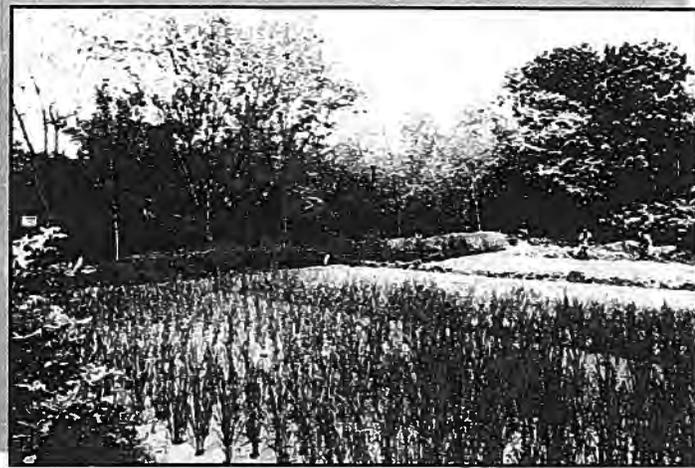


# Manual de AGROFORESTERIA

---

---





# Manual de AGROFORESTERIA

---

---

Autoridad Nacional del Ambiente - ANAM  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA  
Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques -  
CEMARE

Río Hato, Panamá  
-2000-

Autoridad Nacional del Ambiente - ANAM -  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA -  
Primera edición, 2000.

Todos los derechos reservados.

Proyecto de Cooperación Técnica entre el Gobierno de Panamá y el  
Gobierno de Japón, denominado *Proyecto de Desarrollo Técnico de la  
Conservación de los Bosques - CEMARE* - ejecutado en el Centro  
para el Desarrollo Sostenible - CEDES -

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio electrónico, audiovisual y escrito sin autorización de  
la Autoridad Nacional del Ambiente.

Manual elaborado por

Autores: Narciso Mao Cubas, Carlos Sánchez Borbón, Takayuki Hagiwara

Colaboración : Bolívar Navas, Durkein Martínez, Amargit Gisell Pinzón Montenegro

Contribuyeron con trabajos e Información : Expertos Japoneses y Funcionarios de la ANAM que participaron en el Proyecto.

Revisión de texto : Eric Fernando Rodríguez Rivera.

Fotos por : Narciso M. Cubas, Carlos Sánchez Borbón, Takeshi Ichinose, Takayuki Hagiwara, Durkein Martínez, Amargit G.  
Pinzón M.

Dibujos : Sr. Rigoberto Morales M.

Impreso en Prestocopias S.A

Este Manual fue financiado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA-

Publicado por el Proyecto *Desarrollo Técnico de la  
Conservación de los Bosques - CEMARE*.

Río Hato, Panamá  
- 2000 -

# CONTENIDO.

	<u>Pag.</u>
1. Introducción a la Agroforestería.	1
1.1. Definición de agroforestería.	2
1.2. Ventajas y desventajas de la agroforestería.	3
2. Clasificación de los Sistemas Agroforestales.	8
2.1. Agroforestería, su objetivo.	8
2.2. Agroforestería en la producción pecuaria y forestal.	9
2.3. Sistemas agroforestales simultáneo y secuenciales.	11
3. Diagnóstico de la Finca.	13
3.1. Diagnóstico físico de la finca.	13
3.2. Diagnóstico socioeconómico de la finca.	15
3.4. Diagnóstico e identificación de los problemas.	15
3.5. Categorización de los problemas.	17
4. Agroforestería en la Conservación de los Suelos.	27
4.1. ¿ Que es la erosión de los suelos?. Factores de la erosión física.	27
4.2. La erosión de los nutrientes.	29
4.3. Factores de la erosión humana.	29
4.4. Protección del suelo.	30
5. Técnicas Agroforestales en la Conservación de Suelo.	36
5.1. Control de la erosión física.	36
5.2. Control de la erosión física con las obras físicas.	44
5.3. Control de la erosión de nutrientes	52
6. Agroforestería en la Producción Agrícola.	69
6.1. Sistema en callejones.	69
6.2. Huerto casero.	72
6.3. Ricipiscisilvicultura	77
6.4. Cultivo con Sombra.	83
7. Agroforestería en la Producción Pecuaria.	86
7.1. Cercas vivas.	86
7.2. Banco de forraje.	88
7.3. Sistema forrajero en callejones.	90
7.4. Plantaciones con pasto.	91
8. Agroforestería y la Producción de árboles.	94
8.1. Sistema taungya.	94
9. Planificación de la Finca.	98
9.1. Diseño y confección del mapa a futuro de la finca.	98
9.2. Priorización en la finca. (primer año).	98
9.3. Plan de producción agrícola para el primer año.	99
9.4. Factibilidad: materiales y su disponibilidad.	99
9.5. Mapa del plan para el primer año.	99
9.6. Resumen.	99
REFERENCIA BIBLOGRAFICA.	104
ANEXOS.	106

# PRÓLOGO

La agroforestería es una práctica vieja de uso de la tierra, realizada por los agricultores durante muchos años. Se hicieron trabajos donde se combinaron árboles y algunas producciones agrícolas, pero la falta de conocimiento en esta ciencia provocó que se ignorase el papel de árbol en la producción agropecuaria. A partir de 1970, estudiosos de la agroforestería han estado desarrollando sistemas prometedores cuyos objetivos son aumentar la productividad y sustentabilidad de la producción en las fincas agrícolas.

Figura 1-1. Deforestación para agricultura



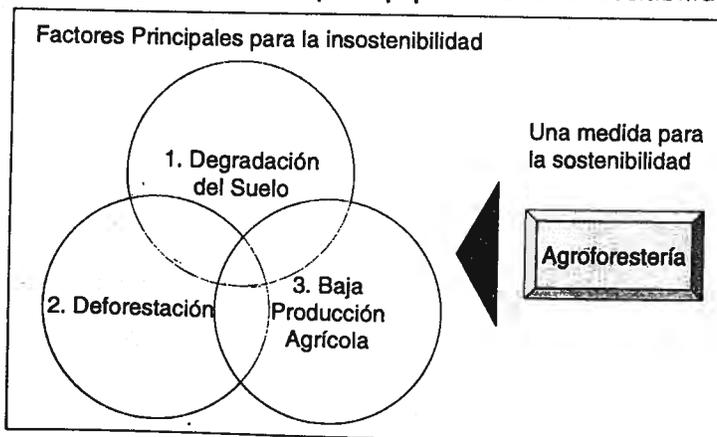
En este sentido, la agroforestería es una disciplina joven, siempre en evolución. Sin embargo, el proceso de entender, clasificar y mejorar los sistemas agroforestales por parte de la ciencia todavía es muy lento y distante del conocimiento de nuestros antepasados en lo que a las prácticas agroforestales se refiere.

## 1. INTRODUCCIÓN A LA AGROFORESTERÍA

El deterioro ambiental debido al crecimiento demográfico, la agricultura de subsistencia, la explotación forestal ilegal e insostenible, los proyectos irracionales industriales e infraestructuras de gran escala y las políticas nacionales que distorsionan los mercados y subsidian la conversión de los bosques para otros usos, son todos factores con efectos devastadores en los bosques del planeta.

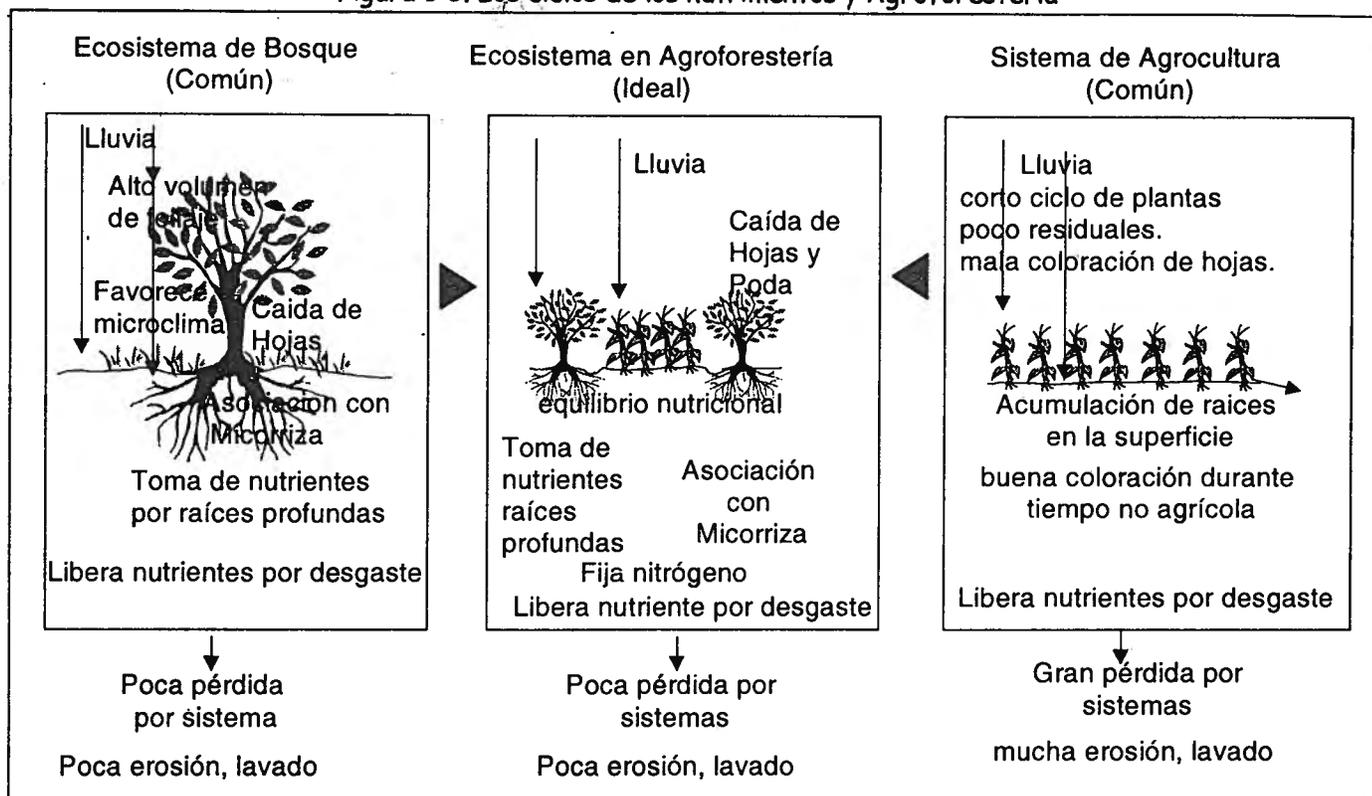
En un futuro nos veremos afectados por la pérdida y la degradación de los bosques, pero las consecuencias más severas se verán reflejadas en nuestros campos. A medida que los bosques naturales desaparezcan o sean desplazados por los monocultivos. Los bosques de hoy son los cultivos agrícolas, las carreteras y las tierras baldías del mañana, los bosques de ayer están desapareciendo.

Figura 1-2. Agroforestería y sus papel ante la insostenibilidad



Como resultado de esta situación se han diseñado técnicas productivas, que pueden ser aplicadas como alternativas para disminuir el impacto ambiental. Sin embargo, existe la tendencia de restringir el uso de algunas de ellas, debido a que no se tiene la perspectiva de un enfoque global de los ecosistemas productivos, ya sean estos agrícolas, pecuarios o forestales.

Figura 1-3. Los ciclos de los nutrientes y Agroforestería



Fuente: Montagnini (1992)

La agroforestería nació producto de la búsqueda de un balance entre la producción agrícola, pecuaria y forestal, buscando sistemas de producciones que mantuviera el ciclo de los nutrientes, que evitaran la pérdida por lixiviación y combinaciones de plantas que ocuparan eficientemente el espacio vertical y horizontal a modo de asegurar la cobertura del suelo para evitar erosión.

Las hipótesis silviculturales y económicas de que los sistemas agroforestales, con un manejo adecuado del componente leñoso perenne y de los componentes agrícolas y pecuarios, pueden incrementar y estabilizar los ingresos de los productores, son confirmadas. Sin embargo, quedan por solucionar numerosos aspectos relacionados con la adopción por parte de los productores.

### 1.1. Definición de Agroforestería.

#### **Definición.**

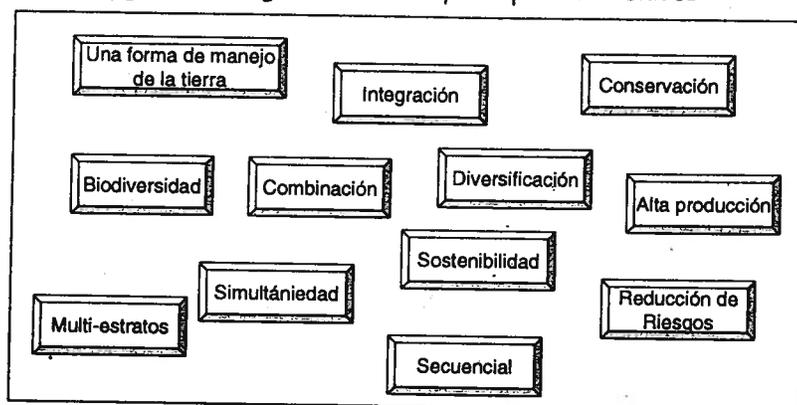
Entre los esfuerzos para definir conceptualmente la agroforestería, se han establecido diversos conceptos.

- Agroforestería es una forma de uso de la tierra que involucra retención, introducción, o combinación de árboles o arbustos con producción agrícola / animales, obteniendo resultados benéficos tanto ecológicos como económicos de esta interacción (Nair, 1984).

