultivos?
  - a) Plagas \_\_\_\_\_
  - b) Enfermedades \_\_\_\_\_
  - c) Otros \_\_\_\_\_
- ¿Además de éstos, qué otros problemas se presentan en su parcela?
  - a) Baja producción \_\_\_\_\_
  - b) Erosión \_\_\_\_\_

c) Otros \_\_\_\_\_

- ¿Realiza algún control de plagas y enfermedades?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- ¿Aplica fertilizante en sus cultivos? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿De qué tipo? \_\_\_\_\_

¿Qué cantidad? \_\_\_\_\_

- ¿Existen problemas de leña, poste y madera en la comunidad? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

- Considera usted que la falta de árboles en su parcela o comunidad es una causa de dicho problema? \_\_\_\_\_

- ¿Estaría dispuesto a hacer modificaciones en los sistemas de cultivo en parcela? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

- Le gustaría hacer una combinación de árboles con los cultivos dentro de su parcela? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

✓ - ¿Le gustaría dejar una parte de su parcela para sembrar árboles? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

✓ - ¿Qué especies de árboles le gustaría sembrar?

a) Eucalipto \_\_\_\_\_

b) Teca \_\_\_\_\_

c) Leucaena \_\_\_\_\_

d) Otros \_\_\_\_\_

- ¿Qué tipo de árboles predominan en el Cerro?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Información sobre los sistemas de producción :

Cultivo	Area (mz o tarea)	Método de siembra	Distanciamiento de siembra	Cantidad de siembra	Tipo de semilla	Herbicide	Rendimiento
Maíz							
Sorgo							
Frijol							
Otros							

- La producción que usted obtiene de su parcela

- a) Es para consumo familiar \_\_\_\_\_ %
- b) Es para la venta \_\_\_\_\_ %
- c) Otro destino \_\_\_\_\_ %

- Información adicional sobre los sistemas de producción.

Anexo A-9. Especies forestales que pueden implementar en el Cerro Las Mesas.

Eucalyptus camaldulensis (12).

- Nombre común : Eucalipto
- Familia : Myrtáceae
- Distribución :

Es el eucalipto de más amplia distribución en Australia, se le encuentra en todos los estados australianos, con excepción de Tasmania. En Centro América se le ha plantado en todos los países (12).

- Descripción de la especie :

Es una especie siempreverde, de 24 a 40 mts de altura hasta 50 mts en algunas regiones de Australia), fuste grueso, de base recta y tronco generalmente torcido, de 60 cms hasta 1 mt de diámetro, con copa abierta e irregular, corteza lisa, blanca, ligeramente grisácea, desprendible en tiras largas, frutos o cápsulas seminales generalmente en ramilletes al final, de pecíolos delgados, con 110,000 a 220,000 semillas/kg. La madera es roja, de grano entrelazado, ondulado, dura, durable y resistente a las termitas (12).

- Usos :

Como leña es un combustible excelente, tiene un poder calorífico de 4800 Kcal/kg, produce carbón de excelente calidad, la madera es moderadamente densa ( $0.6 \text{ grs/cm}^3$ ), se le utiliza para construcción en general. También como

barreras rompevientos, cercos vivos, ornamental y barreras protectoras (12).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : De 20 a 29 °C

Precipitación : De 620 a 2900 mm anuales y hasta 8 meses de déficit hídrico.

Altitud : De 0 a 1200 msnm

Suelos : Adaptables a una amplia gama de suelos, desde pobres a periódicamente inundados. No soporta suelos compactados y/o suelos calcáreos.

Vientos : Resiste bien los vientos.

- Silvicultura :

Recolección de semillas : De junio a julio, secadas al sol pueden ser almacenadas en recipientes herméticos en cámaras frías (12).

Producción en viveros : Se utilizan germinadores, con mezcla de textura fina, esterilizada y aplicación constante de humedad en forma de neblina. La semilla de camaldulensis presenta gran viabilidad (superior al 90%) por lo que no es necesario ningún tratamiento pregerminativo. El tiempo de germinación dura de 5 a 14 días y las plantitas están listas para plantación a las 16 ó 18 semanas (12).

