

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**CENTRO DE AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**AGROECOSISTEMAS TRADICIONALES CON POTENCIAL
AGROFORESTAL, EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO
COXCALTEPEC, OAXACA**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN
AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

P R E S E N T A

SILVIA COCA LÓPEZ

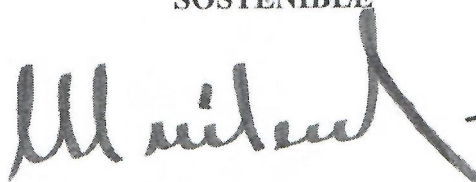


CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, ENERO DE 2004

AGROECOSISTEMAS CON POTENCIAL AGROFORESTAL, EN EL MUNICIPIO
DE SAN PEDRO COXCALTEPEC, OAXACA

Tesis realizada por Silvia Coca López bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE



DIRECTOR:

Dr. MIGUEL ÁNGEL MUSÁLEM SANTIAGO

ASESOR:

Dr. DIODORO GRANADOS SÁNCHEZ

ASESOR:

M.C. MIGUEL URIBE GÓMEZ

AGROECOSISTEMAS CON POTENCIAL AGROFORESTAL, EN EL MUNICIPIO
DE SAN PEDRO COXCALTEPEC, OAXACA

Tesis realizada por **Silvia Coca López** bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DIRECTOR: _____
Dr. MIGUEL ÁNGEL MUSÁLEM SANTIAGO

ASESOR: _____
Dr. DIODORO GRANADOS SÁNCHEZ

ASESOR: _____
M.C. MIGUEL URIBE GÓMEZ

AGRADECIMIENTOS

Al personal académico y administrativo que conforma el programa de Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible; a los primeros porque han contribuido en parte en mi formación profesional con sus conocimientos y a los segundos por su apoyo técnico.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento otorgado durante la estancia académica de la Maestría.

Al Comité Asesor: Dr. Miguel Ángel Musálem Santiago, Dr. Diodoro Granados Sánchez y al M. C. Miguel Uribe Gómez, por su paciencia en la dirección y asesoramiento de la presente tesis.

A mis compañeros de Maestría por su amistad y sus conocimientos aportados a mi persona.

A las autoridades locales y residentes del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca por su apoyo para la realización de esta investigación.

A las siguientes personas por su apoyo académico y profesional en la contribución de este documento: Dr. Isaías Salgado Urgarte, M.C. Arturo Sánchez González y la Biol. Guadalupe García Méndez.

DATOS BIOGRÁFICOS

Silvia Coca López nació en México, Distrito Federal; sus estudios profesionales los realizó en la Universidad Autónoma Metropolitana habiendo obtenido el grado de Licenciatura en Biología.

En su desarrollo profesional ha venido participando en proyectos de estudios de caracterización e impacto ambiental en comunidades vegetales, así como de reconocimiento e inventarios florísticos, mismos que se han realizado en la Universidad antes mencionada, desde 1999 hasta el 2003.

Así mismo, en su ámbito profesional y laboral se ha orientado en proyectos relacionados sobre temas de educación ambiental a nivel de Educación Básica y Media Superior, como también en proyectos de desarrollo rural.

Actualmente se está desempeñando como asesora de proyectos independientes en Educación Ambiental, considerando a la Maestría de Agroforestería como una herramienta más que puede ser aplicada en su formación profesional y laboral.

AGROECOSISTEMAS CON POTENCIAL AGROFORESTAL EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO COXCALTEPEC, OAXACA

AGROECOSYSTEMS WITH AGROFORESTRY POTENTIAL IN THE MUNICIPALITY OF SAN PEDRO COXCALTEPEC, OAXACA

S. Coca López ; M. A. Musálem Santiago

RESUMEN

Se caracterizaron los agroecosistemas tradicionales del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca; con énfasis en los de potencial agroforestal, con base a la estructura y función de sus componentes, con el objetivo de contar con un marco de referencia que permita establecer líneas de investigación y de mejoramiento a las prácticas productivas locales. Las herramientas metodológicas que se utilizaron fueron encuestas semiestructuradas, diagnóstico y diseño (D&D), descripción de sistemas mediante perfiles fisiognómicos y danserogramas, y análisis de agrupamiento basándose en la presencia-ausencia de sus componentes con respecto a la composición florística. Se analizaron algunas variables del área de estudio mediante tablas de contingencia y de correlación simple.

Se encontraron las siguientes categorías productivas que se incluyeron en sistemas agrósilvícolas y silvopastoril: árboles aislados (7.42%), árboles en contorno (14.9%), barreras vivas (18.3%), huertos familiares (13.4%), agrobosque (24.3%) y agostadero en vegetación natural (21.78%). La presencia de ciertas tecnologías tradicionales responden como estrategia de protección al recurso suelo y de autoabasto familiar que se caracterizan por ser de subsistencia.

Se señala la importancia de ciertos componentes vegetales (arbóreos y arbustivos) que representan potencialidades para su utilización en las prácticas productivas, y que sobresalieron por su mayor valor de importancia: *Prunus persica*, *Persea americana*, *Punica granatum*, *Opuntia spp.*, *Stenocereus marginatus*, *Eriobotrya japonica*, *Prunus serotina*, *Casimiroa edulis*, *Agave atrovirens*, *Agave sp.*, *Crataegus pubescens*, *Pyrus communis*, *Juniperus flaccida*, *Quercus spp.* y *Leucaena esculenta*. Estas especies se encontraron bajo diferentes modalidades en las prácticas productivas, encontrándose mayor similitud florística entre los sistemas de huertos familiares y uso de árboles en contorno; así como entre los sistemas de agrobosque y agostadero.

Se proponen estrategias sobre la permanencia o adopción de tecnologías como barreras vivas, abonos verdes, cortinas rompevientos y cortinas contra-heladas, manejo pecuario semiintensivo o con sistemas de rotación; bancos de proteína con componentes forrajeros alternativos; para mejorar los sistemas de producción locales y la conservación de los recursos.

Palabras claves: Caracterización, prácticas agroforestales, índice de valor de importancia, componentes con potencial agroforestal, Oaxaca.

SUMMARY

The traditional agroecosystems of the Municipality of San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca, with emphasis on those with agroforestry potential, were characterized with the basis of the structure and function of their components, with the purpose of having a framework available that allows the establishment of lines for research and for the improvement of local production practices. The methodological tools that were used included semi-structured surveys, diagnosis and design (D&D), systems description by means of physiognomical profiles and danserograms and cluster analysis on the basis of the presence-absence of its components with regard to the floristic composition. Some variables of the study area were analyzed by means of contingency and simple correlation tables.

The following productive categories were found and were included in the agrosilvicultural and silvopastoral systems: isolated trees (7.42%), contour trees (14.9%), live barriers (18.3%), home gardens (13.4%), agro-forests (24.3%) and pasturing within natural vegetation (21.78%). The presence of certain traditional technologies responds as a protection strategy for soil resource and family self-supply that are characterized because they pertain to subsistence.

The importance of certain plant components is pointed out (trees and shrubs) that represent potentialities for their use in productive practices and that were outstanding in view of their superior value of importance: *Prunus persica*, *Persea americana*, *Punica granatum*, *Opuntia spp.*, *Stenocereus marginatus*, *Eriobotrya japonica*, *Prunus serotina*, *Casimiroa edulis*, *Agave atrovirens*, *Agave sp.*, *Crataegus pubescens*, *Pyrus communis*, *Juniperus flaccida*, *Quercus spp.* and *Leucaena esculenta*. These species were found in different arrangements in the productive practices, where major floristic similarities were found between home gardens systems and the use of contour trees, as well as between the agro-forests and the pasturing systems.

Strategies are proposed regarding the permanence or the adoption of technologies such as live barriers, green fertilizer, wind-breaker curtains and frost-protection curtains, semi-intensive cattle management or with rotation systems; protein banks with alternative forage components, to improve local production systems and for the conservation of resources.

Key words: Characterization, agroforestry practices, value of importance index, and components with agroforestry potential, Oaxaca

ÍNDICE

RESUMEN	vi
SUMMARY	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DEL APÉNDICE	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	3
2.1 Objetivos.....	3
2.1.1 Objetivo general.....	3
2.1.2 Objetivos específicos	3
2.2 Hipótesis	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Definición de Agroforestería	4
3.2 Análisis de estructura y función de sistemas.....	6
3.3 Clasificación de los sistemas agroforestales	10
3.4 Ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales.....	13
3.5 Sistemas agroforestales y aprovechamiento de especies arbóreas-arbustivas, en diferentes regiones de México	19
3.6 Tecnologías agroforestales específicas para la mitigación de impactos ambientales en los recursos naturales	26
3.7 Estudios de caracterización y clasificación de sistemas	29
3.8 Herramienta metodológica de diagnóstico y diseño (D&D), para sistemas agroforestales.....	31
4. METODOLOGÍA	34
4.1 Ubicación geográfica	35
4.2 Localización del área de estudio	35
4.3 Características ambientales	37
4.3.1 Fisiografía	37

4.3.2	Clima.....	37
4.3.3	Hidrología	38
4.3.4	Suelos.....	39
4.3.5	Vegetación	39
4.3.6	Uso del suelo.....	40
4.4	Características socioeconómicas.....	40
4.5	Desarrollo metodológico.....	42
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
5.1.	Características de los sistemas de producción	46
5.1.1	Clasificación de las prácticas agroforestales.....	46
5.1.2	Componentes de las prácticas agroforestales.....	47
5.1.2.1	Componente arbóreo y arbustivo	49
5.1.2.2	Componente agrícola	49
5.1.2.3	Componente ganadero.....	57
5.1.3	Categoría por uso de los componentes florísticos.....	57
5.1.4	Estructura de las prácticas agroforestales	61
5.1.4.1	Árboles dispersos en terrenos agrícolas.....	61
5.1.4.2	Árboles en contorno (Frutales-Milpa).....	61
5.1.4.3	Huerto familiar	67
5.1.4.4	Barreras vivas.....	72
5.1.4.5	Agrobosque	82
5.1.4.6	Agostadero	84
5.2	Análisis de agrupamiento de las prácticas agroforestales.....	93
5.3	Características de la unidad familiar en el área de estudio	99
5.3.1.	Edad del productor	99
5.3.2.	Miembros de familia	99
5.3.3.	Tipo de tenencia.....	99
5.3.4.	Mano de obra y Ocupación	100
5.4.	Análisis de influencia de algunas variables socioeconómicas en los sistemas de producción.	101
5.5.	Dinámica de los sistemas tecnológicos de producción	103
5.6.	Limitaciones productivas	108
5.7.	Lineamientos generales de mejoramiento.....	111
6.	CONCLUSIONES	124
7.	LITERATURA CITADA	126
8.	APÉNDICE.....	133

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de leña utilizadas y preferidas en la Sierra Juárez, Oaxaca.....	23
Cuadro 2. Árboles, arbustos, plantas crasas y herbáceas de posible utilización como barreras vivas, cortinas rompevientos, plantas forrajeras y coberteras vegetales, bajo condiciones de escasa precipitación pluvial.	28
Cuadro 3. Etapas para la descripción de sistemas agroforestales, de la metodología de diagnóstico y diseño (D&D).	33
Cuadro 4. Frecuencia de las categorías productivas según productores por localidad en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	48
Cuadro 5. Componente arbóreo-arbustivo más frecuentes en las practicas productivas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca	50
Cuadro 6. Componentes agrícolas más frecuentes en las prácticas productivas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	52
Cuadro 7 Etapas de las prácticas culturales de los cultivos agrícolas en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	54
Cuadro 8. Proporción del componente ganadero en diferentes unidades productivas del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	58
Cuadro 9. Índice de valor de importancia de las especies en los sistemas de árboles dispersos en terrenos agrícolas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	62
Cuadro 10. Índice de valor de importancia de las especies del sistema de árboles en contorno, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec.....	66
Cuadro 11. Índice de valor de importancia de las especies presentes en el sistema de huerto familiar, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec.	73
Cuadro 12. Usos del <i>Agave sp.</i> , en San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	81
Cuadro 13. Índice de valor de importancia de las especies en los sistemas de Agrobosque, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	85