- Agroforestería es una sistema de manejo sostenible de la tierra que aumenta producción, combina producción agrícola, plantas forestales y / o animales simultáneamente o secuencialmente, y aplica practicas de manejo acordes a la cultura de los pobladores locales (Benett et al., 1977).
- Agroforestería es un sistema de dinámica, base ecológica y manejo recursos naturales, que a través de la integración del árbol en la finca y en áreas de producción agrícola, diversifica y mantiene la producción con el fin de aumentar el beneficio social, económico y ambiental de los usuarios de la tierras a todos los niveles (ICARAF, 2000).

Como se demuestra en el cuadro anterior, el concepto básico de agroforestería queda demostrado al integrar los beneficio potenciales del árbol al ser combinado con producción agrícola.

Figura 1-4. Agroforestería y sus palabras claves



Para la agroforestería existen muchas definiciones, sin embargo, podemos extraer palabras claves que nos permiten tener una idea más general del tema en cuestión.

## 1.2. Ventaja y Desventaja de la Agroforestería.

### *Ventaja de la Agroforestería.*

La agroforestería es considera equivocadamente como un falacia, en cuanto al mejoramiento de la producción en áreas difíciles y que los arboles van a resolver muchos de los problemas agrícolas. Sin embargo, las prácticas agroforestales se han realizado en muchos lugares en el mundo, pero la ciencia que estudia este sistema no ha descubierto la dinámica de los árboles dentro de las áreas agrícolas. Pero, la tendencia hacia la agroforestería ha evolucionado y los investigadores han clarificando los beneficios de la misma. Según MacDiken y Vergara (1990) se presentan las ventajas y desventajas siguiente:

#### *a) Mejoramiento del espacio.*

Mejoramiento del espacio de uso, depende del material disponible arriba y debajo de la tierra y de la producción de biomasa, con la biomasa que producen los árboles, se aumenta la capacidad del suelo y se pone a disponibilidad de los productos agrícolas macros y micros nutrientes presentes en esta biomasa descompuesta.

La actividad agrícola desarrolla una capa vegetativa superficial. Sin embargo, utilizando árboles combinados con la producción agrícola, se desarrolla estratos vertical de formación, que capturan más radiación proveniente del sol. Con la formación de diversos estratos aumenta la capacidad de captar mayor radiación solar y por ende aumenta el nivel de

fotosíntesis en las hojas. Esta formación de varios estratos debe ser manejada con el fin de reducir la competencia entre la producción agrícola y los árboles.

El sistema radicular de los árboles está constituido por estratos para capturar los nutrientes que existen en la profundidad del suelo. Los árboles son considerados por tener la capacidad de extraer nutrientes del suelo, que la producción agrícola no puede tomar. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que muchas especies de árboles tropicales tienen alta concentración de raíces en el primer horizonte del suelo, que compiten posiblemente con los productos agrícolas. Entonces, para utilizar los árboles con producción agrícola, se debe hacer un manejo de la raíz, como la poda y la utilización de especies que tengan el sistema de raíz pivotante, la cual le permite aumentar la capacidad de captar los nutrientes del suelo.

*b) Mejoramiento de características químicas, físicas, y biológica del suelo.*

Los sistemas agroforestales pueden contribuir al mejoramiento de las características químicas a través del beneficio del ciclo de los nutrientes y la extracción de minerales de los más profundos. El concepto, extracción de nutrientes mediante la agroforestería, se basa en que las raíces tienen la capacidad de penetrar los diferentes horizontes del suelo (Horizonte B o C), que las plantas agrícolas no pueden hacer.

Este tipo de sistema radicular le permite a las plantas agrícolas absorber los nutrientes, que generalmente no son accesibles, a través de la descomposición de la materia seca de las hojas y ramas de los árboles. Las raíces penetran en el suelo y forman una red. En este proceso, las raíces abren un espacio dentro del suelo, por donde penetra el agua y el aire en mayores cantidades. Esta característica permite ponerlos a disposición de las plantas agrícolas y contribuye a la aparición de microorganismos, que mejoran el suelo.

En el proceso de descomposición de hojas y ramas, los microorganismos tienen su contribución. Generalmente los microorganismos han estado mejorando estas características, a través de la asociación con las raíces. Sin embargo, muchos de estos tipos de asociaciones están bajo investigación.

Tabla 1-1: Aporte de nutrientes del Bosque Tropicales a el suelo vía materia seca.

Localización	Tipo de Vegetación	Materia Seca Litera (t/ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )	Adición Nutriente (kg/ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )				
			N	P	K	Ca	Mg
Manaus, Brazil	Bosque Virgen	7.3	106	2	13	18	13
Mérida, Venezuela	Bosque Virgen	4.6	57	3	20	31	12
Carare, Colombia	16 año Bosque Plantados	9.5	108	2	29	58	18
Kade, Ghana	Bosque Virgen	12.5	199	7	68	206	45
Dehra Dun, India	Plantación de Eucarptos		25.4	1.3	11	15.5	1.5
Norte de Trinidad	Vegetación Natural	7.75	98	3	5	68	14
Usambara Mts., Tanzania	Bosque Virgen	8.8	142	8	35	104	23
Tanzania	Bosque Semideciduo	10.5	199	7.3	68	206	45
Congo	Bosque Mixto	12.5	228	4.6	103	127	38
18 locaciones en los tropicales	Diferente tipos de Bosque Natural	8.9	134	7	53	111	32

Fuente: Nair (1984), adoptado por MacDicken y Vergara (1990)

c) *Mejoramiento de la producción agrícola.*

La producción de agregado dentro de las áreas de producción, es a largo plazo, y se ha estado percibiendo más que en los monocultivo agrícola. Ensayos de comparación de la producción en agroforestería y monocultivos, generalmente se demuestran que la agroforestería mejora la producción total (Nair, 1984; Watson et al., 1988).

En el primer año, la producción agrícola generalmente decae, debido a la fase de establecimiento del sistema agroforestal. Posteriormente el incremento experimentado por los árboles, disminuye el espacio para los cultivos. Sin embargo, a largo plazo, los arboles generan subproductos como materias orgánicas, frutos, o leña. También, los sistemas agroforestales brindan materia orgánica al suelo en forma de hojas y ramas que servirán de nutrientes a los productos agrícolas. Al final, el ingreso total del sistema agroforestal supera a la monocultura.

Tabla 1-2: Análisis Económico de la monocultura y Agroforestería

Parámetro	Con poco Fertilizante		Con Arbol Leguminoso	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Labor (hr.)	400	100.00	500	125.00
Tiro Animal (hr.)	200		200	
Concentrado (kg)	150	30.00	150	30.00
Forraje y Leucaena	295	10.00	295	10.00
Máquina	2.5	4.00	2.5	4.00
N (kg)	0	0.00	0	0.00
P (kg)	10	5.00	10	5.00
K (kg)	15	3.00	15	3.00
Ca (kg)	20	2.00	20	2.00
Semillas (kg)	15	9.00	15	9.00
<b>Costo Total</b>		<b>163.00</b>		<b>188.00</b>
Cosecha de Maíz (kg)	1000	200.00	1800	360.00
Cosecha de Forraje Maiz (kg)	1000	8.00	1800	14.40
Biomasa del Arbol (seco) (kg)	0		4500	
Leña	0		2000	40.00
N Biológica	0		60	31.80
<b>Ingreso Total</b>		<b>208.00</b>		<b>446.20</b>
<b>Ingreso Net</b>		<b>45.00</b>		<b>258.20</b>

Fuente: Pimentel y Wightman (1998)

d) *Reducción de Erosión del Suelo.*

La agroforestería disminuye el riesgo de erosión en el suelo, cuando los manejos se realizan apropiadamente. La descripción de la erosión del suelo y la agroforestería en la conservación del mismo, podrán ser vistos en el Capítulo V. El mayor potencial de la agroforestería se concentra en la conservación del suelo, ya que estos brindan diferentes alternativas para reducir el riesgo de la erosión.

e) *Favorece microclimas extremos.*

Las copas de los árboles protegen el suelo de la radiación directa del sol, cuando no hay cultivos agrícolas, o a través de la cobertura de las hojas y ramas. También, la materia orgánica y la copa de los árboles permite que se mantenga más humedad en el suelo. Entonces las copas y materias orgánicas reducen la amplitud de variación de temperatura en la superficie del suelo.

*f) Reducción de riesgo de fallo del producto agrícola.*

Con la diversificación de la producción agrícola por medio de la agroforestería, se puede reducir riesgo de fallo de la producción agrícola, porque el riesgo de fallo de los productos diversificados y arboles se puede minimizar con la obtención de diferente tipo de productos. Además el riesgo de infestación por plagas disminuye por la presencia de varios productos.

*g) Provisión de soporte físico a cultivos con tallo aéreo.*

El componente árbol sirve como soporte para productos como pimienta, vainilla, ñames, etc. Este tipo de combinación y arboles contribuye a la diversificación de los productos, y sustituye las estacas que hay que cambiar periódicamente, lo que puede influir en el costo de producción.

*h) Uso positivo de las áreas bajo sombra.*

Algunos productos como café y cacao necesitan sombra. Los sistemas agroforestales pueden proveer de sombra a los cultivos y a la vez mejoran las condiciones ambientales necesarias para el desarrollo del cultivo agrícola. Los árboles forman las copas que dan sombra y proveen de materia orgánica a los suelos.

### ***Desventaja de la Agroforestería***

*a) Aumento de la competencia.*

Los árboles ubicados en las áreas de producción agrícola aumentan la competencia con los productos agrícolas por los nutrientes, espacios de crecimiento, energía solar, y humedad del suelo, lo que puede reducir la producción total del cultivo agrícola. Sin embargo, las desventajas de combinar árboles con productos agrícolas se puede minimizar con un manejo adecuado de las ramas y raíces, y una buena selección de la especie arbórea a utilizar en campo.

*b) La pérdida potencial de nutrientes.*

Los árboles pueden extraer los nutrientes del horizonte B y C, donde generalmente las raíces de los productos agrícolas no llegan. Los cultivos agrícolas pueden utilizar los nutrientes productos de la descomposición de hojas y ramas de los árboles. Cuando las plantas agrícolas están en su fase de crecimiento, los nutrientes en descomposición son absorbidos por las plantas. Sin embargo, cuando no hay planta en el suelo, pero si hay materia orgánica, los nutrientes se pierden con el tiempo. Entonces un manejo cuidadoso de poda en ramas es muy importante.

*c) Daño por tala.*

Si ubican los árboles maderables dentro de un sistema agroforestal, en un futuro, cuando se talen para su aprovechamiento, se tienen impactos negativos dentro del área de sistema. Entonces, cuando se ubiquen los árboles maderables, se debe tener un buen plan de localización de los árboles y del área de cultivo o más árboles de frutales, que se permitan producir a más largo plazo y no se puedan remover.

*d) Daño a los árboles en los sistemas silvopastoriles.*

En el sistema silvopastoril, si se ubican los árboles maderable o frutales, cuando están en fase de crecimiento, los animales dañan los árboles. Entonces, un plan de manejo es muy importante. En el área demostrativa del proyecto ANAM-CEMARE-JICA se realizan pruebas

relativas a que elemento establecer primero en un área silvopastoril. Si establece pasto y árboles conjuntamente, los árboles se inhiben o mueren en la competencia con el pasto. También, los animales dañan los arboles en etapas tempranas.

e) *Alelopatia.*

La germinación de la semilla y el crecimiento de las plantas se puede inhibir con liberación de sustancias químicas presentes en los árboles. Esta sustancia incluye una serie de compuestos como tanino, alcaloides, compuestos fenólicos, ácido orgánicos, terpenoides, quinones, y flavonoides. La liberación de este compuesto puede ocurrir por efecto de una herida o por un factor relacionado con el crecimiento de la planta. Sin embargo, muchos de los factores asociados a este problema están en investigación.

f) *Hospedero de plagas y enfermedades.*

La presencia de arboles puede servir de hábitat para animales como aves, ratones e insectos los cuales pueden causar daños a la producción agrícola, forestal y animal.

## 2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: según sus objetivos, sus componentes de producción, su estructura en el tiempo, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes. Otras se basan en la escala y en los objetivos de la producción. En este documento se presentan detalles de cada sistema basado en su uso en las secciones 4 hasta 7. Sin embargo, para este caso haremos un análisis, a partir de los componentes de producción, del tipo de componente incluido y la asociación (espacial, temporal) que existe entre los componentes; simultáneo y secuencial.

### 2.1. Agroforestería, su Objetivo

En este documento, se presenta la clasificación según el objetivo de la agroforestería. Para conocer el plan global de este documento, se muestran los sistemas en dos clasificaciones. Las palabras claves son: Conservación y Producción.

- Agroforestería en conservación del suelo: Sección 4.
- Agroforestería en la producción de:
  - Agricultura: Sección 5.
  - Pecuaria: Sección 6.
  - Árbol: Sección 7.