Plantación : Es necesario controlar malezas, pueden establecerse a 2 x 2 m y 2.5 x 2.5 m. Responde muy bien a la fertilización inicial.

Factores limitantes: Presencia de malezas, zompopos, -  
suelos compactados (12).

Eucalyptus citriodora

- Nombre común : Eucalipto
- Familia : Myrtaceae
- Características sobresalientes :

Son árboles de muy buena forma y buena madera para ase  
rrío, lo mismo que para leña, se reconoce por el olor fuerte  
te a limón del follaje (12).

- Distribución :

Costa Oriental de Queensland, Australia.

- Descripción de la especie :

Arbol grande, siempreverde, de buen porte y fuste rec-  
to que alcanza de 24 a 40 m de altura y de 0.6 a 1.3 m de  
diámetro, con una copa regular poco densa.

Los frutos son cápsulas ovaliformes, de color marrón -  
(60,000 a 110,000 semillas/kg).

La madera es de color marrón claro a gris marrón, de -  
grano recto a ondulado, fuerte, resistente, moderadamente -  
durable a durable y moderadamente resistente a las termitas.

- Usos :

Es utilizado como combustible y es una de las principales  
fuentes de carbón para la industria.

La madera es muy pesada ( $0.75$  a  $1.1$  gr/cm<sup>3</sup>), fácil de  
aserrar utilizada en construcciones en general.

Los árboles pueden utilizarse como ornamentales, las -  
hojas se utilizan para la extracción del aceite de citronela  
la (perfumería y medicina).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : De 20 a 26 °C

Precipitación : De 850 a 2800 mm anuales, con 4 u 8 me  
ses de déficit hídrico.

Altitud : De 100 a 1200 msnm

Suelos : Resistente a suelos pobres, pedregosos  
y bien drenados.

Vientos : Poco resistente a vientos

- Silvicultura :

Recolección de semilla : De noviembre a diciembre, las  
semillas tienen alta viabilidad (más del 75%). La germina-  
ción ocurre entre 5 a 12 días después de la siembra.

Producción de viveros : Las plantas alcanzan 40 cm du-  
rante las 14 ó 16 semanas.

Plantación : Es necesario una buena preparación del te  
rrenc y el control de maleza.

Factores limitantes : Suelos compactados, competencia  
de malezas, zompopos, inundaciones periódicas y vientos -  
(12).

Cassia siamea

- Nombre común : Flor Amarilla

- Familia : Leguminoseae

- Características sobresalientes :

Arbol de rápido crecimiento, adaptable a diversos climas y suelos con buen drenaje.

- Distribución :

Es nativa del Sureste Asiático, desde el sur de la India y Srilanka hasta Bruma, Tailandia y Malasia, ha sido introducida a casi todos los países tropicales del mundo (12).

- Descripción de la especie :

Es una especie siempreverde, de tamaño mediano que puede alcanzar alturas de 18 a 20 m y diámetros de 30 cm ó más. El tronco es limpio y de forma variable, la copa es densa, redondeada o irregular (12). Las semillas son delgadas, ovaladas, café oscuras, brillantes (30,000 a 38,000 semillas/kg).

- Usos :

Produce leña de alto poder calorífico, puede usarse para la fabricación de carbón de excelente calidad; la madera es dura (0.6 a 0.8 gr/cm<sup>3</sup>), puede utilizarse para construcción, postes de conducción telegráfica y postes para cercar, ebanistería, tornería y puntales de mina.

Es una planta melífera y ornamental, que puede utilizarse como sombra de café y cacao, como barrera rompevientos y barrera viva (12).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : Propia de climas tropicales (24-28°C)..

Precipitación : 500 - 1800 mm.

Altitud : 0 - 1000 msnm

Suelo : Suelos sueltos, arenosos o franco arenosos, profundos, con buen drenaje, ricos en nutrimentos, puede soportar suelos en durecidos o calizos siempre que no afecten el drenaje.