Cuadro 14. Destino de la producción de los componentes ganaderos, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	87
Cuadro 15. Índice de valor de importancia de las especies en los sistemas de Agostadero, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	90
Cuadro 16. Resultados del análisis de correspondencia en donde se indican los valores de las raíces características y el porcentaje de varianza explicada por lo datos (presencia-ausencia de las especies) para los tres primeros ejes de la ordenación.....	96
Cuadro 17. Análisis de variables de los sistemas productivos, en el Municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	102
Cuadro 18. Dificultades productivas en los sistemas de producción expuestas por los productores del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca	109
Cuadro 19. Propuestas para mejorar las prácticas productivas y el manejo de los recursos naturales, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.1. Localización del área de estudio, municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	36
Figura 2. Porcentaje por categoría de uso de los componentes florísticos presentes, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	60
Figura 3. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agrisilvícola, asociación de árboles dispersos con cultivos agrícolas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	63
Figura 4. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agrisilvícola, asociación de árboles en contorno con cultivos agrícolas (Durazno-Maíz), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	64
Figura 5. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agrisilvícola, asociación de árboles en contorno con cultivos agrícolas (Capulín-Granada-Aguacate-Maíz), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	65
Figura 6. Diagrama de flujo de un sistema de árboles en contorno y cultivos agrícolas en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).	68
Figura 7. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agroforestal, huerto familiar típico, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca	70
Figura 8. Estructura horizontal de un huerto familiar típico, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca	71
Figura 9. Diagrama de flujo de un Huerto Familiar en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum,1990).	75
Figura 10. Perfil semirealista y danserograma de un sistema de barreras vivas (Nopal), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	76
Figura 11. Perfil semirealista y danserograma de un sistema de barrera viva (Maguey), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	77

Figura 12. Perfil semirealista y danserograma de un sistema de barrera viva (Maguey-Guaje), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	78
Figura 13 Diagrama de flujo de un sistema agrícola con barreras vivas en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).	80
Figura 14. Diagrama de flujo de un sistema Agrobosque en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).....	83
Figura 15. Diagrama de flujo de un sistema de Agostadero en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).....	88
Figura 16. Dendrograma del análisis de agrupamiento (AA) que muestra la clasificación de las prácticas agroforestales con base a la composición florística, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec. La escala vertical indica el porcentaje de información presente a medida que los grupos se fusionan.....	94
Figura 17. Sistema de ordenación del análisis de correspondencia que muestra el patrón de distribución de los sitios con relación a la composición florística, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	98
Figura 18. Diagrama de flujo de un sistema integral de las prácticas productivas del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).	105

ÍNDICE DEL APÉNDICE

Cuadro 1. Guía semiestructurada para sistemas productivos.....	134
Cuadro 2. Relación de especies florísticas, de usos y manejo en las prácticas productivas, en el Municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	142
Figura 1. Símbolos de los componentes florísticos presentes en los huertos familiares del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.....	152
Figura 2. Formulas y símbolos utilizados con el sistema fisonómico de Dansereau, para describir perfiles de vegetación (Granados y Tapia, 1990).....	153
Figura 3. Símbolos del “lenguaje energético” utilizados en los diagramas de flujo de los sistemas (Odum, 1990).	154

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha incrementado el estudio científico de los sistemas agroforestales tradicionales entendiéndolos como: un sistema de manejo sustentable para terrenos que involucran su producción total, combinando cultivos agrícolas, árboles y/o animales, simultánea o secuencialmente, y aplica prácticas de manejo compatibles con la cultura de la región local (MacDicken y Vergara, 1990); estos sistemas pueden constituir una alternativa para el mejor manejo de los recursos y su relación con los sistemas de producción. Las numerosas técnicas agroforestales son utilizadas en regiones bajo diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales.

Los elementos del medio geográfico se consideran recursos naturales en la medida que el grupo humano desarrolla formas de percepción y valorización utilitaria de los mismos, es decir, un elemento natural se valora como recurso cuando es aprovechable por el hombre; consecuentemente, la categoría de recurso natural no es permanente, está en función del estado de desarrollo de la sociedad, de sus costumbres y de sus principios éticos; condiciones de las que depende la actitud de los grupos humanos en relación con la protección o deterioro de los recursos naturales y, por tanto, del ambiente.

Actualmente, en la producción, se contabiliza el incremento en los rendimientos a corto plazo, y donde se miden los recursos que se incorporan en la producción y no el patrimonio que se pierde. Por tal motivo, el aprovechamiento prácticamente libre e irracional de los recursos, sin considerar los impactos del ambiente y las perspectivas a largo plazo, ha llevado a la actual crisis ecológica y social, que repercute, principalmente, en las comunidades rurales.

El estado de Oaxaca es un ejemplo de riqueza en recursos naturales y se caracteriza por presentar el primer lugar en biodiversidad en México. De acuerdo con Dávila y Sousa (1991) es probable que se encuentre en el estado 50% de la riqueza biológica del país. No obstante, una de las regiones del estado de Oaxaca, la región Mixteca Alta, es un

ejemplo de deterioro en sus recursos naturales y de impactos ambientales negativos. Evidencia de estos impactos, son los bosques templados supervivientes con alto grado de perturbación, pastizales resultante de la tala y pastoreo, disminución tanto en la profundidad como en la fertilidad del suelo, reducción en la humedad atmosférica a nivel microclimático, erosión perceptible, entre otros. La erosión de los suelos es uno de los problemas ambientales que más se acentúan en la región Mixteca alta. Se ha señalado que si la erosión continúa, es posible que en un lapso de 50 años, la Mixteca se convierta en un desierto y pierda toda su tierra cultivable (Flores y Manzanero, 1988).

El municipio de San Pedro Coxcaltepec es un ejemplo característico del estado ambiental que presenta la Mixteca Alta, que por el estado actual de sus recursos, muestra una tendencia hacia un mayor detrimento de los ecosistemas, tal es el caso de bosques que se encuentran muy perturbados, principalmente por el tipo de aprovechamiento: actividades de pastoreo extensivo y extracción de madera para carbón; aunado a las condiciones de desigualdad social de la comunidad, puede comprometer la permanencia de los sistemas productivos y los recursos que aún existen.

En la actualidad no existen estudios sobre la caracterización de los agroecosistemas que se practican en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, por lo que se considero de interés llevarlo a cabo para resaltar los tipos de prácticas productivas que se han utilizado y cómo han contribuido en la conservación de su ambiente; y asimismo, resaltar cuál de ellos puede tener un potencial desde el punto de vista agroforestal y, de esta manera, tener un marco de referencia, que permita definir líneas de investigación para establecer o mejorar en un plazo determinado los sistemas de producción locales acordes a las condiciones socioambientales de la comunidad con un enfoque sustentable.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Caracterizar las prácticas productivas tradicionales con potencial agroforestal que se desarrollan en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca con el fin de proponer líneas generales de mejoramiento que puedan considerarse como opciones para un mejor uso de los recursos naturales.

2.1.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de los agroecosistemas con potencial agroforestal que sirva como marco de referencia para futuras líneas de investigación, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec.
- Identificar y describir la estructura y función de los componentes de las principales prácticas agroforestales tradicionales existentes.
- Proponer líneas de mejoramiento de las prácticas agroforestales tradicionales que pueden ser adoptados por la comunidad para aminorar los impactos en el ambiente y de los mismos sistemas de producción existentes en la localidad.

2.2 Hipótesis

Las prácticas productivas tradicionales del municipio de San Pedro Coxcaltepec, presentan técnicas con potencial agroforestal, que ofrecen una función de protección en los recursos naturales y de los sistemas de producción locales existentes.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Definición de Agroforestería

La agroforestería es una palabra nueva para designar la antigua práctica de cultivar plantas leñosas junto con cultivos agrícolas y/o ganado en el mismo terreno. La agroforestería no es una nueva actividad, ya que ha sido practicada en diferentes condiciones y diversos lugares a través del tiempo.

La agroforestería como ciencia se basa en la silvicultura, la ganadería, la agricultura, acuacultura, el manejo del recurso tierra y otras disciplinas que, en conjunto, constituyen el enfoque sistemático del uso de la tierra (CATIE, 1986).

A través de su estudio se han propuesto múltiples definiciones:

- Es un manejo sostenible de la tierra que incrementa su rendimiento integral, combina la producción de cultivos de plantas y animales, simultánea o secuencialmente, en la misma unidad de tierra, y aplica prácticas de manejo compatible con las habituales de la población local (CATIE, 1986).
- Conjunto de técnicas de manejo de tierras; implica, la combinación de los árboles forestales, ya sea con la ganadería o con cultivos. La combinación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo o en el espacio; esto tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido (Combe y Budowski, 1979). Los sistemas agroforestales se clasifican de acuerdo a los cultivos asociados y a la función principal del componente forestal.

Dentro de estos conceptos se retoma principalmente la asociación o combinación de árboles forestales con ganadería y/o agricultura, donde los propósitos son dobles o

múltiples, y los principales argumentos de dichas asociaciones son biológicos y socioeconómicos, dado el impacto de la producción complementaria y demás beneficios obtenidos. Otros conceptos utilizados, que de alguna manera relacionan las combinaciones mencionadas, son ecosistema y agrosistema, entre otros, que ponen más énfasis en el aspecto ecológico de los cultivos agrícolas y donde los otros componentes del sistema (árboles) sólo son mencionados. Es necesario enfatizar la interrelación de todos los componentes observando a los sistemas agroforestales como un sistema integral que cuenta con ingresos y egresos de energía. El concepto más familiarizado y utilizado actualmente por varios autores (Fassbender, 1987).

MacDicken (1990) define a la agroforestería como un sistema de manejo sustentable para terrenos que involucran su producción total, combinando cultivos agrícolas, árboles y/o animales, simultánea o secuencialmente, y aplica prácticas de manejo, compatibles con la región local.

El ICRAF, ha definido a la agroforestería como un sistema sostenido del manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción de cultivos con especies forestales y/o animales en forma simultanea o secuencial sobre la misma superficie de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local.

MacDicken (1990) considera que las definiciones tienen sus limitaciones y pueden tener diversas ideas básicas, entre las cuales se puede citar:

1. La agroforestería integra al componente arbóreo con cultivos y/o animales, con el objetivo de reducir los riesgos e incrementar la producción. Históricamente, los campesinos han combinado cultivos para minimizar el riesgo de una pérdida total de su cultivo. En algunos casos, los campesinos son, a menudo, los últimos en enterarse de los beneficios de la diversificación, reducción de riesgos y de los incrementos en la producción.

2. En forma ideal, los sistemas agroforestales son estables y sustentables; las prácticas agroforestales tienen una mayor diversidad que las prácticas de monocultivo, y pueden distribuir la producción durante un período prolongado de tiempo. Pueden incrementar y regular los ingresos de los campesinos. La sustentabilidad o la habilidad de mantener la productividad en el tiempo es también común en las definiciones de agroforestería, pero sustentabilidad es quizá, una declaración de algo deseable de alcanzar.
3. Una de las razones biológicas para interesarse en la agroforestería, es que los árboles utilizan porciones de la biosfera que generalmente los cultivos anuales o animales no utilizan, resultando en incrementos de producción de biomasa. Los árboles compiten con los cultivos por factores abióticos (luz, humedad, etc.); sin embargo, la suposición inherente en muchas definiciones es que los efectos netos de los árboles son generalmente positivos en la agroforestería.

3.2 Análisis de estructura y función de sistemas

El enfoque de sistema, es una herramienta que permite el estudio de situaciones reales de una manera práctica. La disposición de los componentes y subsistemas, proporciona al sistema sus propiedades estructurales; mientras que los cambios de materia, energía e información representan sus propiedades funcionales.

De acuerdo a Hart (1985) el concepto de sistema es un arreglo o conjunto de componentes, unidos o relacionados de tal manera que forman una entidad o un todo. Hay ciertos elementos que todo sistema tiene: Componentes, interacción entre componentes, entradas y salidas, y límites. Los componentes que lo constituyen son los elementos básicos. La interacción entre los componentes es lo que proporciona las características de estructura a la unidad. Las entradas y salidas de un sistema son los flujos que entran y salen de la unidad. El proceso de recibir entradas y producir salidas es lo que da función a un sistema.

A su vez, la estructura de un sistema depende de las siguientes características relacionadas con los componentes del mismo: Número de componentes (es la cantidad de elementos básicos que interactúan para constituir el sistema), tipo de componente (agrícola, arbóreo, pecuario, etc.), y arreglo (interacción) entre componentes.