Figura 2-1. Agroforestería en la conservación d el suelo

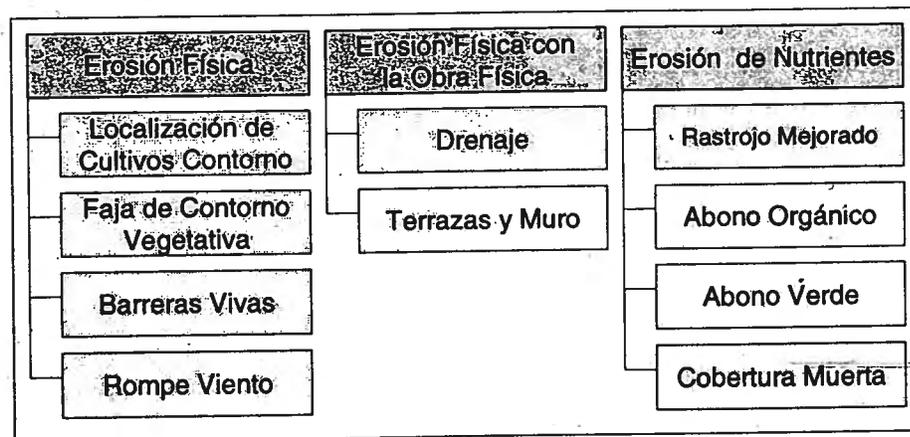
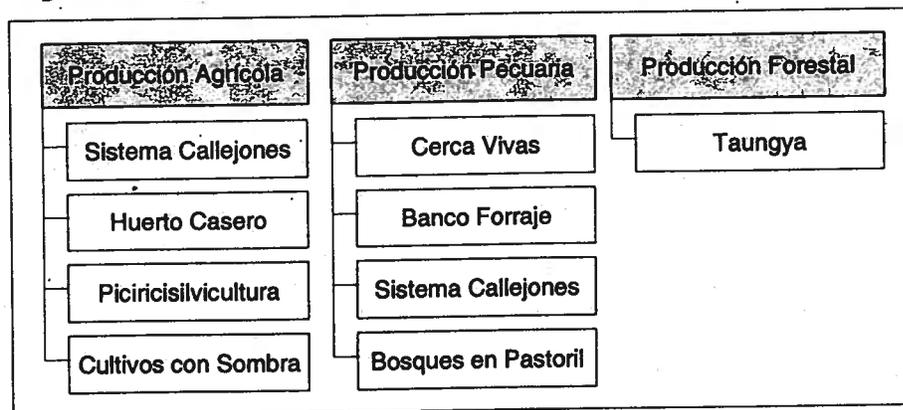


Figura 2-2. Agroforestería en la producción Agrícola, Pecuaria y Forestal



## 2.2. Agroforestería en Producción Agrícola, Pecuaria, y Forestal.

Generalmente, la palabra agroforestería proviene de la combinación de tres diferente componente, forestería, agricultura, y pastoreo. Con diferente objetivos para los productores, del sistema agroforestal se desprenden tres diferentes sistema:

1. Sistema Silvo-agrícola
2. Sistema silvo-pastoril
3. Sistema Agro-silvo-pastoril

Una cosa importante en los sistemas, y para los sistema, es integrar los beneficios de los árboles.

### *Sistema Silvo-agrícola*

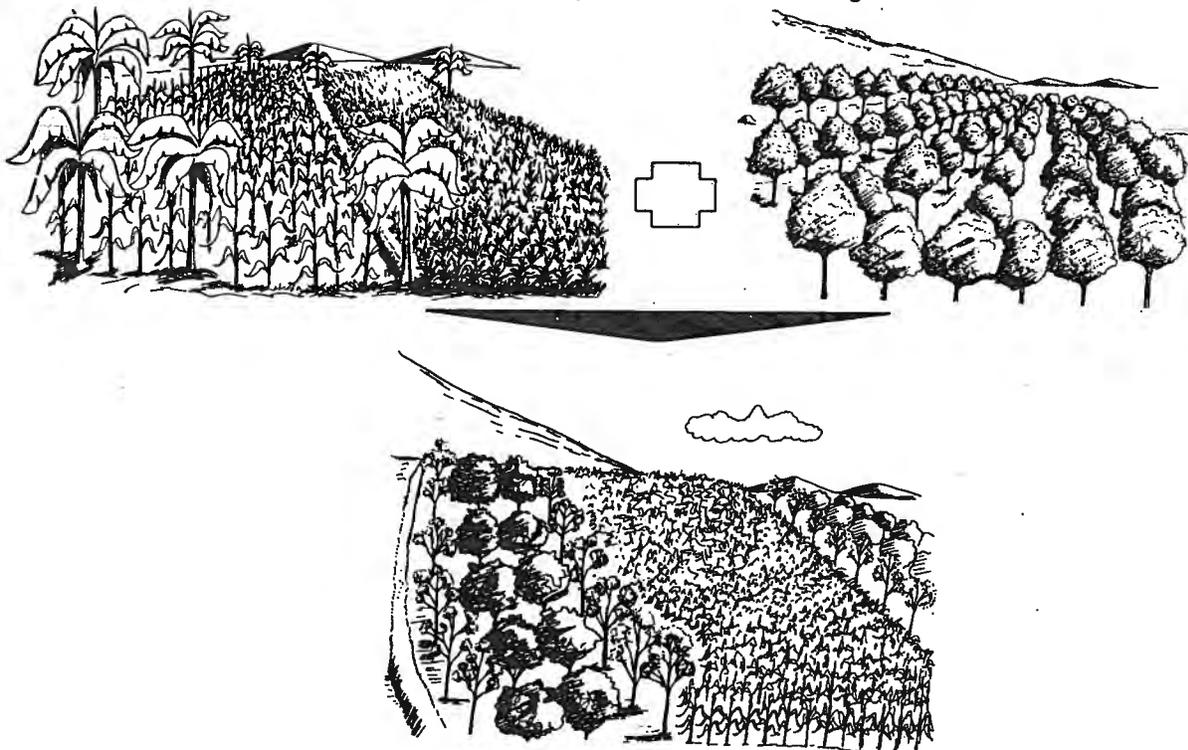
El objetivo de sistema silvo-agrícola es integrar los beneficios de árbol en la producción agrícola y forestal. Generalmente, en las fincas agrícolas, no se incluye al árbol, debido al conceptos, que los árboles compiten por el espacio y nutrientes con la producción agrícola.

Sin embargo, muchos de los productores han practicado la tumba y quema para la producción agrícola, con el pensamiento de que los árboles brindan nutrientes al suelo una vez son quemados y que son incompatible con la actividad. Pero con la introducción de especies y un correcto manejo, los árboles pueden brindar muchos beneficios sin necesidad de cortar y quemar.

Figura 2-3. Agroforestería y sus clasificación



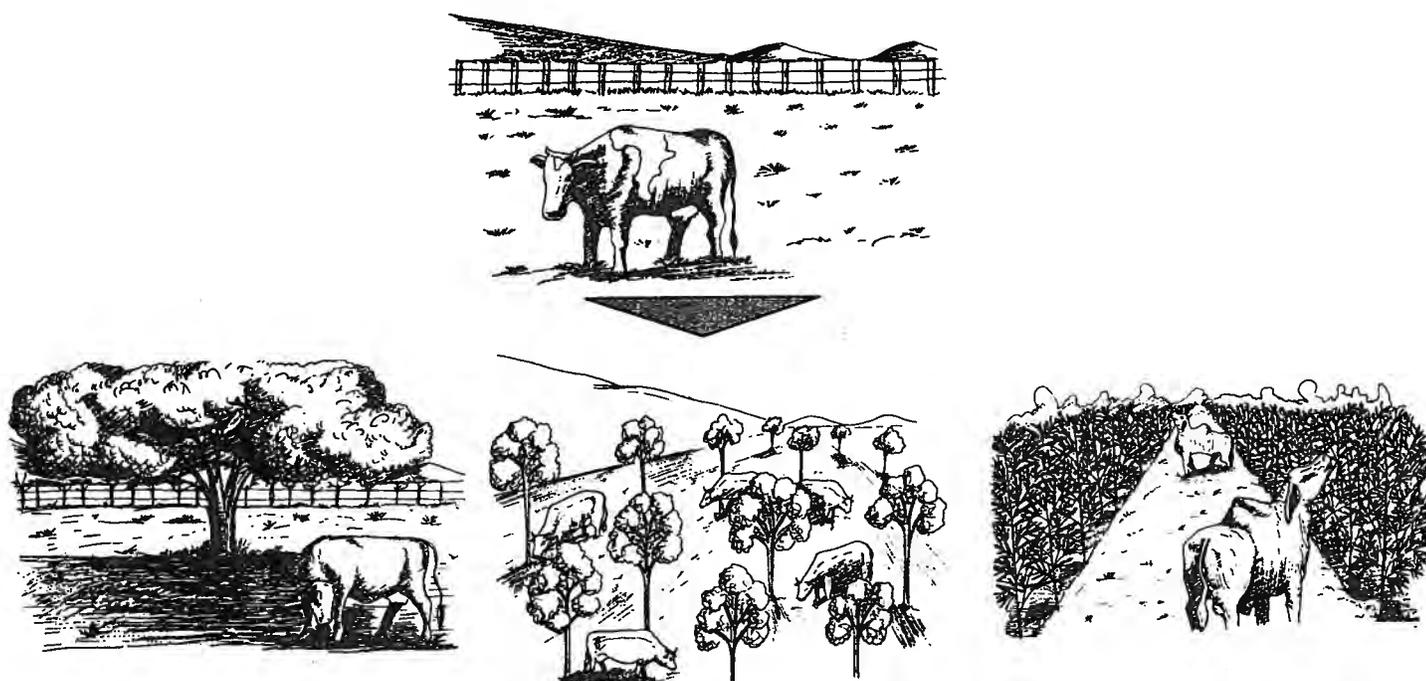
Figura 2-4. El concepto de Sistema silvo-agrícola



### **Sistema Silvo-pastoril**

Sistema silvo-pastoril es la combinación de componente forestal con pasto. El objetivo de este sistema es utilizar el beneficios de la producción pecuarias y forestal. El sistema tradicional de pastoreo en Panamá, no incluye los árboles y mucho menos sus beneficios en la producción pecuaria, por que existe la creencia que la sombra que dan los árboles influye en el crecimiento, cantidad y calidad de los pastos, afectando los rendimiento de la actividad. Sin embargo, los productores pecuarios se saben que las vacas necesitan algo sombra para el descanso, y empíricamente que las comen las hojas de los árboles. En este sistema, se explica los beneficios de los árboles con producción pecuaria.

Figura 2-5. El concepto de sistema silvo-pástoril

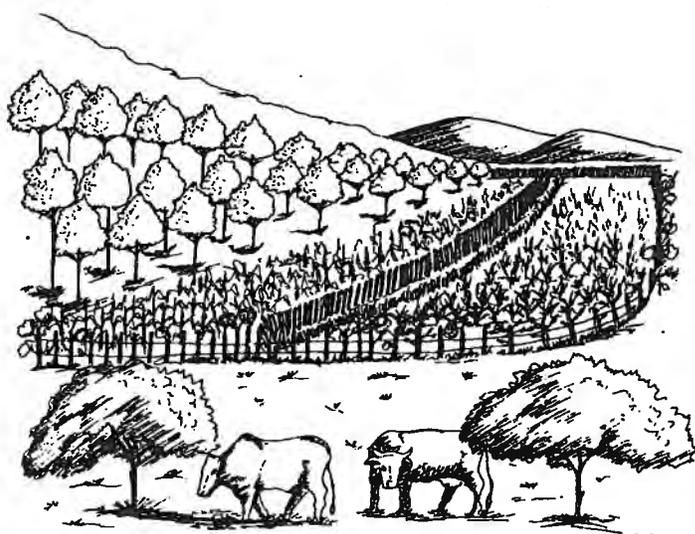


### **Sistema Agro-silvo-pastoril**

El sistema agro-silvo-pastoril es una combinación entre los componentes silvo-agricola y silvo-pastoril. El objetivo del sistema agro-silvo-pastoril es utilizar el beneficio de los árboles para la producción agrícola, pecuaria y forestal. Este sistema no es solo una división simple de las parcelas agrícolas y pecuaria.

El concepto básico de este sistema es integrar los beneficios de la producción agrícola, pecuaria y forestal, en aras de un mejor uso de los recursos para la actividad ganadera y a su vez utilizar los desechos de esta (estiércol) para la agricultura, utilizando e integrando el uso de los árboles.

Figura 2-6. El concepto de sistema agro-silvo-pastoril



### **2.3. Agroforestales simultánea y secuencial**

Existe dos categorías bajo esta clasificación: sistemas agroforestales simultáneo y secuencial (ICRAF, 2000).

En un sistema simultáneo, el árbol y la producción agrícola y pecuaria crecen conjuntamente en el mismo espacio de la tierra. En sistema secuencial, la producción agrícola, pecuaria, y árboles ocupan el mismo espacio de tierra siguiendo una secuencia. El sistema secuencial, generalmente comienza con producción agrícola, pecuaria, y termina con los árboles.

#### ***Sistema Simultáneo***

En el sistema simultáneo, los árboles, la producción agrícola o animales se desarrollan conjuntamente, al mismo tiempo y espacio. En este sistema los árboles y producto agrícola compiten por la luz, agua, y nutrientes. Sin embargo, la competencia es minimizada con el manejo de espacio y otra maneras. Si los árboles en el sistema simultáneo no tuviera un crecimiento rápido, cuando los productos agrícolas estén creciendo rápidamente, disminuiría la competencia. Los árboles debe tener un sistema de raíz profundo y una copa pequeña, para evitar la competencia por los nutrientes que se desarrolla en el subsuelo y el sombramiento producido por la parte aérea de la planta de modo que no afecte la producción agrícola.

Muchos de los sistemas de simultáneos, tienen una configuración lineal de árboles y cultivos; los árboles y arbustos aparecen en líneas, o fajas cuando hay más de una línea de árboles. Los árboles forman fajas y límites, además de proveer de material orgánico, forrajes, u otros productos. El objeto principal de este sistemas es aumentar la producción agropecuaria a través de la combinación de árboles, producción agrícola y pecuarias, y proteger las fincas en el sentido de favorecer el micro-ambientes , tanto biológica y climáticamente, además de la conservación del suelos.

