



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

AGROFORESTERÍA EN LA CAÑADA
DE CUICATLÁN, OAXACA

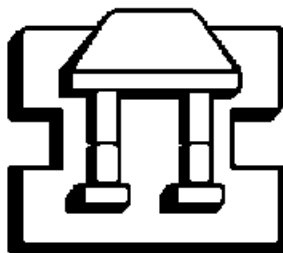
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A:

MARIA DEL CONSUELO VICTORINO LEYVA



F E S
IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS: DR. DIODORO GRANADOS SANCHEZ

TLALNEPANTLA, EDO. DE MEX.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mi querida Madre
Sra. Ana María Leyva Sotelo

A mis hermanos:
José, Silvano, Samuel, Javier, Nohemí y Gema
Por su invaluable apoyo

A mis hijos:
Kismet, Brillo de Luna, Onix, Oxalis, Denet, Irlanda y Ro Linx
Por su presencia, estímulo necesario en mi vida.

A mis pequeñas:
Lindsay, Sydney y la más pequeñita
Por el frescor nuevo que trajeron a mi vida.

A Diódoro
Por los pequeños y grandes momentos compartidos.

A Pablo y Mari
Por su amistad y su apoyo, gracias.

AGRADECIMIENTOS

Un recuerdo inolvidable a mis compañeros de carrera por esas horas de amistad y de trabajo compartido.

A los maestros:

M. en C. Ernesto Aguirre León

Dr. Diódoro Granados Sánchez

Biol. Norma Laura García Saldivar

M. en C. Pablo Ruiz Puga

Por su dedicación en la revisión del presente trabajo.

Mi más profundo agradecimiento a la UNAM por permitirme conocer una ventana a horizontes más amplios.

INDICE

Introduccion

Objetivo General

Objetivo Particular

Antecedentes

MARCO TEORICO

Clasificacion de Sistemas Agroforestales

Micorrizas

Sistemas Integrados

JUSTIFICACION

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

METODOLOGIA

Fase de Campo

Fase de Gabinete

Sistema agroforestal limon-cultivo anual

Sistema agroforestal limon-guaje cultivo anual

Cercos Vivos

Cortinas Protectoras

Huertos Familiares

Sistema agroforestal agrobosque

Estructuracion del perfil fisonomico del sistema agroforestal de recoleccion en la Cañada de Cuicatlan, Oaxaca.

DISCUSION

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE TABLAS

- Cuadro 1. Clasificación de las principales técnicas agroforestales según funciones (CATIE, 1979)
- Cuadro 2. Clasificación de técnicas agroforestales (CATIE, 1979)
- Cuadro 3. Sistemas agroforestales identificados en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca
Sistema agroforestal limón-cultivo anual
- Cuadro 4. Especies utilizadas en la práctica de cercos vivos en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.
- Cuadro 5. Especies utilizadas en la práctica agroforestal cortinas protectoras, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.
- Cuadro 6. Especies utilizadas en los huertos familiares de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.
- Cuadro 7. Época de cosecha de las especies comestibles de los huertos familiares de la Cañada de Cuicatlán, Oax
- Cuadro 8. Especies encontradas en el sistema agrobosque de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.
- Cuadro 9. Valores absolutos, relativos y valor de importancia de las especies que conforman al sistema agroforestal agrobosque, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.
- Cuadro 10. Especies encontradas en el sistema agroforestal de recolección, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca
- Cuadro 11. Época de recolección de especies comestibles del sistema agroforestal de recolección en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.
- Cuadro 12. Valores absolutos, relativos y valor de importancia de las especies que conforman al sistema agroforestal de recolección, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

ÍNDICE DE FIGURAS

| Número | Descripción | |
|--------------|--|--|
| Figura 1. | Diagrama de un sistema agroforestal..... | |
| Figura 2. | Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los tipos de cultivos asociados..... | |
| Figura 3. | Distribución de combinaciones agroforestales en el tiempo..... | |
| Figura 4. | Repartición de las combinaciones agroforestales en el espacio..... | |
| Figura 5. | Sistema integrado de producción estratificada..... | |
| Figura 6. | Sistema Taungya..... | |
| Figura 7a | Sistemas agroforestales simultáneos..... | |
| Figura 7b | Ventajas de un sistema agroforestal simultáneo..... | |
| Figura 7c | Sistema agroforestal simultáneo de árboles con cultivos anuales o perennes y ganado..... | |
| Figura 8. | Sistema agroforestal de cercos vivos y cortinas rompevientos..... | |
| Figura 9. | Nociones de un sistema agroforestal integrado para la producción de alimentos, combustible y forrajes..... | |
| Figura 10. | Estructura horizontal representativa del sistema agroforestal limón-cultivo anual..... | |
| Figura 11a | Árboles asociados y diques para retención de suelo y humedad... | |
| Figura 11b | Estructura horizontal del sistema agroforestal limón-guaje-cultivo anual..... | |
| Figura 12. | Estructura horizontal del sistema agroforestal limón-mango-cultivo anual..... | |
| Figura 13. | Diseño de las cortinas protectoras en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca..... | |
| Figura 14. | Perfil vertical de las especies de mayor valor de importancia de los huertos familiares de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca..... | |
| Figura 15. | Estructura horizontal de un huerto familiar de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca..... | |
| Figura 16. | Estructura vertical del sistema agroforestal agrobosque en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca..... | |
| Figura 17. | Perfil vertical de las especies de mayor valor de importancia del sistema agrobosque en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca..... | |
| Figura 18. | Estructura vertical de la comunidad..... | |
| Figura 19. | Diversos módulos agroforestales que muestran algunas posibles combinaciones que hacen sustentable el manejo de recursos en las zonas rurales de Cuicatlán, Oaxaca..... | |
| MAPAS | | |
| Mapa 1. | Hidrología de la cuenca del Papaloapan..... | |
| Mapa 2. | Plano hidrológico del Valle de Tehuacan..... | |

RESUMEN

“Agroforestería en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca”.

El presente estudio fue realizado en la Cañada de Cuicatlán en el estado de Oaxaca, región caracterizada por la presencia de una vega del río Salado dentro del contexto del clima de trópico seco. Se caracterizaron las tecnologías agroforestales de la región en base a la composición florística, a la estructura fisonómica, a los arreglos espaciales, a las formas de manejo y aprovechamiento en tiempo y espacio así como la tecnología utilizada en estos sistemas. En total para el área estudiada se identificaron 13 tecnologías agroforestales caracterizadas por sus asociaciones, señaladas como unidades productivas.

Para fines de este trabajo los sistemas agroforestales son definidos como el conjunto de técnicas del manejo de tierras que implica la combinación de árboles forestales con cultivos, ganadería o una combinación de ambas. Tal asociación puede ser simultánea en tiempo y espacio, y tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio de rendimiento sostenido. También se debe vincular esta definición de agroforestería con la idea de utilizar los árboles como un componente del manejo global de los recursos del suelo, destinados a satisfacer las necesidades de alimento, energía, cobijo e ingresos a la gente de la región. El sistema debe ser social, cultural y económicamente aceptable, con el objeto de maximizar la producción total a un nivel dado de insumos y minimizar el daño ambiental.

Los usos que tiene el componente arbóreo para los productores regionales, es muy apreciado, se reporta una cantidad considerable de especies según su distribución que son utilizadas por los campesinos de acuerdo a las cualidades que presentan, por lo que las tecnologías agroforestales pueden desarrollarse a futuro.

Se reconoce que la agroforestería es una práctica ancestral, y su presencia en la región obedece a las condiciones ecológicas propias de las zonas áridas, a razones culturales y económicas. En conclusión algunas de las ventajas de estos sistemas agroforestales de la Cañada de Cuicatlán pueden ser puntualizadas: a) aprovechamiento más eficiente del espacio; b) aporte y reciclaje de nutrientes; c) producción de madera, leña, alimentos y forraje; d) mejoramiento de la estructura del suelo y de la captación de absorción de agua; e) el uso más eficiente de los nutrientes y del agua, a diferentes profundidades por plantas con diferentes sistemas radiculares. Finalmente, existe una gran variedad de árboles y de arbustos utilizados de manera muy

diversificada en toda la Cañada de Cuicatlán, sin embargo, sobresalen algunas por sus usos múltiples como *Laeucaena glauca*, diferentes pitayas *Stenocereus spp.*, *Prosopis laevigata* y el componente universal de estos sistemas que es el mango (*Mangífera indica*).

Palabras clave: agrosistema, tecnologías, agrosilvopastoriles, sustentabilidad.

Introducción

El hombre satisface sus necesidades básicas de casa, vestido y alimentación, a partir de los recursos naturales que se encuentran a su alcance. El progreso de la humanidad ha sido la causa directa o indirecta de la destrucción de los bosques. Al principio los bosques ocupaban una gran proporción de la superficie terrestre. Se consideraban superabundantes y podían satisfacer las escasas demandas de la población, sin que su capacidad disminuyera apreciablemente.

Con el aumento de la población vino la necesidad de aprovechar el bosque para abrir nuevos campos a la agricultura y al pastoreo, factores que con el fuego, evitaban la regeneración de las áreas taladas. La creciente demanda de madera y leña completó la destrucción de grandes regiones y en los tiempos modernos, con el perfeccionamiento de los medios de transporte, la explotación de los bosques para la obtención de madera a los mercados ha llevado su destrucción a escala extrema.

La consecuente disminución de los recursos naturales, la necesidad de aumentar la producción de alimentos, la disminución constante de producción de ciertos terrenos agrícolas como consecuencia de un manejo inadecuado, aunado a esto la poca o nula tecnología que se tiene, un nivel cultural forestal pobre, las mismas condiciones naturales adversas, y el poco interés de la población para la conservación de sus selvas ha provocado que las superficies forestales tropicales del país se hayan reducido grandemente.

Por ejemplo, tan solo en México se desmontan unas 500 000 hectáreas anuales (FAO y PNUMAS, 1981-1985); mientras que González-Pacheco (1974) estimó la deforestación en 400 000, y actualmente se considera que una cifra actualizada es de 1 000 000 de Ha, bajo un sistema de agricultura transhumante, para cultivos mecanizados o pastos para la ganadería, que la mayoría de las veces son abandonados al cabo de 3 a 5 años por dejar de ser productivos (Toledo, 1988).

Es importante reconsiderar que el desmonte de grandes extensiones de selvas para la dedicación de otras actividades como la agricultura o la ganadería y su consecuente fracaso, no es una buena opción; por lo tanto, es necesario implementar otras actividades que frenen este proceso y permitan la recuperación de éstas.

Debido a esta situación, es necesario establecer líneas de investigación tendientes a un aprovechamiento más racional de los recursos naturales y en particular de los forestales. En este sentido, se han desarrollado técnicas que integran sobre una misma superficie diferentes modalidades de producción, con el propósito de aumentar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de “rendimiento sostenido”, el cual lo constituyen los sistemas agroforestales o también denominados de uso múltiple.

A pesar de que los sistemas agroforestales de uso múltiple del suelo, han representado desde hace mucho tiempo una actividad importante para muchas regiones, no obstante esto, es uno de los agroecosistemas menos estudiado. El sistema agroforestal se define como un conjunto de prácticas y sistemas de uso de la tierra, ya tradicionales en que son utilizadas especies leñosas (árboles, arbustos) en asociación con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno de manera simultánea o en una secuencia temporal, entendiéndose por sistema: “el arreglo o conjunto de componentes, unidos o relacionados de tal manera que forman una entidad o un todo funcional”. De manera más amplia, un sistema agroforestal es una entidad organizada con el propósito de usar recursos naturales para obtener productos y beneficios agrícolas-forestales, y/o pecuarios.

Las técnicas agroforestales han sido originadas en todas las regiones, en diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales. En regiones con suelos fértiles, los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos, rentables y sostenibles; sin embargo, esas prácticas tienen igualmente un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas que presentan problemas de baja fertilidad y exceso o escasez de humedad de los suelos. También son importantes cuando la falta de infraestructura e ingresos hace que la mayoría de la gente deba satisfacer sus propias necesidades básicas de habitación, forrajes y combustibles.

La agroforestería ha sido asociada (en el contexto del desarrollo rural) a la economía de subsistencia. De ahí que fuera diseñada bajo el esquema de uso tradicional del recurso (uso de especies nativas y exóticas de utilidad directa para el campesino), baja inversión, mano de obra familiar y/o comunitaria, escasa o nula aplicación de insumos, mínima mecanización, predios pequeños de economía de subsistencia (Economía Campesina) donde solo se produce para el autoabastecimiento, en donde de lograr una sobre producción se destinará al mercado.

Este trabajo tiene el propósito de estudiar la estructura y funcionalidad de los sistemas agroforestales de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca, así como describir las condiciones ecológicas en las cuales se desarrollan estos, los usos e importancia, en el aprovechamiento que proporcionan para las comunidades humanas de la Cañada.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Describir la estructura y función de los sistemas agroforestales, presentes en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca, considerando su estructura fisonómica, composición florística, y usos e importancia de las especies.

Objetivos Particulares

- a) Estudiar de manera general los procesos productivos y prácticas culturales que se le proporcionan al sistema agroforestal que permitan su clasificación.
- b) Describir las condiciones ecológicas en las cuales se desarrollan.
- c) Usos e importancia, en el aprovechamiento que proporcionan para las comunidades humanas de la Cañada.

Antecedentes

Existe un gran número de conceptos acerca de lo que son los sistemas agroforestales, así como de términos que generalmente hacen referencia a lo mismo siendo alguno de estos: técnicas agrosilvopastoriles, agrosilvicultura y combinaciones agrosilvopastoriles (FAO, 1976). Algunas definiciones encontradas; Bene et al., (1977) define, como término agroforestal un sistema de ordenamiento de suelos, según el principio de rendimiento sostenido, el cual permite aumentar la producción total y combinar simultáneamente o de una manera escalonada los cultivos agrícolas, forestales y/o pecuarios aplicando las prácticas que son compatibles sin las limitaciones culturales de la población local.

Cannell, (1989) refiere a la agroforestería como un sistema de uso de la tierra en el cual las especies arbóreas perennes y los cultivos herbáceos crecen juntos en forma mixta, espacial y/o secuencialmente, con o sin animales, y prevé mayores beneficios para el uso de la tierra que en los casos de la agricultura o la silvicultura aisladas. Asimismo, Kidd (1992) indica que la agroforestería o sistemas similares involucran una asociación deliberada de árboles perennes con cultivos anuales y otros componentes biológicos, en forma simultánea o secuencial.

Contant (1989) dice que la agroforestería implica la utilización de sistemas de uso de la tierra que incluyen el uso de árboles y arbustos en combinación con cultivos alimentarios o pasturas y ganado, diseñados para optimizar la generación de productos útiles y mantener o incrementar la productividad del suelo. Los sistemas agroforestales comprenden componentes arbóreos y no arbóreos que crecen en estrecha asociación. Su objetivo es la maximización del rendimiento en el largo plazo de los productos que se desean obtener. El rasgo esencial de estos sistemas es la estrecha interacción, competitiva o complementaria, entre los componentes en sus dimensiones físicas, sus espacios vitales y sus respuestas fisiológicas añade una complejidad adicional que coloca esas asociaciones aparte de los intereses generales tanto de la silvicultura como de la agronomía.

Por el contrario Douglas (1976), considera agrosilvicultura, como todo cultivo de plantas y levante de animales que forman parte de un solo ciclo biológico considerando cada unidad de una explotación como un todo. De las Salas (1979) se refiere que es un agroecosistema en donde se supone el aprovechamiento simultáneo pero no antagónico de la mayor parte posible de los componentes del sistema.

Mientras que para otros los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal (López, 1990).

Hart (1980) lo define como un arreglo o conjunto de componentes, unidos o relacionados de tal manera que forman una entidad o un todo. Define un sistema agropecuario o agroforestal como un diseño físico de cultivos y animales en el espacio o a través del tiempo; funcionalmente, es una unidad que procesa ingresos tales como la radiación solar, agua, nutrientes, y produce egresos tales como alimentos, leña y fibras (Fig. 1).

Nair (1984) señala que la agroforestería implica la combinación de árboles, en el espacio o en el tiempo, ya sea con los cultivos agrícolas, con ganadería o con los dos a la vez, a fin de obtener un sistema de producción estable que beneficie a la población rural.

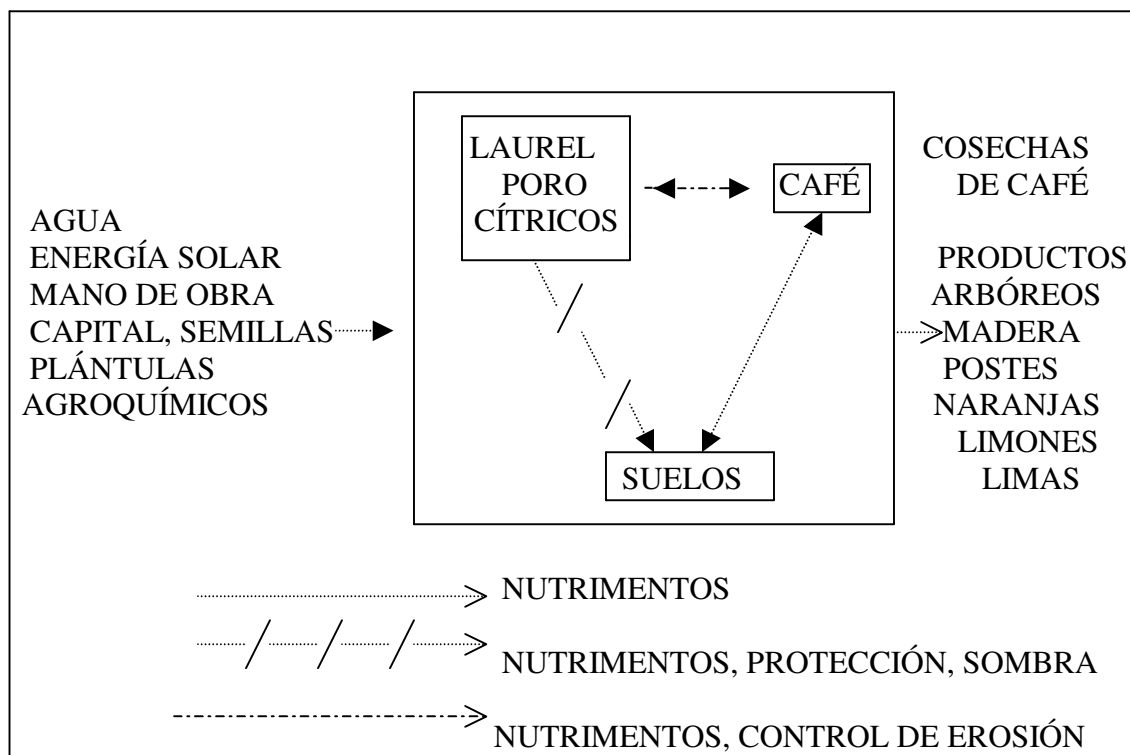


Figura 1. Diagrama de un sistema agroforestal (Nair, 1984).

Vera (1991) considera que la definición más correcta de sistemas agroforestales es la que aporta Lundgren (1982), quien menciona que es “un término colectivo que abarca los sistemas y tecnologías para el aprovechamiento de la tierra, en la cual se combinan especies leñosas perennes con cultivos herbáceos y/o animales en la misma unidad de gestión, en alguna forma de distribución espacial o secuencia cronológica”.

Estos son solo algunos ejemplos de definiciones encontradas y que se podría continuar mencionándose muchas más, pero que en términos generales, estas coinciden en: un uso óptimo del suelo, la aplicación del rendimiento sostenido y la utilización de los recursos naturales renovables para fines de uso múltiple.

Numerosas han sido las investigaciones sobre sistemas agroforestales que se han realizado en diferentes partes del mundo. En México, la agroforestería es una disciplina poco desarrollada, existen algunas investigaciones desarrolladas con el tema, en sistemas silvoagrícolas el más conocido es el sistema Taungya desarrollado en Escárcega, Campeche, donde se probaron las especies *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Cordia dodecandra*, combinando maíz en los primeros años (Pérez, 1991).

Fuentes (1979) menciona que en los sistemas agrícolas de producción de café en Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, etc., es característico encontrar árboles de sombra utilizando especies del bosque natural, aunque existen cafetales que tienen pocas especies como leguminosas (*Inga sp*), las especies frutícolas (*Manilkara zapota*, *Persea americana*, *Citrus sp*, etc.). Por otra parte, Chavelas (1979) menciona que en el estado de Quintana Roo se establecieron desde 1979 módulos de uso múltiple, donde el objetivo es combinar actividades agrícolas, frutícolas, pecuarias, apícolas y forestales en una misma superficie, para aumentar la producción y productividad.

Hinojosa (1980) realiza un proyecto para el establecimiento de cortinas rompevientos en San Fernando, Tamaulipas. En el trabajo se presenta una metodología para su establecimiento señalando su estructura física, espaciamientos, selección de especies, preparación del terreno, esquema de plantación, mantenimiento y costos del proyecto. Sala (1980) afirma que el laurel (*Cordia alliodora*) es una especie factible de ser utilizada en sistemas silvopastoriles de diversas latitudes, ya que se distribuye desde

México hasta Brasil, y además de asociarse con ganado también se puede mezclar con cultivos agrícolas o en plantaciones puras.