Las relaciones entre componentes y, entre componentes y flujos, producen el arreglo característico de un sistema. Si al arreglo se suma el tipo y número de componentes, el resultado es la estructura del sistema; que a su vez está muy ligada con la función del sistema. Este se define en términos de procesos. La función está relacionada con el proceso de recibir entradas y producir salidas (Hart, 1985).

Bajo la conceptualización de sistema, entonces consideramos que los sistemas agropecuarios pueden ser vistos como una jerarquía de sistemas, es decir, una parcela es un subsistema de una finca, ésta a su vez es un subsistema de una región. Sin embargo, la palabra sistema implica algo más, los componentes no están aislados, sino que se afectan mutuamente y, algunas veces, uno de ellos influye en la estructura y función de los otros componentes.

La conceptualización de la finca como un sistema ayuda también a comprender mejor los cambios que ocurren a través del tiempo y los impactos del manejo. Dado que un sistema es una entidad o un todo, cuando uno de los componentes se altera puede influir sobre el sistema total. El sistema también es dinámico, las condiciones de los componentes y sus interacciones cambian a través del tiempo.

Hart (1985) señala que cada subsistema va tener los elementos como cualquier sistema, por ejemplo:

La finca. Es un conjunto de componentes que funciona como una unidad de producción, dentro del sector agrícola de una región. Como cualquier sistema, la finca tiene características de estructura y función. Los componentes de una finca son de tipo físico, biótico y socioeconómico. Como cualquier sistema, la estructura de una finca afecta la

función del mismo. Los procesos que ocurren dentro de la finca generan flujo de entradas y salidas.

Los agroecosistemas también constituyen unidades de producción (ecosistema agrícola). Un agroecosistema al igual que un ecosistema incluye una comunidad biótica y un ambiente físico con el que esta comunidad interactúa. Como los agroecosistemas contienen poblaciones de plantas y animales que interactúan, otros conceptos ecológicos relacionados con la interacción entre poblaciones, tales como la competencia también tienen aplicación. En la finca son las parcelas de tierra en donde se realizan las actividades para producir los cultivos y/o los animales. Los componentes de esta unidad son las poblaciones de plantas, de animales y el ambiente físico que interactúa con la comunidad biótica de plantas y animales. Los componentes de un agroecosistema interactúan no solamente en el espacio (competencia por nutrientes, etc.) sino también en el tiempo; una población afecta el ambiente y aunque no ha sido eliminado (por ejemplo un hombre que cosecha un cultivo) todavía afecta el desempeño de las poblaciones que continúan en el tiempo.

Los componentes bióticos y físicos del agroecosistema interactúan y, por lo tanto, funcionan como un sistema. Estos componentes se pueden dividir en subconjuntos que funcionan como una unidad y por lo tanto se pueden denominar subsistemas del agroecosistemas. Los flujos de energía, los materiales y la información entran y salen de los diferentes subsistemas y el resultado de esto es un desempeño dinámico del agroecosistema. Los agroecosistemas con un sistema pecuario son muy similares a los que tienen subsistemas de cultivos. Hay dos tipos de subsistemas pecuarios, los que solamente tienen poblaciones de animales y de plantas para alimentarlos.

La interacción entre agroecosistemas puede ser indirecta o directa. La interacción indirecta ocurre cuando dos agroecosistemas compiten para la misma entrada (por ejemplo, mano de obra del agricultor, agua de riego, etc.) toda finca con más de un agroecosistema está caracterizada por interacción indirecta entre los agroecosistemas.

Una interacción entre agroecosistemas de tipo directo ocurre cuando una salida de un agroecosistema es una entrada a otro agroecosistema.

Odum (1989) propone un modelo gráfico de compartimentos (cajas) según sus funciones básicas, para describir las entradas y salidas de un sistema usando símbolos de un “lenguaje energético”, son modelos esquemáticos, puesto que son una representación gráfica de los pasos que describen un sistema. El análisis del sistema tiene como objetivo la descripción del mismo. La elección de los símbolos que se deben emplear en estos diagramas y su disposición son arbitrarias, pues no existe una convención universalmente aceptada que se utilice en tales representaciones para las diferentes operaciones que se realizan. Los medios que se utilizan para el análisis de sistemas, van desde los físicos hasta los simbólicos. Para comunicar adecuadamente la naturaleza y el comportamiento del sistema, el modelo debe ser menos complicado que el sistema real. En resumen, las representaciones de un sistema que trazan la estructura observada de éste se clasifican como modelos descriptivos.

Una forma de conceptualizar el complejo de componentes físicos y bióticos, es verlo como una jerarquía de sistemas. Por lo tanto, un **sistema agroforestal** tiene los atributos de cualquier sistema: componentes, interacciones, límites y flujos de entradas (ingresos) y salidas (egresos), una relación jerárquica con el sistema finca y una dinámica. El límite define los bordes físicos del sistema pero que muchas veces va a ser arbitraria. Los componentes son los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos; los ingresos y egresos, son la energía y materia que se intercambia entre diferentes sistemas; las interacciones son las relaciones, o la energía y materia que se intercambia entre los componentes de un sistema; las interacciones ya sean ecológicas o económicas pueden ser positivas o negativas (Hart, 1985).

La interacción es complementaria si la presencia de un componente aumenta el rendimiento de la otra, neutral si una no tiene efecto en la otra, y competitiva si la presencia de una reduce el rendimiento de la otra. El objetivo de la agroforestería es identificar interacciones positivas y maximizarlas, y reducir las negativas. La jerarquía

indica la posición del sistema con respecto a otros sistemas y las relaciones entre ellos (CATIE, 1986).

Para describir un **sistema agroforestal** en forma correcta, se requiere conocer sus límites, estructura y función. Para conocer la estructura, es necesario describir la naturaleza y presencia de los componentes. Los factores importantes incluidos en la distinción de los sistemas agroforestales son: componentes de producción, arreglos en el espacio (horizontal y vertical), arreglos en el tiempo (simultáneos y secuenciales), régimen de manejo, y función o papel.

3.3 Clasificación de los sistemas agroforestales

La mayoría de los sistemas agroforestales se clasifican con base en su estructura básica, su función, su ecología y condición socioeconómica.

Por ejemplo, Combe y Budowski (1979) clasifican los sistemas agroforestales considerando criterios como la presencia de componentes, producción, servicio de los componentes y el tipo de combinaciones entre los componentes (simultáneos o secuenciales) y estructura espacial (zonal o mixta). Nair (1985) emplea los conceptos estructurales, funcionales, socioeconómicos y ecológicos, los cuales pueden ser o no independientes en cuanto a su manejo y alimentación. Lo importante es que al tomar como base la estructura y función, se pueden agrupar en categorías, lo que implica que la clasificación no es descriptiva sino funcional.

OTS/CATIE (1986) exponen una clasificación basada en el tipo de componentes y asociación (espacial y temporal); al nombrar cada sistema se tiene la idea del tipo de componente, su fisonomía, principales funciones y objetivos, esta clasificación es descriptiva.

La estructura de los sistemas de clasificación puede definirse en términos de sus componentes (elementos) y del papel o función de cada uno (manifestada en términos

del material o servicio que produce). No solo la naturaleza de sus componentes importa, también su arreglo en tiempo y espacio (MacDicken, 1990).

El arreglo en espacio incluye todos los componentes que existen en un sitio en un tiempo determinado. La ordenación o arreglo en el espacio puede ser vertical u horizontal y se describe principalmente con base en el componente árbol. El arreglo de los componentes generalmente se refiere a los componentes vegetales y animales. En los sistemas agroforestales se incluyen a los animales, porque el manejo de los animales puede definir el plan definitivo, tal como una rotación en combinación con el pastoreo (Krishnamurty, 1999).

El arreglo de las plantas puede incluir muchas combinaciones de dimensiones en espacio y tiempo. Puede tener un arreglo espacial vertical (monoestrato y multiestrato); un arreglo espacial horizontal (zonal y mixta); y el arreglo en el tiempo: simultáneo y secuencial.

El régimen de manejo de los sistemas agroforestales se refiere a las técnicas usadas por los agricultores para asegurar que el sistema provea los productos o funciones de servicio esperadas. Los sistemas agroforestales pueden ser agrupados de acuerdo a su función o importancia, normalmente como de producción y protección; los primeros pueden satisfacer una o más necesidades del hombre. Los sistemas con fines de protección ayudan a las funciones de producción para sostener y aumentar la producción en el tiempo; al mejorar el microclima, la retención del suelo y agua. Todos los sistemas agroforestales en general tienen las funciones de producción y protección.

En lo que respecta a la naturaleza de sus componentes, en los sistemas de usos del suelo en la agroforestería existen tres grupos de elementos o componentes básicos que son manejados por los humanos: el arbóreo (forestal), herbáceo (cultivos agrícolas, pastos) y el animal (Combe y Budowski, 1979; Nair, 1985; MacDicken, 1990; Krishnamurty, 1999). Estos elementos conducen a la clasificación de:

1. **Sistema Agrisilvícola** (árboles y cultivos de temporada).
2. **Sistema Silvopastoril** (árboles y animales / pasturas).
3. **Sistema Agrosilvopastoril** (árboles, cultivos de temporada y animales / pasturas).
4. **Sistemas de Entomoforestería y Acuaforestería.**

Existen otras categorías de clasificación propuestas por Torquebiau (1990), y Young (1997), en el que las tecnologías agroforestales se clasifican como:

- Cultivos bajo cubierta arbolada (árboles dispersos en tierras de cultivo, combinaciones de cultivos de plantaciones y árboles de sombra en tierras de cultivo);
- Producción animal bajo cubiertas arboladas (pastoreo bajo árboles de bosque o dispersos, producción de pastura bajo árboles de bosque o dispersos y producción animal en parcelas de bosque);
- Agrobosques (huertos familiares con árboles, jardines forestales de las comunidades y parcelas de bosque y otros bloques de árboles en las fincas).

También, se proponen otras tecnologías que presentan diferentes arreglos pero con una funcionalidad específica como: árboles como barreras rompevientos, plantación de linderos, barreras vivas, franjas boscosas y cercas de árboles, conservación de suelo y cercas de contorno, agricultura migratoria y sistema taungya.

Diversas tecnologías pueden encontrarse de acuerdo a la región ecológica de la que se trate cumpliendo una función específica, ya sea de producción o protección, o ambas. Por ejemplo las tecnologías con arreglo lineal, como los cercos vivos son sistemas ampliamente usados en diversas regiones ecológicas y bajo diferentes modalidades de acuerdo a la funcionalidad que ciertas especies brindan.

Los criterios socioeconómicos, también suelen ser útiles para clasificar a los sistemas agroforestales, tales como la escala de producción o nivel de tecnología y manejo,

pueden ser utilizados para hacer una clasificación básica, agrupándose arbitrariamente en las siguientes categorías: de subsistencia, comercial e intermedio, dependiendo si la producción es usada para satisfacer las necesidades básicas de las personas o son obtenidas para la venta del mercado, o una combinación de ambas (Nair, 1993). Una desventaja de esta clasificación es que los criterios no son cuantificables para una diferenciación igual en otra comunidad. Por lo cual este criterio no es adoptado como un criterio básico de clasificación.

3.4 Ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales

Una de las características de la agroforestería, es que, es una técnica que permite utilizar mejor el espacio, en la dirección horizontal y vertical y en la secuencia temporal. Muchos de los componentes del sistema, o en parte, son independientes; esto permite armonizar mejor el uso de la tierra. Es una herramienta que puede resolver problemas de ámbito rural en determinados lugares o regiones. Siempre considerando factores determinantes para su diseño como los factores económicos y ecológicos.

Las ventajas y desventajas biológicas y sociales de la agroforestería, como un sistema de uso del suelo se comparan con otros sistemas, como los monocultivos. Las ventajas son generalizaciones, que no pueden aplicarse a todos los sitios y combinaciones de árboles/cultivos/animales (MacDicken, 1990). Esto va depender de las condiciones ambientales y sociales del sitio.

Dentro de las ventajas biológicas de la agroforestería se mencionan las siguientes:

- El incremento en la utilización del espacio sobre el suelo, resulta en un incremento de la producción total de biomasa. La plantación de cultivos con diferentes requerimientos, en altura y de desarrollo radicular permiten mayor eficiencia en el uso de radiación solar, humedad del suelo y nutrientes.