Vientos : Resistente a los vientos.

- Silvicultura :

Recolección de semillas : De diciembre a abril, se secan al sol y pueden ser almacenadas en recipientes sella dos en lugares secos, frescos y ventilados.

Producción en vivero : No requiere tratamientos preger minativos (semillas frescas), pero semillas almacenadas por largo tiempo requieren escarificación.

El tiempo de germinación varía de 5 a 12 días, las plán tulas deben permanecer en viveros durante 15 a 16 semanas. Para producción de seudoestacas se requieren períodos de has ta un año.

Plantación: Siembra directa con control estricto de ma lezas y protección contra animales, ya que el follaje es -- apetecido por los cerdos, cabras y vacunos.

Factores limitantes : Disponibilidad de agua y condi ciones físicas del suelo.

### Glyricidia sepium

- Nombre común : Madrecacao, bala, balo, cacaonance

- Familia : Leguminosae

- Características sobresalientes :

Es conocido como árbol de cerca viva especialmente en fincas ganaderas, se utiliza como sombra para café y cacao (12).

- Distribución :

Especie nativa de las zonas bajas, con estación seca -- bien definida, de México y Centro América, se extiende hasta el Norte de Sur América (Colombia y Guyanas) (12).

- Descripción de la especie :

Es un árbol de tamaño mediano, hasta de 10 a 15 m de altura y de 40 cm de diámetro, copa abierta e irregular. La forma del árbol es variable desde erecta y recta hasta rectorcida y muy ramificada (12).

En las zonas con estación seca marcada, el árbol pierde casi completamente las hojas cuando produce flores, los frutos son en forma de vainas dehiscentes, que contienen de 3 a 8 semillas planas, elípticas, brillantes de color café oscuro (4,500 a 6,000 semillas/kg). La madera es dura, pesada y fuerte (12).

- Usos :

Excelente como leña (4500 KCal/kg), la madera es pesada (0.75 gr/cm<sup>3</sup>) y difícil de trabajar, tiene buen brillo y ve-teado. Se utiliza en la fabricación de muebles, implementos agrícolas y mangos de herramientas, como postes de cercos. Tradicionalmente se usa como forraje, debido a los al

tos contenidos de proteína cruda como forraje (13.3% para tallos tiernos y 30% para hojas frescas en materia seca), - las flores como alimento humano (Guatemala, El Salvador y - Costa Rica). También se ha utilizado en cercos vivos y cor tinas rompevientos, restauración de la fertilidad del suelo, sombrío de plantaciones de café y cacao (12).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : Superiores a 22 °C

Precipitación : 600 mm anuales, a 8 meses de dí fí c i t h í d r i c o.  
drico.

Altitud : Tierras bajas por debajo de 500 msnm.

Suelos : Amplia gama de suelos, desde secos hú m e d os, es poco exigente en cuanto a ferti l i d ad, pero requiere buen drenaje.

- Silvicultura :

Se regenera naturalmente, se recolecta de enero a ini c i os de abril, las vainas colectadas se ponen a secar al sol hasta que se abren naturalmente. La semilla se puede almace na r hasta por un año en sitios frescos, en recipientes hermé t i c os y en cámaras frías por períodos prolongados (12).

Producción de viveros : La semilla fresca tiene un alto porcentaje de germinación sin tratamiento pregerminativo. - Las semillas de un año ó más deben remojarse en agua a tempe r a t u r a ambiente por 24 horas. La germinación se inicia gene r a l m e n t e n t e r a l os 3 días y puede extenderse hasta 10 ó 12 días (12).

- Siembra directa : 2 ó 3 semillas por postura.
- Plantación : Cercos vivos, franjas, plantación pura y en condiciones especiales: a raíz desnuda.

Factores limitantes : Susceptible a competencia por malezas, áfidos, zompos, ratas. No se desarrolla bien en suelos con alto contenido de arcilla o sobre aquellos con poca retención de agua, su desarrollo se ve afectado en sitios con más de 8 meses de déficit hídrico o en áreas con menos de 600 mm anuales, suelos compactados o con problemas de inundaciones periódicas (12).