Marroquin (1981), en su trabajo sobre zonas áridas de México señala que la gobernadora (*Larrea tridentata*) representa un recurso de suma importancia como forraje y usos farmacológicos. Donde el principal problema es el contenido de resina, lo que impide en gran escala su uso forrajero. Por su parte, SARH (1981) refiere que en cuanto a aspectos nutricionales, digestivos y otras cualidades, se ha encontrado que el nopal (*Opuntia sp*) reúne buenas características para ser usado como forraje, tanto para bovinos como para caprinos y ovinos.

En otro estudio realizado por García (1983), en Comalcalco, Tabasco, encontró 40 especies que son utilizadas como sombra para el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*), mencionando las ventajas y desventajas que estas tienen para proporcionar sombra, así como otros usos potenciales que tienen en esa región

Rojas (1983), para zonas áridas indica que la yuca o palma china (*Yucca valida*, *Y. schidigera*), contribuye al control de la erosión, retiene el agua, incorpora materia orgánica al suelo, proporciona sombra, alimenta al hombre y al ganado y se obtiene una gran cantidad de productos mediante su industrialización. Mientras que González (1983), subraya la importancia de la candelilla (*Euphorbia antysifilítica*) para la producción de cera, que una vez terminado el proceso de extracción de la cera, la planta es considerada esquilmo para la alimentación del ganado. Igualmente, Pando (1983) indica que la *Nolina sp* es un recurso forestal no maderable de zonas áridas que es utilizado como forraje al ser desfibrilada.

Alavez (1983) realizó un estudio preliminar de cercos vivos en Teapa, Tabasco, con el objetivo de conocer las especies más usadas como cercos vivos en potreros, describir su manejo y conocer las ventajas económicas de su uso dentro de este agrosistema. Quintana (1986), trabajando en 45 huertos familiares de Huimanguillo, Tabasco, encontró 291 especies útiles de las cuales 55 (18%) son árboles y de ellos solo 4 especies se detectaron para uso comestible. López (1987) presenta un trabajo en el que se enlistan las especies arbóreas más utilizadas como sombra en cada uno de los municipios de Tabasco.

En otro trabajo realizado por Gómez (1988), describe los sistemas agroforestales del Valle de Tecomán, Colima; Coahuayana, Michoacán, mencionando que las especies maderables más importantes asociadas a cultivos de coco (*Cocus nucífera*), plátano (*Musa sp*), limón (*Citrus aurantifolia*), mango (*Manguifera indica*) y pastos son: parota (*Enterolobium ciclocarpum*), chicozapote (*Manilkara zapota*), cóbano (*Swetia humilis*), cedro (*Cedrella odorata*), jabillo (*Ura poliandra*), rosamorada (*Tabebuia rosea*), primavera (*Roseadendron donellsmithii*) y granadillo (*Platymiscium trifoliatum*). En este mismo estudio se reportan como especies más comunes en cercos vivos inducidos y tolerados a: cacahuanance (*Gliricidia sepium*), palma de coco (*Orbignia guacoyule*), chicozapote (*Manilkara zapota*), cóbano (*Swetia humilis*), camichín (*Ficus padifolia*), cirian (*Crescentia alata*), cedro (*Cedrella odorata*), cascalote (*Caesalpinia corearea*), palma de coyul (*Acrocumia mexicana*), colorín (*Erythrina americana*), ciruelo cimarrón (*Spondia purpúrea*), huizache (*Acacia farnesiana*), parota (*Enterolobium ciclocarpum*), guanábana (*Annona muricata*), plátano pera (*Musa paradisíaca*), cuirirndo (*Licania arbórea*).

Maldonado (1989), en su trabajo sobre botánica económica del Ejido Vicente Guerrero, en Teapa, Tabasco, ofrece una lista de las especies arbóreas más utilizadas como sombra para cacao y café, entre estas están: cocoite (*Gliricidia sepium*), madre de cacao (*Erythrina glauca*), mango (*Manguifera indica*), naranja (*Citrus cinensis*), cedro (*Cedrella odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), bojon (*Cordia alliodora*), aguacate (*Persea americana*), chelele (*Inga leptolada*), entre otras. Este mismo autor reporta a cocoite (*Gliricidia sepium*), madre de cacao (*Erythrina glauca*), chipilcoite (*Diphysa rubinoidens*) y zapote de agua (*Pachira acuatica*) como las especies más utilizadas para cercos vivos. Por otra parte, López (1990) demuestra que en zonas áridas (Desierto de Chihuahua), también existen sistemas agroforestales. Encuentra que se aprovechan varias especies como cercos vivos y árboles asociados a la agricultura, aprovechando especies de las familias cactáceae y leguminosae principalmente.

Pérez (1991) estudia los sistemas agroforestales de Tabasco, encontrando las siguientes asociaciones de árboles con pastos: 1) Bojon (*Cordia alliodora*) con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y gramas naturales en lomeríos de Teapa, 2) maculis (*Tabebuia rosea*) con gramas naturales y *Erithyina polystachia* en áreas bajas inundables, 3) sauce (*Salix*

chinensis) con gramas naturales en áreas bajas inundables, 4) tinto (*Haematoxylum campechianum*) con gramas naturales, *Cynodon nlemfuensis* y *Eritrina polystachia*, 5) chucum (*Leguminosae*) con gramas naturales, 6) corozo (*Schellea liebmani*), guano (*Sabal sp*) con gramas naturales y *Cynodon sp* en sabanas y áreas bajas inundables, 7) coco (*Cocus nucífera*) con pasto estrella (*Cynodon sp*), *Echinochloa sp* en condiciones de planicie, 8) *Quercus oleoides* con gramas naturales en sabanas, 9) *Spondias sp* con gramas naturales en zonas planas y lomeríos, 10) *Byrsonima crasifolia*, *Crescentia kujete*, *Curatella sp*, *Anacardium sp*, *Guazuma ulmifolia* con gramas naturales en sabana. En este mismo trabajo, los sistemas de cercos vivos encontrados son: 1) asociación de *Gliricidia sepium* con *Pennisetum purpureum*, *Paspalum sp*, *Cynodon sp*, en lomeríos y zonas no inundables, 2) chilpicoite (*Diphysa robinoides*) con *Paspalum sp*, *Cynodon sp*, en lomeríos y planicies no inundables, 3) *Tabebuia rosea* con gramas naturales y *Echinochloa polystachia* en áreas bajas inundables, 4) *Tabebuia rosea*, *Pachira acuatica* con *E. polystachia* en áreas bajas inundables, 5) *Salix chinensis* con gramas naturales y *Erithryna polystachia* en áreas bajas inundables, 6) *Haematoxylum campechianum* con gramas naturales, *E. polystachia* en áreas bajas inundables, 7) *Ficus sp*, *Gliricidia sepium* y *Bursera simaruba* en lomeríos y planicies semi inundables, entre otras.

Respecto a sistemas silvoagrícolas para sombra en cacaotales y cafetales en Tabasco, Pérez (1991) encontró: hule (*Hevea brasiliensis*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*); samán (*Pithecellobium saman*) y cacao (*Theobroma cacao*); chipilcoite (*Diphysa robinoides*) y cacao; cocoite (*Gliricidia sepium*) y cacao; mote (*Erithryna sp*) y cacao; entre otras. Lagunas (1992) realiza estudio de caracterización del huerto familiar en Tlacotepec, Morelos, para conocer su potencialidad, ecología, estructura, manejo, uso y diversidad de especies.

MARCO TEÓRICO

Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Es importante destacar que los sistemas agroforestales son muy variados y flexibles, y que no existe una clasificación única, en la cual basarse. Sin embargo, se han llevado a cabo diferentes clasificaciones, tomando en cuenta algún aspecto o característica como son los siguientes: según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas prevalecientes, OTS (1986).

Existe una clasificación hecha por la Oficina de Evaluación de Tecnología de los Estados Unidos (Office Technology Assessment, 1984) se basa en la escala y en los objetivos de la producción; los sistemas agroforestales son clasificados ahí en sistemas comerciales, de subsistencia e intermedios. En cada categoría se discuten las características ecológicas más relevantes de los sistemas incluidos.

Nair (1985) en su clasificación considera los aspectos estructurales y funcionales como base, para agrupar los sistemas en categorías. De tal forma que su clasificación es dinámica y no meramente descriptiva.

Combe y Budowski (1979) proponen una clasificación en donde se abarcan tres niveles.

1. Clasificación según los tipos de cultivos asociados.

Se propone un primer nivel de clasificación en función de los tipos de cultivos asociados en los diferentes sistemas (Fig. 2).

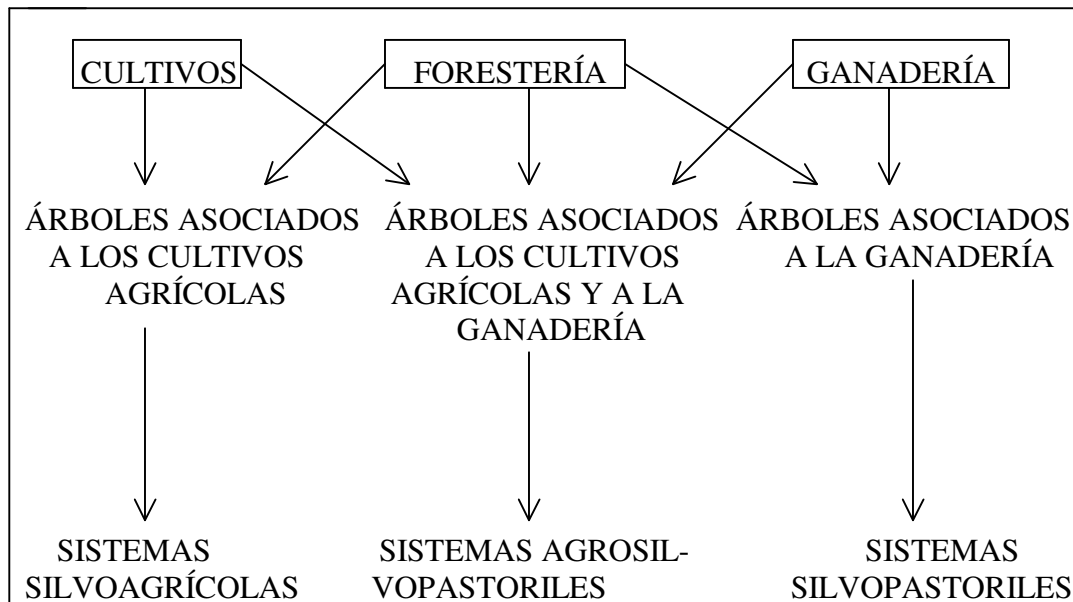


Figura 2. Clasificación de sistemas agroforestales en función de los tipos de cultivos asociados (CATIE, 1979).

2. Clasificación según la función principal de la componente forestal.

Se propone un segundo nivel de clasificación según la función que asume la componente forestal en el sistema. Entendemos por esto el objetivo principal que ha motivado la introducción de esta componente en un medio que no es forestal. Las funciones principales identificadas son: producción, protección y servicios (Cuadro 1).

En lo referente a esta clasificación (Cuadro 1), los sistemas agroforestales no se incluyen. Esto se debe al hecho de que estos son mucho más complejos, debido al gran número de combinaciones posibles hacen difícil su evaluación.

De manera general, estos sistemas están caracterizados por una estrecha combinación de objetivos. La componente forestal ejerce tanto una función productora como protectora. Se ordenaron las técnicas agroforestales según la función principal de la componente forestal, estas son generalmente

combinadas y varían con el tiempo. Estos componentes pueden tener funciones iguales o distintas.

Cuadro 1. Clasificación de las principales técnicas agroforestales según funciones (CATIE, 1979).

| FUNCIÓN PRINCIPAL | SISTEMAS SILVOAGRICOLAS | | SISTEMAS SILVOPASTORILES | |
|-------------------|---|---|--|---|
| | PRODUCCIÓN | PROTECCIÓN Y SERVICIOS | PRODUCCIÓN | PROTECCIÓN Y SERVICIOS |
| | AGROSILVICULTURA (MÉTODO TAUNGYA) | CERCOS VIVOS | PASTOREO EN BOSQUE | CERCOS VIVOS |
| | ÁRBOLES DE VALOR ASOCIADOS A LOS CULTIVOS | CORTAVIENTOS | PASTOREO EN LAS REPOBLACIONES FORESTALES JÓVENES | CORTAVIENTOS |
| | ÁRBOLES FRUTALES ASOCIADOS A LOS CULTIVOS | ÁRBOLES PARA LA CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SUELO | ÁRBOLES DE VALOR ASOCIADOS CON LOS PASTIZALES | ÁRBOLES DE SOMBRA EN LOS PASTOREOS |
| | PISCICULTURA EN LOS MANGLARES | ÁRBOLES PARA LA CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SUELO | ÁRBOLES FRUTALES ASOCIADOS CON LOS PASTIZALES | ÁRBOLES PARA LA CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SUELO |
| | | ÁRBOLES SOBRE DISCOS DE ESTANQUES PISCÍCOLAS | ÁRBOLES FORRAJEROS | |

3. Clasificación según la distribución en el tiempo y en el espacio.

Finalmente, en el tercer nivel de clasificación, consideramos la distribución de la componente forestal en el tiempo y en el espacio.

En el tiempo, la combinación de una componente forestal con los cultivos y/o con la ganadería, puede ser temporal o permanente. La combinación es permanente si es mantenida durante una o más rotaciones de la componente forestal, lo cual incluye la renovación continua del cultivo asociado; es

temporal, si dura menos de una rotación de la componente forestal. Esta combinación puede repetirse varias veces (Figura 3).

En el espacio la combinación puede ser regular (homogénea) o irregular (heterogénea). Es regular si la componente forestal se halla mezclada entre el cultivo agrícola. Esto incluye tanto la regeneración natural como la plantación de árboles frutales.

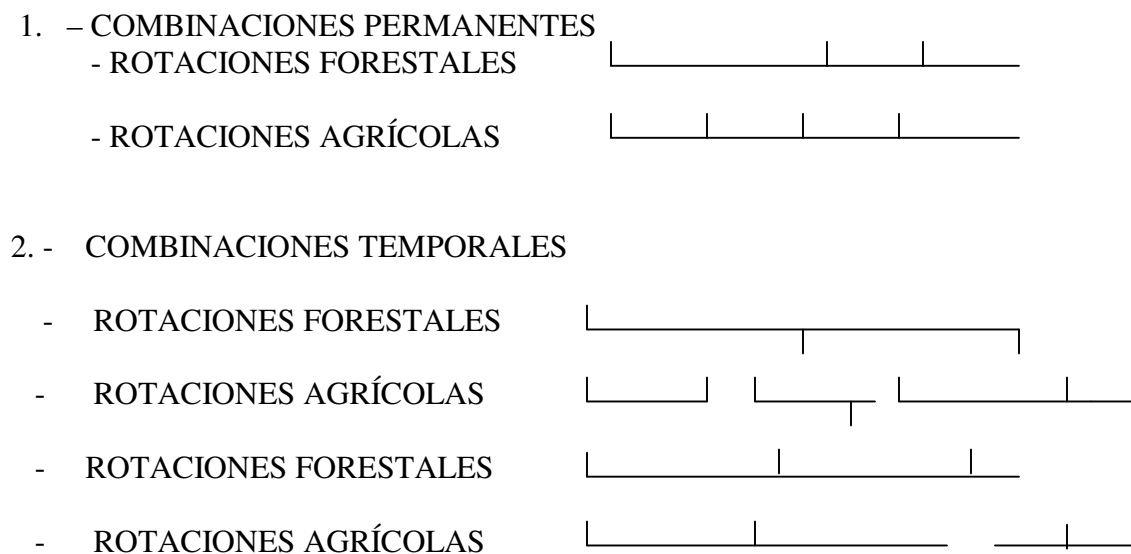


Figura 3. Distribución de combinaciones agroforestales en el tiempo. CATIE (1979).

Es irregular si la componente forestal está situada al costado o alrededor del cultivo agrícola con el cual está en relación, en el caso de plantaciones en líneas y bandas (Figura 4).

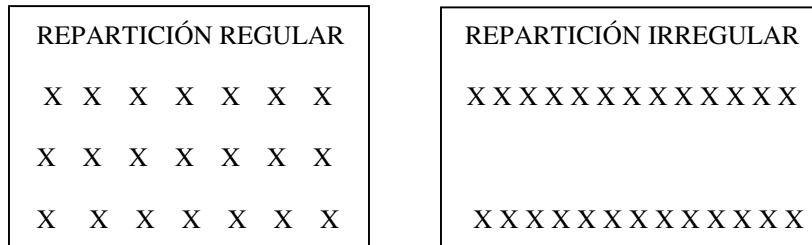


Figura 4. Repartición de las combinaciones agroforestales en el espacio (cada X representa un árbol) CATIE (1978).

Combe y Budowski (1979) discuten varias formas de clasificación de sistemas agroforestales, presentando una lista de las principales técnicas agroforestales, con inclusión de las especies utilizadas. Esta clasificación general se basa en los productos a obtener y el tipo de combinaciones entre los componentes.

Los tres niveles de clasificación de técnicas agroforestales se encuentran representados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de técnicas agroforestales (CATIE, 1979).

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. TIPOS DE CULTIVOS ASOCIADOS | ÁRBOLES Y CULTIVOS, SISTEMAS AGROSILVÍCOLAS | | | | ÁRBOLES, CULTIVOS Y GANADERÍA, SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES | | | | ÁRBOLES Y GANADERÍA, SISTEMAS SILVOPASTORILES | | | |
| 2. FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA COMPONENTE FORESTAL | PRODUCCIÓN - PROTECCIÓN Y SERVICIOS | | | | PRODUCCIÓN – PROTECCIÓN + SERVICIOS | | | | PRODUCCIÓN – PROTECCIÓN + SERVICIOS | | | |
| 3. DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO | T | P | T | P | T | P | T | P | T | P | T | P |
| REGULAR | | | | | | | | | | | | |
| REPARTICIÓN EN EL ESPACIO | | | | | | | | | | | | |
| IRREGULAR | | | | | | | | | | | | |
| T = TEMPORAL P = PERMANENTE | | | | | | | | | | | | |

En los sistemas agroforestales OTS y CATIE (1986) presentan una clasificación basada en el tipo de componentes incluidos y la asociación (espacial, temporal) que existe entre los componentes. Esta clasificación es descriptiva, al nombrar cada sistema, además de los componentes, se obtiene una idea de su fisonomía y principales funciones y objetivos. Los sistemas agroforestales que se describen son los siguientes: limón - sandía, limón – melón, limón – jitomate, limón – papaya, limón – maíz, limón – guaje – cultivo anual, limón – mango – cultivo anual, cercos vivos, cortinas protectoras, huerto familiar, agrobosque, de recolección y múltiple (combinación de anteriores).

El inadecuado uso de los recursos naturales fundado en la irracionalidad de su aprovechamiento ha proporcionado una drástica reducción de bienes a la humanidad, los productos derivados del bosque cada vez son más escasos y

difíciles de obtener y/o recolectar, los productos agrícolas y ganaderos enfrentan problemas derivados del mal uso del suelo (erosión, lixiviación, compactación, etc.), que cada vez hacen menos eficientes dichos sistemas y por ello menor producción y redituabilidad, precisa entonces nuevos modelos de uso de la tierra que garanticen su eficiencia ecológica y económica (Pérez, 1991).

De acuerdo con Von Maydell (1984), con el desarrollo de estos sistemas agroforestales se pretende resolver 5 problemas socioeconómicos prioritarios en el proceso de desarrollo rural: 1) garantizar y mejorar las reservas alimenticias para el hombre; 2) garantizar el suministro de energía; 3) suministrar materias primas; 4) mejorar el ambiente; y, 5) mejorar las condiciones económicas de la población.

El efecto positivo que tienen los árboles y arbustos en la estabilización de los ecosistemas agrícolas es obvio. La desertificación, la destrucción de los ecosistemas en bosques lluviosos (la selva lacandona) y pérdida de tierra en regiones montañosas apunta a problemas regionales que solo pueden solucionarse mediante una estrecha y franca cooperación entre los sistemas agrícola, ganadero y agroforestal (Fassbender, 1987).

Finalmente, Neugebauer (1981), citado por Rivera (1989), señala que si bien hasta la fecha las perspectivas de un aprovechamiento forestal por parte del campesino, no distanciaba mucho de la perspectiva de morir de hambre, la agrosilvicultura pretende lo contrario, se constituye en una plataforma que le permite sacar provecho directo y económicamente palpable de la existencia del bosque, pues ofrece la posibilidad de producir alimentos y otros productos, además permite un mejoramiento simultáneo en el abastecimiento de madera, al poner énfasis en la producción de ésta, lo que es aconsejable frente al déficit de ese recurso ya que se puede predecir para el futuro.

Ventajas socioeconómicas de los Sistemas Agroforestales.

Budowski (1981) lista las siguientes ventajas:

- a) Los agricultores obtienen beneficios económicos directamente de los árboles que satisfacen sus necesidades de leña y combustible, postes, pilotes, madera aserrada, frutos, forraje para el ganado, flores para producción de miel, productos medicinales, etc., y no necesita comprarlos o transportarlos de lugares lejanos.