- Mejoramiento de las características químicas, físicas y biológicas. Se ha reportado mediante estudios sobre el mejoramiento del suelo y de los beneficios por incremento del ciclo de nutrientes en prácticas agroforestales que utiliza especies arbóreas con sistema radicular profundo. El concepto de bombeo de nutrientes en agroforestería dice que las raíces de los árboles se extiende en porciones del perfil del suelo (horizontes B-C) que no son accesibles al sistema radicular de los cultivos anuales y que los árboles extraen nutrientes de esta parte del perfil. El principal efecto de los árboles sobre las propiedades del suelo son una consecuencia de la adición de materia orgánica por la hojarasca. Los nutrientes liberados por la descomposición de hojarasca es el mayor beneficio que se percibe de los sistemas agroforestales, principalmente cuando los árboles fijadores de nitrógeno son incluidos en el sistema. Con frecuencia la productividad de las plantas que crecen en asociación con especies fijadoras de nitrógeno se ven favorecidas.

- La presencia de árboles provee a los sistemas agroforestales algunas características que favorece la productividad y la sostenibilidad: efecto sobre el ciclaje de nutrimentos, estratificación en el uso de recursos, efectos sobre el microclima, influencia sobre el control de la erosión (principalmente en terrenos que presentan fuertes pendientes y donde hay presencia de cultivos) y sobre las poblaciones de plagas, entre otras.

- Incremento en la productividad. El potencial productivo de árboles y cultivos anuales es relativamente alto, con bajo requerimientos de energía química. El daño de un componente en un sistema agroforestal puede ser compensado en cierto grado por un desarrollo y crecimiento más vigoroso del otro componente.

- El manejo y/o manipulación de los árboles puede favorecer el proceso fenológico (floración, fructificación) de los cultivos asociados.

- Reducción de condiciones microclimáticas extremas. La temperatura y humedad extremas son modificadas bajo la copa de los árboles. La copa de los árboles protege la superficie del suelo de la radiación solar, y sirve para reducir la pérdida de calor en el transcurso de la noche; por esta razón se reduce la variación de la temperatura.
- La diversidad de plantas puede reducir el riesgo de la pérdida total del cultivo, porque el riesgo de pérdida por plagas o estrés climático se extiende entre muchas especies.
- Algunos sistemas pueden favorecer la presencia y mayor diversidad de la fauna silvestre, y mayor control de sobre los insectos dañinos.
- La asociación del componente arbóreo, cultivo y animal, puede ser benéfica, ya que la presencia de ganado puede consumir plantas que compitan con el desarrollo de árboles jóvenes, además de que el 60 y 70% de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado sin causar competencia con la alimentación humana (Fassbender, 1987).
- Uso de sombra. Algunos cultivos se benefician de la provisión de la sombra. El sistema de multiestratos con árboles fijadores de nitrógeno son usados en muchas partes del mundo para proveer sombra a los cultivos.

Dentro de las desventajas:

- Competencia. Los árboles compiten con los cultivos anuales por nutrientes, espacio, energía solar, humedad del suelo y pueden significativamente reducir la productividad de los cultivos. Este inconveniente, sin embargo, se minimiza al seleccionar especies arbóreas con sistema radicular profundo para evitar competencia por nutrientes y humedad con las raíces poco profundas de los cultivos; del mismo modo, las especies arbóreas con copas estrechas, son

probablemente las menos competitivas en la supresión de la vegetación adyacente.

- Pérdida acelerada de nutrientes. Los árboles sirven como bombas que depositan los nutrientes sobre el suelo superficial, éstos pueden perderse por erosión hídrica o eólica. El bombeo de nutrientes por el componente arbóreo, es una ventaja cuando las raíces de los cultivos son capaces de tomar y usar esos nutrientes. El proceso es una desventaja cuando ellos no pueden tomar los nutrientes y estos se pierden del sitio.
- Daño mecánico por cultivo y cosecha. Las operaciones de cultivo y cosecha pueden causar daños mecánicos a los cultivos del sistema agroforestal. Esto es particularmente cierto para mezclas que incluyen árboles de alto valor económico. El mayor daño mecánico sucede durante las primeras etapas de vida del arbolado.
- Daños a los árboles y cultivos por el ganado. Los sistemas agrosilvopastoriles, que integran ganado, cultivos agrícolas y árboles, poseen interacciones negativas entre sus componentes. El pastoreo por los animales ocasiona daño a los árboles en las plantaciones agrosilvopastoriles. Esto puede ser un serio problema cuando las especies tienen follaje palatable.
- Alelopatía. La germinación de semillas y el crecimiento de las plantas puede inhibirse por la liberación de componentes de las raíces y tejidos aéreos de otras plantas. Estos componentes son conocidos como aleloquímicos e incluye un amplio rango de compuestos (taninos, alcaloides, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos, terpenos, flavonoides, etc.). Los efectos nocivos de una planta sobre otra a través de los aleloquímicos es una potencial desventaja de las combinaciones agroforestales. Los efectos alelopáticos de los árboles sobre los cultivos o viceversa es grande en la agroforestería porque se conoce muy poco de

las interacciones entre especies y porque existen un enorme número de combinaciones agroforestales (MacDicken, 1990).

Ventajas económicas y sociales de la agroforestería:

- Las consideraciones económicas y sociales de la agroforestería son fácilmente entendibles por los campesinos, pero no los beneficios biológicos o sus inconvenientes, en comparación con otros sistemas. Los productos del sistema para venta o autoconsumo y los insumos del sistema como los jornales, semillas, fertilizantes son más tangibles y fácilmente comparables, que por ejemplo, los efectos ecológicos de los intercultivos.
- Las ventajas útiles del sistema son que el agricultor puede obtener al menos en parte beneficios económicos de los árboles, pues estos pueden obtener productos derivados de los árboles. Se da una reducción en la dependencia de insumos externos, fluctuaciones de mercado, plagas, etc.
- Posibilidad de aumentar el ingreso. Las oportunidades para lograr mayores ingresos por hectárea por año se puede lograr utilizando o intensificando las prácticas agroforestales. Se pueden dar las posibilidades de generar empleo durante el año generando un ingreso.
- Variedad de productos y servicios. Se puede producir una variedad de productos (leña, postes, madera, forraje, medicinal, etc.) en una unidad de terreno. Los servicios pueden incluir sombra para cultivos tolerantes, cortinas rompevientos u ornamentales, etc.
- Seguridad alimentaria. La amplia diversificación de cosechas en los sistemas agroforestales puede proveer un amplio rango de plantas comestibles para el consumo humano. Las especies arbóreas y arbustivas que se cultivan en los sistemas agroforestales pueden proveer importantes recursos alimenticios. Los

huertos familiares son capaces de producir el 40% de los requerimientos de calorías a una familia.

- Diversificación de la cosecha y reducción de riesgos. La diversidad de las cosechas ayuda a reducir el impacto económico debido a la fluctuación de precios de un solo cultivo y también ayuda a reducir el riesgo de la pérdida total de la cosecha.
- Reducción de los costos de establecimiento. Los costos de establecimiento a largo plazo se reducen cuando se combinan cultivos agrícolas de alto valor económico.
- Mejora la distribución del trabajo. Los requerimientos del trabajo pueden distribuirse uniformemente sobre períodos prolongados de tiempo. Debido a los requerimientos de trabajo de los componentes del sistema en que ocurren en épocas diferentes del año.

Dentro de las desventajas se puede mencionar:

- El implemento de estos sistemas en términos socioeconómicos no son de solución a corto plazo, a veces los beneficios no son inmediatas.
- A veces se invierte más fuerza de trabajo para el manejo, lo cual es un factor negativo cuando no se tiene las posibilidades de obtenerlas y pagar mano de obra, por lo que la mecanización parece resolver estos obstáculos.
- Las desventajas técnicas, en el caso de los rendimientos de asociaciones de (pastos / animales, árboles / frutas) pueden ser más óptimos que los monocultivos. Se requiere un mayor número de áreas y de tiempo para que los árboles alcancen valor económico.

- Debido a que en algunos sistemas los beneficios se ven a largo plazo, los campesinos tienden a perder interés para implementarlos o mejorarlos, si se considera que los factores socioeconómicos son los que determinan en cierta forma el establecimiento de los sistemas.

3.5 Sistemas agroforestales y aprovechamiento de especies arbóreas-arbustivas, en diferentes regiones de México

Los sistemas agroforestales han constituido una opción viable para algunas zonas rurales de los trópicos. Estas técnicas se han venido adoptando en algunos países tropicales y las investigaciones realizadas reportan que algunas de estas pueden ser adoptables y sostenibles básicamente desde el punto de vista ecológico y social, ya que contribuyen a la producción de alimento para el consumo humano, de utilidad forrajera y obtención de productos forestales, así como para amortiguar impacto en el ambiente. A pesar de que se han hecho más estudios en las regiones tropicales, pueden ser también practicadas en las zonas áridas y semiáridas, zonas frías y templadas de nuestro país, dependiendo de las condiciones socioeconómicas y ambientales.

Sin duda, es en los trópicos donde más ejemplos de sistemas silvoagrícolas se encuentran, desde árboles de sombra en los cultivos de cacao y café, como árboles en linderos, para cercos vivos, barreras rompevientos, árboles frutales en asociación con cultivos, entre otros. A continuación, se hace una referencia de los sistemas agroforestales más comunes y practicados en México.

Fuentes (1979) menciona que en los sistemas agrícolas de producción de café frecuentemente encontrados en Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Tabasco, es característico encontrar árboles de sombra en los cafetales utilizando especies de leguminosas (*Inga* sp.), y frutícolas como *Manilkara zapota*, *Persea americana*, *Citrus* sp. etc. En el sistema agroforestal de árboles de sombra en plantaciones de cacao, es práctica común el uso de árboles tutores o nodriza de *Gliricidia sepium* y *Erithryna* sp. entre las más usados.

En sistemas silvoagrícolas, lo más conocido es el sistema Taungya en Escárcega, Campeche donde se han probado las especies *Swietenia macrophylla* y *Cordia dodecandra*, en combinación con maíz.

Las tecnologías silvoagrícolas en las regiones templadas han sido poco estudiados; la distribución de árboles forestales es más frecuente a lo largo de los caminos u orillas de los cultivos como si fuera un sistema aislado; es el caso de barreras o cortinas rompevientos con especies de los géneros *Casuarina* sp., *Eucalyptus* sp., *Salix* sp., *Cupressus* sp., *Pinus* sp. y *Fraxinus* sp.

En regiones frías de Oaxaca, se pueden encontrar especies en algunos cultivos, como el durazno, perón, ciruela, chabacano, manzana y tejocote, asociados con frijol, maíz, hortalizas y flores; en regiones donde es tradicional la elaboración de pulque es usual encontrar el cultivo del maguey pulquero *Agave* sp. en los bordos de los terrenos asociados con maíz y frijol. En Oaxaca su importancia ha perdurado, principalmente en comunidades indígenas relacionada con los usos tradicionales; además las particulares condiciones que presenta la entidad han permitido la existencia de gran cantidad de especies, variedades y formas que constituyen un gran potencial.

Investigaciones realizadas por Vásquez (1995) reporta algunos árboles de importancia comestible que en Oaxaca han adquirido gran relevancia, algunos de ellos utilizados en sistemas productivos propios de las regiones del estado, como: la anona (*Annona cherimolla*), ramón (*Brosimum alicastrum*), nanche rojo (*Byrsonimia crassifolia*), guaje (*Leucaena* sp.), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), guayaba (*Psidium guajava*), ciruelo (*Spondias purpurea*) y candileja (*Yucca aleofoia*).

Santiago (1995) reconoce las especies arbóreas y arbustivas de uso múltiple del valle de Oaxaca, de las cuales, las que se encontraron al menos en un 70% en el área estudiada incluyen al guamúchil (*Pithecellobium dulce*), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), guaje (*Leucaena esculenta*), carrizo (*Arundo donax*), jacaranda (*Jacaranda* sp.), encino (*Quercus* sp.), pino-ocote (*Pinus* sp.), organo (*Lemaireocereus treleasei*), pitayo

(*Stenocereus* sp.), tunillo (*Acanthocereus pentagounus*), mezquite (*Prosopis* sp.) y huizache (*Acacia* sp.).