#### Acacia mangium

- Nombre común : Mangium
- Familia : Leguminosae
- Características sobresalientes :

Arbol robusto de fácil establecimiento en plantaciones. En sitios buenos tiene alta sobrevivencia y buen crecimiento inicial. En suelos compactados, degradados, ácido (pH hasta 4.2) y contenidos altos de aluminio ha superado a -- otras especies probadas. Es muy resistente a los vientos y a incendios de poca intensidad (12).

- Distribución :

Es nativa del Noreste de Australia, Nueva Guinea, Irian Java y otras islas de Indonesia. En 1966 fue introducida a Sabah, Malasia, donde existen mayores plantaciones. En 1979 se introdujo a Turrialba, Costa Rica y posteriormente al --

resto de Centro América (12).

- Descripción de la especie :

Alcanza generalmente entre 15 a 30 m de altura, con un fuste recto y libre de ramas en más de la mitad de la altura total. En rodales naturales puede alcanzar diámetros - de hasta 90 cm. La copa es abierta en árboles aislados y columnar en plantaciones. La corteza es gruesa, áspera, surcada longitudinalmente y de color café oscuro, presenta dimorfismo foliar (filodios cuando adultos). La inflorescencia es una espiga, las vainas se agrupan en forma espiralada y con pocas semillas de color negro brillante --- (80,000 a 110,000 semillas/kg). La madera es de color café claro (12).

- Usos :

Tiene un poder calorífico de 4770 a 4900 KCal/kg, lo - que indica un buen potencial para ser utilizada como leña y carbón. La madera es moderadamente pesada (0.40 a 0.45 gr/cm<sup>3</sup>) en plantaciones), es fácil de trabajar, de superficie lisa y lustrosa. No presenta problemas para taladrar ni tornear. Puede ser utilizada en ebanistería, carpintería, construcciones, laminados y chapas de fibras y partículas; postes para cercar y varas de construcción rural; como rompevientos, control de erosión, como ornamental y forraje (12).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : Temperaturas medias anuales superiores a 22 °C.

Precipitación : 650 - 4000 mm anuales  
Altitud : De 0 a 850 msnm  
Suelos : Adaptable a una amplia gama de suelos inclusive aquellos con pH de 4.5 ó menos, alto contenido de aluminio, contenido bajo de nutrientes, poca pro--fundidad efectiva y contenidos altos de arcilla, es capaz de crecer en suelos compactados.

- Silvicultura :

Recolección de semillas : Es posible obtener semilla - viable a los 2 años de plantada, la maduración de la semilla ocurre entre mediados y final de estación seca. La vaina es dehiscente, la semilla debe secarse a 6 u 8% de humedad y se puede almacenar por varios años sin que disminuya su viabilidad (65-80%).

Producción en viveros : Se puede producir en germinadores o por siembra directa en envases. Se puede realizar un tratamiento previo colocando la semilla en agua caliente -- (80 °C) por 3 minutos y luego por 12 ó 24 horas en agua a - temperatura ambiente. La germinación se produce en 3 ó 4 - días y puede durar hasta 10 días. A las 14 ó 16 semanas es tán listas para la plantación (12).

Plantación : Es necesario el control de malezas. Puede plantarse a 2 x 2 m ó por 2.5 x 2.5 m, debido al rápido cre

cimiento y amplitud de las copas cierra el dosel y suprime las malezas al cabo del primer año. Además produce una abundante cantidad de "hojas" difíciles de descomponer que suprime totalmente la vegetación bajo las plantaciones.

Factores limitantes : Ratas, zompos, incendios de gran duración e intensidad (12).

### Gmelina arborea

- Nombre común : Melina
- Familia : Verbenaceae
- Características sobresalientes :

Es una especie de crecimiento rápido y buena sobrevivencia cuando se planta en suelos de textura media, profundos, bien drenados y fertilidad media a buena.

- Distribución :

Es nativa de la India, Bangladesh, Burma y países vecinos (12).