- b) Los árboles que producen madera comercial, constituyen un capital permanente, un seguro contra emergencias en caso de necesidad inmediata de dinero.
- c) Las catástrofes asociadas con un solo cultivo son superadas, particularmente en caso de patrones de lluvias irregulares, fluctuaciones de mercado, brotes de plagas, dificultad en adquirir productos importantes: pesticidas, fertilizantes, maquinaria y partes de repuesto, alimentos concentrados para el ganado, etc.; además el precio de cada producto importado puede ser drásticamente incrementado.
- d) La inversión requerida para establecer el cultivo de los árboles, puede ser consideradamente reducido por los beneficios de los cultivos en etapas tempranas del crecimiento arbóreo; en algunos casos el número de años dedicado al cultivo anual puede ser incrementado si se corta, poda, o emprende una manipulación de la copa superior, y se pueden obtener beneficios económicos (postes, baretas, madera para combustible en las etapas tempranas del desarrollo de los árboles).
- e) La presencia de árboles reduce el costo de deshierbes.
- f) Los árboles pueden ser usados para delimitar la parcela y constituye una protección contra usurpación de la propiedad.
- g) Hay más flexibilidad para destruir la carga de trabajo durante el transcurso del año.
- h) Existe obviamente considerable alcance para mejorar los sistemas estables existentes y crear nuevos sistemas con alta producción en asociaciones de especies con plantaciones deseables (y animales), en espacio y en el tiempo, por medio del trazo y delineado local experimental.
- i) Algunas técnicas permiten cambiar gradualmente de métodos destructivos de uso de la tierra a formas más estables con igual productividad, y
- j) La fauna silvestre puede ser favorecida, la que se puede aprovechar obteniendo proteínas.

Desventajas socioeconómicas:

- a) En algunos casos, sobre la misma área, el rendimiento de los cultivos (o pastos) puede ser más bajo que en los monocultivos; es igual si el valor combinado de los cultivos y árboles es superior, ello puede tomar un número de años para que los árboles adquieran un valor económico.
- b) Puede ser requerida más mano de obra, un factor negativo es cuando los trabajadores son escasos y caros, la mecanización puede ser una mejor alternativa.
- c) La agrosilvicultura a menudo es asociada como sistema de uso de la tierra de la gente pobre, donde se hacen pequeños esfuerzos para mejorar las prácticas agronómicas, como son la selección de variedades mejoradas o el uso de fertilizantes, y hay usualmente una completa negligencia para el control de las plagas. En consecuencia, se dice que muchas prácticas agroforestales corrientes son abandonadas por no estimular a los agricultores, ya que ellos se encuentran asociados con status socioeconómico de pobreza y subsistencia.
- d) En áreas deprimidas, la recuperación económica puede tomar mucho tiempo; por lo tardado del cultivo de los árboles.
- e) En áreas de alta densidad poblacional y escaso recurso de tierra, donde la supervivencia se basa en los cultivos próximos, puede haber una resistencia considerable para la plantación o cuidado de los árboles.
- f) Existe una considerable escasez de personal adiestrado en el manejo o mejoramiento de los sistemas agroforestales existentes, idear nuevos sistemas, e instalar demostraciones de parcelas.
- g) La agrosilvicultura es más compleja y menos conocida que los monocultivos, y hasta ahora puede ser inactiva por los científicos, extensionistas forestales o agricultores con educación agrícola y forestal superior, dado que su diseño experimental, involucra asociaciones complejas y su análisis estadístico es más difícil que en un monocultivo.
- h) hay una falta de conocimientos acerca del número de potencialidades de la agrosilvicultura y esto resulta en una falta de consolidación para planear el uso de la tierra, investigar y extender programas.

Ventajas biológicas de los Sistemas Agroforestales.

Budowski (1981) señala los siguientes aspectos biológicos positivos:

- a) Regulación de la radiación solar entre los diferentes estratos vegetales del sistema.
- b) Desarrollo de un gradiente de temperatura tanto en los componentes vegetales como en el suelo.
- c) Regulación de la humedad relativa del aire.
- d) Disminución del efecto erosivo de las gotas de lluvia y disminución de la erosión.
- e) Limitación del efecto dañino del viento, regulación de la polinización y distribución de semillas.
- f) Disminución de la evaporación del agua del suelo.
- g) Captación de una gran cantidad de energía solar.
- h) Mayor incremento en la productividad (biomasa, materia orgánica).
- i) Utilización adecuada del espacio vertical y del tiempo e imitación de los patrones ecológicos naturales, los cuales son simulados en forma y estructura.
- j) Poseen una gran resistencia contra condiciones adversas, tanto de exceso de lluvias, como de sequías inesperadas.
- k) Las temperaturas extremas son mitigadas, beneficia particularmente a plantas y animales cercanos al suelo.
- l) El daño causado por fuertes vientos y caída de la lluvia en pendientes altas es reducido sustancialmente.
- m) Una gran cantidad de biomasa retorna al suelo como materia orgánica al caerse directamente las hojas, ramas, frutos y flores.
- n) Menos proliferación de malas hierbas porque es menor la luz que alcanza el suelo.
- o) Existe una gran eficiencia en el reciclaje de nutrientes.
- p) Las raíces de los árboles tienden a mejorar la estructura del suelo.
- q) Mejoramiento de la capacidad de absorción del agua en el suelo por medio del cambio en la estructura del mismo.
- r) Reducen la evaporación del agua en el suelo.
- s) La mayor parte de los árboles son capaces de disponer de nutrientes del suelo, a través de micorrizas.
- t) Controlan la erosión.
- u) Las leguminosas fijan cantidades importantes de nitrógeno.

- v) El manejo del estrato arbóreo a través de las podas puede ser una herramienta para controlar la floración o fructificación de cultivos asociados.
- w) Es promovida una gran diversidad de fauna.
- x) Desarrolla una capa de mantillo.
- y) Efectos benéficos debido a simbiosis, alelopatía, depredación, parasitismo y mutualismo.
- z) La diversidad de especies y el arreglo espacial puede impedir la proliferación de insectos. Los paisajes escénicos son bien vistos por la opinión pública.

Las desventajas son:

- a) Existe competencia por luz, lo que puede disminuir el rendimiento y calidad de las plantas del estrato bajo.
- b) Los árboles pueden competir por espacio con las plantas asociadas.
- c) Los árboles compiten por nutrientes con los cultivos asociados.
- d) Hay pérdidas de nutrientes cuando la madera es cosechada, así como pérdidas de semillas.
- e) Los árboles compiten por agua en tiempos de stress hídrico, sobre todo si son perennifolios.
- f) La cosecha de los árboles puede ocasionar daños mecánicos a los cultivos asociados.
- g) La mecanización llega a ser más difícil o imposible.
- h) La manipulación del microrelieve en la superficie del suelo para beneficiar a los cultivos es más difícil o imposible.
- i) La humedad del aire cercano a los cultivos asociados puede incrementarse propiciando enfermedades fungosas.
- j) Las grandes gotas de agua que se colisionan y las gotas de las partes altas de las copas pueden dañar a los cultivos asociados (en floración).
- k) Se puede favorecer la proliferación de animales nocivos.
- l) Algunos árboles tienen efectos alelopáticos sobre los cultivos.
- m) No hay período de descanso del suelo.

Sistemas Agroforestales Secuenciales

En estos existe una relación cronológica entre las cosechas y los productos arbóreos; en estos se incluyen los siguientes:

A) Agricultura migratoria: Este modo de producción comprende sistemas de subsistencia, orientados a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación; ocasionalmente llegan a constituir una fuente de ingresos a través de la venta de excedentes de algunos productos, este constituye el sistema de producción más extendido en las regiones tropicales de Asia, África y América Latina. Existen muchas variedades de estos sistemas desde las más simples hasta muy complejos; este sistema consiste en que el bosque se corta y se quema, y la tierra se cultiva por pocos años; posterior al período de cultivo continúa una fase de “barbecho”, que tiene la función de mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo. La característica esencial de este tipo de uso transitorio de la tierra es la rotación de parcelas, en lugar de la rotación de cultivos (Figura 5). Una definición muy parecida es reportada por la FAO (1982) el cual consiste en cultivar cosechas durante unos pocos años en parcelas desmontadas en áreas forestales, abandonadas después y pasando a cultivar otras.

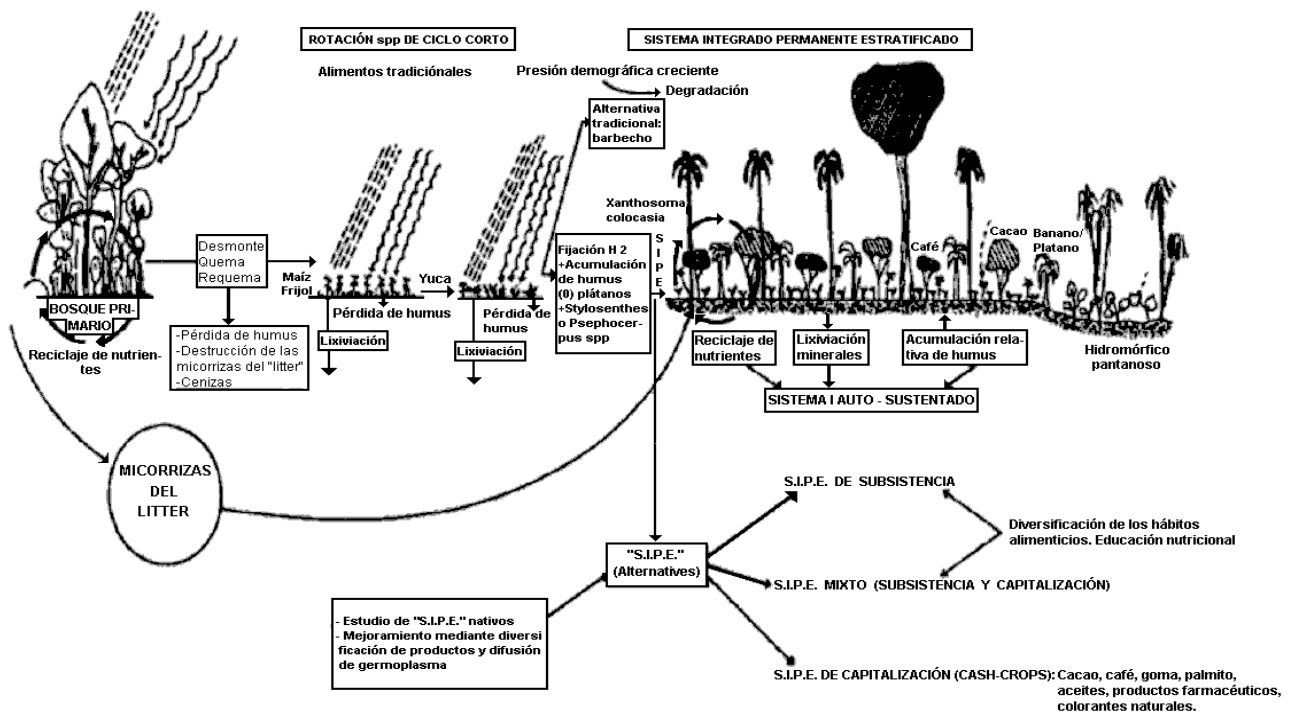


Figura 5. Sistema Integrado de Producción Estratificada (Budowski, 1978)

B) Sistema Taungya

En este ecosistema árboles y cultivos crecen de manera simultánea durante el período de establecimiento de la plantación forestal. La obtención de

madera es normalmente la meta final, aunque los ingresos a corto plazo constituyen una gran motivación para los agricultores. Esta modalidad ha tenido éxito en muchos países como en Birmania, América Latina, África occidental, Trinidad, Puerto Rico y Nigeria, en este último país existen dos tipos básicos de “taungya”: el de “pertenencia” y el sistema “a sueldo” (Figura 6).

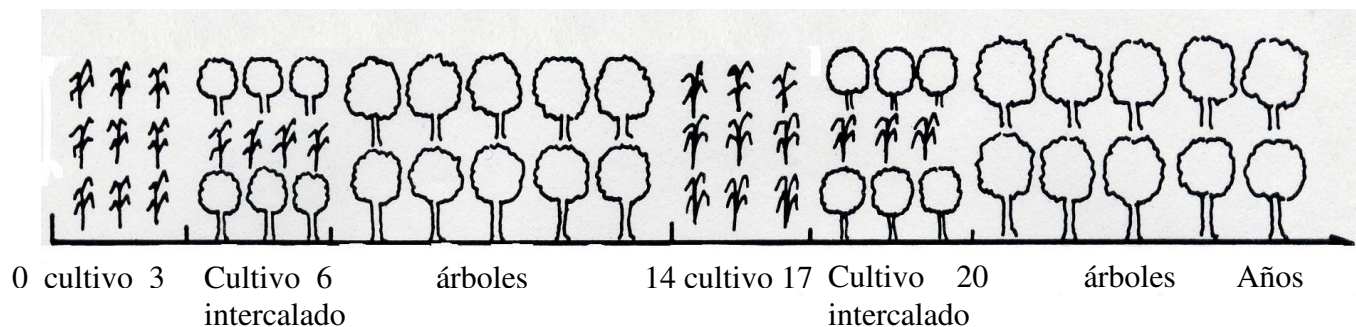


Figura 6. Sistema Taungya (CATIE, 1986).

2. Sistemas Agroforestales Simultáneos.

Esta comprende la interacción directa de los componentes agrícolas, arbóreos o de uso múltiple y/o ganadería que se encuentran en el mismo terreno durante toda la duración del sistema (Figura 7a ,7b y 7c).

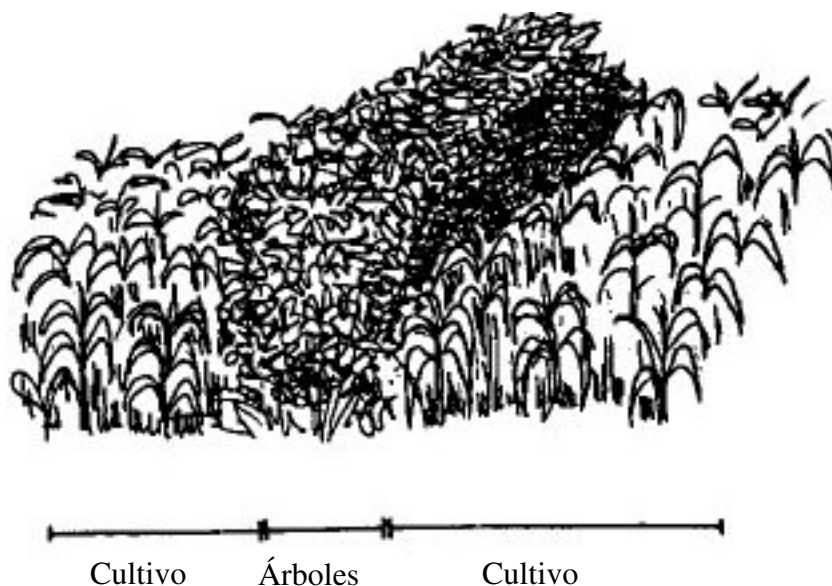


Fig. 7a. Sistemas agroforestales simultáneos (CATIE, 1979).

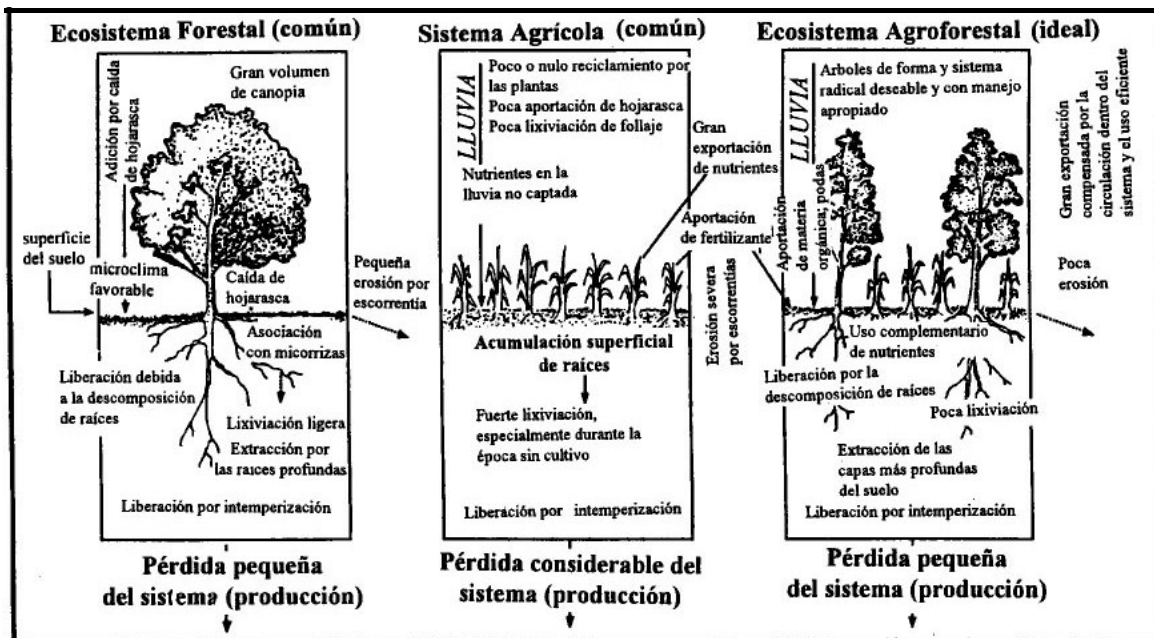


Figura 7b. Ventajas de un sistema agroforestal simultáneo (CATIE, 1979).

A) Árboles en asociación con cultivos perennes. Esta asociación trata de simular las condiciones de un ecosistema natural, en donde el objetivo principal es proporcionar sombra a los cultivos que se encuentran en el estrato inferior con la finalidad de tener mejores condiciones de crecimiento. Los cultivos comerciales de cocoteros, caucho o palma en asociación con los cultivos y plantaciones de árboles maderables con cacao pertenecen a esta categoría. Otra asociación considerada de este tipo, que es común en el este de África son los árboles maderables como *Albizia* y *Grevillea* asociados con el café, que se encuentran en combinación con bananos y frijoles, Poulsen (1979). García (1983) considera el cultivo de los árboles utilizados como sombra de cacao (*Theobroma cacao* L.), ubicados dentro de los sistemas silvoagrícolas en función de diferentes cultivos asociados.

B) Árboles en asociación con cultivos anuales. Las interacciones de los cultivos anuales con el componente arbóreo son similares a las del caso anterior. Estos sistemas se prestan para especies anuales tolerantes a la sombra, tal es el caso de los "cultivos en callejones" desarrollado en Nigeria y consiste en la asociación de árboles (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales, este mismo sistema es implementado en Sri Lanka en el cual se utilizan especies de árboles fijadores de nitrógeno (*Leucaena spp.*), *Gliricidia spp.*, entre

otras) en asociación con arroz y frijoles, Mercer (1985). Esta practica también se encuentra difundida en América Latina. Wilken (197) menciona el uso de *Prosopis spp.* y *Leucaena esculeta* en asociaciones con cultivos de maíz y otras especies en México.

Además de poder tener varios cultivos en la misma superficie, ésta constituye una buena opción para aumentar la fertilidad de los suelos, proporciona sombra y una mayor protección del suelo entre otros aspectos.

C) Huertos caseros mixtos. Los huertos familiares constituyen una de las prácticas agroforestales más antiguas. Estos sistemas se utilizaban para proveer necesidades básicas de familias o comunidades pequeñas; ocasionalmente se venden algunos excesos de producción. Estos sistemas se caracterizan por su complejidad, presentando múltiples estratos con gran variedad de árboles, cultivos anuales y, algunas veces, animales, además de contar con una producción constante durante todo el año, estos juegan un papel primordial en suplir alimentos básicos a nivel familiar. En estos huertos la producción por unidad de superficie de terreno es muy elevada (Hoekstra, 1985).

Los huertos familiares son los sistemas más completos que existen, ya que presentan una gran variedad de cultivos, árboles, arbustos, hierbas y hasta animales (FAO-SIDA, 1974).

Este sistema se caracteriza por la presencia de varios estratos vegetales y por su alta diversidad de especies, se genera producción durante todo el año, por lo tanto juega un papel muy importante en la alimentación familiar.

Las características más sobresalientes de los huertos familiares son (OTS-CATIE, 1986):

- a) Son sistemas donde la inversión es baja y existe capacidad constante de egresos para el consumo.
- b) La necesidad de mano de obra se escalona durante el año y no se concentra en épocas cortas.
- c) La mano de obra es familiar.
- d) Son agroecosistemas con demandas económicas reducidas, para personas de escasos recursos.
- e) Ecológicamente, son sistemas agrícolas muy parecidos a los ecosistemas naturales, debido a la capacidad de captura de la radiación

solar, mecanismo de control biológico, ciclos cerrados de nutrimentos, uso eficiente del espacio y alto grado de estabilidad.

- f) Económicamente, son sistemas agrícolas resistentes a las variaciones del mercado, debido a su producción diversificada.
- g) Sistemas agrosilvopastoriles. Se refiere a la asociación que existe entre árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Esto se practica a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con presencia de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia. Estos sistemas se caracterizan por la obtención de ingresos a corto y a largo plazo, a través de los productos animales y arbóreos.

Desde el punto de vista ecológico, el uso de árboles (principalmente leguminosas) puede contribuir a mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas existentes. Desde el punto de vista económico, el sistema se puede favorecer con el aumento y la diversificación de la producción.