Estudios realizados por Hernández (1987) en una comunidad, en el estado de Morelos, en una superficie de 6,000 ha en un área prácticamente sin ganado donde se sembraba avena forrajera, para comercialización local, concluyó que en esta superficie es factible combinar actividad forestal y ganadera, donde puede soportar un índice de agostadero de 17.48 ha por unidad animal con dos especies de ganado: bovino y ovino para pastoreo y ramoneo. El tipo dominante de vegetación es el de *Pinus* sp. asociado con *Alnus* sp., pastos predominantes como *Muhlenbergia* sp., *Bromus* sp., *Stipa* sp., *Agrostis* sp. y *Cathesticum* sp.

De acuerdo con investigaciones realizadas por Yáñez (1996) encontró diferentes sistemas de cercos vivos establecidos en una región árida de Querétaro-San Luis Potosí-Nuevo León-Salttillo y Coahuila. De las asociaciones reporta las siguientes: cercos vivos de suculentas (*Opuntia streptacantha*, *O. robusta*, *O. amyclae*, *O. azurea*); cercos vivos de maguey (*Agave salmiana*, *A. mapisaga*, *A. falcatus*, *A. lechugilla*, *Dasyilirion berlandieri*), también asociado con mezquite y pirul; cerco vivo de ocotillo (*Fouquieria splendens*), presente principalmente en los huertos familiares; cerco vivo de órgano (*Pachocereus marginatus*); cerco vivo de mezquite (*Prosopis glandulosa* y *Prosopis laevigata*); cerco vivo de huizache (*Acacia berlandieri*, *A. farnesiana*, *A. constricta*, *A. gregii* y *A. malacophylla*); cercos vivos de palma china (*Yuca filifera*) y palma samandoca (*Yucca carnerosana*); cercos vivos de pinabete (*Tamarix indicus*), y ciprés panteonero (*Cupressus sempervirens*). Algunas de estas especies además de tener la función de delimitar terrenos y potreros propios de esas regiones, sirven también como forraje, barreras rompevientos, leña, comestible y de ornato.

Estudios de huertos familiares en Tabasco, Quintana (1986) determinó 291 especies útiles en total; de 55 especies, 18% fueron árboles y sólo 4 especies de este grupo arbóreo se detectaron para uso combustible.

En la región Mazateca Baja de Oaxaca sobre huertos familiares, se encontraron 150 especies agrupadas en 56 familias, de éstas 11 fueron de uso múltiple, de las cuales el 42.6% fueron de uso alimenticio, 23.3% ornamental, 5.33% medicinal, 4.66% para postes de construcción, 3.3% para sombra, 2.66% para cercos vivos, leña y ceremonial. Las especies más representativas fueron: *Citrus sinensis*, *Tamarindus indica*, *Cedrela odorata*, *Inga jinicuil*, *Musa paradisiaca*, *Coffea arabica*, *Mangifera indica*, *Chenopodium graveolens* (Márquez, 1996).

En San Juan los Cues, Oaxaca, se encontraron variedad de especies utilizadas para cercos vivos con uso múltiple (forraje, leña, postes para construcción, cerco vivo, alimento para consumo humano, medicinal y fijador de nitrógeno): *Cassia emarginata*, *Acacia cymbispina*, *Prosopis leavigata*, *Escontria chiotilla*, *Leucaena glauca*, *Cercidium praecox*, *Pithecelobium dulce*, *Stenocereus stellatus*, *Coursetia selerii*. También se reportó la importancia del sistema agroforestal de recolección dentro de la vegetación natural de la selva baja caducifolia espinosa, considerado un sistema silvopastoril porque de él se obtienen recursos maderables (*Escontria chiotilla*, *Stenocereus griseus*.), además de especies preferidas como forraje (*Acacia cymbispina*, *Coursetia selerii*, *Mimosa biuncifera*, *Ceiba aesculifolia*) por el ganado caprino (González y Marroquín, 1996).

Estudios realizados en el estado de Oaxaca, han reportado la importancia que adquiere la producción de leña en 19 comunidades, se estudió el consumo energético en relación a su contexto ambiental, social, cultural y económico. Principalmente en toda la población rural, tanto en el sector doméstico como en el sector productivo (pequeñas industrias artesanales) la leña se utiliza como el principal energético (93%). Se pudo establecer que entre más bajo es el estrato social, tiende a crecer más la proporción de consumo doméstico respecto del producto como la leña (Martínez, 1995) (Cuadro 1).

En el estado de Oaxaca, en regiones de la Mixteca, Valles Centrales e Istmo (Acaquizapan, Chazumba, Zimatlan, Santa Cruz Xoxocotlan, Zanatepec, Nochixtlán, Coixtlahuaca, San Juan Bautista Atlatahuaca, San Pablo Huitzo y Zaachila), se ha

Cuadro 1. Tipos de leña utilizadas y preferidas en la Sierra Juárez, Oaxaca.

Tipo de leña	Uso (%)	Preferencia (%)
Encino	32	46
Cachovenado	15	13
Espinal	15	3
Chamizo	11	11
Ocote	8	8
Eucalipto	5	0
Jarilla	1.3	3
Pirul	1.3	0
Zompantle	1.3	0
Guaje	1.3	0
Huizache	1.3	0
Otros	6	16

Fuente: Martínez-Murillo, 1995.

reportado la relevancia que adquieren algunas especies vegetales para uso energético, el principal factor de aprovechamiento es la leña, el 90% de las familias de la población rural la utiliza, sin embargo, no sólo el uso energético de éstas especies se aprovecha, sino que algunas tienen un uso múltiple de ellas se pueden elaborar productos artesanales, herramienta e implementos agrícolas, como barreras vivas, para forraje, sombra u ornato, medicinal, etc. Algunas llegan a tener importancia económica y social, representando un ingreso para éstas localidades.

De las plantas más aprovechadas y preferidas por su calidad son: *Prosopis laevis* (mezquite), *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce), *Lysiloma microphylla* (Tlahuitole), *Acacia synbispina* (cubata), *Acacia bilimekii* (Tehuixtle), *Quercus* spp. (Encino negro y blanco), *Leucaena pueblana* (Palo de guaje), *Ipomoea* sp. (Casahuate), *Myrtillocactus geometrizans* (Garambullo), *Bursera exelsa* (Cuajilote), *Juliana astrigens* (Cuachalalate), *Fraxinus* spp. (Fresno), *Psidium guajava* (guayaba), *Bravaisia integririna* (palo blanco), *Ceiba parviflora* (pochote), *Taxodium macronatum* (Sabino), *Pithecellobium dulce* (Guamuchil), *Leucaena esculenta* (Guaje), *Bursera* spp. (Copal), *Arbutus* sp. (Madroño), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacastle).

Debido a la fuerte presión sobre estos recursos, existen consecuencias notables como la pérdida de la posibilidad de la selección de las especies preferidas, las cuales son las más eficientes energéticamente hablando, por lo que tienden a usar otras de menor calidad pero en mayor cantidad.

Los sistemas silvopastoriles en México se observan en diferentes regiones geográficas y climáticas; en algunas comunidades rurales, es común la asociación de cultivos con árboles de sombra.

En algunas regiones templadas es común el pastoreo de ganado bovino, ovino, caprino y en ocasiones, especies menores en bosques de coníferas y encinos. Por ejemplo, en algunas regiones de Oaxaca, la práctica ganadera ha constituido un factor importante en la economía rural a nivel local, ya que es complementaria de las demás actividades

dentro del sistema de producción campesino. En la región Mixteca y Valles Centrales la explotación del ganado caprino ha sido importante ya que aporta ingresos significativos a la economía familiar.

Galomo (1990) señala que los terrenos en donde pastan las cabras se caracterizan por tener pendientes que van de 10 al 65%, con especies vegetales de baja producción y/o calidad nutritiva. En la mayoría de los casos, este tipo de ganado se cría en rebaños mixtos, con ganado ovino, bovino y mular. El tipo de manejo se caracteriza por usar mano de obra familiar, escasa inversión y adopción de tecnologías nuevas, sistema de producción extensiva sedentaria y manejo técnico limitado. A pesar de que puedan significar ingresos a nivel familiar, cabe mencionar que no existen estudios más detallados, que puedan revelar el impacto real de la ganadería caprina extensiva, así como el manejo adecuado de la especie en relación a los recursos vegetales, principalmente en áreas boscosas.

En regiones subtropicales es común el uso de *Leucaena* sp., especie ampliamente estudiada por sus diversos usos como: forraje para el ganado por su alto valor nutritivo, resistente a la sequía y de fácil adaptación; además de uso maderable, leña, medicinal y alimenticio. También se ha reportado la especie *Acacia pennatula* como alternativa como forraje para el ganado. Ésta especie es un árbol nativo de México, se encuentra comúnmente en los pastizales y sitios perturbados de la zona de mediana altitud de la región central del estado de Veracruz. Estudios realizados por Purata *et al.* (1999) con esta especie, señalan que las vainas son fuente de alimento para el ganado de libre pastoreo, el manejo de los árboles de acacia para la producción de vaina tiene un gran potencial como fuente alimenticia para el ganado, la cubierta arbórea de esta especie en los pastizales tienen la ventaja de ser un sistema ambientalmente adecuado y sus vainas pueden ser localmente producidas. Una relación importante es el tipo de suelos en donde se desarrollan estos huizachales, las mayores cosechas con vainas de mayor tamaño y calidad nutricional se producen en los suelos andosoles y acrisoles que las producidas en suelos regosoles.

En resumen, en México existe una gran diversidad de prácticas agroforestales, que necesitan ser investigados o, en su caso caracterizarlos para propuestas de diseño considerando las condiciones socioambientales; por ejemplo en relación a: interacción de árbol-cultivo, biología y plasticidad ecológica de especies potenciales; asociación de especies; evaluación de la productividad de los sistemas que de manera empírica practican los campesinos; nivel de competitividad de especies a nivel de nutrientes y agua; experimentación con especies potenciales nativas para fines agroforestales.

3.6 Tecnologías agroforestales específicas para la mitigación de impactos ambientales en los recursos naturales

Experiencias agroforestales pueden considerarse como una alternativa local para la mitigación de problemas ambientales y socioeconómicas; muchos agricultores en el mundo tienen una gran tradición en el uso de árboles y arbustos en sus tierras de laboreo para la agricultura, estableciendo sistemas específicos para diversas funciones ya sea ambientales y/o socioeconómicas.

El uso directo que ofrecen ciertas especies, por su función ecológica específica, son los sistemas para el control de la erosión y usos suplementarios para estabilizar la estructura física del suelo. Los usos directos involucran usos de los árboles para incrementar la cubierta del suelo, como barreras vivas o muertas, reforzando la resistencia del suelo a la erosión a través del mantenimiento de la materia orgánica y propiedades físicas deseables.

Evidencias experimentales sugieren las ventajas de las prácticas agroforestales en el control de la erosión. En los trópicos las prácticas que se usan comúnmente para el control de la erosión son la combinación de plantaciones de cultivos, sistemas multiestratos y huertos caseros, setos o cultivos en callejones y sistemas para la protección contra el viento y el agua.

Se han utilizado tecnologías para la conservación del suelo como las reportadas por Nestor y Uribe (1993) sobre terrazas de muro vivo principalmente de *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* con un espaciamiento desde 6.4 hasta 12 m perpendiculares a la pendiente del terreno, el establecimiento de hileras de árboles a manera de setos, las franjas libres o espacios entre ellos se destinan a la siembra de cultivos anuales principalmente maíz y frijol. Una de las funciones principales de estos setos es que detienen el escurrimiento superficial y disminuyen considerablemente la pérdida de suelo, a la vez que funcionan eficientemente como “muro vivo” para anclar y dar consistencia a las terrazas de banco necesaria para proteger el suelo por su remoción causada por el escurrimiento superficial.

Estos sistemas aparte de retener el suelo y conservar la humedad, tiene repercusión en la productividad pueden ser compatibles con tecnologías tradicionales de producción son de bajo costo, poca reducción del área cultivable y operatividad en las labores, resultan eficientes para disminuir la pendiente de las áreas de ladera, estabilizar la formación paulatina de una terraza para disminuir la erosión y conservar el agua; pueden incrementar el índice de cosecha de las áreas de ladera dedicada a cultivos anuales. Se considera que esta tecnología es factible en terrenos con pendientes menores de 25%. Sin embargo, es conveniente señalar que para la efectividad de este sistema también depende de las especies a establecer (Nestor y Uribe, 1993).