#### ***Sistema secuencial***

En el sistema secuencial, los árboles, productos agrícolas y pecuarios, son componentes que ocurren en diferentes ciclos de tiempos y espacios. Los productos agrícolas y pecuarios aparecen con o sin árboles. Probablemente, el más conocido de este sistema es tumba y quema tradicional, que se ha estado practicando en la mayor partes del trópico húmedo. En este sistema, el agricultor tumba el bosque o rastrojos, deja secar y después quema las árboles talados. Posteriormente, se procede a la siembran de productos agrícolas o pastos, utilizando la cenizas como fertilizantes para enriquecer (temporalmente) la tierra para siembra. Las tierras pueden soportar productos agrícolas probablemente dos o tres ciclos de cosecha. Después se deja recuperar la tierra por lo menos unos 15 a 30 años hasta que la biomasa del nuevo bosque o rastrojo se acumule. Luego, los productores regresan a la misma tierra a repetir el mismo sistema de producción.

Sin embargo, este práctica tradicional de tumba y quema funciona bien y es sostenible donde hay baja densidad y presión de la población. Con un aumento poblacional y una disminución de los bosques, los ciclo de tumba y quema pueden convertirse en sistemas insostenible, por que los bosques no tienen tiempos para acumular nutrientes suficientes y el período de recuperación es muy corto.

Sin embargo, en el sistema secuencial, se puede manejar las características de los componentes involucrados (cultivos agrícola y árboles) para poder desarrollar una producción agrícola, pecuarias, y forestal.

En este sistema, podemos identificar:

- Taungya.
- Rastrojo mejorado.

### 3. DIAGNÓSTICO DE LAS FINCAS.

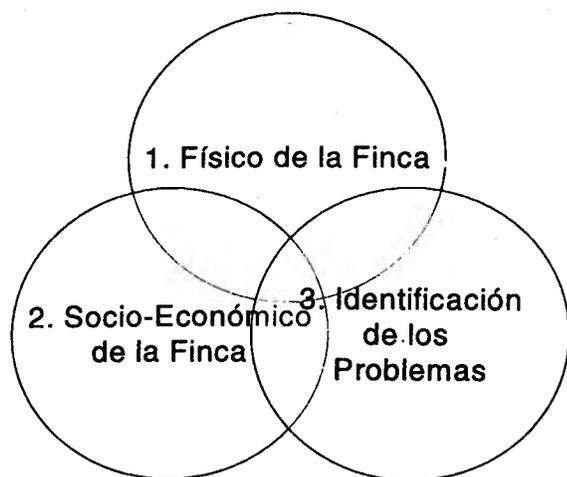


Figura 3-1. Puntos principales en el diagnóstico

El diagnóstico es el primero paso para mejorar una finca desde el punto de vista de la conservación y producción. Si no se cuenta con la información de la finca, la dirección de una actividad cuyo objetivo es mejorar la finca puede estar equivocada.

Hay muchas métodos para este fin, pero podemos recomendar solamente 3 pasos del diagnóstico en fincas:

1. Diagnóstico Físico de la Finca.
2. Diagnóstico socioeconómico de la Finca.
3. Diagnóstico de Identificación de los Problemas.

En el primer año, contar con una buena información de las fincas es muy difícil y mucha de la información puede estar equivocada. Sin embargo, esto es muy normal. El objetivo de hacer un diagnóstico desde el primer año, es para que los agricultores conozcan la importancia de contar con la información referente a sus propiedades y que sea lo más veraz posible. Sin embargo, al realizar una práctica con los productores para obtener este tipo de información es muy importante que el agricultor sienta confianza ante el extensionistas. También el objetivo de la práctica de diagnóstico es tener conocimientos o nivel de la realidad de la producción actual de la finca. Un productor conoce en cierta medida el nivel y realidad que guarda en su memoria y experiencia. Sin embargo, al levantar la información en papel o formato, se puede visualizar, revisar y analizar la situación de la actualidad de la finca con mayor facilidad. Desde aquí, un productor puede comenzar a pensar que quiere cambiar o si no es necesario el cambio.

También, cuando comienza un proyecto para mejorar la producción en la finca, esta información pueden servir como base para la evaluación del proyecto, observando el cambios de las finca a través de la comparación antes y después del proyecto.

Un punto importante para los técnicos es "No pensar que lo sabes todo, pregunte y escuche al productor y de la oportunidad de llenar los formatos." Así, los productores estarán en la posición de actores principales. El papel de los extensionistas es de facilitador, para levantar la información. Es bueno recordar que la información es para los productores, no para los extensionistas.

#### 3.1. Diagnóstico Físico de la Finca: (Ver Figura 3-2.)

El primer paso del diagnóstico, es levantar el "Mapa de la Finca." Este mapa recoge la información del recurso existente en la finca. Con este mapa uno puede conocer las características físicas de la finca, el nivel de diversificación de cultivos y el estado del recurso natural. También, puede servir para conocer el potencial y limitación física en su conjunto dentro de la finca.

### ***Como comenzar a levantar el mapa***

1. Demostrar ejemplos de mapas realizados por otras personas.
2. Entrega de dibujos y materiales pre impresos.
3. Entregar un lápiz para que se ubique la finca y sus límites en un croquis por parte del productor.
4. Los caminos y quebradas o ríos.
5. Ubicar y colocar sus casas.
6. Si tienen la pluma de agua, dibujar.
7. Si tienen animales y cercas, dibujar.
8. Si tienen estanque de arroz en fanguero, dibujar.
9. Areas de cultivos.
10. Frutales.
11. Area de árboles.
12. Etc.

Algo importante es que el productor mismo debe dibujar, si estos no saben dibujar, prepare materiales de dibujos para cortar y pegar. Al elaborar el mapa se logra el primer paso, construir la base de confianzas entre extensionistas y productores. Muchas veces, los productores vacilan en dar la información, por que muchos de ellos no tienen títulos de propiedad y pueden imaginar que la misma es para expropiar las tierras. Los funcionarios deberían mantener un nivel de conversación acorde a la situación con la finalidad de obtener una buena calidad en la información. Entonces, los técnicos deben pensar y valorar el conocimiento de los productores.

### ***Verificación del mapa***

Verificación del mapa es un método para conocer los potenciales y limitaciones física de la finca. Se verifica la inclinación, accesibilidad al agua, fertilidad de suelo, localización del cultivo, accesibilidad al campo, leña y dirección de viento, etc.

Para la elaboración del croquis, existen dos posibilidades:

- En la finca de los productores.
- En el aula de capacitación.

### ***En el campo del agricultor***

Si el agricultor hace el levantamiento del mapa de su fincas, el extensionistas puede realizar un recorrido con el mapa ya dibujado. Verifica factores importantes como área de inclinación, quebradas, ríos, fertilidad de suelo, áreas de bosques, accesibilidad a agua potable, leña y pregunta la dirección del viento, etc. Si el tiempo se lo permite, haga un expediente para la finca después del recorrido.

### ***En el aula de capacitación***

Los extensionistas pueden levantar un croquis en el aula de capacitación. La ventaja de hacer un croquis es que se puede explicar a muchas personas a un mismo tiempo a través de la presentación de ejemplos. Sin embargo, al hacer la verificación de los mapas es muy difícil, por que los extensionistas dependen de los participantes que dibujan los mapas. Los extensionistas no cuenta con una forma de verificar a través del recorrido en campo. Sin

embargo, en muchos casos, los participantes tienen vecinos que también participan en la capacitación. Entonces, para verificar las mapas de las fincas, se deben formar grupos de vecinos y posteriormente hacer una discusión de la verificación. Además, los extensionistas, pueden preguntar los factores más importantes como área con pendientes, accesibilidad a agua, fertilidad de suelo, localización del cultivo, accesibilidad a campo y leña, dirección del viento, etc.

### **3.2. Diagnóstico Socioeconómico de la Finca**

Una familia dedicada a la producción agrícola es un entidad independiente. Si obtienen ganancias o pérdidas en la producción agrícolas, ocurre de dentro de la entidad. Los productores practican la actividad agrícola basados en sus experiencias y conocen la cantidad de productos necesarios para sostener la familias a base de experiencia. Muchos de ellos desarrollan sus actividades productivas sin un plan que demuestre su nivel productivo.

Recomendamos que los agricultores manejen informaciones como composición familiar y su producción agrícola, para de esta forma conocer que tipo de trabajos están realizando, los insumos que utilizan, cultivos que realizan, producción total y sus venta. Con estos datos, se puede visualizar sus trabajo en campo y su nivel de producción.

Mucho veces, un proyecto se encuentra en dificultad al no poder evaluar las diferencias que el proyecto a conllevado. También, muchos ha comenzado sin datos iniciales. Por lo que antes los productores no registraban su trabajo ni su producción. Sin datos, es muy difícil evaluar los efectos positivo y negativo de los proyecto. Sin embargo, si tienen los dato registrados, podemos ver las influencias de los proyectos y evaluar los mismos.

Una cosa importante a notar, es que el registro de todas las actividades y participantes durante el primer año es muy difícil y se incurre en muchos errores de información. Por lo tanto, es muy importante comenzar a tener una práctica de registro de producción agrícola y en el segundo año se puede mejorar la calidad de los datos, para que reflejen la realidad de su producción.

Para reconocer una familia campesina como una entidad independiente, recomendamos levantar la siguiente información:

- Arbol genealógico de la familia. (Ver figura 3-3).
- Producción agrícola de la finca. (Ver figura 3-4)
- Producción de frutales de la finca. (Ver figura 3-5)
- Producción animal de la finca. (Ver figura 3-6)
- Producción maderable de la finca. (Ver figura 3-7)

Los ejemplos y formato en blanco están presente en este documento. (Ver Anexo)

### **3.3. Diagnóstico e Identificación de los Problemas (Ver figura 3-8)**

Utilizando los datos obtenidos mediante el Diagnostico Rural Participativas (DRP), y la conversación con los productores participantes en los seminarios, trabajaremos en la conformación de un formato el cual contiene los problemas que probablemente los productores tienen cuando realizan sus actividades productivas. Quizás la lista de los problemas no los contemple a todos, por lo que hace compleja su elaboración.

La idea principal es contar con un listado de los problemas visualizados y su orden de prioridad. En el formato, lado izquierdo, se presentan los problemas posibles que se encuentran cuando realizan sus actividades agrícolas. La primera fila de la columna "Actividades para la producción" tiene información de sus actividades. En el modelo ya se encuentra señaladas una serie de actividades relacionadas con la "Limpieza de la Tierra" hasta "Venta". Suponemos que muchos productores sigue este ciclo de actividades. Si tienen más pasos deberán ser colocadas debajo de la columna de "Venta".

La segunda fila "Principales problemas en la Producción" es para colocar los problemas que se encuentran con más frecuencia. Siempre los agricultores tienen más de un problema. Sin embargo, para el formato se quieren solamente aquellos más relevantes. Para un productor, puede ser que en la actividad de "Siembra", "Falta de semilla", para otro puede ser "Falta de mano de obra". Una cosa importante al completar esta fila de "Problemas Principales que se encuentran en la Producción" y su prioridad de acuerdo a la actividades, es que trata de identificar los problemas e identificar cual es el mayor.

La tercera fila "Prioridad" es para ordenar prioritariamente las actividades y los problemas. Aquí se requiere ver que actividades y problemas son los de mayor relevancia para los productores, ordenar entre las actividades y los problemas según su relevancia mediante números. Muchas personas confunden esta práctica llenando con números el lado derecho. Se debe conocer que los números de la parte de derecha corresponden a otra práctica. Los productores deben concentrarse en relacionar las actividades de producción y sus problemas, y cual de ellos tiene mayor relevancia.

La cuarta columna, es un bloque de información de "Problemas en la Producción". Dentro de la investigación en las comunidades utilizando DRP, nosotros ya identificamos las problemas que frecuentemente los productores manifiestan. De existir todavía muchos más hay espacio suficiente para ser colocados.

Tome un tiempo para revisar el bloque de los problemas, y comiencen a llenar la columna de "Prioridades," colocando las mismas de acuerdo al número de orden de la columna desde el 1 hasta el 29 según su prioridad.

Algo importante al completar esta columna de "Prioridades" es tener alguna relación entre la primera práctica de identificación y priorización de actividades y problemas. Recomendamos revisar las "Prioridades" en la parte de información, lado izquierdo antes de comenzar a llenar la columna derecha de "Prioridades". El objetivo de llenar la parte izquierda es para relacionar las actividades y sus problemas, y después priorizar los problemas. Sin embargo, los problemas de la derecha son un bloque de información al azar. La parte de la izquierda, debe ser analizada por los productores para buscar la relación entre las actividades y sus problemas, por ende, la "Priorización" en la parte derecha, de este formulario permite a los productores llenar y priorizar intuitivamente.

### 3.4. Categorización de los Problemas (Ver figura 3-9 y 3-10)

El objetivo de la hoja categorización de los problemas es ver rápidamente la relación entre la prioridad de los problemas y sus incidencias, en otras palabras, que tipo de problemas los productores deben atacar. De 28 problemas, nosotros dividimos las problemas en siete categorías:

- 1) Problema de suelo.
- 2) Problema natural.
- 3) Problema técnicos.
- 4) Problema de capital.
- 5) Problema de mercado.
- 6) Problema comunitario.
- 7) Otros problemas.

Después de llenar la "Prioridad" de "Problemas en la Producción", los productores y funcionarios pueden comenzar a ver la relaciones entre las prioridades y las categorías, o cual puede ser el ORIGEN de los problemas.

Muchos de los problemas de la categoría "Problema de suelo", "Problema natural", y "Problemas técnicos", puede mejorarse con la utilización de los sistemas agroforestales. Sin embargo, los problemas de otras categorías, los sistemas agroforestales no pueden llevar soluciones directas. Entonces, para los funcionarios y productores, la relación de la prioritización de los problemas y su origen son muy importante para conocer las direcciones de las actividades, es más importante para los productores, la dirección a mejorar la finca, o atacar actividades como mercadeo.