- Descripción de la especie :

Es una especie decídua, que puede alcanzar grandes dimensiones en condiciones favorables. La altura varía entre 12 a 30 m y diámetros máximos entre 60 a 100 cm. En plantaciones densas desarrolla un fuste limpio de ramas bajas y menos cónico. El tronco es de base recta, corteza externa lisa, gris blancecina.

Los frutos (drupas) son abundantes, ovaliformes, de color amarillo cuando maduros, que contienen entre 1 a 4 semi

llas en sus cavidades. La madera es de grano recto, de color blanquecino, poco durable en contacto con el suelo (12).

- Usos :

Tiene 4800 Kcal/kg de poder calórico; la madera es moderadamente densa ( $0.48 \text{ grs/cm}^3$ ), poco atractiva, pero fácil de trabajar; no colapsa al ser expuesta a diferentes ambientes. Se utiliza en carpintería, ebanistería, paneles, instrumentos musicales, cajonería en general, tallado y otros.

Además en construcciones rurales, fabricación de pulpa para papel y palillos de fósforos. También es una planta melífera y su follaje es apetecido por los animales (12).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : De 24 a 29 °C.

Precipitación : De 850 a 2700 mm anuales y entre 5 u 8 meses de déficit hídrico.

Altitud : De 0 a más de 800 msnm

Suelos : Prefiere suelos bien profundos, húmedos, bien drenados y con suministro de nutrimentos.

Sombra : Intolerantes a la sombra.

- Silvicultura :

Recolección de semilla : Produce semilla a los 3 ó 4 años de plantada; la recolección se realiza entre febrero y mayo y aún en junio en zonas secas.

Producción en viveros : Deben usarse germinadores (al-

mácigo), la germinación es epígea. Después de la siembra, deben regarse abundantemente y el proceso dura de 2 a 4 semanas. Puede producirse en bolsa o pseudoestaca.

Plantación : Es necesario controlar malezas.

Factores limitantes: Competencia de maleza, zompopos y suelos compactados (12).

### Azadirachta indica

- Nombre común : Nim
- Familia : Meliaceae
- Características sobresalientes :

Crece en forma moderadamente rápida en suelos pobres, áridos, de textura variada. Produce leña y madera de buena calidad. Puede utilizarse en la recuperación de suelos y como barrera rompevientos.

- Distribución :

Nativa de las áreas secas de la India y Pakistán hasta Malasia e Indonesia.

- Descripción de la especie :

Es un árbol de porte mediano y fuste recto-torcido que puede alcanzar de 10-15 m de altura y 30-80 cm de diámetro, corteza gris, sistema radicular profundo, copa densa y redondeada, siempreverde excepto en períodos prolongados de sequia, produce aproximadamente 4000 semillas/kg.

La madera es de grano entrecruzado y textura mediana, -- aceitosa fácil de trabajar y resistente a la pudrición y atau

que de insectos (12).

- Usos :

La leña tiene un poder calorífico de 4780 Kcal/kg y produce carbón de buena calidad; la madera es moderadamente pesada ( $0.68 \text{ gr/cm}^3$ ), se utiliza en construcción en general, postes de conducción, muebles, instrumentos de agricultura y madera para tallado.

La corteza tiene tanino, el akeite obtenido de las semillas es utilizado en la fabricación de jabones, drogas, cosméticos y desinfectantes. La torta de semilla; luego de la extracción del aceite, es un fertilizante de buena calidad. Las hojas y semillas producen azaridachtina, un repelente de insectos. Las especies se utilizan como árbol de sombra o como rompevientos y también en la habilitación de terrenos degradados (12).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : Temperatura promedio anuales superiores a 25 °C.

Precipitación : Más de 850 mm y más de seis meses de déficit hídrico. Soporta sequías prolongadas.

Altitud : 0-1500 msnm.

Suelo : No es exigente a suelos, no crece en suelos estacionalmente anegados, salinos. Requiere un pH mínimo de 6.0 aunque la hojarasca puede contribuir a -

que la capa superficial alcance un pH - neutro.