En algunas regiones áridas y semiáridas los suelos tienden a ser muy someros y poco fértiles, sufren una continua degradación a causa de su desgaste por la fuerza erosiva del viento dado las características de clima, vegetación y suelo; en estas zonas, facilitan la ocurrencia de la erosión eólica. Montaña y Monroy (2000) proponen un listado florístico de plantas que pueden utilizarse bajo condiciones de escasa precipitación pluvial (Cuadro2).

Una de las prácticas agrícolas más usuales para combatir la remoción del suelo por el viento, consiste en el establecimiento de barreras. En el altiplano Potosino-Zacatecano establecen cortinas rompevientos con una planta nativa de la región que no presenta

Cuadro 2. Árboles, arbustos, plantas crasas y herbáceas de posible utilización como barreras vivas, cortinas rompevientos, plantas forrajeras y coberteras vegetales, bajo condiciones de escasa precipitación pluvial.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de follaje
Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	Deciduo
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	Deciduo
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	Deciduo
Barreta	<i>Helietta parvifolia</i>	Deciduo
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Deciduo
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Deciduo
Palma china	<i>Yucca filifera</i>	Perenne
Palma samandoca	<i>Yucca carnerosana</i>	Perenne
Uña de gato	<i>Acacia greggii</i>	Deciduo
Pino piñonero	<i>Pinus cembroides</i>	Perenne
Rompevientos	<i>Tamarix parviflora</i>	Perenne
Costilla de vaca	<i>Atriplex canescens</i>	Deciduo
Garambullo	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Perenne
Biznaga	<i>Ferocactus peninsulae</i>	Perenne
Nopal	<i>Opuntia</i> spp.	Perenne
Damiana	<i>Turnera diffusa</i>	Deciduo
Maguey	<i>Agave</i> spp.	Perenne
Orégano	<i>Lippia</i> spp.	Deciduo
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	Perenne
Pastos	<i>Bouteloua</i> spp.	Perenne
Pasto salado	<i>Distichlis spicata</i>	Perenne
	<i>Eragostris</i> spp.	Perenne
	<i>Bucgloe dactyloides</i>	Perenne

Fuente: Montaña y Monroy, 2000.

problemas de establecimiento y que es ampliamente utilizada por lo habitantes del lugar; el nopal es una planta que se utiliza con más de un propósito. Ya se ha evaluado el grado de eficiencia de esta práctica para controlar las tasas de erosión eólica. Mediante este sistema se redujo considerablemente la remoción del suelo por el viento cuando se utilizó como barrera rompeviento.

La reducción promedio en la tasa de erosión para dos años fue de un 85% para el distanciamiento a 30 m y de 43% para 60 m, la eficiencia de las barreras para controlar la erosión eólica se incrementó conforme se disminuyó el espaciamiento entre las mismas, el distanciamiento entre barreras más efectivo fue de 10 m, presentando una tasa promedio de pérdida de suelo para los dos años de 9.4 ton/ha, seguido por el distanciamiento de 30 m con una tasa promedio de 18.4 ton/ha, el espaciamiento de 60 m fue el menos efectivo, con una remoción del suelo promedio de 35.4 ton/ha. La eficiencia en el control de las tasas de pérdida de suelo por el viento, sin embargo, fue considerablemente mayor al disminuir el espaciamiento entre las barreras (Orozco y Figueroa, 1993).

3.7 Estudios de caracterización y clasificación de sistemas

Los estudios de clasificación y ordenación han sido aplicados en casi todos los sistemas ecológicos, sobre todo en comunidades vegetales; los métodos para reconocer y definir comunidades de plantas son los métodos de clasificación. El objetivo de la clasificación es agrupar individuos en categorías según algún criterio (como criterio fisonómico y estructural, florístico de la vegetación; o de la vegetación y el ambiente) un orden razonable que nos ayude a entender algo que, de otro modo, resulta demasiado variado y confuso. En donde los miembros deben ser similares entre sí, pero diferentes con las otras categorías (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Los métodos para llevar a cabo la clasificación son muy variados y pueden adaptarse a los estudios de sistemas (Flores y Manzanero, 1988; Kent y Coker, 1992).

El método de clasificación también ha sido aplicado para tipificar sistemas; tales como los estudios realizados por Gargano *et al.* (1997), se describieron los agrosistemas más importantes de dos grupos ganaderos y uno agrícola, para la tipificación de los sistemas contribuyeron los siguientes factores: características edáficas y climáticas, tenencia de la tierra, tamaño del predio y distancia a mercados.

Estudios efectuados por Lok y Méndez (1998) realizaron una clasificación de huertos caseros en función y características de manejo, considerando la presencia o ausencia de las diferentes zonas de manejo identificadas: árboles frutales, café con sombra; árboles de uso múltiple; ornamental con sombra arbórea; ornamental con sombra herbácea; ornamental con sombra artificial; cultivos herbáceos y pastos. Identificaron cuatro tipos de huertos caseros, con características similares a través de un análisis de conglomerados: huertos comerciales de tamaño mediano a grande; huertos de producción mixta de autoconsumo y venta de excedentes; huertos medianos a pequeños de autoconsumo y poca venta de excedentes, caracterizados por una zona de árboles frutales; y huertos comerciales de tamaño pequeño caracterizados por su producción de ornamentales.

En caracterizaciones agroforestales se encuentran los realizados por Garfias (2001) describe los sistemas desde el punto de vista agroforestal, todos constituidos por los siguientes componentes: espino (*Acacia caven*), ovinos y/o bovinos, y el trigo. Considerando la clasificación estructural de los sistemas se establecieron tres estructuras productivas: sistema silvopastoril (ovino y/o bovino-espino); sistema agrosilvopastoril (espino-trigo-ovino y/o bovino) y sistema agrosilvícola (espino-trigo).

En México, en el Distrito de Zaachila, Oaxaca, se encontraron los siguientes sistemas: huertos caseros, cultivos con árboles en contorno y cultivos con árboles en callejones. Se determinaron 250 especies, de las cuales 165 fueron arbustivas y herbáceas, y 76 arbóreas, así como 9 especies animales. La estructura y elementos del sistema variaron de acuerdo a las necesidades específicas de cada familia y a las condiciones ambientales de cada comunidad (Traversa, 1996).

Pérez Cruz (2001) realizó una caracterización de las tecnologías agroforestales más relevantes en el Estado de Tabasco, encontró 15 tecnologías distribuidas en más de 48 asociaciones, resaltando la composición y función de los elementos que componen el sistema. Dentro de las asociaciones más representadas fueron las silvopastoriles, ocupando el 70% de la superficie en el estado y las silvoagrícolas que ocupan más de 60, 000 ha. Concluye que estas tecnologías obedecen a las condiciones ecológicas propias de las áreas tropicales.

En Rosamorada, Nayarit, se identificaron seis tecnologías agroforestales: árboles en pastizales, árboles mezclados con arbustos, cercos vivos y acuaforestal; agrupados en los sistemas silvopastoriles y agrosilvícolas, que representaron el 89.24% y el 10.75% de los sistemas agroforestales encontrados (Ballesteros Possú, 2002).

3.8 Herramienta metodológica de diagnóstico y diseño (D&D), para sistemas agroforestales

La metodología de diagnóstico y diseño (D&D) es una herramienta de ámbito multidisciplinario para la planeación del desarrollo agroforestal. Ésta se basa en el conocimiento de un sistema existente del uso de la tierra, esencial para planificar y evaluar programas significativos de desarrollo e investigación. Su objetivo fundamental es promover la adopción de la agroforestería para mejorar el desempeño de los sistemas de uso de la tierra, de acuerdo con los criterios de optimización para el beneficio de los agricultores, familias rurales y comunidades.

La metodología de D&D puede aplicarse en los diferentes niveles de jerarquía de los sistemas de uso de la tierra (SUT); el proceso de investigación empieza con una caracterización y diagnóstico de una ecozona o región dentro de un país; así el procedimiento puede ser aplicado con modificaciones menores a nivel micro (unidades de manejo familiar), y a nivel medio (comunidad, pueblo, cuenca local); en cada nivel se derivan inferencias específicas para formular un plan de investigación para el desarrollo de las tecnologías agroforestales que solucionen las limitaciones o aproveche las

potencialidades. La metodología puede modificarse de acuerdo a la complejidad u objetivo de la investigación que se pretenda estudiar de los sistemas de usos de la tierra (Krinshnamurthy, 1999).

La metodología D&D se ha desarrollado especialmente para la agroforestería, con el fin de: a) Describir y analizar los actuales sistemas de uso de la tierra con el propósito de diagnosticar sus restricciones y factores causales; b) Diseñar y analizar tecnologías agroforestales apropiadas para resolver o mitigar aquellas restricciones, o en su caso explotar las oportunidades y potencialidades para un mejoramiento; y c) Diseñar programas de entrenamiento, extensión e investigación para desarrollar opciones tecnológicas; e identificar las necesidades y oportunidades en colaboración con instituciones de gobierno o de investigación.

De acuerdo a Raintree (1987), el procedimiento se puede dividir en 6 fases cada uno de estas presenta una serie de pasos a considerar (Cuadro 3). Su premisa se basa de que, incorporando a los agricultores en las etapas de investigación y extensión, las recomendaciones e intervenciones subsecuentes serán más fácilmente adoptadas. En las primeras dos etapas se puede identificar aspectos económicos, agronómicos y sociales, sobre las restricciones de la producción, además de discutir los problemas de manejo y de producción alterna. Si las tecnologías deseadas no existen o no están completamente desarrolladas, los diseños pueden proveer una base para identificar la clase de investigación que se necesita desarrollar.

La adopción de una tecnología agroforestal en un sistema específico va estar en función de las necesidades del mismo productor y de la potencialidad de sus componentes presentes en los sistemas y del ambiente local, si bien es cierto que muchas prácticas tradicionales que realizan muchos agricultores, no han sido estudiadas mediante un análisis sistemático desde el punto de vista científico, no significa que no sean importantes, por el contrario, puede ser la base para su estudio, y a partir de ello mejorar

Cuadro 3. Etapas para la descripción de sistemas agroforestales, de la metodología de diagnóstico y diseño (D&D).

Fases del procedimiento	Pasos
1. <i>Prediagnóstico</i>	▪ Planeación del estudio ▪ Planeando el estudio ▪ Reconocimiento regional ▪ identificación y descripción preliminar del sistema de uso de la tierra ▪ Sitio de selección (Severidad del problema, agroforestería potencial, regiones representativas, prioridad por el sistema de uso de la tierra, prioridad por región, sistemas de uso de la tierra seleccionados).
2. <i>Diagnóstico</i>	▪ El estudio de diagnóstico ▪ Análisis del diagnóstico ▪ Las especificaciones del sistema
3. <i>Diseño y evaluación</i>	▪ Las tecnologías posibles a considerar ▪ Especificaciones de las tecnologías ▪ Diseño de la tecnología
4. <i>Evaluación y rediseño</i>	▪ Evaluación ex ante y rediseño ▪ La clasificación de conveniencia
5. <i>Planeación</i>	▪ Necesidades de investigación ▪ Investigación y planes de extensión
6. <i>Implementación</i>	▪ Programa de implementación

Fuente: Raintree, 1987.

o establecer nuevos diseños. Se necesita enfatizar, en lo que señala Raintree (1987), sobre los procedimientos sugeridos, que deben ser siempre adaptados a las necesidades y circunstancias de usuarios particulares, haciendo énfasis en el diagnóstico y diseño creativo.

4. METODOLOGÍA

4.1 Ubicación geográfica

La región de la Mixteca alta es una región montañosa, ubicada al noroeste del estado de Oaxaca y sur de Puebla. Se encuentra entre los 17° 00' y 18°10' latitud Norte y los 97° 00' y 98° 00' longitud Oeste y abarca una superficie aproximada de 8,086 km². Comprende los distritos de Coixtlahuaca, Nochixtlán, Teposcolula y Tlaxiaco, así como las zonas montañosas aledañas de los distritos de Huajapan, Juxtlahuaca y Etla, en el estado de Oaxaca, y la parte Sur del municipio de Caltepec, en el estado de Puebla. Al Oeste se encuentra limitada por la cuenca baja del río Mixteco, al norte por el Valle de Tehuacan, al Noreste por el Cañon de Tomellín, al este por los Valles Centrales de Oaxaca y al Sur y Sureste los límites son más imprecisos, encontrándose unida a la Sierra Madre del Sur, con la que geológicamente forma una unidad. La vegetación dominante son bosques de Pinos y Encinos, diversos tipos de matorrales y pequeñas áreas con bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña. Las altitudes varían desde los 1800 a 3000 msnm (López-Ramos, 1981; Ferrusquía-Villafranca, 1993 citado por García-Mendoza, 1994).