Los sistemas agrosilvopastoriles se dividen en dos:

- a) Asociación de árboles con pastos. En este sistema el objetivo principal es la ganadería; en forma secundaria la producción de leña o frutas. Por ejemplo, en Centroamérica se eliminan superficies arboladas para destinarlas a la ganadería, solo se dejan en pie las especies más valiosas, tales como cedro (*Cedrela odorata*), laurel (*Cordia alliodora*), y otras. Estos proporcionan sombra y refugio al ganado además de aprovechar la leña y madera.
- b) Pastoreo en plantaciones forestales y frutales. En este aspecto los animales pastorean en una plantación, ya sean árboles para leña, maderables o frutales. Con este sistema se puede lograr el control de las malezas, a la vez que se obtiene un producto animal durante el crecimiento de la plantación. Esta asociación puede darse cuando los árboles tienen la edad suficiente como para no ser dañados por los animales.

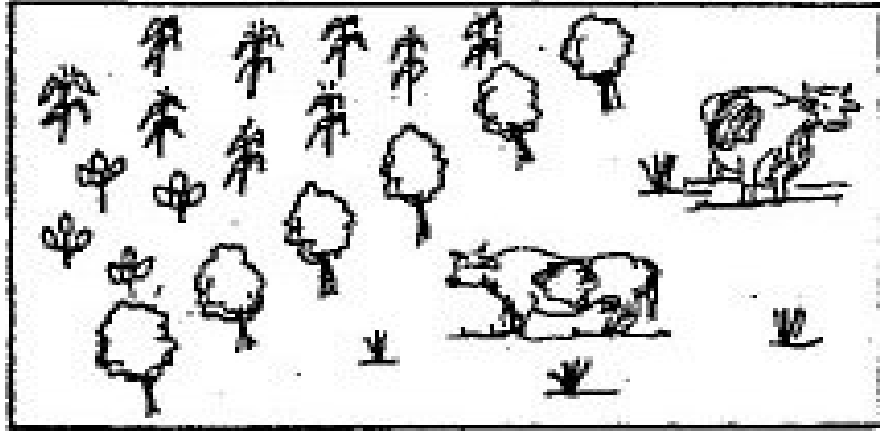


Figura 7c. Sistema agroforestal simultaneo de árboles con cultivos anuales o perennes y ganado (CATIE, 1986).

3. Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos (Figura 8).

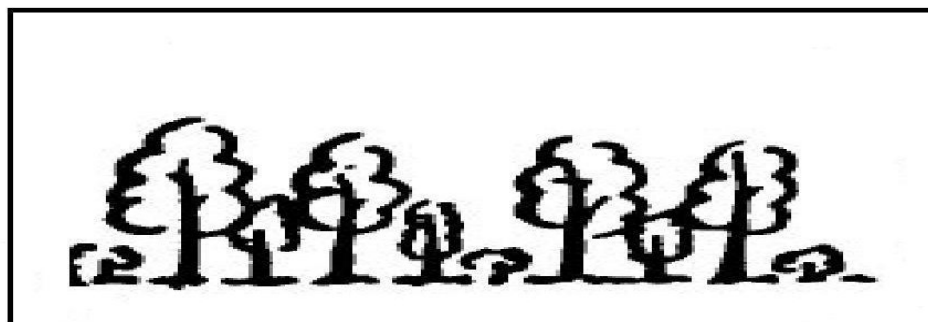
Fasbender (1987) citado por Escobar (1989) define a una cerca viva como una línea de árboles o arbustos que delimitan una propiedad, las cercas vivas son además de uso múltiple ya que además de la limitación de la finca, la madera producida se usa para leña, carbón, postes y a veces para aserrío; cuando se podan los árboles sirven como forraje para el ganado. Otra modalidad que puede presentarse son las barreras vivas que son también hileras de plantas, a través de la pendiente en curvas de nivel o en líneas de ligera pendiente, cuyo objetivo es disminuir el efecto erosivo del agua, reducir la velocidad del viento y servir como forraje al ganado.

Una cortina rompevientos consiste en líneas de árboles (de una a diez) dispuestas en sentido transversal a los vientos dominantes y que tiene la función de proteger un campo de pasto, cultivos agrícolas, el ganado o árboles; puede al mismo tiempo ser una cerca viva. Además de estos servicios, se produce forraje, leña, madera, flores para tener abejas con la finalidad de producir miel, frutos, postes y otros productos o servicios. Una definición similar la proporciona Ben (1991).

Vita (1969) dice que una cortina rompevientos, es una plantación arbórea de una o varias hileras, cuyo objetivo es proteger una superficie de terreno ocupada por cultivos, ganado o edificaciones, mediante la reducción de la velocidad de los vientos; estos pueden estar constituidos por una a tres hileras de árboles, hasta macizos que cubran una faja de 15 o más metros de ancho. Generalmente esta se encuentra conformada en tres estratos de altura, uno bajo constituido por arbustos, uno medio

con varias hileras de árboles de poco desarrollo y uno alto formado por árboles que alcanzan gran tamaño.

En términos generales estos dos sistemas por su disposición espacial en el terreno cumplen con funciones semejantes y pueden considerarse como sistemas de uso múltiple, además de utilizarse como complemento de sistemas agrosilvopastoriles, demarcan parcelas de cultivos anuales o perennes, o sirven como límites de fincas.



ROMPEVIENTOS / CINTURONES DE PROTECCION

Figura 8. Sistema agroforestal de cercos vivos y cortinas rompevientos (Budowski, 1982).

Como beneficio adicional, estos dos sistemas proporcionan un hábitat favorable para animales silvestres y para animales útiles, como las aves que participan en el control de plagas. Aunque en algunos casos esos animales dañan a la plantación o al ganado.

Importancia de los Sistemas Agroforestales.

La perturbación de los ecosistemas naturales de cualquier orden en nuestro planeta, causados por el hombre a lo largo de su existencia con el afán de obtener satisfactores a provocado una serie de cambios que repercuten de manera negativa, uno de estos cambios es la reducción de la riqueza florística originado por el uso irracional de los mismos, aunque a la par el mismo hombre comenzó con un proceso de selección de especies vegetales en áreas específicas y limitadas con el objeto de obtener los recursos que requería, estas áreas son conocidas con el

nombre de sistemas agroforestales que en zonas rurales representa una actividad de gran importancia por los beneficios directos o indirectos que de ella se obtienen.

Aparentemente, en la mayoría de los casos las técnicas agroforestales han sido aplicadas tradicionalmente y desarrolladas por los mismos agricultores sin ninguna investigación preliminar, estos no tienen ningún criterio para un manejo óptimo del componente forestal dentro de sus cultivos, pastos y/o animales, esto es comprensible pues la prioridad va para el componente cultivo, pasto o animal.

Tomando en cuenta la amplia incidencia de las técnicas agroforestales sobre uso de la tierra, la investigación de estas técnicas debe seguir varias hipótesis, Combe (1979).

Hipótesis económica. Se presume que a largo plazo las combinaciones agroforestales permiten obtener ingresos netos superiores por unidad de superficie que los ingresos posibles con cada componente aislado.

Hipótesis ecológica. Indica que los árboles de una combinación agroforestal contribuyen a la conservación del medio ambiente y particularmente del suelo a largo plazo, especialmente cuando la combinación representa una simulación de los tipos de vegetación, que ocurrirían en las sucesiones naturales. Además de los efectos sobre el suelo, los impactos sobre el microclima, sobre la fauna y sobre otros factores que afectan el equilibrio ecológico.

Hipótesis silvícola. Menciona que los árboles en una combinación agroforestal pueden y deben ser manejados según los principios de la silvicultura clásica, tomando siempre en cuenta las exigencias particulares de los cultivos con los que están asociados. El tratamiento silvicultural adecuado constituye la condición *sine qua non* para lograr los resultados positivos, tanto económicos como ecológicos, expuestos en las hipótesis anteriores.

También indica que económicamente estas combinaciones agroforestales permiten obtener ingresos netos superiores por unidad de superficie que los ingresos posibles en cada componente por separado, además de que contribuye con la conservación del medio ambiente y del

suelo, reduciendo los impactos de factores que afectan el equilibrio ecológico, Combe (1979-1981).

La actividad agroforestal no es nueva, se ha practicado bajo diferentes condiciones y en diversos lugares por más de un siglo. Esta se originó en Burman, con los cultivos de montaña, usando Teca (*Tectona grandis* L.) para la producción maderable. Desde entonces, el sistema se ha extendido a través de Asia, África y América Latina. Durante las últimas décadas, en los países subdesarrollados, el incremento del desempleo y la escasez de tierras cultivables, ha propiciado un incremento de la popularidad de los sistemas agroforestales, no solo desde el punto de vista de regeneración de los bosques, sino también como una forma progresiva de desarrollo integral rural.

Vera (1991) menciona que los sistemas agroforestales constituyen la forma más apropiada de utilización del suelo con el cual se puede incluso proteger las áreas productivas que se están degradando y contrarrestar el uso irracional de los recursos naturales, las funciones que proporcionan son las siguientes:

- Protección contra la erosión.
- Reciclaje de nutrientes.
- Estabilización mecánica y uso eficiente del espacio.
- Contribución a la fertilidad.
- Forraje para el ganado.
- Es una fuente constante de ingresos.

Domínguez (1985) se refiere a la importancia que tienen los árboles forrajeros para el ganado que se encuentran presentes en los potreros constituyendo de esta forma un sistema agroforestal, tal es el caso de la *Cecropia obtusifolia* Bertol, como un sustituto de las gramíneas y leguminosas rastrojeras por su alto contenido proteínico y buena digestibilidad, además del uso anterior se reportan otros como medicinal, maderable y combustible; Gaytan (1984) reporta excelentes características de la pulpa de esta especie, para la fabricación de papel.

Para que los sistemas agroforestales tengan éxito en países en vías de desarrollo probablemente el factor más importante sea la necesidad de realizar investigaciones que determinen la rentabilidad económica del sistema y de

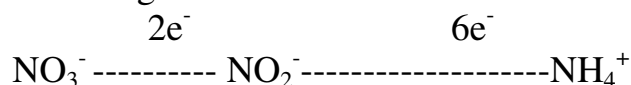
igual manera su aceptación social, principalmente en las zonas rurales en donde se practican con mucha frecuencia de una forma no muy eficiente.

Consideraciones bioquímicas y microbiológicas.

Asimilación y reducción de nitrógeno.

Varias investigaciones se han llevado a cabo sobre la posibilidad de reemplazar el uso de fertilizantes nitrogenados con fijación biológica de nitrógeno. En leguminosas la fijación biológica de nitrógeno depende de la presencia de una relación simbiótica efectiva (*Rhizobium*).

Buen número de especies de vida libre; algas verde-azules y bacterias, por ejemplo; *Anabaena*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* y *Clostridium*, son capaces también de fijar nitrógeno atmosférico (Granhall, 1976). También se ha demostrado que algunas algas tropicales están asociadas con organismos fijadores de nitrógeno como *Spirillum lipoferum*. Para la mayoría de las plantas el nitrato es la fuente inmediata de nitrógeno (Hewitt y Cutting, 1979). La asimilación ocurre como sigue:



Esta secuencia es catalizada por dos metaloproteínas, que reducen al nitrato y nitrito. La fuente de electrones (indicada como e^- en la ecuación anterior) es o fotosíntesis o respiración. En ambos casos hay una directa o indirecta competencia para la energía necesaria para la fijación de carbono, metabolismo celular o reducción del nitrógeno. La mayoría de las plantas superiores contienen un nitrito cloroplástico reductor el cual acepta electrones de ferredoxina reducida fotosintéticamente resultando la producción de iones amonio. Tradicionalmente se ha asumido que los iones amonio fueron asimilados por el ácido glutámico en una reacción catalizada por dehidrogenasa glutámica. Sin embargo, existe una ruta adicional y más eficiente en una reacción minuciosa catalizada por glutaminas y glutamatos. La primer enzima se localiza en el citoplasma y dentro de los cloroplastos. Una vez más habrá competencia por ambas energías y reducción entre esas enzimas y los procesos de fijación de CO_2 .

En el caso de la reducción de nitrógeno, el metabolismo básico requiere: un reductor fuerte, una fuente de energía y una concentración baja de oxígeno. El complejo enzimático se compone de una reacción general de catálisis nitrogenada.



Esta enzima es también una subunidad multimetálica contenida en la proteína. El mayor componente Molibdoferredoxina, tiene cuatro subunidades y contienen Molibdeno, mientras el contenido de fierro y sulfuro es pequeño. El cultivo de leguminosas puede ser atractivo como fuente biológica de nitrógeno, como es el cultivo de árboles fijadores de nitrógeno tales como *Leucaena spp.* Durante la fijación de nitrógeno entre el 46 y 76% de fotosintatos transportados a las raíces, representan desde un 19 hasta más del 40% de la fotosíntesis neta, es perdida como CO₂ respirado. De aquí que haya una competencia significativa entre el uso de carbono para el crecimiento y como fuente de energía para la fijación de nitrógeno, esta competencia puede ser muy significativa durante los períodos de germinación y poda, y resultar en un rápido descenso en la escala de fijación, durante muchos períodos cuando la planta tiene su mayor necesidad de nitrógeno. El segundo problema es que la aplicación de nitrógeno combinado en el suelo reduce la habilidad de *Rhizobium*. De aquí si se aplican fertilizantes inorgánicos para el crecimiento de cultivos agrícolas como por ejemplo en la asociación con *Leucaena*, el potencial de la fijación de nitrógeno puede ser solo parcialmente realizado.

Un decremento similar en la habilidad de aplicar nitrógeno se observa en especies de organismos libres tales como *Azotobacter*, cuando es tratado con nitrógeno combinado, más los efectos de tales organismos en el crecimiento de las plantas no pueden ser asociadas solo con la relación de nitrógeno, en parte los efectos de varios organismos del suelo pueden también ser atribuidos en la producción de compuestos químicos activos de las plantas. En suma, hay evidencia de los compuestos producidos por *Azotobacter* vía asociación con la raíz superficial. Son antagónicos al desarrollo de hongos patógenos de aquí la contribución a la economía del nitrógeno en un ecosistema, tal bacteria puede mejorar el desarrollo por supresión de hongos perjudiciales, al mismo tiempo toda la actividad es más importante cuando está asociada con las micorrizas.

Micorrizas

Muchas especies de plantas y árboles en particular son dependientes de la asociación con la micorriza, la cual ayuda a la planta en la asimilación de Fósforo y Potasio y otros nutrientes esenciales, la contribución actual al problema en estudio es similar con la asociación de nitrógeno con bacterias, sin aplicación de fertilizantes que mejoren el crecimiento de la planta si se inoculan los suelos estériles con tales bacterias. Sin embargo, la aplicación de fósforo, por ejemplo, reduce la capacidad de esos hongos para asimilar este

nutriente. En similitud a la fijación simbiótica por *Rhizobium*, éste hongo simbiótico es una forma de desvío de compuestos de carbono para uso propio, en algunos casos más del 50% del carbono enviado a las raíces puede ser usado por hongos, lo cual implica decrementos en el desarrollo de las raíces de las plantas.

Sistemas Integrados

Algunos aspectos de un esquema agroforestal integrado para la producción de alimentos, combustible y forrajes, se muestra en la fig. 9. Una cierta cantidad de energía será retenida por el sistema, la cual removida y subsecuentemente usada para el trabajo mecánico, humano o animal, con el resultado eventual de CO₂.

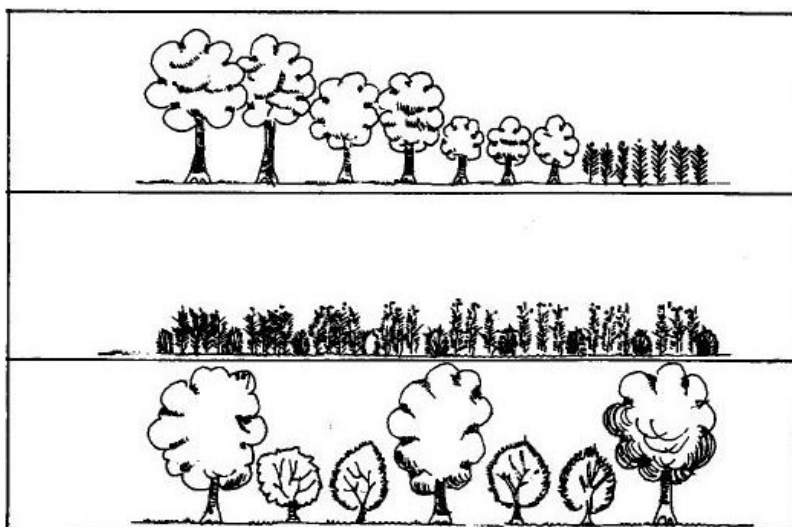


Figura 9. Nociones de un sistema agroforestal integrado para la producción de alimentos, combustible y forrajes (Tomado de Combe y Budowski, 1979).

La cantidad de material que puede ser cosechado de los sistemas dependerá de la cantidad de entrada de energía no solar, en términos de químicos o maquinaria, es decir; la ausencia de entradas de la cantidad total de materiales los que podrán ser removidos del sistema, es limitado a solo un porcentaje del incremento de la biomasa total anual. En general el estudio sobre el estado nutricional del suelo en los sistemas indica una deficiencia de nitrógeno, potasio y fósforo. En particular el ingreso de nitrógeno en el suelo es bajo, a menos que el campesino también produzca animales, tales como gallinas, las

cuales consumen una dieta rica en proteínas, que en parte se incorpora a la misma granja. Este estado de los nutrientes dentro de un sistema agroforestal parecería ser la clave de investigación en este tipo de agrosistemas.

JUSTIFICACIÓN

Importancia de las prácticas forestales: las ventajas de la agroforestería son variadas. Una de las principales ventajas es su virtud diversificadora de beneficios. Allí donde con monocultivos solo se obtendría un producto, bajo los manejos agroforestales se obtienen múltiples productos y diversos beneficios derivados.

Los beneficios de las prácticas agroforestales pueden dividirse en dos categorías: Aquellos que son fácilmente cuantificables (por ejemplo, aumentos en la productividad o los rendimientos) y otros que no se pueden cuantificar con facilidad, pero cuya importancia es muchas veces más trascendente – aunque evidente – que la de los primeros. En esta segunda categoría se hallan, por ejemplo, la conservación de suelo y agua, la conservación de la flora y la fauna y la mejora del ambiente en que el campesino habita. Debido a la intensidad de aprovechamientos agrícolas en la región de la Cañada de Cuicatlán, se están perdiendo las prácticas tradicionales donde el sustento mas importante es el uso de la diversidad por lo que en este trabajo se trata de resaltar las características de los sistemas agroforestales que han definido un manejo sustentable de la zona.

DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Caracterización Geográfica – Ecológica.

La Cañada de Cuicatlán, se localiza al Norte del estado de Oaxaca; limita por el Oeste con el distrito de Coixtlahuaca, al Norte con el municipio de San Martín Toxpalan, Teotitlán de Flores Magón y San Antonio Nanahuatipan; al Este con el municipio de Mazatlán de las Flores y al Sur con el municipio de Santa María Tecomavaca. Incluye todo el municipio de Cuicatlán y parte del de Teotitlán(Mapa 1).

Hidrología. En la zona el principal río es el Salado, que se ubica dentro de la cuenca del alto Papaloapan, cruzan al municipio dos ríos intermitentes; el San Juan y el de Los Reyes.

Clima. Es un clima semiárido de los más calientes (Mapa 2). Presenta una precipitación concentrada en los meses de junio a septiembre, de acuerdo con García (1981) $BS_o(h')w''(w) (e) g$.

Suelos. En esta región se encuentran suelos de tipo cambisol cálcico, que son suelos sometidos a un proceso de intemperización, lo que le da mayor o menor oxidación y por ende diferentes colores, estructura y consistencia. Son suelos propios para la agricultura, siempre y cuando se mantengan adecuadamente fertilizados.

Vegetación. Región de Cuicatlán. La vegetación de los suelos someros comprende las laderas muy escarpadas que se elevan rápidamente al oriente y al poniente hasta los 2000 m. La vegetación de xerófitas termina bruscamente hacia los 1400 m. La ladera del valle está formada principalmente por una arenisca roja de enorme espesor, que presenta grandes acantilados verticales donde ha sido cortado por los cauces de los ríos; estos acantilados dan a la región de Cuicatlán un aspecto muy pintoresco. La ladera occidental de esta región está formada por areniscas y una roca verde deleznable, los principales tipos de vegetación en esta región son:

- a) Bosque bajo espinoso de hojas pequeñas caedizas.
- b) Bosque bajo de hojas medianas caedizas.
- c) Matorral espinoso.
- d) Cardoneras.
- e) Tetecheras.
- f) Quiotillales.
- g) Cucharales.
- h) Quebrachales.

a) Bosque bajo espinoso de hojas pequeñas caedizas.