- Silvicultura :

Recolección de semillas: Las drupas deben colectarse entre los meses de mayo-junio (plena madurez). La semilla pierde rápido la viabilidad y debe utilizarse dentro de las dos semanas siguientes a la recolección.

Producción en viveros : Siembra directa en bolsa o en bancales. La planta en bolsas puede estar lista para la - plantación a las 12 semanas; mientras que en bancales (para pseudoestacas) de 6 meses a un año.

Plantación: Un árbol exigente a luz solar, por lo que no soporta competencia de maleza. Distanciamiento de 2 x 2 m y 2.5 x 2.5 m son recomendados.

Factores limitantes : Suelos compactados, suelos muy secos o estacionalmente anegados; pH muy ácido, densidades altas en suelos con poca humedad (12).

Tectona grandis

- Nombre común : Teca
- Familia : Verbanaceae
- Características sobresalientes :

Es la principal especie maderable del Sureste asiático y una de las más importantes del mundo. Es de rápido crecimiento inicial.

- Distribución :

Originaria de la India, Bangladesh, Tailandia e Indonesia.

- Descripción de la especie :

Es un árbol de gran porte, de hasta 40 m ó más de altura y 1.5 m de diámetro, de fuste recto y limpio. El tronco es de base recta, sistema radicular amplio con una raíz -- principal profunda, corteza gruesa, gris o pardo grisácea, hojas grandes, los frutos son drupas irregulares, redondeadas que contienen cuatro cámaras seminales (1250 - 2000 frututos/kg) (12).

- Usos :

Tiene un poder calórico alto (5000 Kcal/kg) y puede utilizarse para la fabricación de carbón. El principal uso es la madera de alto valor comercial, es moderadamente pesada ( $0.61 \text{ gr/cm}^3$ ), utilizada en carpintería, tornería, chapas, construcción de barcos, postes de transmisión, construcción, cercas, muebles, las hojas pueden usarse para la obtención de colorantes (12).

- Requerimientos ambientales :

Temperatura : De 23 a 28 °C

Precipitación : De 885 a 3150 mm y de 3 a 8 meses de déficit hídrico.

Suelos : Prefiere suelos francos arenosos o ligeramente arcillosos, fértiles y profundos, con buen drenaje.

Altitud : De 0 a 600 msnm

Sombra : Requiere plena exposición

- Silvicultura :

Recolección de semillas: De julio a septiembre.

Producción de viveros : Las semillas (frutos) presentan porcentajes de germinación bastante bajos (40 a 60%), por lo que deben de utilizarse semillas que han sido almacenadas por un año ó más en condiciones ideales.

Se requiere de tratamiento pregerminativo, que puede ser: Inmersión en agua, inmersión en agua con secado alternando y otros. La germinación comienza a los 10 ó 12 días ó más. Es recomendable el uso de almácigos y luego trasplantar a los bancales (producción en bolsas) o cama de crecimiento (producción de pseudoestacas).

Para pseudoestacas se requiere de material que tenga un diámetro basal de 1.5 a 5.0 cm (4 a 12 meses aproximadamente).

Plantación : Es recomendable la eliminación de malezas y distanciamientos iguales o mayores a 2.5 x 2.5 m.

Factores limitantes : Malezas, incendios, mal drenaje, suelos compactados, zompopos (12).

Cuadro A-9. Cálculo de área y materiales para el establecimiento del sistema agroforestal Cultivo en Callejones; y prácticas mecánicas del área

ESTRATOS	AREA (ha)	SISTEMA AGROFORESTAL CANTIDAD DE ARBOLES	PRACTICAS	
			B.P.	m <sup>3</sup> P.
Estrato 1	13.4	9,600 + 10% = 10,560	-	-
Estrato 2	9.2	4,480 + 10% = 4,928	3	864
T O T A L	22.6	15,488	3	864

B.P. = Barreras de piedra

m<sup>3</sup> P. = Metros cúbicos de piedra

Long. (m) = Longitud de barreras de piedra

Cuadro A-10. Estimación de costos para el establecimiento de cultivos barreras de piedra para el área muestreada del Cerro "Las