Esta práctica es para ver la preferencia de los productores y no se debe depender de este análisis cuando se va a decidir las acciones a tomar. Los funcionarios y extensionistas deben hacer un análisis más profundo, apoyándose en la observación de campo; mapa de la finca, y otras informaciones que se genera en los formularios de producción.

Figura 3-2. Mapa de la Finca

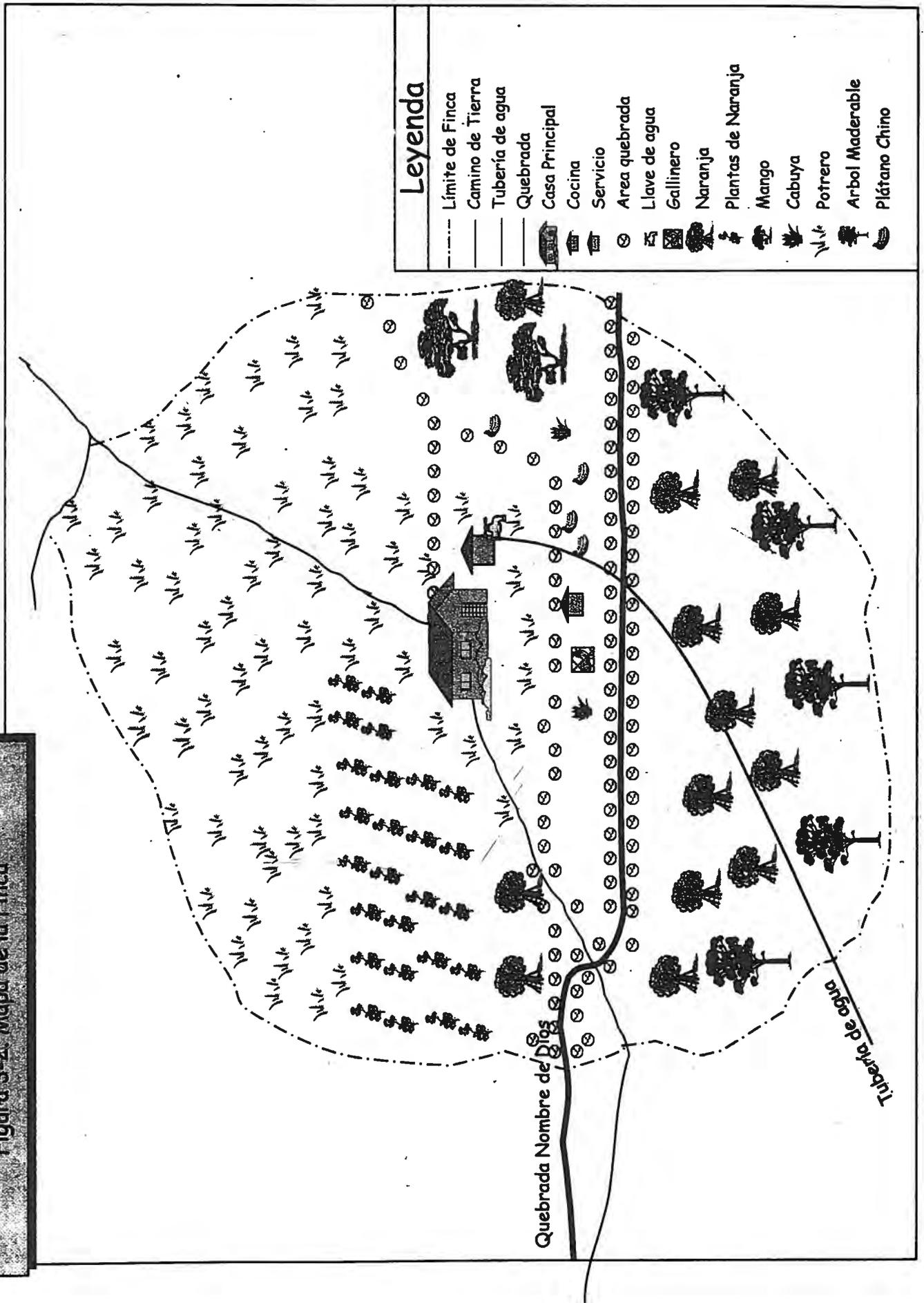
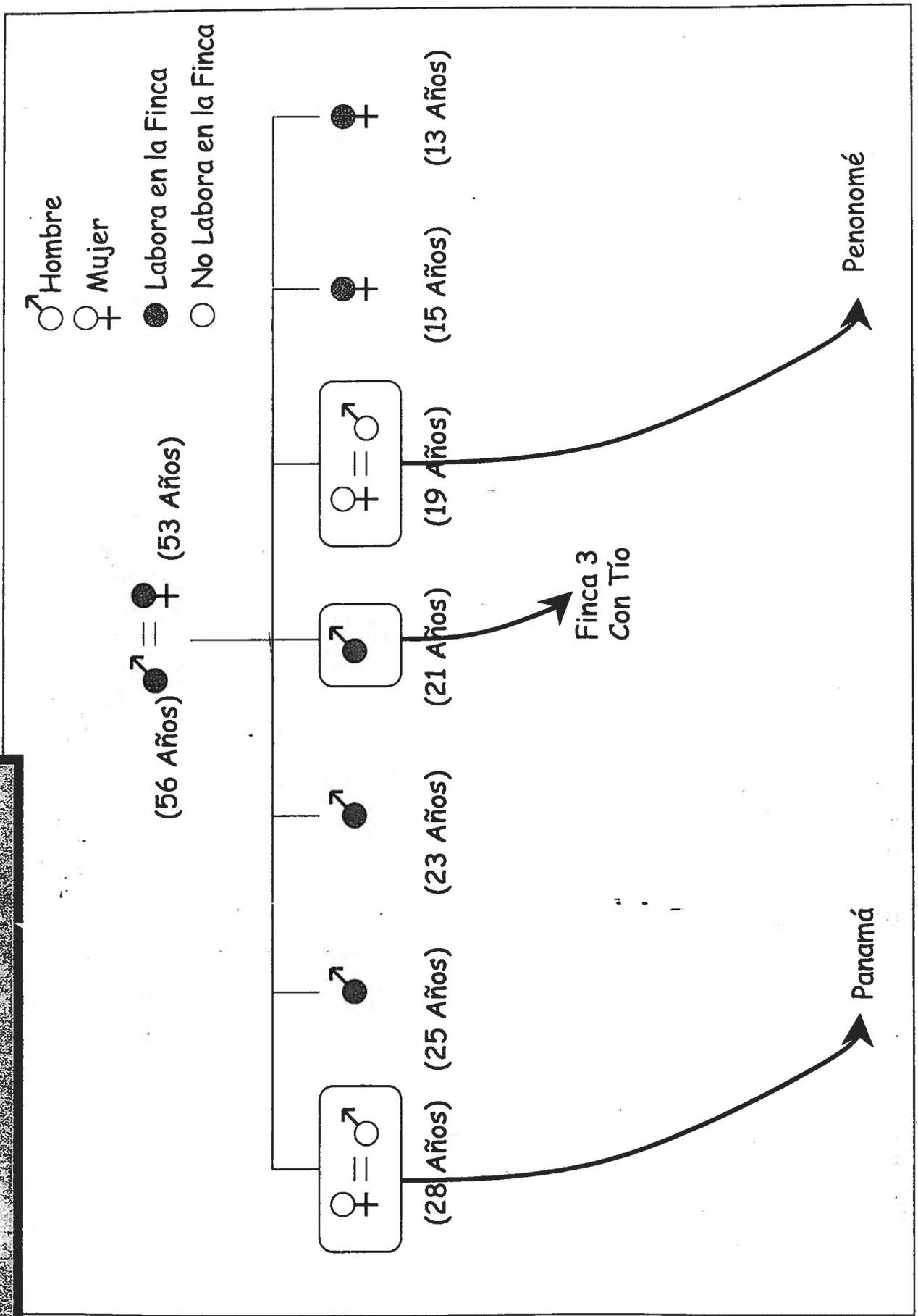


Figura 3-3 Arbol Genealogico de la Familia



**Figura 3.4 Producción Agrícola de la Finca**

Tipo de cultivos	Semilla	Ha total	Fertilizante (Quilos)	Fertilizante (Dólares)	Pesticidas	Trabajos días en una semana	Producción Total	Costo / unit
Arroz	15 lbs	1/4 ha					60 qq	10qq
Maíz	10 lbs	1/4 ha					20 qq	
Yuca	300 mata	1/4 ha					500 qq	200qq
Nampi	100 semilla	1/4 ha					2 qq	
Otoe	50 semilla	1/4 ha					1 qq	
Caña	40 semilla							
Plátano	50 mata						100	
Guineo	1000 mata	2 ha					1000	

Figura 3-5 Producción de Frutas de la Finca

Tipo de Frutas	# Total de Árboles	Área total	Producción Total	Venta
Mango	24	1/4 ha	No Sabe	
Limón	9	1/4 ha	1	B/10
Guaba	2	1/4 ha	No Sabe	
Nance	8	1/4 ha	No Sabe	
Marañón	5	1/4 ha	No Sabe	

**Figura 3-6. Producción de Animales en la Finca**

Tipo de Animales	# Total de Animales	Gastos Totales (Mantenimiento)	Consumo Doméstico	Venta vivo pasado (en B/)	Venta de sus Productos (Leche o Huevos en B/)
Vaca	2		1		
Caballo	1				
Gallina	20		20		
Pato	5		No Sabe		
Loro	1		No Sabe		
Palomino	2				

Figura 3-7. Producción de Árboles en la Finca

Inventario				Usos			
Especie	Número Total	Total (ha)	Venta	Usos	Volumén Total	De Dónde?	
Laurel	26	-		Leña	14 Has/mes		
Pino	32	-		Cerca	150 matas		
Teca	15						
Balo	65						

**Figura 3-8. Identificación de los Problemas de la Finca**

Actividades para la Producción	Problemas principales que se encuentran en la Producción	Prioridad
Limpieza de Tierra	Falta mano de Obra	2
Preparación de la Tierra	Falta de Herramienta	6
Siembra	Falta de semilla	3
Fertilización	Falta de Fertilizantes	1
Limpieza cultivo	Falta mano de Obra	7
Control de plaga	Falta de químico	4
Cosecha	Falta mano de Obra	9
Almacenamiento	Falta técnica	5
Transporte de Producto	No hay carretera buena	10
Venta	No hay cosecha	8

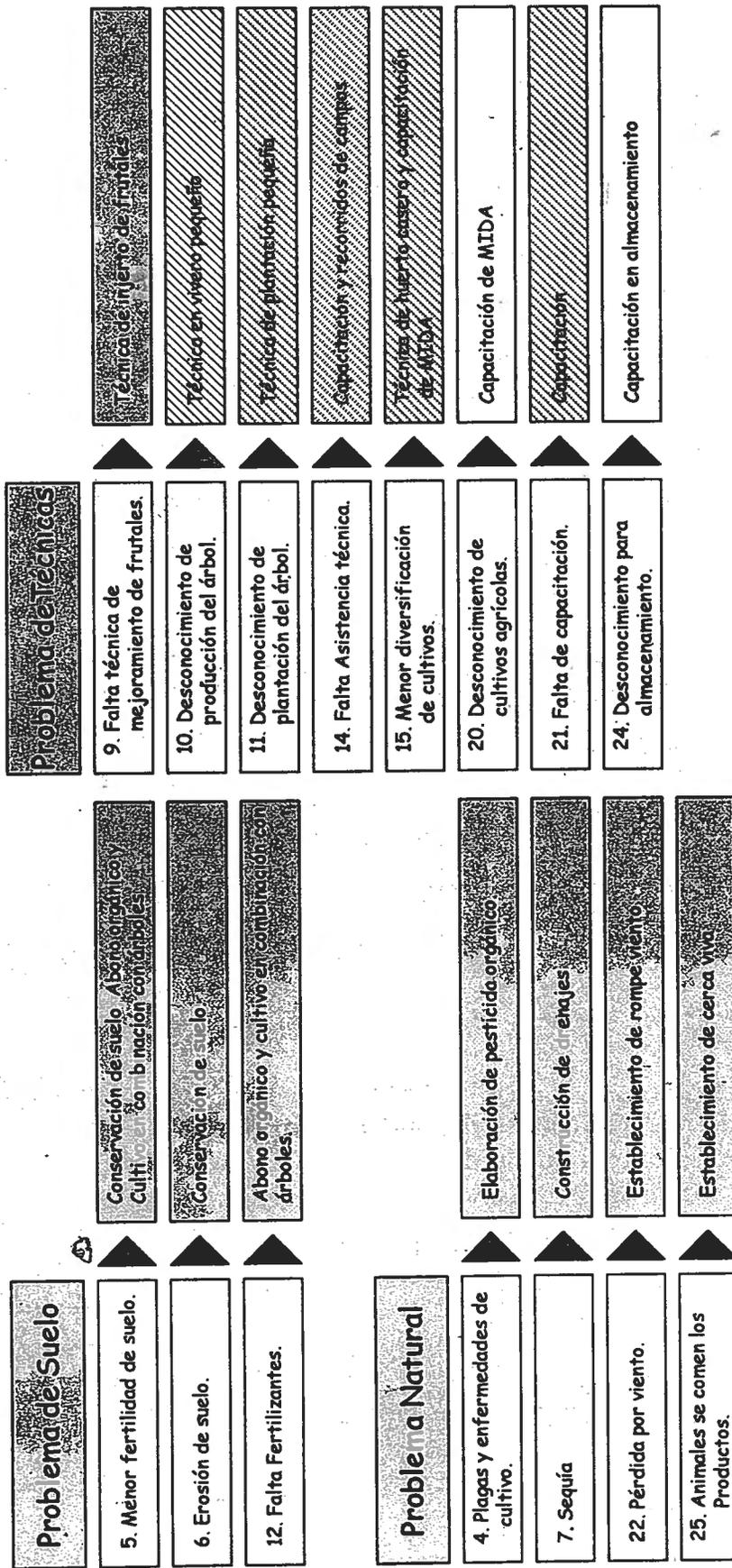
  

Problemas en la Producción	1. 5	2. 1
1. Falta mano de Obra.	3. 6	4. 4
2. Falta de semilla en cantidad.	5. 12	6. 13
3. Falta de semilla mejorada.	7. 5	8. 14
4. Plagas y enfermedades de cultivo.	9. 23	10. 18
5. Menor fertilidad de suelo.	11. 26	12. 2
6. Erosión de suelo.	13. 3	14. 15
7. Sequía.	15.	16.
8. Falta de semillas de los árboles	17.	18.
9. Falta de técnicas de mejoramiento de frutales.	19.	20.
10. Desconocimiento de producción de árboles.	21.	22.
11. Desconocimiento de plantación de árboles.	23.	24.
12. Falta fertilizantes.	25.	26.
13. Falta herramientas.	27.	28.
14. Falta de asistencia técnica.	29.	30.
15. Menor diversificación de cultivos.		
16. Falta maquinaria.		
17. Falta financiamiento agrícola.		
18. Falta de mercadeo.		
19. Falta acceso a mercadeo.		
20. Desconocimiento de cultivos.		
21. Falta de capacitación.		
22. Pérdida por el viento.		
23. Falta de organización comunitaria		
24. Desconocimiento para almacenamiento de productos.		
25. Animales se comen los productos.		
26. Bajos precios de producción.		
27. Menos área de producción.		
28. Sin título de la tierra		
29. _____		
30. _____		