Cubre la ladera de los cerros hasta los 900 m de altitud y está caracterizado por la abundancia de palo mantecoso (*Cercidium praecox*) que se distingue fácilmente por el llamativo color verde de su tronco y ramas, por su parecido con el mezquite, a este árbol le llaman en otros lugares de México “mezquite verde” y es característico de regiones áridas y cálidas, por lo general, igual del bosque de que forma parte, no pasa de 8 m de altura; en este bosque son frecuentes también los siguientes árboles; mezquite (*Prosopis juliflora*), cuajote verde (*Bursera odorata*), copalillo (*Bursera submonoliformis*), matagallina (*Capparis incana*), cuajote colorado (*Bursera morelensis*), linaloe

(*Bursera aloexylon*): son menos frecuentes, moral (*Chlorophora mollis*), pechota (*Ceiba parvifolia*), palo de chupandía (*Cyrtocarpa procera*) y cuachalalá (*Juliana adstringens*). La subvegetación está formada principalmente por matorral espinoso, que es mas o menos el mismo que se encuentra sin bosque. La escasa subvegetación herbácea está integrada por especies de *Ayenia*, *Cracca*, *Indigofera*, *Stachytarpheta*, *Commicarpus*, *Tragia* (picapica), *Zinnia* (hierba del gallo), *Euphorbia* y *Oxalis* (coyulín de monte), en lugares más pastoreados el suelo se haya cubierto de extensos y ralos céspedes de *Pentarrhaphis polymorpha*, la trepadora llamada en la región “bellísima” (*Antigonon leptopus*) es frecuente asi como *Cissus sycioides*.

En el bosque espinoso se intercalan muchas cactáceas, a veces de gran tamaño y algunas útiles por sus frutos comestibles entre ellas son frecuentes el cardón (*Lemaireocereus Weberi*), el pitayo (*Lemaireocereus pruinosus*), la quiotilla (*Escontria chiotilla*), la tuna (*Lemaireocereus stellatus*), el pitayo viejo (*Cephalocereus trayanos columnaris*), etc. y otras de menor talla, como especies de *Ferocactus*, *Ceryphantha* y *Mammillaria*. En otras barrancas y torrenteras que no llevan agua mas que en el momento de las lluvias, abundan el moral (*Chlorophora mollis*), el rompe capa (*Podopterus mexicanus*), la manzanita de costoche (*Zizyphus sonorensis*), el negrito (*Agonandra conzattii*), etc.

b) Bosque bajo de hojas medianas caedizas.

Este bosque es algo más alto que el anterior, por lo que posee muchas especies comunes. Cubre las laderas montañosas entre los 900 y los 1400 m y corresponde a un clima menos seco que el de bosque espinosos, ya por el aumento de la precipitación o por la disminución de la temperatura que tiene lugar por el aumento de la altitud o por ambos fenómenos a la vez, el árbol dominante es el palo chupandía (*Cyrtocarpa procera*), forman parte de este bosque además por orden de abundancia: copalillo (*Bursera submeniliformis*), cuajote colorado (*Bursera morelensis*), cuachalalá (*Juliana adstringens*), copal (*Bursera bipinnata*), pochota (*Ceiba parvifolia*), linaloe (*Bursera aloexylon*), cuajote verde (*Bursera odorata*), cuajote amarillo (*Bursera fagaroides*), palo hediondo (*Cassia emarginata*), vareleche (*Euphorbia schlechtendalii*), petlacia (*Pseudosmodingium multifolium*), cuetla

(*Gyrocarpus americanus*), tepaguaje (*Leucaena pueblana*), etc., también pueden intercalarse en él grandes cactáceas, sobre todo cardones y pitayos viejos.

De la subvegetación arbustiva forman parte diversos arbustos espinosos, como crucillos (*Randia*), cucharo (*Acacia cymbispina*), uñas de gato (*Mimosa spp.*), salvia, etc., la subvegetación herbácea es rala y deja al descubierto gran parte del suelo; está formada principalmente, como en los cerros más secos, por *Pentharrahis polymorpha*, pero también abundan ‘Santa Teresa’ (*Gomphrena dispersa*), *Melampodium*, *Traiga*, *Talium*, etc.

En las barrancas y torrenteras, generalmente secas excepto en época de lluvias, así como en laderas muy escarpadas protegidas contra la fuerte insolación, los árboles se vuelven más altos y se encuentran especies que no prosperan en otros lados, en esas barrancas el palo chupandia alcanza 15 m de altura y una copa gigantesca, también encontramos palo mulato (*Euphorbia fulva*), moral, venenillo (*Thevetia ovata*), amates (*Ficus sp.*), cacaloxóchil (*Plumeria rubra*), roble (*Tabebuia pentaphylla*), malvavisco o guayabillo (*Ruprechtia pringlei*), cozahuico (*Sideroxylon capiri*), cacique (*Caesalpinia velutina*), bonete (*Pileus mexicanus*), etc.

c) Matorral espinoso.

Cubre grandes extensiones allí donde falta el bosque bajo espinoso y forma parte también de éste como subvegetación e intervegetación. Está constituido por gran número de especies de arbustos bajos de 0.5 a 2.0 m de altura, muchos de ellos espinosos y de hoja muy pequeña (micrófilas).

En el matorral son muy abundantes las leguminosas conocidas en general como ‘uñas de gato’, como *Mimosa polyantha*, *M. lactiflua*, *M. luisana*, *Pithecelobium acatlense*, *Acacia cymbispina*, manzanitas de costoche (*Zizyphus pedunculata*), crucillos (*Randia nelsonii*), *Celtis pallida* y en ciertos lugares el palo amargoso (*Castela tortuosa*).

Otros muchos arbustos no son propiamente espinosos, pero presentan sus ramas densamente entrelazadas como, (*Calliandra eriophylla*, *C. unijuga*, yagalán (*Karwinskia humboldtiana*), hierba de la

nigua (*Cordia stellata*), hueso (*Cassia pringlei*), hueso blanco (*Plocosperma microphyllum*), romerillo de monte (*Lippia graveolens*), cerbodán (*Pedilanthus pringlei*), ítamo (*Turnera difusa*), limoncillo (*Brongniartia mollicula*), *Aeschynomene compacta*, nanches de monte (*Malpigia galeottiana* y *Adelia oaxacana*), palo hinchador (*Sebastiania* sp.), garañona (*Hintonia standleyana*), etc. Entre las plantas suculentas se encuentran diversas especies de *Echinocereus*, *Coryphanta*, *Opuntia*, *Hechita*, y *Agave*, algunas del género *Agave* como *Agave verschaffeltii*, se venden para la obtención de mezcal, el suelo está en gran parte descubierto pues la gramínea *Pentarrhaphis polymorpha* no llega a formar césped denso.

d) Cardoneras o Cardonales.

Están constituidos por la acumulación de cardones (*Lemaireocereus Weberi*) en gran número. No son muy frecuentes, pero pueden encontrarse en algunos lugares del valle de Cuicatlán. Se hayan con frecuencia mezclados con el bosque espinoso, es posible que en la formación de las cardoneras haya tenido alguna intervención la mano del hombre.

e) Tetecheras.

Son acumulaciones más o menos densas de cactáceas columnares, sencillas o poco ramificadas, llamadas teteches. Presentan por la elegante forma de sus componentes, un aspecto muy vistoso, sobre todo de lejos, en ocasiones son tan densas que ningún árbol se intercala en esta asociación y pueden estar en condiciones de cubrir cerros enteros, como sucede al sur de Tehuacan. Por lo general se mezclan más o menos con el bosque espinoso. Las más difundidas están formadas por individuos poco ramificados de *Cephalocereus tetetzo*, menos frecuentes son las constituidas por los individuos de *Cephalocereus Hoppenstedtii*, que se encuentran en Zapotitlán de las Salinas, cerca de Tehuacan y al noroeste de Cuicatlán, mas allá de Zapotitlán.

f) Quitillales.

Son asociaciones cuya especie dominante es la quiotilla (*Escontria chiotilla*). El hombre debe ser en parte responsable de la difusión de la

especie, pues muchos de los quiotillales más extensos se encuentran en terrenos profundos no irrigados cercanos a los poblados.

g) Cucharales.

Constituidos por el cucharo (*Acacia cymbispina*), puede cubrir grandes extensiones en los terrenos incultos cercanos a los pueblos, debe considerársele sin duda de origen secundario e indican terrenos de cultivo abandonados hace algunos años y dedicados después a pastos.

h) Quebrachales.

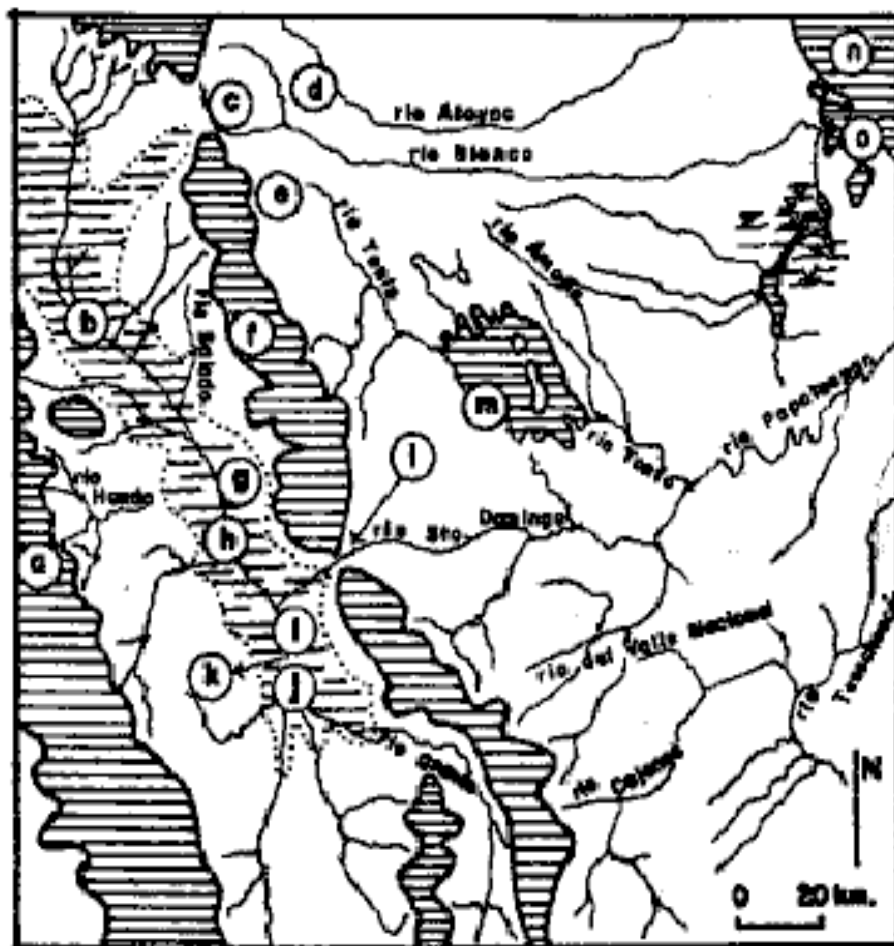
Están formados por acumulaciones de quebrachos (*Acacia unijuga*), árboles que pueden alcanzar hasta 15 m de altura con un metro de diámetro, se les encuentra en las vegas raramente inundables de ríos y riachuelos y forman a veces bosques bastante densos, en la subvegetación de los quebrachales encontramos el chiliquimiche (*Capsicum baccatum*). En los cañones de los ríos se mezclan en los quebrachales diversos árboles como zapotillo (*Diospyros oaxacana*), peinecillo (*Agonandra sp.*), hinchador (*Sapium appendiculatum*), zapote de costoche (*Elacodendron xylocarpum*), manzanita de costoche (*Zizyphus sonorensis*), venenillo (*Thevetia peruviana*), chintoborrego (*Vallesia glabra*) y a veces algún amate (*Ficus*) y sabinos (*Taxodium mucronatum*).

En las orillas inundables abunda el palo de agua (*Astianthus viminalis*) y los sauces (*Salix chinensis*), aunque es raro que alcancen gran altura pues con frecuencia son desarraigados por las destructoras avenidas de los ríos. Las orillas pedregosas son invadidas a menudo por el chamizo (*Bacharis glutinosa*).

En cañones o barrancas muy angostas se encuentran numerosos árboles siempre verdes de hojas membranosas, como especies de *Casearia*, *Phenax*, *Astronium*, *Igna*, etc., pero este tipo de hábitat es muy limitado en la región.

METODOLOGÍA

En este trabajo se consideraron los sistemas agroforestales de cercos vivos, sistemas agrosilvopastoriles de árboles tolerados (árboles-pastos), huertos familiares, sistema roza-tumba-quema y módulos agroforestales del INIFAP (árboles en combinación con cultivos anuales), debido a que son los sistemas agroforestales más comúnmente practicados en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.



Mapa 1.- Hidrología de la cuenca del Papaloapan:

(a) Sierra de Zapotitlán; (b) Tehuacan; (c) Orizaba; (d) Córdoba; (e) Zongolica; (f) Sierra de Zongolica; (g) Teotitlán del Camino; (h) Cuenca cerrada de Tehuacan-Cuicatlán; (i) Quictepec; (j) Cuicatlán; (k) Tecomayaca; (l) Río Santo Domingo; (m) Presidente Miguel Alemán; (n) Golfo de México; (o) Alvarado (Tomado de Byers, 1967).

Para obtener la información necesaria que caracterizara a los sistemas agroforestales, las entrevistas se basaron en el cuestionario que se muestra en el apéndice 1, que contiene los aspectos siguientes:

Ganadería. En esta sección se ubican preguntas relacionadas a obtener información de la ganadería local, tales como tipo de producción, uso de pastos, razas, alimentación, destino, etc.

Componente arbóreo. Esta sección comprende preguntas relacionadas al tipo de especies encontradas en los predios, ventajas de tener árboles en los predios, usos, manejo, así como otras preguntas con el objetivo de conocer la tendencia de los sistemas agroforestales.

Cercos vivos. La sección cuatro incluye generalidades del sistema agroforestal de cercos vivos, en la que se obtiene información sobre especies usadas, preferencias por especies, ventajas y desventajas del uso de cercos vivos, hábitats, entre otras. En este apartado se hacen preguntas relacionadas a la preparación del material vegetativo, establecimiento, prendimiento, mantenimiento, alambres y limpiezas realizadas a los cercos vivos.

Aspectos socioeconómicos. Se incluyen preguntas básicas para conocer aspectos socioeconómicos del entrevistado que conduzcan a conocer la tendencia e importancia de los sistemas agroforestales. Contiene preguntas como: costos de cercos vivos, costos de postes, posible comercialización de cercos vivos y postes, dificultades en la producción, obtención de créditos, organizaciones existentes, entre otras.

En las entrevistas se establecieron pláticas directas con los productores con la finalidad de conocer sus experiencias directas en el establecimiento y manejo de los sistemas agroforestales, así como la problemática para la inducción de los mismos.

En cada predio se elaboró un perfil fisonómico de la vegetación, basado en la altura, distancias entre el arbolado, amplitud de copas y frecuencia de las especies. Para el caso del huerto familiar, se inventariaron 25 huertos en su totalidad y para ello se utilizó el formato que se muestra en el apéndice 2 obteniéndose información sobre: superficie total del huerto, especies arbóreas, arbustivas y herbáceas encontradas, frecuencia de las especies, usos, destino de la producción, manejo del huerto y época de cosecha de los productos.

En cada huerto se elaboró también un perfil fisonómico de los componentes vegetales, para lo que fue necesario medir alturas, espaciamientos y frecuencia de especies.

Para el caso del sistema agrícola roza-tumba-quema, se realizaron entrevistas directas con productores que la practican anualmente, y para el caso del módulo agroforestal establecido por el INIFAP, se recurrió a obtener información en el campo experimental forestal “Ing. Eduardo Sangri Serrano”, en Escárcega, Campeche; así como recorridos de campo y entrevistas directas con productores.

Fase de Gabinete

Esta fase consistió en el análisis de la información obtenida a través de las entrevistas y observaciones directas; se ordenó y sistematizó de acuerdo al objetivo de estudio. Asimismo, se realizó la descripción de los sistemas con relación a su estructura.

Diagramas de perfil semirealista de Richard (1952).

Para describir fisonómicamente la vegetación de los sistemas agroforestales se utilizaron dos métodos: diagramas de perfil semirealistas de Richard (1952) y la descripción fisonómica de Dansereau (1951). Este método es utilizado para describir la estratificación de la vegetación a través de iluminaciones semiesquemáticas, llamadas diagramas de perfil. Para su elaboración es necesario registrar los siguientes parámetros: amplitud de copa, espaciamiento de las plantas, altura, diámetro y frecuencia de las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de los sistemas agroforestales de la Cañada Cuicatlán, Oaxaca.

En el municipio de la Cañada Cuicatlán, Oaxaca, se identificaron 13 sistemas agroforestales los cuales se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Sistemas agroforestales identificados en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| COMPONENTES | CLASIFICACIÓN |
|--------------------------------------|-------------------|
| LIMÓN-SANDÍA | AGROFORESTAL |
| LIMÓN-MELÓN | AGROFORESTAL |
| LIMÓN-JITOMATE | AGROFORESTAL |
| LIMÓN-PAPAYA | AGROFORESTAL |
| LIMÓN-MAÍZ | AGROFORESTAL |
| LIMÓN-HUAJE-CULTIVO ANUAL | AGROFORESTAL |
| LIMÓN-MANGO-CULTIVO ANUAL | AGROFORESTAL |
| CERCOS VIVOS | AGROSILVOPASTORIL |
| CORTINAS PROTECTORAS | AGROSILVOPASTORIL |
| HUERTO FAMILIAR | AGROFORESTAL |
| AGROBOSQUE | SILVOPASTORIL |
| DE RECOLECCIÓN | SILVOPASTORIL |
| MÚLTIPLE (combinación de anteriores) | AGROSILVOPASTORIL |

Fuente: Elaboración directa.

Sistema agroforestal limón-cultivo anual

El compuesto arbóreo de este sistema es el limón (*Citrus aurantifolia*), el cultivo anual está representado por el melón (*Cucumis melo*), la sandía (*Citrullus vulgaris*), el jitomate (*Lycopersicon esculentum*), la papaya (*Carica papaya*) y el maíz (*Zea mays*); esta combinación en algunos casos solo se cumple los primeros 6 años de plantado el limón ya que al término de este plazo las ramas de los limones cubren el espacio utilizado por los cultivos anuales. Esta práctica tiene las bases de un sistema taungya, en la mayoría de los casos se da mayor distancia entre las hileras de los limones para mantener constante un espacio para los cultivos anuales.

Cabe resaltar que este sistema es el más importante desde el punto de vista económico, porque en el se presentan las mayores inversiones para satisfacer las necesidades de fertilización, riego (bombeo), labores culturales y control de plagas y enfermedades. Se obtienen los mayores ingresos, debido al alto valor económico del melón, la sandía y el jitomate; así como del limón que proporciona ingresos constantes durante todo el año.

La producción del sistema en su totalidad es comercializada en el mercado local, principalmente con intermediarios.

La estructura horizontal del sistema agroforestal limón-cultivo anual se representa por una orden espacial del limón a marco real con una distancia entre limones de 6 metros y entre ellos generalmente se ubican 5 surcos del cultivo anual (Figura 7).

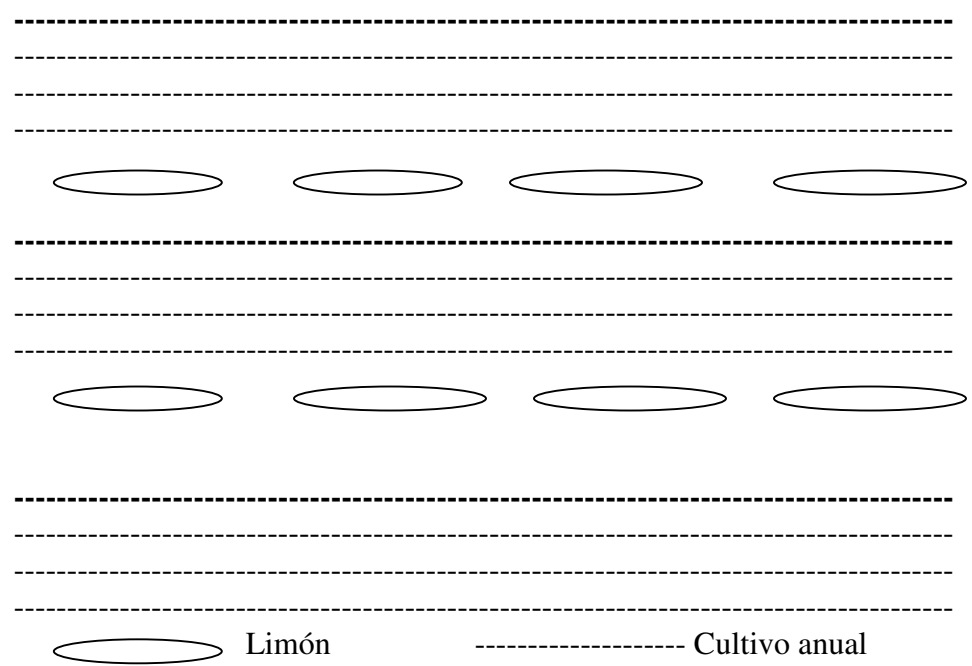
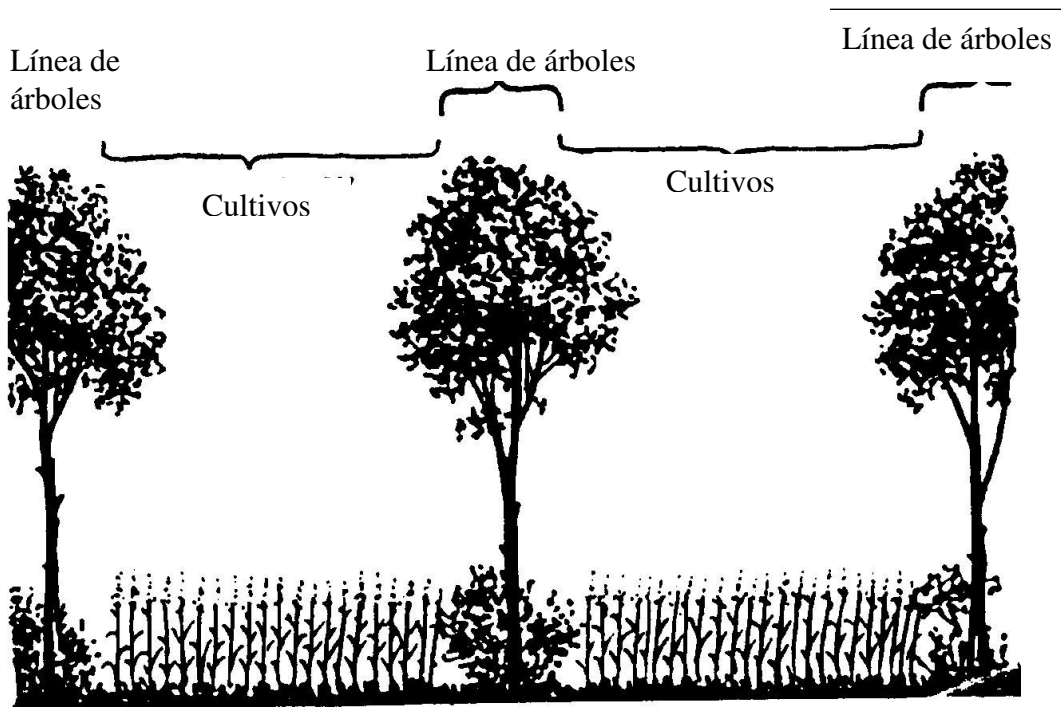


Figura 10. Estructura horizontal representativa del sistema agroforestal limón-cultivo anual (Budowski, 1982)

Sistema agroforestal limón-guaje-cultivo anual

En el municipio solo se localizó una parcela en la cual su propietario combinó el limón-guaje-cultivo anual como forma de cultivo, existiendo otras parcelas de limón que contienen el guaje (*Leucaena glauca* (L) Benth) como individuos esporádicos. El cultivo anual está representado por la berenjena y la calabacita (*Cucúrbita pepo*), los cuales se siembran en períodos irregulares. Los productos que se obtienen del guaje además de la vaina para autoconsumo y venta; son leña, horquetas para el limón y forraje. La producción de limón es exclusivamente de tipo comercial.