4.2 Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca; ubicado entre los paralelos 17° 30' de latitud Norte y 97° 08' de longitud Oeste. Tiene una superficie total de 102 km² (10,024.70 ha). La altura promedio del área es aproximadamente de 2300 msnm (Figura 1).

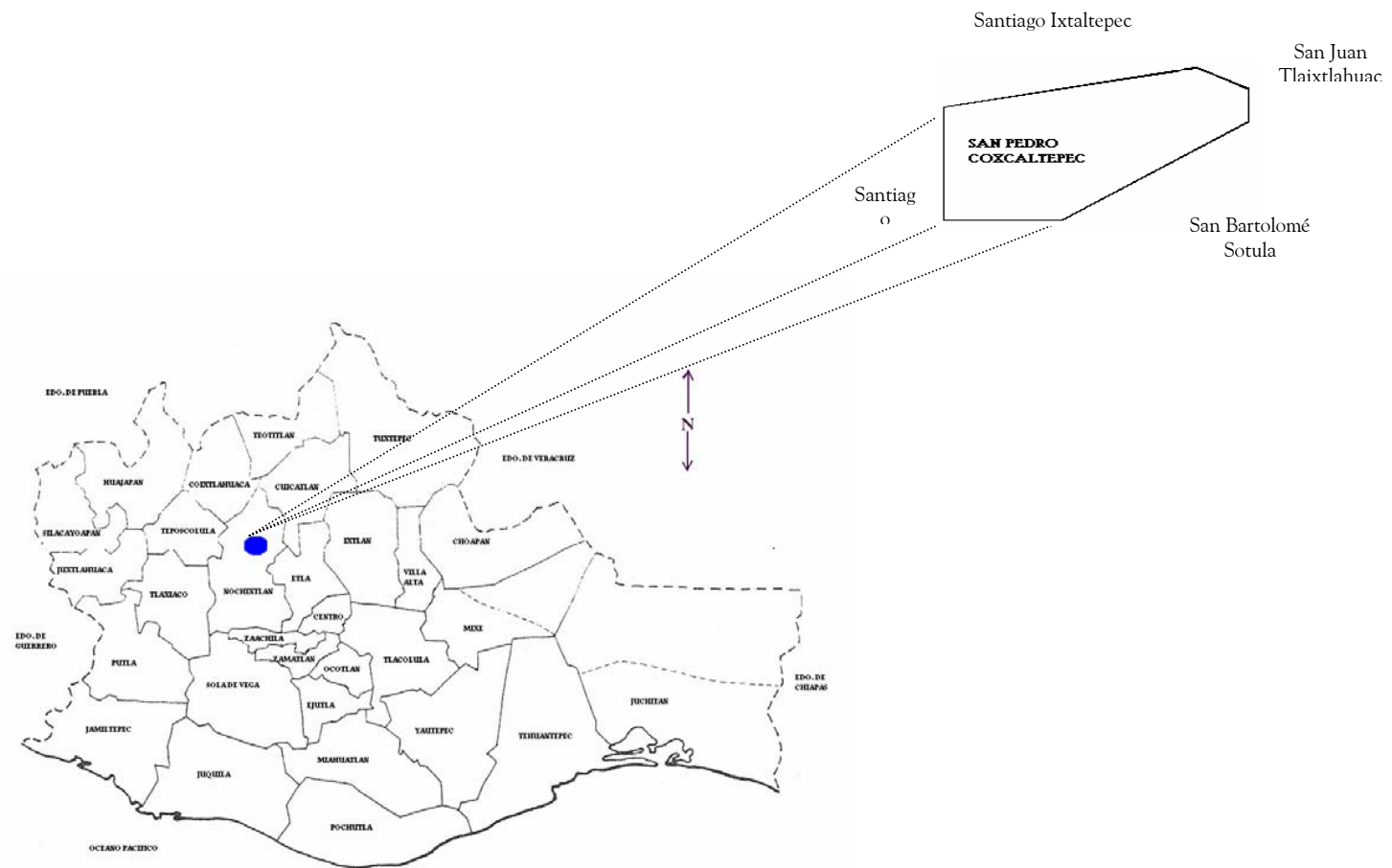


Figura.1. Localización de la zona de estudio, municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

4.3 Características ambientales

4.3.1 Fisiografía

El área de estudio presenta una orografía complicada, formada por pequeñas sierras que no llegan a constituir una unidad estructural y que han sido tratadas dentro de la provincia fisiográfica denominada Mixteca Oaxaqueña. Geológicamente pertenece a la infraprovincia de las Tierras Altas Mixteco-Zapotecas de la provincia Sierra Madre del Sur (Ferrusquia-Villafranca, 1976, 1993; López-Ramos, 1981, citado por García-Mendoza, 1994), formada por rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. El municipio de San Pedro Coxcaltepec se encuentra dentro la provincia Sierra Madre del Sur y Subprovincia la Mixteca Alta que abarca el 6.96% de la superficie estatal (INEGI, 1995).

4.3.2 Clima

En la Mixteca existe una heterogeneidad climática definida por la influencia de la orografía y la posición latitudinal. Según la clasificación climática de Koeppen, modificado por Enriqueta García, en el altiplano de la Mixteca alta y en las montañas se presenta el clima templado Subhúmedo frío; en cambio la Mixteca baja se caracteriza por los grupos climáticos semicálidos subhúmedos (INEGI, 1995)

Tomando como referencia la estación meteorológica localizada en Nochixtlán, el clima en el municipio de San Pedro Coxcaltepec corresponde al semiseco semicálido (BS₁h) y semiseco templado (BS₁k). La precipitación anual de 440.7 mm llega a alcanzar 617.8 mm; el régimen de lluvia es de junio a septiembre. La temperatura media anual máxima es de 19.8°C y la mínima de 17° C (INEGI, 1995).

La Mixteca se caracteriza por un régimen de lluvias errático aleatorio que varía dentro del área geográfica pequeña. La temporada de lluvias inicia en abril para algunas áreas, en otras en mayo y dura hasta octubre, frecuentemente llegan tarde o terminan antes de la época o suceden ambas cosas; se presentan dos periodos de sequía, una invernal de

noviembre a marzo y el otro durante la estación lluviosa a fines de julio y agosto, que se le denomina “canícula” o sequía intraestival. La evaporación para la Mixteca alta oscila entre 1,172.21 a 1,649.83 mm anuales (INEGI, 1995).

La dirección dominante de los vientos proviene del Este en los meses de septiembre, octubre y noviembre con velocidades de 1.4 a 1.5 m/seg. En los meses de marzo, junio, julio, agosto y diciembre soplan en dirección Este-Noreste con velocidades de 1.5 a 2.1 m/seg. Los remolinos son muy frecuentes en febrero y marzo (INEGI, 1995).

La helada es uno de los fenómenos atmosféricos que limitan la producción de cosechas con suma frecuencia, ocasionando grandes pérdidas en la agricultura; inciden más temprano en la Mixteca alta que en la Mixteca baja; las temperaturas más bajas se presentan en los meses de diciembre, enero y primeros días de febrero con 2°C bajo cero; también es muy frecuente la escarcha y el rocío (INEGI, 1995).

Las granizadas generalmente se presentan al inicio de la temporada de lluvias y en ocasiones en la etapa fenológica de floración del cultivo dañando el área foliar (INEGI, 1995).

4.3.3 Hidrología

En Oaxaca existen cinco grandes ríos. La cuenca del río Papaloapan drena la Sierra Madre de Oaxaca, corre a través del cañón del Tomellín y desemboca en el Golfo de México, al igual que el río Coatzacoalcos que desagua la porción Norte de la Sierra atravesada en el Istmo. Hacia el Noroeste varios afluentes forman el río Mixteco, tributario del Balsas. El río Verde y el río Tehuantepec se sitúan enteramente en la entidad, el Verde nace en el Valle de Oaxaca, cruza la Sierra Madre del Sur y desemboca en un estuario al Este de la laguna de Chacahua, mientras que el río Tehuantepec se origina entre la Sierra Madre de Oaxaca y Sierra Madre del Sur a la altura de Miahuatlán y desemboca en la bahía de la Ventosa en el Golfo de Tehuantepec (INEGI, 1995).

4.3.4 Suelos

Los suelos más comunes pertenecen a las categorías de los litosoles, regosoles, cambisoles y pequeñas áreas con andosoles. También presentan suelos tipo luvisol crómico, los cuales se encuentran en zonas templadas, aunque en ocasiones se pueden encontrar en climas algo más secos. Son de alta susceptibilidad a la erosión, y su vegetación es de bosque. Se usan con fines agrícolas y son de fertilidad moderada (INEGI, 1995).

4.3.5 Vegetación

De acuerdo con Lorence y García-Mendoza (1989) la vegetación presente en la región es de Bosque de Pino, bosques bajos del interior del estado, que reciben menos lluvia y el clima es más frío. Estas comunidades son más abiertas con abundantes arbustos de hojas gruesas y coriáceas. Cubren grandes extensiones de la Mixteca Alta, junto con los encinares son las comunidades más dominantes. Crecen también en los flancos de las sierras que miran hacia el interior del estado. Es muy frecuente observar los encinos mezclados con los pinos cubriendo amplias extensiones; estas comunidades también se conocen como bosques de *Pinus-Quercus*. Especies que pueden crecer en estas comunidades son *Quercus magnoliifolia*, *Q. castanea* (encino amarillo), *Q. sororia* (encino colorado), *Q. urbanii* (encino cuchara), *Q. laurina*, *Q. acutifolia*, *Q. rugosa*, etc. Es común también observar a *Arbutus xalapensis* (madroño) y *Arctostaphylos pungens* (manzanita) asociadas con vegetación secundaria.

En el municipio de San Pedro Coxcattepec, los tipos de vegetación presente son bosques de encino-pino y encino, estos últimos haciendo transición con bosques de *Juniperus* con vegetación secundaria; también suelen estar presentes matorrales esclerófilos perennifolios o chaparrales, las cuales son comunidades bajas de hasta 2 m de alto y con plantas de hojas coriáceas. Entre las especies más abundantes están: *Ameelanchier denticulata*, *Bursera galeottiana*, *Ipomea municoides* (casahuate), *Karwinskia humboldtiana* (tullidota), *Malpighia mexicana*, *Neopringlea viscosa*, *Rhus virens* (lentisco), *R. oaxacana* y *Wimmeria persicifolia*. Este tipo de vegetación cubre amplias extensiones en la Mixteca Alta en los Distrito de Coixtlahuaca, Teposcolula, Nochixtlán

y Tlaxiaco (Dávila y Sousa, 1991). El municipio se encuentra dentro de la zona comprendida como área natural protegida: Tehuacan-Cuicatlán, reserva que guarda una riqueza florística, por su alto grado de endemismo.

4.3.6 Uso del suelo

Dentro del municipio, la tenencia de la tierra, es de propiedad comunal y pequeña propiedad; constituido por tres núcleos agrarios: San Isidro Yododeñe, San Pedro Coxcaltepec y San Juan Ixtaltepec.

Por lo que respecta al uso del suelo, de acuerdo al INEGI (1995) la superficie de 2, 836,958 ha, es de uso común, donde la agricultura abarca el 60% de la superficie total. La agricultura de temporal abarca 436 ha predominando los cultivos anuales de maíz, frijol, trigo y cebada destinados al autoconsumo. La explotación ganadera es para producción de carne, de las siguientes especies: Porcinos, Caprinos, Ovinos, Equinos y Gallinas; donde se caracterizan por ser de uso extensivo constituyendo el agostadero el 60% en terrenos de bosques y terrenos semiáridos.

Las actividades de aprovechamiento forestal comerciales dentro del municipio no están desarrolladas, sin embargo, sí existe extracción para autoconsumo y de comercialización en baja escala. La explotación forestal, se da principalmente con especies de encino para el aprovechamiento de carbón y leña. También se hace uso de especies no maderables.