**Figura 3-9. Categorización de los Problemas**

Problema de Suelo	Problema Natural	Problema de Técnica	Problema de Capital	Problema de Mercado
5. Menor Fertilidad de suelo.	4. Plagas y enfermedades de cultivo.	9. Falta técnicas de mejoramiento de frutales.	1. Falta mano de obra.	18. Falta de mercado.
6. Erosión de suelo.	7. Sequía	10. Desconocimiento de la producción de árbol.	2. Falta de semilla en cantidad.	19. Falta acceso a mercado.
12. Falta Fertilizantes.	22. Pérdida por el viento	11. Desconocimiento de la plantación del árbol.	3. Falta de semilla mejorada.	26. Bajos precios de productos.
	25. Animales se comen los productos	14. Falta Asistencia técnica.	8. Falta de semillas de árbol.	
		15. Menor diversificación de cultivos.	12. Falta fertilizantes.	<b>Problema Comunitario</b>
		20. Desconocimiento de cultivos.	13. Falta herramientas.	1. Falta mano de obra.
		21. Falta de capacitación.	15. Menor diversificación de cultivos.	23. Falta de organización comunitaria.
		24. Desconocimiento para almacenamiento.	16. Falta maquinaria.	
			17. Falta financiamiento agrícola.	<b>Otros Problemas</b>
				27. Menos área para la producción.
				28. Sin título de la tierra

**Figura 3-10. Agroforestería y Categorización de los Problemas**



Técnica de injerto de frutales  
 Técnica en vivero postventa  
 Técnica de plantación postventa  
 Capacitación y recorridos de campos  
 Técnicas de huerto casero y capacitación de MIDA  
 Capacitación de MIDA  
 Capacitación  
 Capacitación en almacenamiento

Conservación de suelo. Abono orgánico y Cultivo en combinación con árboles  
 Conservación de suelo  
 Abono orgánico y cultivo en combinación con árboles  
 Elaboración de pesticida orgánico  
 Construcción de drenajes  
 Establecimiento de rompe viento  
 Establecimiento de cerca viva

 : Relacionado Directa con Agroforestería  
 : Relacionado con Agroforestería  
 : Otros

## 4. AGROFORESTERÍA EN LA CONSERVACIÓN DEL SUELO

La producción de granos básicos por el pequeño agricultor es realizada en terrenos con pendientes pronunciadas y generalmente poco fértiles, si agregamos a esta situación la utilización de técnicas inadecuadas de cultivo, la no disponibilidad de insumos (fertilizantes, insecticidas) y asesoría técnica, la producción disminuye año a año, lo que "obliga" al agricultor a buscar otras parcelas para su subsistencia, trayendo como consecuencia la destrucción de nuevas áreas boscosas para el establecimiento de cultivos agrícolas. Donde no hay áreas boscosas ni rastrojos y con el aumento de la población, los productores regresan a las mismas áreas, continuando con el ciclo de tumba y quema haciendo que la producción sea insostenible, porque los bosques ni los rastrojos cuentan con el tiempo necesario para acumular nutrientes suficientes por medio del material vegetativo que se incorpora al suelo, por lo tanto el período para la recuperación de estas áreas es muy corto. Esta situación acelera la degradación de suelo.

Figura 4-1. Preparación Tradicional  
Tumba y Quema

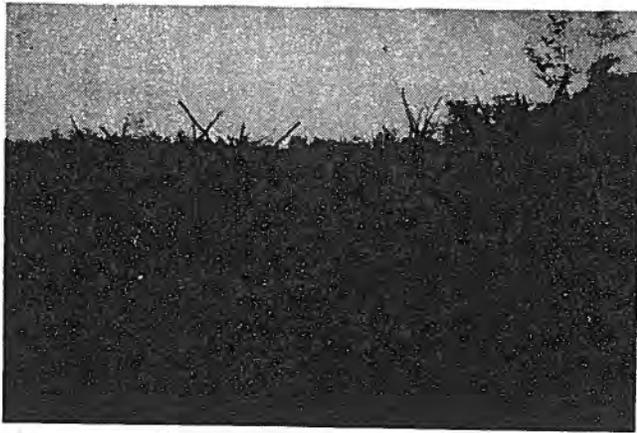


Figura 4-2. Cultivo en el Area pendiente  
sin Protección



En este capítulo, consideramos el proceso de degradación de suelo y las prácticas agroforestales que puede servir.

### 4.1. ¿ Que es la erosión de suelo ? : Factores de la Erosión Física

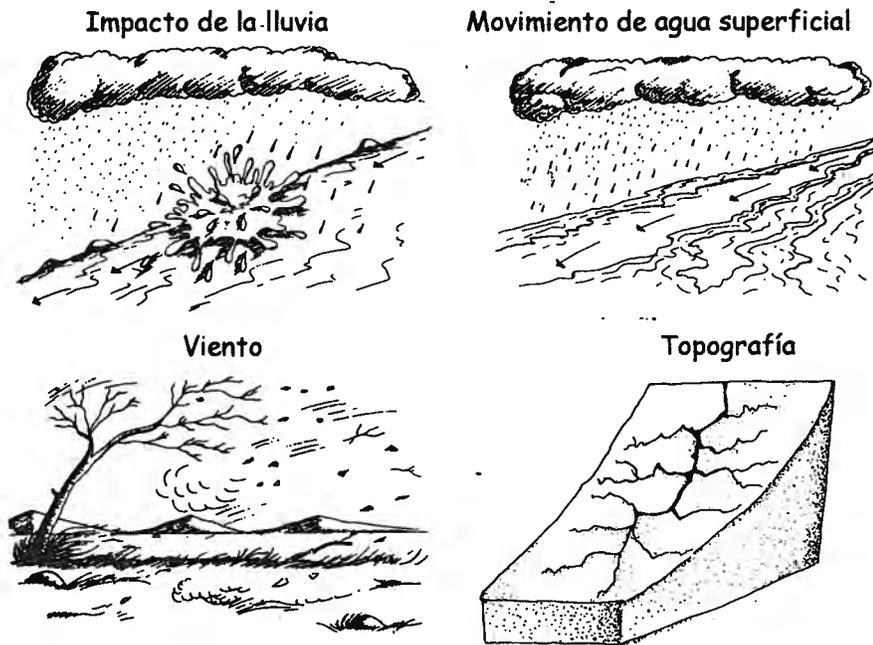
Erosión es un proceso de degradación del suelo, donde ocurre un desprendimiento y arrastre del suelo, ya sea por la acción del agua o por el viento. La erosión de suelos representa una amenaza en todos los aspectos de la productividad de la tierra. También, existe erosión en condición natural en los bosques primarios. Sin embargo, el tiempo de duración de este proceso puede ser acelerado o no por las actividades humanas. La necesidad de producir más está forzando una rápida expansión en la explotación de tierras marginales.

Los factores que causan erosión natural son:

- Lluvia
- Viento
- Movimiento de agua superficial
- Topografía

Los factores se combinan y causan erosión.

Figura 4-3. Los Factores de la erosión



Erosión por efecto de las lluvias. Cuando el agua de lluvia golpea la superficie del suelo, el impacto del agua remueve las particulares de suelo. Es el proceso de erosión predominante en las tierras de pendientes, especialmente donde las lluvias son muy fuertes, el impacto es fuerte y el movimientos de los particulares de suelo más profundo. La agricultura tradicional en este tipo de tierra accidentadas y de lluvias intensas, producen una aceleración en este tipo de erosión.

Fuente: L.U.P.E. y USAID (1994)

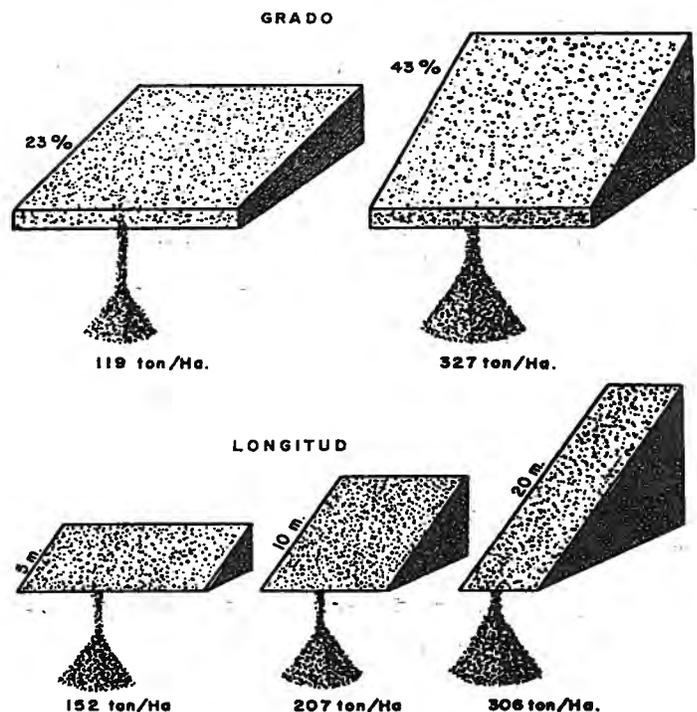
Erosión por efecto del viento: constituye un problema para aquellas regiones donde existen grandes extensiones de tierras planas o no hay obstáculos como rompeviento, donde el viento golpea directamente la superficie del suelo. También, pueden ocurrir en las áreas de pendiente donde la quema es frecuente o el sobrepastoreo deja al suelo desprotegido y expuesto a los vientos.

Además de estos factores, la topografía de la tierra interviene en el proceso de erosión. Una investigación en Colombia, analizó la cantidad de los suelo perdido según el grado de pendiente.

Según el análisis, el grado y longitud de la pendiente, influyen en la erosión ya que estos dos factores determinan la velocidad del agua de esorrentía. A mayor grado de la pendiente aumenta la erosión y a mayor longitud de la pendiente aumenta la erosión.

Un último factor de la erosión es movimiento del agua superficial. Cuando la lluvia cae sobre el suelo y la topografía no permite que el agua corra por sus superficie, no hay arrastre de las partículas del suelo. Entonces, no hay erosión

Figura 4-4. Erosión y grado



Fuente: L.U.P.E. y USAID (1994)

superficial. No obstante, esta situación ocasiona una alta retención de agua en el suelo, ocasionando problemas de drenaje y lixiviación de minerales que limitan la productividad del suelo.

#### 4.2. La Erosión de Nutrientes

En la región tropical, los nutrientes se encuentran en los primeros horizontes o capas del suelo, puesto que allí existe acumulación de materia orgánica que se descompone rápidamente. Estas capas son muy delgadas y frágiles, lo que facilita que se pierda por erosión cuando no hay protección adecuada del suelo. El suelo es recurso limitado, una vez pierden la primera capa, necesita bastante tiempo para volver a recuperarse o probablemente no se recuperara naturalmente.

El suelo puede mantenerse en equilibrio cuando la relación entre el cultivo y su capacidad nutricional es balanceada, o sea la salida, producto de agricultura no excede la disponibilidad de nutrientes que entran al suelo.

El suelo esta formado por partículas que tienen nutrientes y retienen humedad. Cuando ocurre la formación del suelo, las partículas provenientes de la roca al ser desintegrada, contienen los nutrientes que pueden ser aprovechados por cultivos o árboles, los cuales absorben siempre y cuando exista condiciones de humedad adecuada en el suelo. Para el suelo mantenerse fértil debe existir una nueva entrada de nutrientes de materia orgánica o química y humedad.

#### 4.3. Factores de Erosión Humana

Como mencionamos anteriormente, la erosión es un proceso natural, el cual ocurre también en el bosque natural. Sin embargo, el aumento y aceleración del proceso esta dado por factores inherentes a la actividad humana como:

- El cultivar seguidamente sin proteger el suelo.
- Quema continúa.
- Descumbre y disminución de la cobertura del suelo.
- Sobre pastoreo.

Figura 4-5. Perdida de Cultivo por Erosión



Los factores de erosión humana, causan erosión física, como pérdida de suelo, si se cultiva seguidamente en la mismas área de cultivo sin protección.