La estructura horizontal de este sistema agroforestal está representada por una ordenación espacial a marco real con distancia entre limones de 5 metros; los guajes se encuentran mezclados al azar sobre el mismo pozo (cajete) que el limón; es decir, el limón y el guaje se encuentran juntos. Esto resulta interesante desde el punto de vista de competencia radicular por la humedad, nutrientes y espacio; un beneficio aparente de este arreglo es la ganancia en espacio, debido a que las especies poseen diferentes alturas y por lo tanto se ubican a diferentes estratos. El cultivo anual cuando se presenta se establece entre las hileras del limón (Figura 11a, 11b).

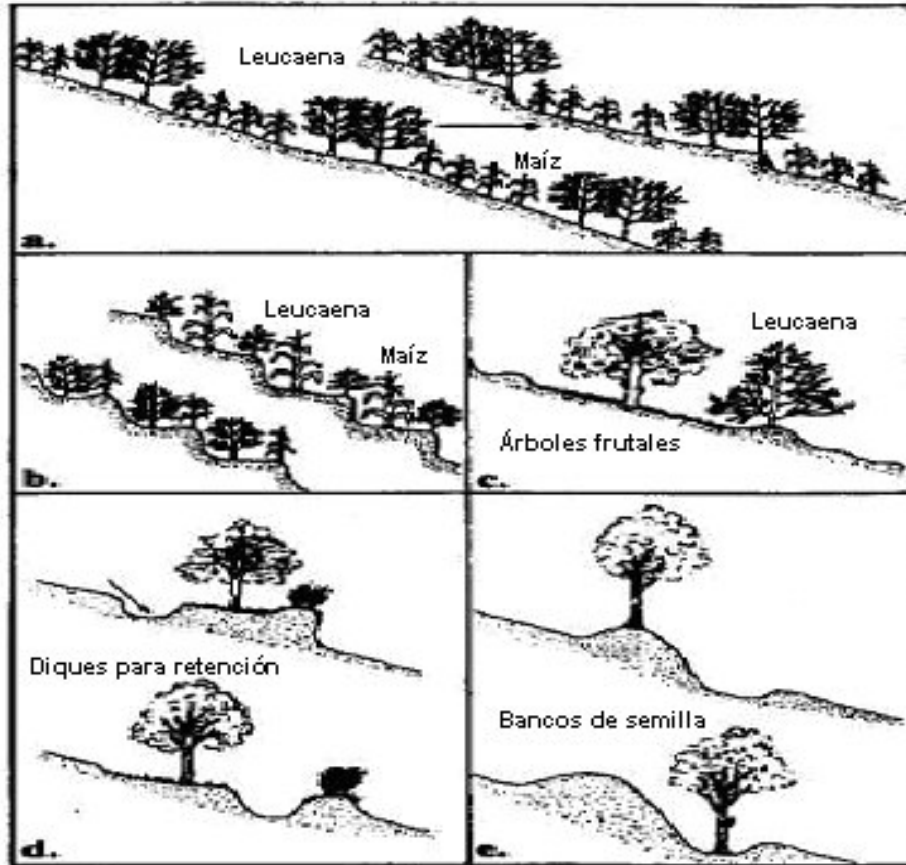


Fig. 11 a. árboles asociados y diques para retención de suelo y humedad (Combe y Budowski, 1979).

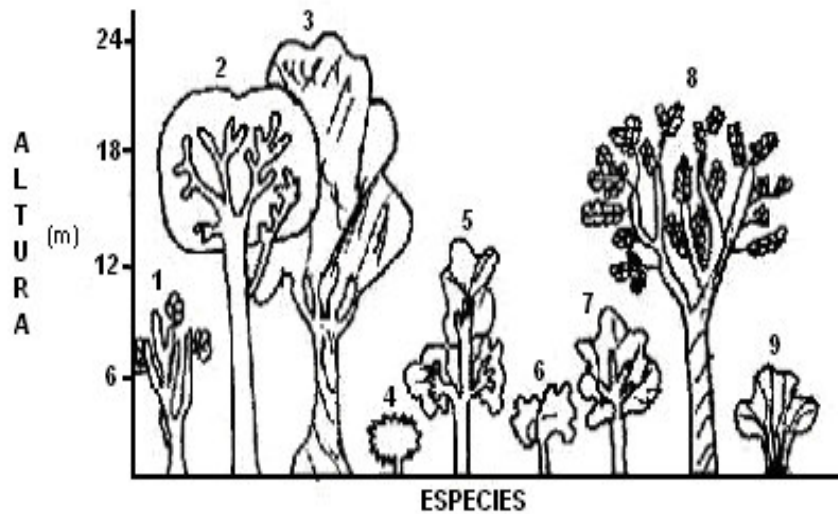


Fig.11b. Estructura horizontal del sistema agroforestal limón-guaje-cultivo anual. *Astianthus vincinalis* (1); *Cedrela odorata*(2); *Enterolobium cyclocarpum*(3); *Cassia emarginata*(4); *Ficus tecolutensis*(5); *Annona reticulata*(6); *Prosopis laevigata*(7); *Lysiloma bahamensis*(8); *Guazuma ulmifolia*(9) (Nair, 1993).

Sistema agroforestal limón-mango-cultivo anual

El componente arbóreo de este sistema es el limón (*Citrus aurantifolia*) y el mango (*Mangífera indica* L.), el componente agrícola cuando se presenta generalmente es el maíz (*Zea mays*). La importancia económica del sistema radica en la producción del limón y el mango, los cuales se comercializan en el comercio local; mientras que el maíz generalmente se utiliza como forraje.

El arreglo de este sistema es a marco real con separación entre árboles de 6 metros, pueden estar mezclados al azar el limón y el mango o disponerse en hileras intercaladas de limón y mango; el cultivo anual cuando se presenta se encuentra entre los árboles (Figura 12)

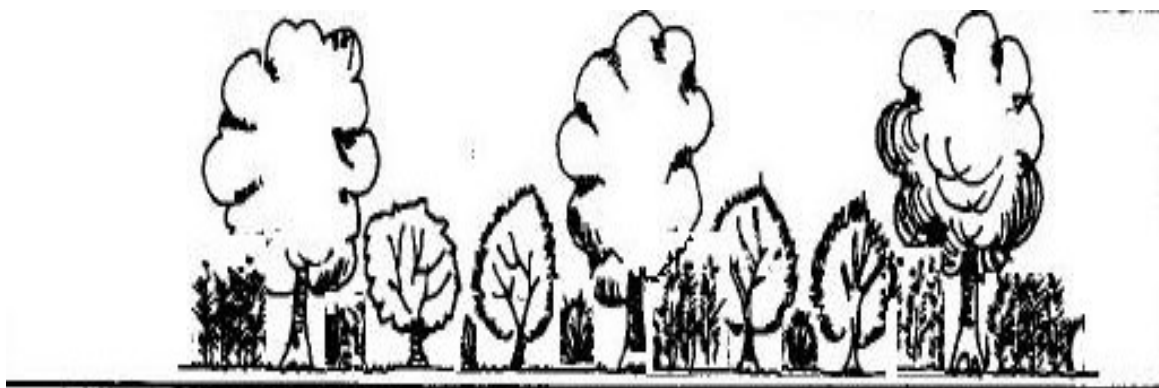


Figura 12. Estructura horizontal del sistema agroforestal Limón-mango-cultivo anual (Nair, 1993).

Cercos Vivos

La práctica agroforestal cercos vivos se encuentra escasamente distribuida en la región, los cercos vivos son generalmente árboles que dan consistencia a los cercos muertos ubicándose en las esquinas, puertas y entre las líneas de los cercos muertos. Las especies utilizadas para este fin se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Especies utilizadas en la práctica de cercos vivos en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| Nombre científico | Nombre común | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>Cassia emarginata</i> L. | Patito | | | | x | | | | x | | x | | x | | | |
| <i>Acacia cymbispina</i> (Sprague) et. Riley | Cucharito | | | | x | | | | x | | x | | x | | | |
| <i>Prosopis leavigata</i> (H.B. ex Willd) Johnst | Mezquite | | | | x | | | x | x | | x | | x | | x | |
| <i>Escontria chiotilla</i> (Weber) Rose | Jiotilla | x | | | | | | | x | | | | x | | | |
| <i>Leucaena glauca</i> (L) Benth et Hook | Guaje | x | | x | | | | | x | | x | x | x | | x | |
| <i>Cercidium praecox</i> (R. et Pav) Harms | | | | | | | | | x | | | | x | | | x |
| <i>Spondias purpurea</i> L. | Ciruela roja | x | | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Pithecelobium dulce</i> (Royb) Benth | Guamuchil | | | | | | | | x | | | | x | | | |
| <i>Acacia farneciana</i> (1.) Willd | Huizache | | | | x | | | | | | | | x | | | |
| <i>Stenocereus stellatus</i> (Scheidw.) Buxb. | Xonocostle | x | | | x | | | | | | | | x | | | |
| <i>Sapium appendiculatum</i> (Muell Arg) Fax | Matagallina | | | | | | | | | | x | | x | | | |
| <i>Coursetia selerii</i> Harm | Cuatillo | | | x | x | | | | x | | | | x | | | |

Fuente: Elaboración directa

| ALIMENTO | FORRAJE | MADERA | SERVICIOS | OTROS |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1. Frutas y vainas | 3. Hojas | 8. Leña | 11. Rompevientos | 15. Medicinales |
| 2. Condimentos | 4. Frutos y semillas | 9. Madera | 12. Cerco vivo | 16. Fibras |
| | 5. Tallos | 10. Postes y material y construcción | 13. Conservación del suelo | 17. Taninos, colorantes |
| | 6. Flores | | 14. Fijador de Nitrógeno | 19. Ornamental |
| | 7. Alimento/Abejas | | | |

De acuerdo al cuadro 4, en la región se utilizan 12 especies como cercos vivos destacando el patito (*C. emarginata*), el cucharito (*A. cymbispina*) y el mezquite (*P. leavigata*).

Cortinas Protectoras

La práctica agroforestal cortinas protectoras posee tres modalidades de uso: se encuentra como una actividad complementaria de protección de los cercos muertos utilizando especies de poca altura como el patito (*C. emarginata* L.), el cucharito (*A. cymbispina* (Sprague) et Riley) y el huizache (*Acacia farneciana* (L.) Willd) generalmente se ubican dentro o afuera del terreno de cultivo (Figura 13).

La segunda modalidad son las cortinas rompevientos, que utiliza especies de mayor porte como el cedro (*Cedrela odorata* L.), el mezquite (*P. leavigata* (H. B. ex Willd Johnst) y el guaje (*Leucaena glauca* (L.) Benth).

La última modalidad son las cortinas protectoras constituidas por frutales como el mango (*Mangífera indica* L.), el aguacate (*Persea americana* Mill.), la guayaba (*Psidium guajava* L.) y el chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) v. Royen); esta práctica además de proporcionar el servicio de protección, produce productos para su comercialización o autoconsumo (Cuadro 5).



Figura 13. Diseño de las cortinas protectoras en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca (Nair, 1993).

Cuadro 5. Especies utilizadas en la práctica agroforestal cortinas protectoras, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| Nombre científico | Nombre común | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>Prosopis leavigata</i> (H.B. ex Willd) Johnst | Mezquite | | | | x | | | x | x | | x | x | | | | |
| <i>Cassia emarginata</i> L. | Patito | | | | x | | | | x | | | x | | | | |
| <i>Acacia cymbispina</i> (Sprague) et. Riley | Cucharito | | | | x | | | | x | | x | | x | | | |
| <i>Leucaena glauca</i> (L) Benth et Hook | Guaje | x | | x | | | | | x | | x | x | | | | |
| <i>Cedrela odorata</i> L. | Cedro | | | | | | | | x | x | | x | | | | |
| <i>Pithecelobium dulce</i> (Royb) Benth | Guamuchil | | | | | | | | x | | | x | | | | |
| <i>Mangífera índica</i> L. | Mango | x | | | | | | | x | | | x | | | | |
| <i>Acacia farneciana</i> (L.) Willd | Huizache | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Persea americana</i> Mill. | Aguacate | x | x | | | | | | | | | x | | | | |
| <i>Psidium guajava</i> L. | Guayaba | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Manilkara zapota</i> (L.) v. Royen | Chicozapote | x | | | | | | | x | x | | x | | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Guazima | | | | | | | | x | | | x | | | | |
| <i>Sapium appendiculatum</i> (Muell Arg) Fax | Matagallina | | | | | | | | | | x | | | | | |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griselo | Guanacastle | x | | | | | | | | x | | | | | | |
| <i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) Stand | Negrito | | | | | | | | x | | | | | | | |
| <i>Diospyros digina</i> Jacq | Zapote negro | x | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración directa

| ALIMENTO | FORRAJE | MADERA | SERVICIOS | OTROS |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1. Frutas y vainas | 3. Hojas | 8. Leña | 11. Rompevientos | 15. Medicinales |
| 2. Condimentos | 4. Frutos y semillas | 9. Madera | 12. Cerco vivo | 16. Fibras |
| | 5. Tallos | 10. Postes y material y construcción | 13. Conservación del suelo | 17. Taninos, colorantes |
| | 6. Flores | | 14. Fijador de Nitrógeno | 18. Cultural, ritual |
| | 7. Alimento/Abejas | | | 19. Ornamental |

Huertos Familiares

Los huertos familiares son dentro de los sistemas agroforestales los que presentan mayor diversidad de especies, los que presentan mayor número de individuos por unidad de superficie y proporcionan una gran cantidad de servicios y productos.

Las especies que se encuentran con mayor frecuencia son el limón, el mango, el guaje, el chicozapote y el plátano (Cuadro 6). Las especies que se comercializan son el limón, el mango, el chicozapote y la ciruela. Este punto es importante ya que proporciona al campesino un ingreso adicional durante el año (Cuadro 7).

Cuadro 6. Especies utilizadas en los huertos familiares de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| Nombre científico | Nombre común | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|--|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Citrus aurantifolia</i> | Limón | x | | | | | | | x | | | | | | | x | | | | |
| <i>Citrus nobilis</i> Lour | | x | | | | | | | x | | | | | | | x | | | | |
| <i>Mangifera indica</i> L. | Mango | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Leucaena glauca</i> (L) Benth et Hook | Guaje | x | | x | | | | | x | | x | | | | | x | | | | |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | | x | | x | | | | | x | | x | | | | | x | | | | |
| <i>Manilkara zapota</i> (L.) v. Royen | Chicozapote | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Musa</i> sp | Plátano | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Annona reticulata</i> L. | Anona | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Prosopis leavigata</i> (H.B. ex Willd) Johnst | Mezquite | | | | x | | | | x | | x | | | x | | | | | | |
| <i>Spondia purpurea</i> L. | Ciruela roja | x | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | |
| <i>Persea americana</i> Mill. | Aguacate | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tamarindus indica</i> L. | Tamarindo | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lippia graveolens</i> H.B.K. | Orégano | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Piper sanctorum</i> L. | Hierba santa | | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Acanthocereus subinermis</i> B&R | Nopal de cruz | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Citrus</i> sp. | Mandarina | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Carica papaya</i> | Papaya | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Diospyros digina</i> Jacq | Zapote negro | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coffea arábica</i> | Café | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Yucca elepanthipes</i> Rangel | Izote | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Psidium guajava</i> L. | Guayaba | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Punica granatum</i> L. | Granada | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Annona muricata</i> L. | Guanábana | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cassia emarginata</i> L. | Patito | | | | x | | | | x | | | x | x | | | | | | | |
| <i>Bumelia leateverins</i> | Tempequistle | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cederla odorata</i> L. | Cedro | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Cocos nucifera</i> | Coco | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Citrus maxima</i> Burm. | Toronja | x | | | | | | | | | | | | | | x | | | | |

| ALIMENTO | FORRAJE | MADERA | SERVICIOS | OTROS |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1. Frutas y vainas | 3. Hojas | 8. Leña | 11. Rompevientos | 15. Medicinales |
| 2. Condimentos | 4. Frutos y semillas | 9. Madera | 12. Cerco vivo | 16. Fibras |
| | 5. Tallos | 10. Postes y material y construcción | 13. Conservación del suelo | 17. Taninos, colorantes |
| | 6. Flores | | 14. Fijador de Nitrógeno | 18. Cultural, ritual |
| | 7. Alimento/Abejas | | | 19. Ornamental |

Cuadro 7. Época de cosecha de las especies comestibles de los huertos familiares de la Cañada de Cuicatlán, Oax.

| Nombre común | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Limón | ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Mango | | | | ----- | ----- | | | | | | | |
| Guaje | ---- | | | | | | | | | | | ----- |
| Chicozapote | | | ----- | ----- | | | | | | | | |
| Plátano | ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Anona | | | | ----- | --- | | | | | | | |
| Mezquite | | | | | ----- | | | | | | | |
| Ciruella | | | | ----- | ----- | | | | | | | |
| Aguacate | | | | | | ----- | ----- | ----- | | | | |
| Tamarindo | | | ----- | ----- | | | | | | | | |
| Nopal | | ---- | ----- | | | | | | | | | |
| Papaya | ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Zapote negro | ---- | | | | | | | | | | | |
| Café | ---- | | | | | | | | | | ----- | ----- |
| Granada | ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Tempequistle | | | | ----- | ----- | | | | | | | |
| Pitahaya | | | | | | | ----- | ----- | | | | |

Fuente: Elaboración directa

En la estructura vertical se obtuvieron los siguientes estratos (Figura 14):

-Primer estrato (hasta 1 metro de altura). Formado principalmente por plantas comestibles, medicinales y ornamentales tales como: nopal (*Opuntia sp.*) y la hierba santa (*L. graveolens*).

-Segundo estrato (hasta 5 metros de altura). Formado principalmente por frutales como: limón (*C. aurantifolia*), plátano (*Musa sp.*), ciruela roja (*S. purpurea*) y la mandarina (*Citrus sp.*).

-Tercer estrato (hasta 9 metros de altura). En este estrato se incluyen especies arbóreas de talla menor y algunos frutales como: guaje (*L. glauca*),

chicozapote (*M. zapota*), la anona (*A. reticulata*), mezquite (*P. leavigata*), el aguacate (*P. americana*) y el tamarindo (*T. indica*).

-Cuarto estrato (mayor de 9 metros de altura). Se encuentran las especies de mayor altura como: el mango (*M. indica*), el zapote negro (*D. digina*), el tempesquistle (*B. leateverins*), el cedro (*C. odorata*) y el hule (*F. elástica*).