SISTEMA AGROFORESTAL (CULTIVO EN CALLEJONES)					PRACTICA MECANICA (RAS DE PIEDRA)		
DESCRIPCION	Capacidad por Jornal	Número de jornales	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)	DESCRIPCION	Capacidad por Jornal	Número de Jornales
Arboles	-	-	1.50	23,232.00	Amontonamiento de piedra	10 m <sup>3</sup>	87
Transporte de árboles	-	-	300/viaje	5,100.00	Construcción de barreras.	5 m	576
Apertura de hoyos	100	155	25.00	3,875.00	-	-	-
Plantación de árboles	100	155	25.00	3,875.00	-	-	-
Replante de árboles perdidos	1000	16	25.00	400.00	-	-	-
Podas anuales (2/A)	50	335	25.00	8,375.00	-	-	-
SUB-TOTAL IMPREVISTOS 10%	-	-	-	44,857.00 4,485.70	SUB-TOTAL IMPREVISTOS 10%		
T O T A L			¢	49,342.70	T O T A L		

Cuadro A-11. Presupuesto de materiales a utilizar para el establecimiento de cercas vivas en la zona muestreada del Cerro "Las Mesas".

D E S C R I P C I O N	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (¢)
Templadores	87	3.00
Estacas	777	2.50
Transporte	1 viaje	150.00/viaje
Alambre espigado	6,280 m	1.70
Grapas	28 lbs.	4.80
Sub-total		
Imprevistos (10%)		
<b>T O T A L</b>		

NOTA : Area de cercas vivas = 1,570 m.

Cuadro A-12. Costos de mano de obra para la implementación y manejo de cercas vivas en la zona - muestreada del Cerro "Las Mesas".

DESCRIPCION	No. de Jornales	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
Establecimiento	80	25.00	2,000.00
<u>MANTENIMIENTO</u>			
Replante (1er año)	18	25.00	450.00
Podas y limpiezas (1°, 2° y 3er. año)	48/año (144)	25.00	3,600.00
<u>APROVECHAMIENTO</u>			
Preparación de estacas	64	25.00	1,600.00
Preparación de leña	39	25.00	975.00
SUB-TOTAL			8,625.00
IMPREVISTOS (10%)			862.50
TOTAL			9,487.50

Cuadro A-13. Presupuesto de materiales a utilizar para el enriquecimiento, del Cerro "Las Mesas".

DESCRIPCION	CANTIDAD DE ARBOLES	No. DE VIAJES	COSTO UNITARIO (¢)
Arboles	138,500 + 10% = 152,350	-	1.50
Transporte externo		228	300.00
Transporte interno			0.1/árbol
SUB-TOTAL			
Imprevistos (10%)			
TOTAL (¢)			

Cuadro A-14. Estimación de costos de establecimiento y manejo de 55.4 hectáreas de establecimiento forestal, en el Cerro "Las Mesas".

DESCRIPCION	JORNALES POR HECTAREA	NUMERO DE JORNALES	COSTO UNITARIO (¢)
Limpieza del terreno	4	222	25.00
Apertura de hoyos	20	1,108	25.00
Plantación	20	1,108	25.00
Replante	2	111	25.00
Limpieza (1er. año)	8	444	25.00
Limpieza (2° año)	4	222	25.00
Raleo (Año 5)	13	721	25.00
Aprovechamiento Año 8-10	35	1,939	25.00
SUB-TOTAL			
IMPREVISTOS (10%)			
TOTAL			

Cuadro A-15. Presupuesto total para la implementación de 22.6 ha, con  
 forestales y barreras de piedra; y 55.4 ha, de enriquecimien  
 tal; en el Cerro Las Mesas, Cantón Guarjila, Chalatenango

DESCRIPCION	COSTOS
Cultivos en Callejón	49,342.7
Cercas vivas	23,967.7
Enriquecimiento forestal	343,376 + 161 = 504,938.5
Barreras de piedra	18,232.5
TOTAL	∅ 596,481.4