Si quemas la misma área, el suelo queda descubierto y desaparece, el sol actúa directamente sobre el suelo y causa compactación. Además, la quema elimina muchos bioorganismos del suelo, que tienen la capacidad de fertilizar y dejar espacios de aires entre las partículas del suelo.

El descubre y la disminución de la cobertura del suelo, también provoca erosión. Cuando cae agua de lluvia o el viento golpea con fuerza el suelo, el agua de superficie o el viento se lleva las partículas, que mantienen los nutrientes y la humedad del suelo. Entonces, físicamente ocurre erosión. También, la cobertura vegetal reemplazan los nutrientes mediante el proceso de descomposición.

El factor sobrepastoreo, es el producto de la compactación del suelo a través del peso de los animales, y la disminución de la cobertura vegetal, cuando no hay tiempo para la recuperación.

Todos los factores tienen impactos negativos para el suelo, a través de la pérdida física. Sin embargo, necesitamos considerar la pérdida de nutrientes del suelo, que también provoca erosión.

#### 4.4. Protección del Suelo

Para la restauración de los suelos degradados y aumentar la productividad de forma sostenible se hace necesario un manejo, a través de la protección del suelo, como contra medida a la pérdida física y el mantenimiento del equilibrio del ciclo de entrada y salida de nutrientes. Las medidas consisten en la aplicación de prácticas combinadas que contribuyen a solucionar estos problemas.

Para la ejecución de determinada obra de conservación de suelo es necesario seguir dos acciones:

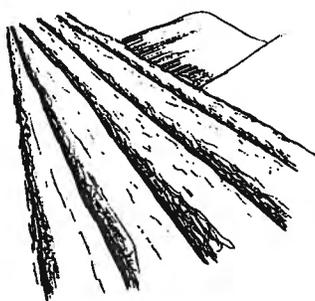
- Conservación física del suelo.
- Mantenimiento del ciclo del nutriente.

Para la conservación física del suelo se debe seguir los siguientes pasos:

1. Se necesita hacer un reconocimiento inicial del terreno.
2. Escoger la obra de conservación más adecuadas para esas condiciones.
3. Construcción y calibración del Nivel A.
4. Ubicación y trazo de la línea madre.
5. Trazo y corrección de las curvas.
6. Ubicación de las prácticas.
7. Protección de las prácticas.
8. Mantenimiento de las prácticas.

Figura 4-6. Preparación y Cultivo: Sin y Con Protección

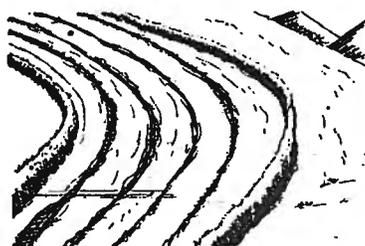
Preparación sin protección



Cultivo sin protección



Preparación con protección



Cultivo con protección



Fuente: Banco Mundial (1995)

Para la conservación física del suelo tiene que seguir las siguientes medidas:

- Producción y aplicación de abonos orgánicos, o cobertura.
- El descanso de la tierra a través de aplicación de abono verde o mejoramiento de los rastrojos.

### **Reconocimiento del terreno**

Para la realización de esta tarea es necesario que el agricultor haga una evaluación de su finca y analice su forma de producción, problemas de degradación de los suelos y baja productividad. En cada plan de manejo debe sugerir soluciones a las limitantes detectadas en el estudio.

Para el cumplimiento se hace necesario hacer recorridos por la propiedad y anotar las condiciones actuales y finalmente hacer un plano sencillo de la finca que incluya los colindantes. En cuanto a la caracterización del perfil del suelo se realiza haciendo un hoyo, donde se pueda ver las diferentes capas y características. Generalmente, un corte de 50 a 75 cm será suficiente para una fácil revisión del perfil y se anotarán características como tamaño de la capa fértil, textura, si existe piedras, arena, limo y el drenaje.

### **Construcción y calibración del Nivel A**

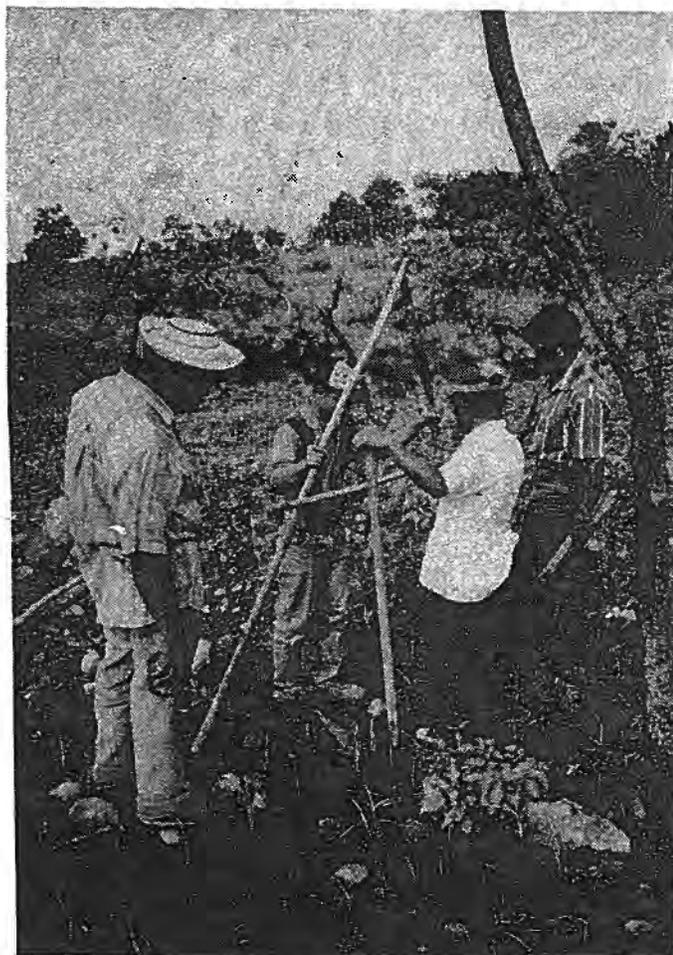


Figura 4-7. Nivel A

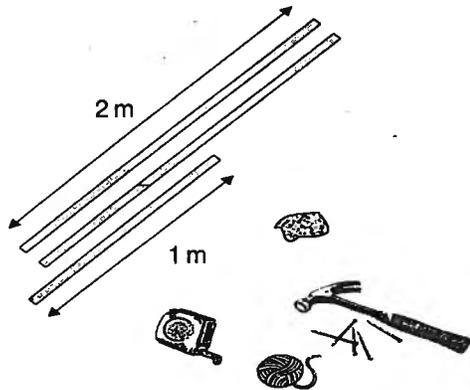
Para desarrollar estas prácticas de conservación de suelo, utilizaremos el *Nivel A*, instrumento de fácil construcción y bajo costo, con el cual se pueden construir obras de conservación de suelos a nivel y desnivel.

Obras a nivel tienen como propósito captar las lluvias que caen en exceso y almacenarla para que se filtren lentamente. El trazado a nivel se recomienda para las zonas de mucha sequía o donde los suelos retienen muy poca agua.

Las prácticas a desnivel tienen como objetivo evacuar las aguas que caen en exceso y dirigir las fuera de la parcela o terreno en forma controlada, mientras se mejora el potencial de infiltración. Se recomienda este trazo para las zonas húmedas, donde existen frecuentes excesos de escorrentía o donde el suelo tenga algunas limitaciones y hay necesidad de drenarlo.

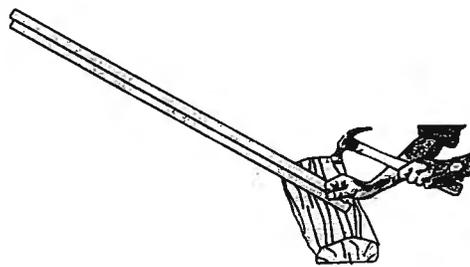
### Materiales necesarios para construcción del nivel A.

- varas rectas de más de 2 metros de largo.
- vara recta de más de 1 metro de largo.
- 1 cuerda de más de 2 metros de largo.
- 3 clavos de 2 pulgadas.
- 1 piedra.

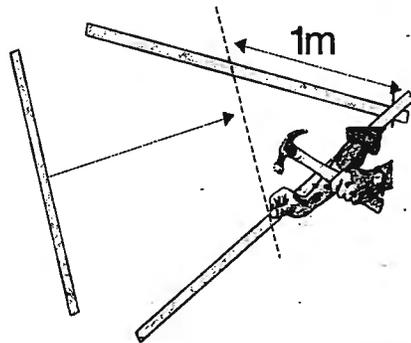


Emparejar los palos que conforman las patas del nivel. Se miden los palos a 2 metros de largo y se cortan.

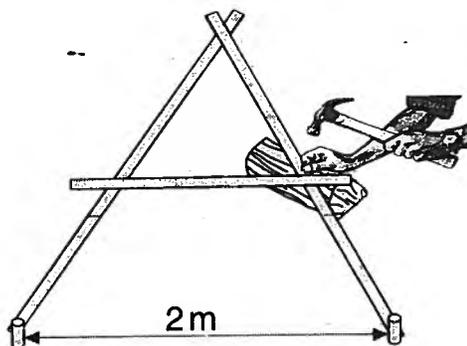
### Pasos para su construcción.



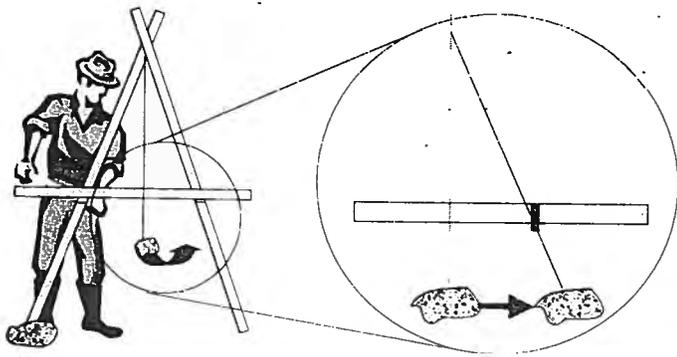
1. Antes de clavar los palos se procede a fijar la abertura de las patas. Se clavan dos estacas sobre un palo o la tierra plana a una distancia de 2 metros con el objetivo de facilitar la calibración del aparato.



2. Se coloca un palo encima del otro y se procede a clavar en un extremo. Este clavo debe quedar a 2 centímetros del extremo de los palos. Es importante dejar la cabeza del clavo un poco afuera, con el fin de amarrar la cuerda de la plomada.

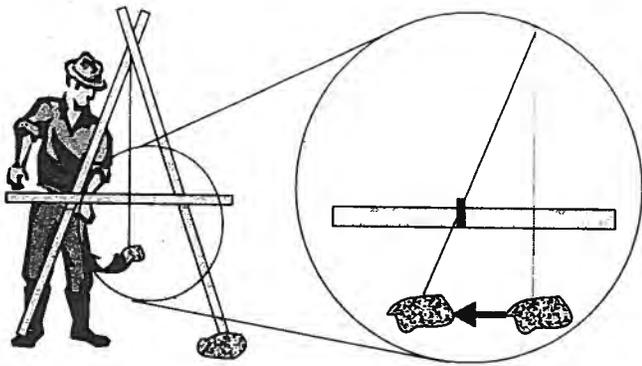


3. Posteriormente se procede a la colocación del travesaño a la mitad de la altura de las patas del nivel, se amarra la cuerda con la plomada .

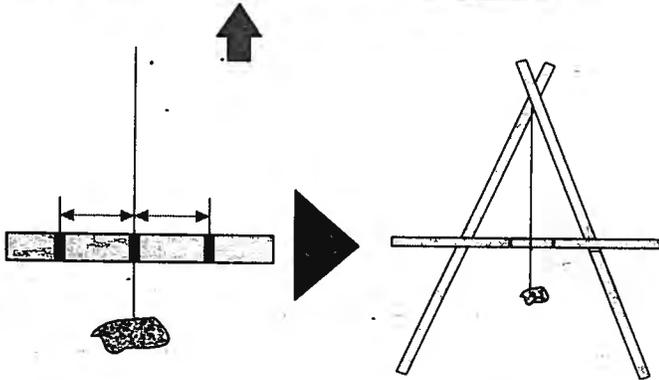


↑ Para lo cual colocamos una piedra y marcamos la ubicación de las patas sobre el suelo. Raye dónde pasa la cuerda sobre el travesaño.

4. Para la calibración se coloca el aparato recto en un terreno inclinado. Con cuidado, se hacen marcas donde las patas tocan el suelo. Se recuesta un poco el nivel para que la plomada quede libre y se procede a marcar sobre el travesaño, posteriormente se le da vuelta al nivel y se hace coincidir las patas con las marcas hechas en el suelo y se marca nuevamente.



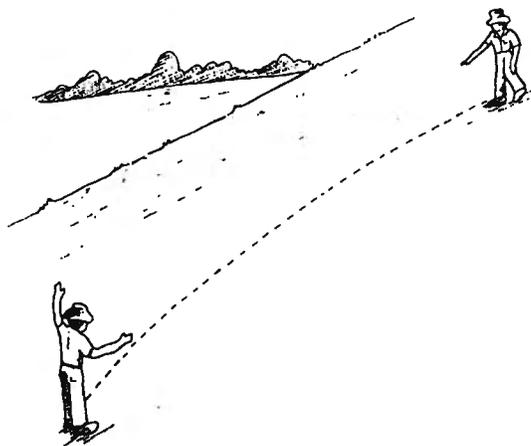
5. Una vez se cuenta con las dos marcas en el travesaño se procede a sacar la distancia entre las dos, siendo esta última marca la indicadora del nivel.



6. Una vez ubicado los dos puntos, marcamos la mitad de la distancia entre las dos rayas, la cual indica el nivel, este vendría a ser el punto 0.