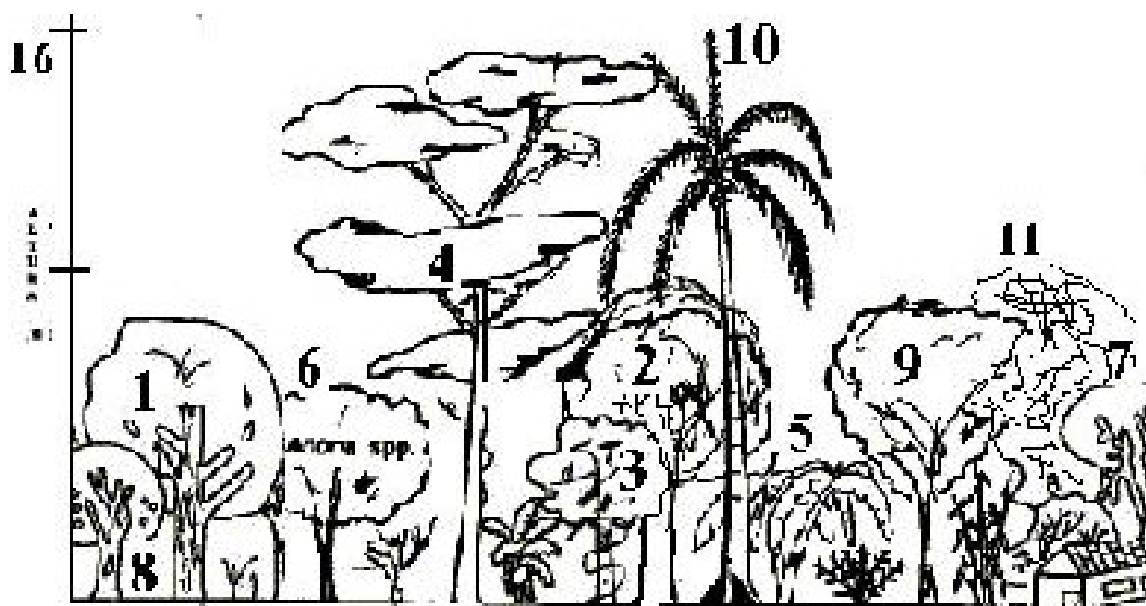


Figura 14. Perfil vertical de las especies de mayor valor de importancia de los huertos familiares de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca. *Citrus aurantifolia* (1); *Mangífera indica* (2); *Leucaena glauca* (3); *Manilkara zapota* (4); *Musa sp* (5); *Annona reticulata* (6); *Prosopis leavigata* (7); *Spondia purpurea* (8); *Persea americana* (9); *Cocus nucífera* (10); *Tamarindus indica* (11).

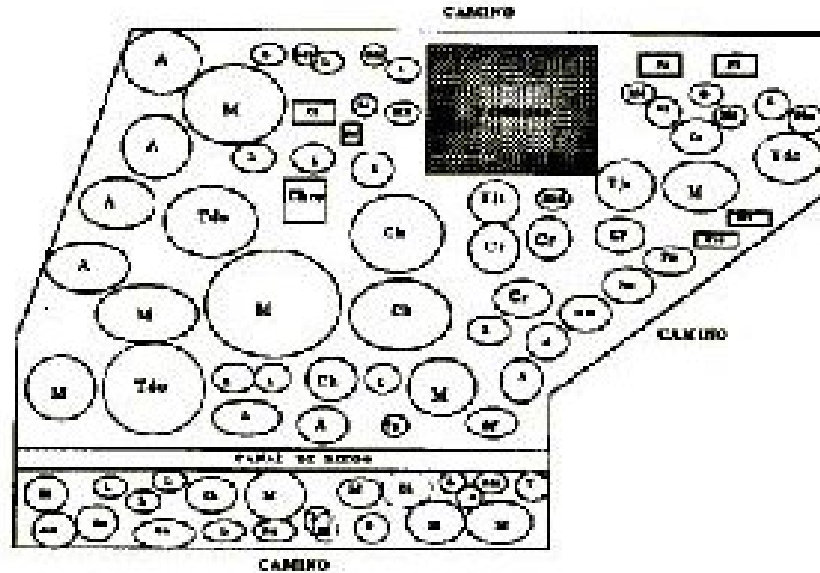


Figura 15. Estructura horizontal de un huerto familiar de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

Citrus aurantifolia (L), *Mangifera indica* (M), *Leucaena glauca* (Cr), (*Persea americana* Ate), *Tamarindus indica* (Tdo), *Opuntia* sp. (Nc), *Citrus* sp. (Md), *Diospyrus digina* (Zn), *Yuca elephanthypes*. (Ites), *Psidium guajava* (Gba), *Punica granatum* (Gda), *Annona muricata* (G), *Cassia* sp. (Pto), *Bumelia leateverins* (Tpq), *Cocus nucífera* (Co), *Citrus maxima* (Tja), *Arundo donax* (Czo), *Opuntia* sp. (NL), *Hylocerus undatus* (F), *Citrus limmata* (Lm), *Saccharum officinarum* (Cñ), (Chiquero=Chro).

Los huertos familiares tienen una larga tradición en toda la república mexicana. Es una combinación de plantas que incluyen árboles, arbustos, enredaderas y plantas herbáceas cultivadas dentro de/o adyacentes a la casa. Estos huertos son plantados y mantenidos por los miembros de la familia campesina, sus productos son dedicados principalmente al consumo aunque hay casos muy notorios donde se dedica a la comercialización en los mercados de la región; estos huertos en Cuicatlán se pueden referir a la asociación estrecha de árboles y arbustos de uso múltiple con cultivos perennes y anuales (plantas medicinales), e invariablemente la ganadería de solar dentro de los conjuntos que limitan al huerto familiar (gallinas, patos, guajolotes, cerdos, pichones y animales que se estabulan de noche como bovinos, asnos, caballos, cabras y borregos), y toda la unidad cultivo-árbol-animal se maneja con trabajo familiar donde tienen un papel fundamental las mujeres y los niños.

Los huertos caseros de la Cañada ilustran la gran diversidad y complejidad de los huertos del trópico seco, es importante señalar que hay otros tipos importantes de huertos caseros en otros lugares cada uno con sus rasgos característicos propios dentro de esta región (Fig. 15).

Una práctica muy común en estos sistemas agroforestales es el denominado huerto de multiestratos y estos son plantaciones mixtas de árboles que consisten en especies de porte alto y otras especies comerciales como los cítricos y anonas dando la apariencia de un bosque manejado. Otra característica de estos sistemas es el cultivo diversificado de usos múltiples (*Enterolobium cyclocarpum*, *Prosopis laevigata*, *Leucaena glauca*, entre otros) que satisfacen las necesidades básicas de la población local, mientras la configuración de multiestratos y diversificada de especies altas de los huertos caseros ayudan a reducir el deterioro ambiental comúnmente asociado con el monocultivo. También estos huertos han estado produciendo rendimientos sostenibles en todos los tiempos del origen de esta sociedad.

Estos sistemas agroforestales se deben clasificar basados en su naturaleza y tipos de componentes como sistemas agrosilvopastoriles ya que consisten de cultivos herbáceos (como calabazas, caña de azúcar y medicinales), perennes y leñosas y animales.

Los esquemas de los huertos tienen mucho menos de una hectárea lo que indica la naturaleza de subsistencia de la práctica. Todos los huertos contienen alguna clase de cultivos alimenticios y muchos de los árboles producen frutos y otra forma de alimento y esto confirma que la función más importante de los huertos es la producción de alimentos. Sin embargo, también hay varios productos que podríamos denominar secundarios como plantas medicinales, forrajeras, postes, combustible o leña y su papel ecológico dentro del confort del grupo familiar que lo habita.

A pesar del tamaño muy pequeño en general, la unidad de los huertos están caracterizados por una gran diversidad de especies y exhibir de tres a cuatro estratos en su estructura vertical que dan como resultado asociaciones estrechas de plantas (heliófitas- demandantes de luz, esciófitas- tolerantes a la sombra). Por otro lado, contrario a la apariencia de los arreglos al azar, generalmente los huertos son sistemas estructurados cuidadosamente por los campesinos teniendo cada uno de los componentes un lugar y función específica, es un sistema limpio y cuidadosamente tendido alrededor de la casa, donde plantas de diferentes alturas y tipos arquitectónicos, aunque no plantados en forma muy ordenada, ocupan óptimamente el espacio disponible tanto horizontal como vertical.

La magnitud y la tasa de producción, así como también la facilidad y ritmo de mantenimiento del sistema, dependen de su composición de especies. La selección de especies está determinada por los factores ambientales, culturales y socioeconómicos, así como también por los hábitos dietéticos y la demanda de un mercado cultural de la localidad, por lo que existe una notable similitud con respecto a la composición de especies entre diferentes huertos caseros especialmente en la composición arbórea.

Un rasgo conspicuo del componente cultivo – árbol en los huertos caseros es el predominio de los árboles frutales y otros árboles productores de alimentos. Aparte de proveer un suministro constante de varios tipos de productos comestibles son compatibles – biológica y ambientalmente – con otros componentes del sistema. Así, mientras que los árboles frutales como la guayaba, la ciruela, el mango se usan como alimento; otros producen leña, alimento y forraje como el guaje, el mezquite y otros; integran una biocenosis que cada vez es más perfeccionada por los campesinos.

Sistema agroforestal agrobosque

Este sistema consiste en un grupo de árboles cuya finalidad es proporcionar estabilidad a las márgenes de los ríos y así proteger los terrenos agrícolas de la acción erosiva del agua. Proporciona productos como: madera, leña, forraje y productos alimenticios; los servicios adicionales son: protección a la fauna, creación de un microclima y conservación de la humedad. Las especies que conforman este sistema se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Especies encontradas en el sistema agrobosque de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| Nombre científico | Nombre común | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Astianthus vincinalus</i> (H.B.K) Bail | Palo de agua | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | |
| <i>Cedrela odorata</i> L. | Cedro | | | | | | | | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb. | Guanacastle | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Cassia emarginata</i> L. | Patito | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Ficus tecolotensis</i> (Liebm.) Miquel | Amate | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | |
| <i>Annona reticulata</i> L. | Anona | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Prosopis leavigata</i> (H.B. ex Willd) Johnst. | Mezquite | | | | x | | | | x | | | | | | x | | | | | |
| <i>Lysiloma bahamensis</i> Benth | Tepeguaje | | | | | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Guacima | | | | | | | | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Sapium appendiculatum</i> (Muell Arg) Fax | Matagallina | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | |
| <i>Persea americana</i> Mill. | Aguacate | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leucaena glauca</i> (L) Benth et Hook | Guaje | x | | x | | | | | x | | x | | | | x | | | | | |
| <i>Cytocarpa procera</i> H.B.K. | Chupandio | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leucaena sp</i> | Guaje rojo | x | | | | | | | x | | | | | | x | | | | | |
| <i>Acacia cymbispina</i> (Sprague) et. Riley | Cucharito | | | x | x | | | | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Mangifera indica</i> L. | Mango | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Cercidium praecox</i> (R. et. Pav.) Harms | Mantecoso | | | | | | | x | | | | | | | | x | | | | |

Fuente: Elaboración directa

| ALIMENTO | FORRAJE | MADERA | SERVICIOS | OTROS |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1. Frutas y vainas | 3. Hojas | 8. Leña | 11. Rompevientos | 15. Medicinales |
| 2. Condimentos | 4. Frutos y semillas | 9. Madera | 12. Cerco vivo | 16. Fibras |
| | 5. Tallos | 10. Postes y material y construcción | 13. Conservación del suelo | 17. Taninos, colorantes |
| | 6. Flores | | 14. Fijador de Nitrógeno | 18. Cultural, ritual |
| | 7. Alimento/Abejas | | | 19. Ornamental |

Para la toma de datos se utilizó el método de muestreo por punto cuadrante (Cottam y Curtis, 1956), obteniendo los resultados que se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Valores absolutos, relativos y valor de importancia de las especies que conforman al sistema agroforestal agrobosque, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| ESPECIE | D | DEN. ABS. | DOM. ABS. | FRE. ABS. | DEN. REL. | DOM. REL. | FRE. REL. | VAL .IMP |
|---------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <i>Astianthus vincinalis</i> | 5.4 | 3.4 | 9445.5 | 13.8 | 20 | 5.6 | 17.4 | 43.1 |
| <i>Cederla odorata</i> | 5.5 | 3.3 | 4876.1 | 10 | 15 | 2.9 | 12.7 | 30.6 |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | 5.9 | 2.9 | 29291.7 | 5 | 5 | 17.4 | 6.3 | 28.8 |
| <i>Cassia emarginata</i> | 4.3 | 5.4 | 1028.1 | 11.3 | 13.8 | 0.6 | 14.3 | 28.6 |
| <i>Ficus tecolutensis</i> | 4 | 6.3 | 39760.9 | 1.3 | 1.3 | 23.7 | 1.6 | 26.5 |
| <i>Annona reticulata</i> | 3.7 | 7.3 | 1812 | 8.8 | 11.3 | 1.1 | 11.1 | 23.4 |
| <i>Prosopis leavigata</i> | 4.3 | 5.4 | 1001.5 | 6.3 | 10 | 0.6 | 7.9 | 18.5 |
| <i>Lysiloma bahamensis</i> | 3.5 | 8.2 | 24249.6 | 1.3 | 1.3 | 14.4 | 1.6 | 10.8 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 4.8 | 4.3 | 5161.2 | 5 | 6.3 | 3.1 | 6.3 | 15.7 |
| <i>Sapium appendiculatum</i> | 1.8 | 30.9 | 13386.9 | 1.3 | 1.3 | 8 | 1.6 | 10.8 |
| <i>Persea americana</i> | 5 | 4 | 11122 | 1.3 | 1.3 | 6.6 | 1.6 | 9.5 |
| <i>Leucaena glauca</i> | 4.7 | 4.5 | 1381.7 | 3.8 | 3.8 | 0.8 | 4.8 | 9.3 |
| <i>Cytocarpa procera</i> | 4.6 | 4.7 | 1926.8 | 2.5 | 2.5 | 1.1 | 3.2 | 6.8 |
| <i>Leucaena sp</i> | 5 | 4 | 3217 | 1.3 | 1.3 | 1.9 | 1.6 | 4.8 |
| <i>Acacia cymbispina</i> | 1.1 | 82.6 | 2742.4 | 1.3 | 1.3 | 1.6 | 1.6 | 4.5 |
| <i>Mangífera índica</i> | 12 | 0.7 | 2304.4 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.6 | 4.2 |
| <i>Cercidium praecox</i> | 3 | 11.1 | 54.5 | 1.3 | 1.3 | 0 | 1.6 | 2.9 |
| TOTAL | | 223 | 168095 | 78.8 | 100 | 100.1 | 99.9 | 300.1 |

D: Número de árboles en 100 m²

Fuente: Elaboración directa

De acuerdo a los resultados obtenidos, las especies con mayor número de individuos por hectárea son: el mango (*M. índica*), el guanacastle (*E. cyclocarpum*), el cedro (*C. odorata*) y el palo de agua (*A. vincinalis*); mientras en el área basal destacaron el guanacastle (*E. cyclocarpum*), el ámate (*F. tecolutensis*), el mango (*M. índica*) y el tepeguaje (*L. bahamensis*). Las especies con mayor cobertura son el ámate (*F. tecolutensis*) y el guanacastle (*E. cyclocarpum*); las especies con mayor frecuencia son el palo de agua (*A. vincinalis*), el patito (*C. emarginata*) y el cedro (*C. odorata*).

El valor de importancia muestra el desarrollo de las especies en cuanto a densidad, dominancia y frecuencia, donde predominan el palo de agua (*A. vincinalis*), el cedro (*C. odorata*) y el guanacastle (*E. cyclocarpum*).

Estructuración del perfil fisonómico del sistema agroforestal agrobosque.

En las Figuras 16 y 17 se muestran la estructura vertical del sistema agroforestal agrobosque y el perfil vertical de las especies de mayor valor de importancia. En la estructura vertical se obtuvieron los siguientes estratos.

- Primer estrato (hasta 5 metros de altura). Representado principalmente por árboles de porte bajo como el patito (*C. emarginata*), el cucharito (*A. cymbispina*), la anona (*A. reticulata*) y el mantecoso (*C. praecox*).

- Segundo estrato (hasta 10 metros de altura). En este estrato se encuentran árboles de porte medio como: el palo de agua (*A. vincinalis*), el mezquite (*P. leavigata*), la mata gallina (*S. appendiculatum*) y el chupando (*C. procera*).

- Tercer estrato (hasta 15 metros de altura). Este estrato se encuentra representado por el ámate (*F. tecolutensis*) y el guaje (*L. glauca*).

- Cuarto estrato (hasta 20 metros de altura). En este estrato se encuentran las siguientes especies: el tepeguaje (*L. bahamensis*), el guaje rojo (*Leucaena sp.*) y el mango (*M. indica*).

Quinto estrato (mayor de 20 metros). En el estrato se encuentran las especies de mayor altura y de mayor valor económico, como: el cedro (*C. odorata*), el guanacastle (*E. cyclocarpum*) y el aguacate (*P. americana*).

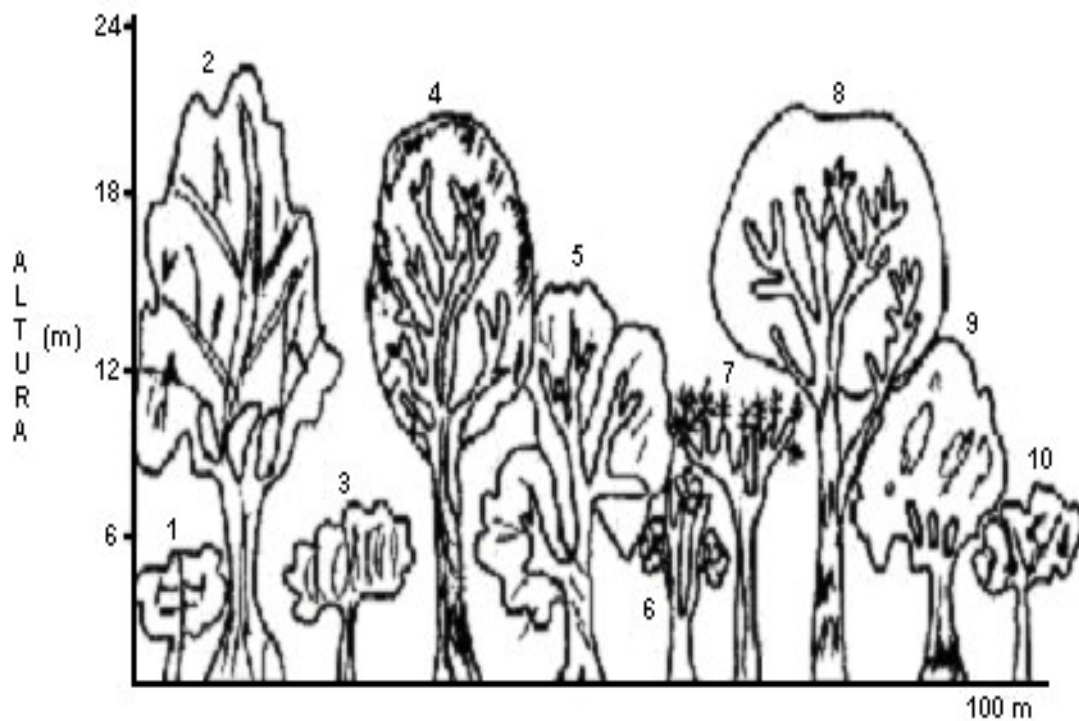


Figura 16. Estructura vertical del sistema agroforestal agrobosque en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca. *Annona reticulata* (1,3,10); *Enterolobium cyclocarpum* (2,9); *Persea americana* (4); *Ficus tecolutensis* (5); *Astianthus vincinalis*(6); *Leucaena gluca* (7); *Cederla odorata* (8).

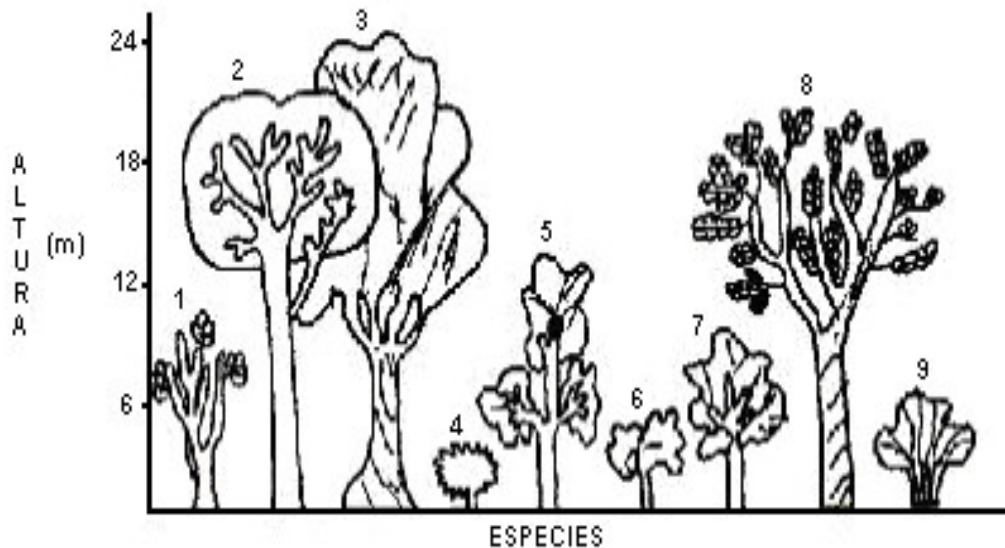


Figura 17. Perfil vertical de las especies de mayor valor de importancia del sistema agroforestal agrobosque en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca. *Atianthus vicinalis* (1); *Cedrela odorata* (2); *Enterolobium cyclocarpum* (3); *Cassia emarginata* (4); *Ficus tecolutensis* (5); *Annona reticulata* (6); *Prosopis laevigata* (7); *Lysiloma bahamensis* (8); *Guazuma ulmifolia* (9).

En este sistema encontramos 5 estratos destacando el estrato superior con especies de hasta 23 metros de altura, como el *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela odorata* y *Lysiloma bahamensis*. En contraste con el estrato inferior, representado por *Cassia emarginata* y *Annona reticulata* que tienen una altura promedio de 5 m.

Sistema Agroforestal de Recolección

Este sistema se presenta dentro de la vegetación natural de la selva baja caducifolia espinosa, se considera un sistema silvopastoril porque de él se obtienen recursos maderables como: leña, postes para cercos y material de construcción; se utiliza para pastorear ganado caprino, las especies que consume este ganado son las hojas y vainas del cucharito (*Acacia cymbispina*) y el cuatillo (*Coursetia seleri*), la vaina de la uña de gato (*Mimosa biuncifera*) y la flor del pochote (*Ceiba aesculifolia*); además de la recolección de productos alimenticios como el fruto de la jiotilla (*Escontria chiotilla*), el pitayo (*Stenocereus griseus*) y el pochote (*C. aesculifolia*). (Cuadro 10).

Cuadro 10. Especies encontradas en el sistema agroforestal de recolección, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| Nombre científico | Nombre común | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Lemaireocereus webweri</i> (Coulte) Britton y Rose | Cardón | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Mimosa biuncifera</i> Benth | Uña de gato | | | x | x | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) stand | Negrilo | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceiba aesculifolia</i> (H.B.K.) Britt y Baker | Pochote | x | | | | | x | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Acacia cymbispina</i> (Sprague) et Riley | Cucharito | | | x | x | | | | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Annona reticulata</i> L. | Anona | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Prosopis leavigata</i> (H.B. ex Willd) Johnst. | Mezquite | | | | x | | | | x | | | | | | x | | | | | |
| <i>Lysiloma bahamensis</i> Benth | Tepeguaje | | | | | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Guacima | | | | | | | | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Sapium appendiculatum</i> (Muell Arg) Fax | Matagallina | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Persea americana</i> Mill. | Aguacate | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leucaena glauca</i> (L) Benth et Hook | Guaje | x | | x | | | | | x | | x | | | | x | | | | | |
| <i>Cytocarpa procera</i> H.B.K. | Chupandio | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leucaena sp</i> | Guaje rojo | x | | | | | | | x | | | | | | x | | | | | |
| <i>Acacia cymbispina</i> (Sprague) et. Riley | Cucharito | | | x | x | | | | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Mangifera indica</i> L. | Mango | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Cercidium praecox</i> (R. et. Pav.) Harms | Mantecoso | | | | | | | x | | | | | | | | | x | | | |

Fuente: Elaboración directa

| ALIMENTO | FORRAJE | MADERA | SERVICIOS | OTROS |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1. Frutas y vainas | 3. Hojas | 8. Leña | 11. Rompevientos | 15. Medicinales |
| 2. Condimentos | 4. Frutos y semillas | 9. Madera | 12. Cerco vivo | 16. Fibras |
| | 5. Tallos | 10. Postes y material y construcción | 13. Conservación del suelo | 17. Taninos, colorantes |
| | 6. Flores | | 14. Fijador de Nitrógeno | 18. Cultural, ritual |
| | 7. Alimento/Abejas | | | 19. Ornamental |

La época de recolección de las especies comestibles se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Época de recolección de especies comestibles del sistema agroforestal de recolección en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| ESPECIE | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|------------|---|-------|-------|---|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|
| Cardón | | | | | ----- | | | | | | | |
| Pochote | | ----- | ----- | | | | | | | | | |
| Jiotilla | | | | | ----- | | | | | | | |
| Xonocostle | | | | | | | | ----- | | | | |
| Pitayo | | | | | ----- | | | | | | | |
| Orégano | | | | | | | ----- | ----- | | | | |

Cuadro 12. Valores absolutos, relativos y valor de importancia de las especies que conforman al sistema agroforestal de recolección, en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

| ESPECIE | D | DEN. ABS. | DOM. ABS. | FRE. ABS. | DEN. REL. | DOM. REL. | FRE. REL. | VAL IMP. |
|-----------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Lematrocereus weberi | 1.6 | 39.1 | 49,087.5 | 0.8 | 0.8 | 71.8 | 1 | 73.7 |
| Acacia biuncífera | 3.1 | 10.4 | 71.2 | 16.7 | 24.2 | 0.1 | 20.6 | 44.9 |
| Cesalpinia melanadenia | 2.5 | 16.0 | 411.8 | 10.8 | 10.8 | 0.6 | 13.4 | 24.8 |
| Ceiba aesculifolia | 3.6 | 7.7 | 3,27.3 | 8.3 | 9.2 | 4.8 | 10.3 | 24.3 |
| Acacia sp. | 4.5 | 4.9 | 263.6 | 9.2 | 10.8 | 0.4 | 11.3 | 22.6 |
| Escontria chiotilla | 3.6 | 7.7 | 1,789.9 | 5.8 | 8.3 | 2.6 | 7.2 | 18.2 |
| Coursetia selerii | 3.9 | 6.6 | 210.9 | 6.7 | 9.2 | 0.3 | 8.3 | 17.7 |
| Ipomoea sp. | 2.4 | 17.4 | 1,361.6 | 5.8 | 7.5 | 2 | 7.2 | 16.7 |
| Plocosperma microphilum | 2.8 | 12.8 | 576.9 | 5 | 5 | 0.8 | 6.2 | 12.0 |
| Stenocereus stellatus | 1.4 | 51.0 | 5,70.3 | 0.8 | 0.0 | 8.4 | 1 | 10.3 |
| Stenecurus sp. | 4.8 | 6.3 | 1,9941.0 | 1.7 | 2.5 | 2.8 | 2.3 | 7.4 |
| Lippia sp. | 1.6 | 39.1 | 0 | 2.5 | 2.5 | 1.1 | 3.3 | 6.7 |
| Myrtillocactus geometrizans | 3.6 | 7.7 | 729.7 | 2.5 | 2.5 | 1.1 | 3.3 | 6.7 |
| Sapium appendiculatum | 3.9 | 6.6 | 1,767.3 | 0.8 | 0.8 | 2.6 | 1 | 4.5 |
| Cercidium praecox | 7.1 | 2 | 479.3 | 1.7 | 1.7 | 0.7 | 2.1 | 4.4 |
| TOTAL | | 247 | 68,565.9 | 80.8 | 100 | 100.3 | 100 | 300.4 |

D: Número de árboles en 100 m²

De acuerdo a los resultados obtenidos las especies con mayor número de individuos por hectárea son: el mantecoso, el pitayo, el cucharito, la matagallina y el cuatillo. Las especies con mayor cobertura son el xoconostle, el cardón y el orégano; las especies con mayor frecuencia son el uña de gato, negrito, el cucharito y el pochote.

El valor de importancia muestra el desarrollo de las especies en cuanto a densidad, dominancia y frecuencia; donde predomina el cardón, uña de gato y el negrito.

Estructuración del perfil fisonómico del sistema agroforestal de recolección en la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.

En la estructura vertical se obtuvieron los siguientes estratos (Fig. 18).

- Primer estrato (hasta 1 metro de altura). Este se encuentra representado por especies como el orégano, nopales y lechuguilla.
- Segundo estrato (hasta 5 metros de altura). En este estrato se encuentra la mayoría de las especies destacando el uña de gato, negrito, cucharito, la jiotilla, el cuatillo, cazahuate, husitos, xonocostle, garambullo y matagallina.
- Tercer estrato (mayor a 5 metros de altura). En este estrato se ubican árboles de mayor altura dentro del sistema como: el cardón, pochote, pitayo y el mantecoso.

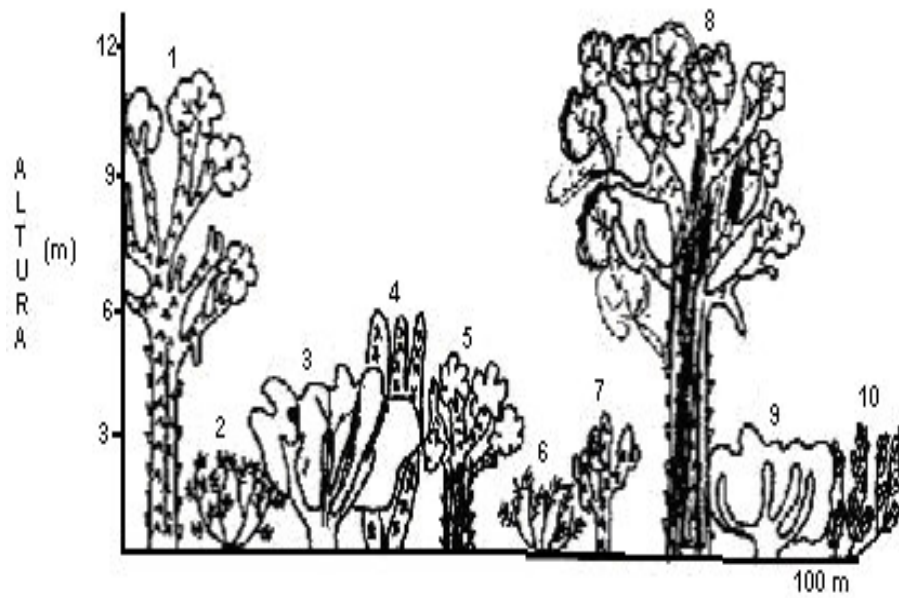


Figura 18. Estructura vertical de la comunidad. *Ceiba esculifolia* (1,5,8); *Mimosa biuncifera*(2,6); *Acacia cymbispina* (3,9); *Stenocereus griseus* (4); *Escontria chiotilla* (7); *Courselerii*(10).

DISCUSIÓN

Desde hace mucho tiempo se ha visto que los programas de reforestación implementados por el gobierno no han logrado sus objetivos planteados, a tal grado que las masas forestales no se recuperan de manera integral, la falta de una verdadera cultura forestal entre los dueños de los terrenos forestales, ha creado un desinterés por preservar sus recursos y desarrollar programas de fomento, optando por actividades productivas mediante el cambio del uso del suelo.

Bajo este contexto, los sistemas agroforestales constituyen la herramienta básica para contrarrestar el avance en el proceso de deforestación, contribuyendo a la protección de las áreas naturales con vegetación y restaurar el equilibrio ecológico de los terrenos forestales perturbados, haciendo productivas este tipo de áreas, obteniendo ingresos a corto, mediano y largo plazo.

En la zona de estudio la problemática se centra en el manejo de los sistemas agroforestales, la tendencia de un proceso de ganaderización y la apertura de nuevas áreas para el establecimiento de cultivos agrícolas, todo esto reflejado por el proceso de inmigración de pobladores de otras partes del país, principalmente del centro y norte; constituyendo el 40% de la población total del municipio (INEGI, 1990), lo que implica una mezcla de ideas, costumbres, tradiciones y diferentes formas de trabajar con los recursos naturales, lo que hace difícil la sensibilización de los mismos para la adopción de técnicas adecuadas mediante combinaciones agroforestales rentables que contribuyan a la preservación del medio natural.

De esta manera, el desarrollo agroforestal en la zona debe plantearse desde un nivel inferior, es decir, desde parcelas demostrativas, considerando la participación de los productores, aprovechando de su experiencia y conocimiento empírico, ya que nadie más que ellos conocen las ventajas y desventajas de su parcela, hasta la incorporación de las técnicas agroforestales en los programas de reforestación oficiales, asumiendo responsabilidades, proporcionando capacitación y asistencia técnica y dar continuidad, evaluación y seguimiento en el desarrollo en este tipo de plantaciones.

Ahora bien, los sistemas agroforestales practicados en forma tradicional en la zona de estudio son muy importantes ya que constituyen la base económica y alimenticia de la población de esta región, ya que por ejemplo, en el caso de

cercos vivos, éstos además de que son económicos, son muy durables lo que asegura la protección de cultivos y/o potreros por un largo período de tiempo, ofrecen beneficios como sombra y son fuente de obtención de otros postes ya sea como cercos vivos o como postera muerta. Por su parte, los árboles combinados con pastizales son frecuentes en la zona de estudio, ya que la actividad ganadera ocupa aproximadamente 20 291 ha, lo que la constituye como la principal región ganadera de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca, la cual tiende a expandirse debido a la concepción de los productores de la alta rentabilidad de esta actividad, quedando relegado y limitado el uso y manejo del arbolado existente en las áreas de vocación forestal.

Por su parte, el huerto familiar es el sistema agroforestal más diversificado y aceptado, ya que es muy productivo a lo largo del año y es uno de los sistemas que con mayor facilidad pudiera engrandecerse y enriquecerse, con la adopción de técnicas adecuadas de manejo de las plantaciones. Una labor importante de los investigadores en esta área debe ser la de implementar “Módulos Agroforestales” en donde la idea principal es crear una especie de huerto familiar a gran escala, es decir, mezclar especies de cultivos anuales, frutales y forestales maderables de uso múltiple, de tal manera que se obtenga producción en el corto, mediano y largo plazo. En el estado de Oaxaca existen decenas de módulos agroforestales (Fig. 16) establecidos por los campesinos, y los resultados son satisfactorios ya que se han implementado mezclas de especies que proporcionándoles manejo adecuado se han incrementado los rendimientos de producción. Por tal motivo, existe aceptación de estas técnicas agroforestales, principalmente en ejidos y comunidades donde las existencias volumétricas de madera no permiten posibilidad de aprovechamientos maderables comerciales. Para implementar un programa de desarrollo agroforestal que ayude a mejorar y recuperar áreas degradadas como consecuencia de prácticas agrícolas migratorias y que además aporte beneficios a la agricultura y ganadería con la producción de forrajes y frutos, producción de leña, madera, postes, sombra, etc., es necesario conocer las formas tradicionales de aprovechar los recursos, detectar problemas, conocer preferencias y gustos de los productores y definir prioridades.

Actualmente y debido a la problemática de la deforestación de las zonas tropicales de México, las instituciones oficiales están sensibilizándose de cuan importantes son las plantaciones agroforestales dendroenergéticas y comerciales. En la Cañada de Cuicatlán se están realizando proyectos productivos de esta naturaleza, con lo cual se pretende en primer lugar generar ingresos a corto, mediano y largo plazo, aunado a esto, controlar el proceso de

deforestación, convirtiendo áreas abandonadas por el uso de sistemas agrícolas tradicionales en áreas permanentes de producción.

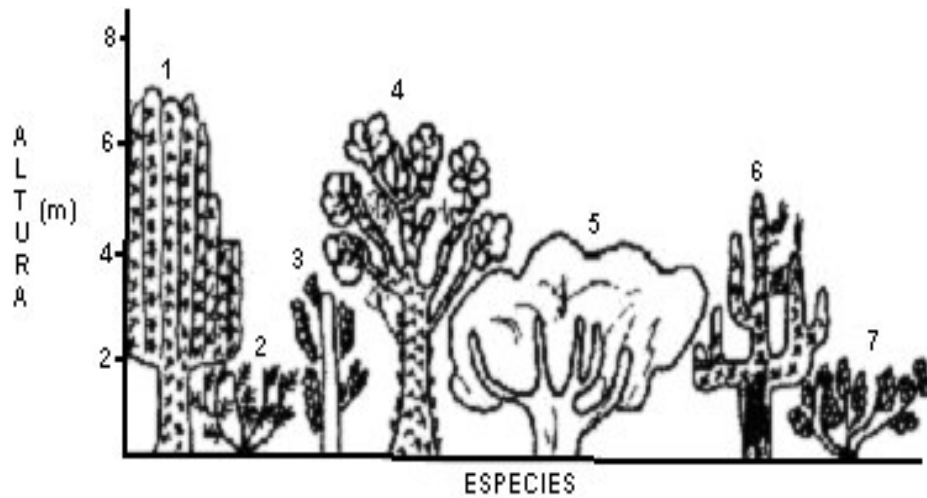


Figura 19. Diversos módulos agroforestales que muestran algunas posibles combinaciones que hacen sustentable el manejo de recursos en las zonas rurales de Cuicatlán, Oaxaca. *Lemaieocereus weberi* (1); *Mimosa biuncifera*(2); *Caesalpinia melanadenia* (3); *Ceiba aescuifolia* (4); *Acacia cymbispina* (5); *Escontria chiotilla* (6) *Coursetia selerii* (7).(Nair,1993)

CONCLUSIONES

- La Cañada de Cuicatlán, Oaxaca, ofrece una condición tendiente al trópico seco y muestra suelos de aluvión en una extensión de aproximadamente 90 km a la orilla de la vega del río Salado en el cual se desarrollan la mayor parte de los sistemas agroforestales tecnificados. En las partes intermedias se ofrecen lomeríos que han sido condicionados para crear sistemas agroforestales de riego y finalmente los lomeríos con pendientes pronunciadas ofrecen variantes de agostaderos para una ganadería transhumante hasta sistemas de recolección y que normalmente pudieron ser clasificados en 13 sistemas agroforestales diferenciándose éstos en sus objetivos y composición específica.
- El limón es la especie arbórea más utilizada dentro de los sistemas agroforestales, debido a su adaptación al clima y la demanda de su producto.
- La función del sistema agroforestal es crear un microclima y evitar la erosión del suelo, protegiendo de esta forma a los cultivos adyacentes.
- El huerto familiar es una fuente de alimento para el campesino, sin descartar la comercialización de los productos en tiempo y espacio debido a su estratificación y a su diversidad botánica que lo hacen fenológicamente un productor de recursos alimenticios, forrajeros, construcción y medicinales de todos los tiempos.
- En el sistema agroforestal de recolección, las especies de mayor importancia poseen características para la recolección de leña, como: el cucharito (*Acacia sp.*), el negrito y el cuatillo. Las especies para la recolección alimenticia son: la jiotilla (*Escontria chiotilla*), el cardón (*Lemaireocereus weberi*) y el pochote (*Ceiba aesculifolia*).
- El sistema agroforestal es una alternativa para el uso adecuado de los suelos para evitar la erosión, conservar recursos genéticos, uso diversificado, un seguro para la economía local.

Bibliografía

Alavez, L. S., 1983. Estudio preliminar de los cercos vivos en la ganadería de Teapa, Tabasco, México. Tesis Profesional, Dpto. Di.Ci.Fo. UACH, Chapingo, Méx. 77 p.

Budowski, G., 1978. Sistemas agrosilvopastoriles en los trópicos húmedos. Programa de trabajo presentado al International Development Research Center de Canadá. IDRC/CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 27-29.

-----, 1979. Proyectos agroforestales nacionales bilaterales y multilaterales en Centro y Sudamérica. In: Conferencia sobre la capacitación internacional en agrosilvicultura. Resúmenes. Editado por T. Chandley y D. Spurgeon. Nairobi, Kenya. ICRAF. IDE. 425 p.

-----, 1979. Sistemas agroforestales en América Tropical. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Presentado en el Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo Tropical. San José Costa, Rica. pp. 7-9.

-----, 1981. Applicability of agroforestry systems. In: Macdonald, L. H. Agroforestry in the Africam humid tropics. Proceedings of Workshop. Ibadan, Nigeria. April 27 – May 1. The United Nations University. pp 13-16.

-----, 1981a. Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controladas en Costa Rica. DDA/CATIE. Turrialba, Costa Rica. Presentado en la Reunión Consultiva sobre Investigación en Plantas y Agroforestería, ICRAF, Nairobi, Kenya. pp. 15 – 17.

Caro, P., U. R., 1993. Terminología Técnica Forestal. Tesis Profesional. Di.Ci.Fo. UACH Chapingo, Méx. pp. 17 – 18.

Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza. 1986. Sistemas agroforestales; principios y aplicaciones en los trópicos. CATIE. San José, Costa Rica. 818 pp.

Centro Estatal de Estudios Municipales, 1988. Los municipios de Oaxaca. Colección: Enciclopedia de los municipios de México. Gobierno del Estado de Oaxaca.

Combe, J. y Budowski, G., 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales; una revisión de literatura. Taller sistemas agroforestales en América Latina. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 17-48 p.

----- y Gewald, N., 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. 247 p.

Cottam, G. y Curtis J. T., 1962. Plant ecology workbooks; laboratory field and reference manual. Minneapolis, USA. 193 pp.

Dansereau, P. A., 1957. Biogeography, and Ecological Perspective. Ronald Press, Nueva York, N.Y., 394 p.

Douglas, J. S. and Hart, R. A. deJ. 1976. Forest farming; toward a solution to problems of world hunger and conservation. Robinson L. Walkins Books, London. p. 197.

Espejel E. C. R., 1993. Los huertos familiares como sistemas agroforestales en la comunidad de San Juan Epatlán, Puebla. Tesis Lic. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 76.pp.

FAO/SIDA, 1983. Conservación y desarrollo de los recursos forestales tropicales. Roma, Italia. 134 p.

FIRA, 1985. Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos y asistencia técnica, frutícola. División de Divulgación y publicaciones de FIRA. Serie Agricultura, 108 p.

Fassbender H. W., 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2da. Edición. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 492 pp.

Ffolliott F. P., 1995. Dryland forestry, planning and management. Ed. John Wiley and Sons. New York, USA. 453 pp.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Instituto de Geografía, UNAM, México. D.F., 252 p.