Para la calibración del travesaño a desnivel se ubica el nivel A en un lugar plano, coloque un pedazo de madera de 2cm de grueso debajo de una de las patas y marque donde pasa la cuerda quedando un desnivel de 1 % , con uno de 1 cm se obtiene un ½ % y uno de 4 cm un 2 % . Calibre y marque el travesaño a ambos lados para una mejor utilización.

### 1. Ubicación y trazo de la línea madre



La línea madre debe ser colocada en una parte de la ladera cuya inclinación sea el promedio del resto de las pendientes.

La sección de la ladera seleccionada no debe ser ni la más ni menos inclinada.

### 2. Ubicación de primera estaca



Se procede a colocar la primera estaca en la parte más alta de la ladera.

### 3. Línea madre

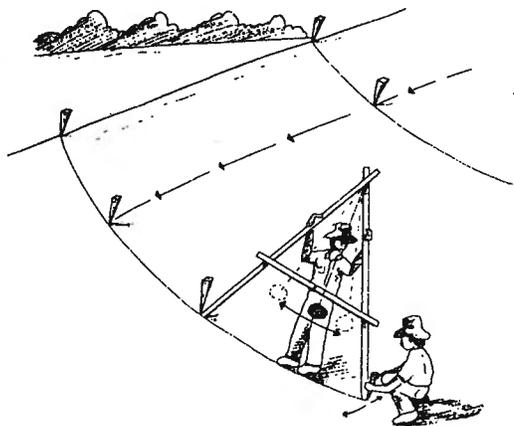


Luego se procede a ubicar el resto de las estacas a dos metros de distancia (tamaño de la abertura del nivel) en intervalos uniformes.

Con estas distancias procedemos a lecturas del nivel hasta el punto más bajo. Una vez apuntado todas las lecturas, se procede a sumar los mismos y el resultado se divide entre la cantidad de pasos hechos en campo, el resultado es el por ciento de pendiente de la parcela.

Una vez apuntado todas las lecturas, se procede a sumar los mismos y el resultado se divide entre la cantidad de pasos hechos en campo, el resultado es el por ciento de pendiente de la parcela.

#### 4. Trazado de las curvas a nivel

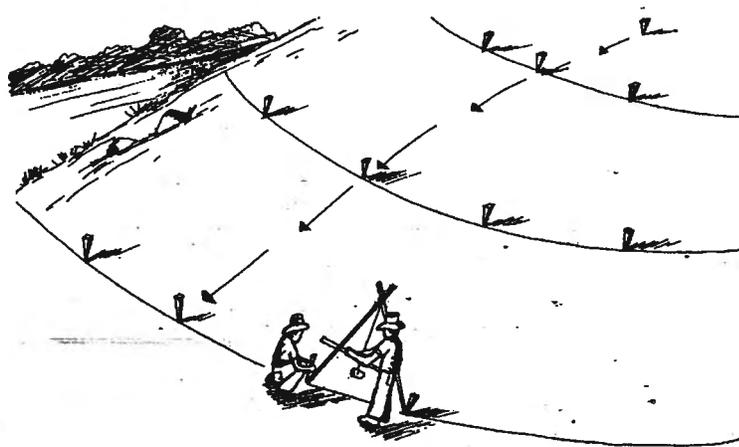


Una vez concluido el trazo de la línea madre se procede a la ubicación de las curvas, para eso tenemos que trasladarnos a la parte superior de la pendiente y nos colocamos en la primera estaca y ubicamos una pata del nivel y la otra la movemos, buscando la posición donde la cuerda caiga sobre el punto de nivel. Se martilla una estaca al lado de abajo de la segunda pata.

Se da media vuelta al aparato, girando sobre la segunda pata. Se busca nuevamente el nuevo punto de nivel y se coloca una estaca al lado de abajo de la primera pata. Siempre dando media vuelta al aparato se sigue colocando estacas hasta completar la línea.

El próximo paso corresponde a alinear las estacas que han quedado muy afuera de la línea debido a la poca uniformidad en el terreno para lo que hay que tener en cuenta.

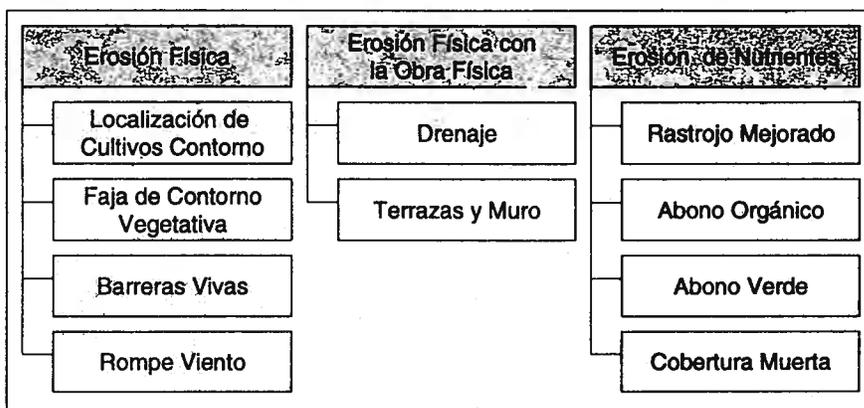
- No mover las estacas de la línea madre.
- No eliminar 2 estacas consecutivas.
- No eliminar más de la mitad de las estacas.



## 5. TÉCNICAS AGROFORESTALES EN LA CONSERVACIÓN DE SUELO

Como se mencionó, la erosión es un proceso natural, y las actividades humanas aceleran este proceso.

Sin embargo, también las actividades de control de la erosión pueden disminuir el proceso de erosión.



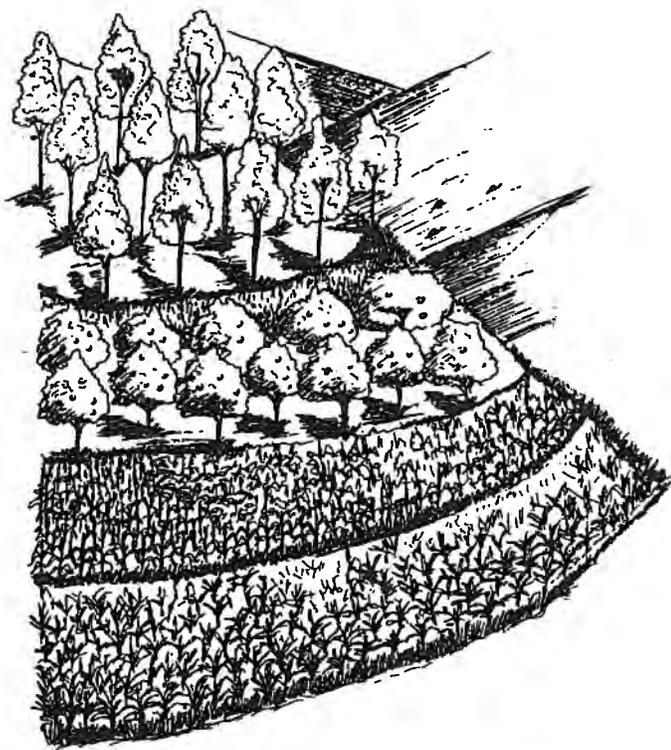
Una vez analizada la información anterior se selecciona la práctica de conservación más adecuada a la situación presentada. Uno puede seleccionar una de éstas práctica, o mezclarlas. La selección depende del sitio, o sitios específico, y de los objetivos del dueño de la finca.

### 5.1. Control de Erosión Física

Donde hay inclinación, se debería aplicar por lo menos una práctica de control de erosión física.

#### *Localización de Cultivos y Cultivos en Contorno*

##### *Descripción*



Esta técnica consiste en orientar las hileras de cultivos siguiendo las curvas a nivel trazadas.

La idea básica de la práctica, es ubicar los árboles en los lugares más sensibles a la erosión y donde hay menos grados de pendiente, cultivar los productos agrícolas anuales.

De esta manera, los productores pueden manejar sus tierra como multi-dimensiones.

##### *Ventajas*

El contorno permite el establecimiento de los cultivos de forma que protejan el suelo contra la escorrentía, erosión y conserven el agua. Por lo general, las fincas marginales son terrenos de pendientes que no se deben usar para el cultivo agrícola. Entonces, el utilizar las áreas marginales para la producción de garantiza un ingreso, como madera o leña a la finca.

Figura 5-1. Localización de Cultivos y Cultivos en Contorno

- El cultivo en curvas a nivel controla la erosión y conserva el agua mediante una mejor infiltración, siempre y cuando se aporquen las plantas formando pequeñas barreras contra erosión.
- No existen surcos en sentido de la pendiente donde se puede canalizar la escorrentía.
- Orientando las hileras de cultivos a través de la pendiente, los tallos funcionan más eficazmente para aminorar la velocidad de la escorrentía en el caso de siembras tupidas.
- El cultivo en curvas a nivel sirve para orientar la siembra en hileras, lo cual facilita la siembra, deshierbe, fumigación y cosecha de los productos.

### *Diseño*

El primer paso para usar esta práctica es hacer un recorrido del campo. Analizar el suelo e inclinación, considerando que tipo de cultivos va a desarrollar y la ubicación de sus cultivos, localice un área donde se deba realizar un control de erosión. Después, realice la práctica del Nivel A y marque el contorno del área. Si construye fajas siga el contorno con vegetación o barreras vivas, las mismas deben hacerse en pendientes menos al del 10%. Si supera el 10% de la pendiente, aplique otro tipo de conservación de suelo.

Figura 5-2. Ubicación de las piedras en contorno



Ubique los árboles en las áreas de mayor pendiente y los cultivo agrícolas en pendientes moderada. Recomendamos utilizar otras prácticas como faja en contorno vegetativa especialmente, trazado de terrazas, barreras vivas, muertas y acequias.

### *Manejo*

El manejo técnico de estas prácticas esta basado en el mantenimiento del contorno anualmente. Se estabilizan las fajas vegetativas el primer año, se puede preparar una guía o patrón para trazar las curvas entre ellas para el siguiente año. El primer año, se debe observar la intensidad de la erosión entre los cultivos. Si no hay cobertura (vegetación) entre los cultivos, el suelo es sensible a la erosión. Se debe poner atención a los drenajes naturales dentro del área de cultivo, para diseñar y construir al menos fajas en contorno vegetativas para que detengan los movimientos superficiales del suelo.

En las áreas limítrofes y de pendiente, se deben colocar los árboles. Se puede emplear árboles frutales para estas áreas. Sin embargo recomendamos utilizar árboles frutales en áreas de menor pendiente, por que las actividades de mantener los árboles frutales y su cosecha pueden provocar un proceso de erosión.

## ***Faja en Contorno Vegetativa***

### ***Descripción***

La faja en contorno vegetativa, es una práctica para controlar la escorrentía, aumentando la capacidad de infiltración del agua, proveerá de materia orgánica al suelo y de leña a los hogares. Las fajas contienen multiestratos verticales de vegetación. Este tipo de multiestrato es una de las mejores práctica de eficiencia y son ecológicamente sólida contra la erosión.

### ***Ventajas***

Las fajas en contorno son fácil de establecer. Si las estas tienen una vegetación densa, la velocidad de las aguas superficiales será menor y las partículas de suelos quedaran en la red de vegetación y residuos. Las fajas también proveerán de materia orgánica cuando se seleccione una especie fijadora nitrógeno, dando beneficios múltiples al suelo. Colocándola en dirección al viento, puede servir como rompe viento. Además, los productores pueden seleccionar las especies útiles (frutales, leña) y valiosas para las fajas a modo de lograrse acceso a este tipo de recurso La utilización de árboles forrajeros, pueden servir como un banco de forraje.

### ***Diseño***

Una línea de vegetación sobre el contorno no es siempre adecuada para controlar la erosión. Por ejemplo, si los árboles están ubicados sobre la línea del contorno, la escorrentía pasará entre ellos y habrá una vía de escape para el agua, y finalmente pérdida de la primera capa del suelo y se formara una cárcava. Entonces, para detener la corriente y atrapar la partículas del suelo, la formación vegetativa debe estar distribuida horizontalmente en forma de red, utilizando vegetación mixta se puede lograr diferentes resultados.

Hay que establecer una línea de gramínea (valeriana), que tiene como característica crecer en forma de cerco denso y permanente, sistema radicular fuerte que penetra hasta tres metros de profundidad, esto le permite capturar las particulares de suelo y darle más consistencia al suelo. Este línea debe estar en el lado de abajo de la faja. En el lado de arriba de la faja, se establecen hileras de árboles utilizando árboles que fijen nitrógeno o frutales que no crezcan tanto y que tengan un ciclo de vida corto.

Figura 5-3. Fajas vegetativas en contorno

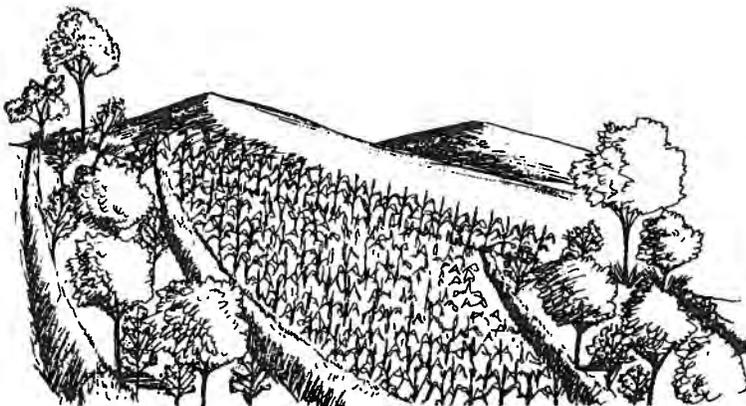


Figura 5-4. Escorrentía entre líneas de arboles en contorno