4.4 Características socioeconómicas

La categoría política del municipio queda establecida mediante una cabecera municipal y dos agencias municipales. El ayuntamiento está compuesto por un presidente municipal, encargado de la representación política y administrativa; un síndico, responsable de la procuración de justicia con funciones de Ministerio Público y de representación jurídica; y un cuerpo de regidores, con funciones administrativas para la prestación de servicios públicos; así mismo la autoridad agraria, representada por el comisariado de bienes comunales.

La estructura organizativa se caracteriza por tener formas de autogobierno basadas en el consenso. Expresiones primeras de éste son las asambleas comunitarias y los tequios (trabajo obligatorio y gratuito para beneficio de la comunidad), acompañadas de la participación de la población. Su centro de decisiones cuenta únicamente con el poder asignado por los miembros que lo componen.

La asamblea es el órgano máximo de toma de decisiones y todo asunto que afecte a la comunidad tiene que ser tratado en ella; generalmente congregados por hombres, algunas veces participan las mujeres, aunque de manera limitada. Mediante la asamblea se elige a las autoridades y se designa a los ocupantes de todos los cargos de la comunidad y se organiza el trabajo comunal.

Aunque en la comunidad la mayoría esta conformada por mestizos, aún las formas de organización son tradicionales.

De acuerdo con el INEGI (1997, 1999), la población total en el municipio en 1980, fue de 1 335 habitantes; para 1990, de 1 250; y para 2000, de 1 055 habitantes. La tendencia a disminuir la tasa poblacional, responde principalmente a la migración de sus pobladores, principalmente jóvenes. Se estima que de la población total 50.23% corresponde a la población masculina y 49.26% a la población femenina.

La población presenta altos índices de desempleo, lo que origina una migración temporal, con el fin de emplear la fuerza de trabajo en las ciudades de crecimiento urbano como la ciudad de Oaxaca, México y Puebla, sobre todo en la construcción. Las condiciones de ingreso son sumamente bajas, el ingreso per cápita es de dos salarios mínimos para el 97.78% de la población ocupada (CONAPO, 2000). Aunque no existen datos confiables que permitan establecer patrones claros de migración, en el municipio, de acuerdo a los locatarios y autoridades municipales, el apoyo económico de los residentes de México, Oaxaca, Puebla nacidos en estas comunidades juega un papel muy importante en la economía de la comunidad.

En el municipio el porcentaje de analfabetismo alcanzan 18.74% de la población mayor de 15 o más años de edad; y 52.31% de la población mayores de 15 años no terminó la primaria; la cobertura de servicios educativos llega a ser desde preescolar hasta secundaria (INEGI, 2000).

Los niveles de cobertura de servicios de salud son restringidos, ya que solo cuenta con un centro de salud, y con servicios esporádicos, principalmente en las localidades de San Juan y San Isidro; solo en la cabecera municipal se encuentra un centro de salud con personal médico asignado, donde el servicio suele ser más permanente.

El grado de comunicación, es irregular, ya que se cuenta con un sistema de carretera de terracería, que son las que conectan a las tres comunidades, contando con un servicio de transporte en las comunidades de San Pedro y San Juan. Pero que también comunican a otras localidades.

4.5 Desarrollo metodológico

Para el desarrollo de esta investigación se llevaron a cabo los siguientes pasos metodológicos, en dos fases:

I. Fase de gabinete

Comprendió la recopilación de información bibliográfica y cartografía temática relacionada al área de estudio; diseño de una encuesta para el levantamiento de información y aspectos relevantes en relación al estudio de las prácticas agroforestales.

II. Fase de campo

Incluyó el levantamiento de información en general relacionado con el manejo de prácticas agroforestales, recorridos, entrevistas informales y observación participativa directa.

Delimitación del área de trabajo. El estudio se llevó a cabo en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, abarcando como zonas de trabajo, las siguientes localidades que son las que en su totalidad conforman el municipio: San Isidro, San Pedro y San Juan Ixtaltepec.

Selección del diseño del muestreo y tamaño de la muestra. La estimación del número de productores a entrevistar en cada localidad se determinó con la Formula 1 (Rojas, 1986), en la que mediante la técnica de muestreo simple aleatorio, se determinó una muestra total de 65 productores, aplicando a su vez una asignación proporcional (Formula 2) de la muestra para cada localidad.

$$\frac{n = z^2 q / E^2 p}{1 + 1/N (z^2 q / E^2 p - 1)} \dots\dots\dots (1)$$

n = Tamaño de la muestra

z = nivel de confianza requerido para generalizar los resultados hacia toda la población

pq = variabilidad del fenómeno estudiado

E = precisión con que se generalizan los resultados

$$\frac{N_h}{N} \dots\dots\dots (2)$$

N = población

N_h = subpoblación o grupo

Se utilizaron las siguientes herramientas metodológicas:

a) Metodología de Diagnóstico y Diseño (D&D) (ICRAF, 1983; citado por Raintree, 1987) la cual está diseñada para aplicaciones agroforestales, con énfasis en un diagnóstico comprensible del sistema y está constituida por 5 procedimientos básicos: prediagnóstico, diagnóstico, diseño y evaluación, evaluación y rediseño, y planeación e implementación.

b) Encuesta semiestructurada (Cuadro 1. Apéndice) diseñada específicamente para el área de estudio para la recolección de la información de las prácticas agroforestales; tomando como universo a pequeños productores.

En cada uno de estos sistemas productivos se determinaron los siguientes indicadores: Edad de productor; miembros de familia; actividad productiva a la que se dedica

(agrícola, ganadera, forestal, agroforestal); superficie total de terreno laborable; superficie cultivada; tipo de tenencia; componentes encontrados; uso de las especies; manejo; destino de la producción; limitantes de producción; así mismo conocer la tendencia e importancia de las prácticas con potencial agroforestal, participación de la familia en la unidad productiva, dificultades técnicas, capacidad de organización y beneficio de programas externos.

Por lo que respecta a los sistemas que se estudiaron, se consideró la heterogeneidad de los mismos procediendo a la aplicación de muestreos dirigidos, cuya extensión se definió de acuerdo a las condiciones del terreno; uso del sistema; técnica agroforestal; tipo de asociación; frecuencia de especies y valor de importancia por especie (densidad relativa+frecuencia relativa+dominancia relativa).

c) Descripción de los sistemas en relación a su estructura y función. Se utilizaron los siguientes métodos:

- Diagramas de perfil semirrealistas de Richard (1952). Este método permite describir la estratificación de la vegetación a través de iluminaciones semiesquemáticas, llamadas diagramas de perfil (Figura 2. Apéndice).
- Descripción Fisonómica de Dansereau (1951). Este sistema de descripción relaciona estructura y función, considerando: formas de vida, altura, cobertura, forma, tamaño y textura de la hoja, de los elementos que componen los sistemas (Granados, 1990). En este sistema se utilizan símbolos como: letras, números y dibujos, de tal forma que la estructura de la comunidad queda expresada por una síntesis gráfica (Figura 2. Apéndice).

La integración y análisis de datos se realizó bajo dos modalidades:

a) Descripción y comparación de las prácticas agroforestales más relevantes en la zona de estudio. Se realizó de acuerdo a la información recopilada, sistematizando los

indicadores considerados para cada sistema de producción, apoyándose de cuadros y gráficas esquemáticas, de acuerdo al objeto de estudio y realizando un análisis funcional propio de estas regiones ecológicas (Figura 3. Apéndice). Así mismo, se realizó el análisis de algunas variables continuas: edad del productor, miembros de la familia, superficie total laborable, superficie cultivada, especies de árboles maderables, especies de frutales, especies arbustivas, especies como forraje, especies de cultivos agrícolas, número de ganado por productor, y variables nominales como desempeño de otras actividades, tenencia mediería, unidades productivas, destino de la producción pecuaria. Estas variables fueron analizadas mediante tablas de contingencia (cruce de variables) y prueba de correlación simple.

b) Agrupación de las prácticas agroforestales con base a su composición florística basándose en la presencia o ausencia de los componentes. Mediante una base de datos se creo una matriz de presencia-ausencia de las especies de cada práctica, para conocer la posible similitud florística entre cada sistema con respecto a la composición florística. Los datos se analizaron mediante un análisis de agrupación (AA) y análisis de correspondencia (DCA). El análisis de agrupamiento es un método de clasificación basado en una medida de distancia y un método de unión de grupos que analiza las muestras en forma individual para fusionarlas sucesivamente en grupos, hasta que todas las muestras son sintetizadas en un solo grupo, los resultados son presentados a través de un dendrograma en la que la medida de distancia es expresada como porcentaje de información remanente. El análisis de correspondencia es una técnica de ordenación indirecta, en la cual mediante una gráfica ordena los sistemas a lo largo de dos ejes principales, en la que los gradientes ambientales son inferidos a partir de los datos de las especies (Zavala, 1986).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Características de los sistemas de producción

5.1.1 Clasificación de las prácticas agroforestales

De acuerdo con los componentes presentes en el área de estudio, se definieron las siguientes categorías productivas, considerando que en cada una de ellas existen tecnologías propias con relación a la funcionalidad que los productores le dan a ciertas especies en la zona; los campesinos han venido realizando estas prácticas desde hace mucho tiempo en forma tradicional, algunas de ellas responden como estrategias para contrarrestar el deterioro ambiental y otras como de sobrevivencia. Desde el punto de vista agroforestal, estas prácticas están constituidas por el componente florístico (arbóreo y arbustivo), ganadero y agrícola. Con base en ello se determinaron las siguientes categorías:

- a) Árboles dispersos en los terrenos de cultivo (**ARBA**).
- b) Árboles en contorno con cultivos agrícolas (**ARBC**).
- c) Huertos Familiares (**HF**).
- d) Barreras vivas (**BV**).
- e) Aprovechamiento del bosque (**AB**).
- f) Agostadero en vegetación natural y secundaria (**AG**).

De acuerdo con la categoría estructural y desde el punto de vista agroforestal, las prácticas productivas mencionadas pueden incluirse en sistemas agrisilvícolas: árboles dispersos en los terrenos de cultivo, árboles en contorno con cultivos agrícolas, huertos familiares, barreras vivas y agrobosque (Young, 1997); la práctica de agostadero en vegetación natural y secundaria, se clasifica dentro de un sistema silvopastoril, ya que algunas especies del componente florístico juegan un papel importante como elemento forrajero, asimismo, por ser una actividad que adquiere relevancia para el componente ganadero, desde el punto de vista del impacto ambiental que se genera en la estructura de la vegetación y por los fines productivos que la comunidad utiliza de ésta.

Algunos autores (Reynel, 1987; Carlson y Ronceros, 1987; Torquebiau, 1990; Young, 1997) clasifican las prácticas anteriores como sistemas silvopastoriles, ya que en algunas regiones los bosques (bosquetes de especies nativas como forraje, pastoreo en áreas con bosques naturales, producción animal bajo cubierta arbolada, pastoreo en chaparrales o matorrales, etc.) representan un recurso natural de ciertas especies arbóreas, arbustivas y herbáceas silvestres como fuente de forraje, sin embargo, este tipo de prácticas debe ser acompañada de un sistema de manejo adecuado para evitar la destrucción de la vegetación.

A nivel de municipio, se encontró todas las categorías productivas mencionadas, manejadas por los productores en diferente proporción: árboles dispersos en los terrenos de cultivo 7.42%, árboles en contorno 14.9%, huertos familiares 13.4%, y el uso de barreras vivas 18.31%; y en una proporción mayor, se dan las prácticas en agrobosque y agostadero con 24.3% y 21.78%, respectivamente (Cuadro 4).

A nivel comunidad se presenta un patrón general, con excepción de la localidad de San Juan, donde las prácticas con mayor presencia son árboles en contorno (21.05%), huertos familiares (23.86%) y agostadero con 21.05%, las prácticas de barreras vivas y agrobosque se encuentran en menor proporción (13.15% y 10.52%), respectivamente (Cuadro 4).

Todas las prácticas tienen la característica de ser de autoabasto; algunos componentes se usan para fines comerciales pero son a baja escala.

5.1.2 Componentes de las prácticas agroforestales

Considerando la estructura de las prácticas agroforestales estudiadas, existen tres componentes principales: arbóreo-arbustivo, agrícola y ganadero.

Cuadro 4. Frecuencia de las categorías productivas según productores por localidad en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Categorías Productivas	Localidad			
	San Isidro (%)	San Pedro (%)	San Juan (%)	Total (%)
Árboles aislados	8.95	5.15	10.52	7.42
Árboles en contorno	14.92	12.37	21.05	14.9
Huerto familiar	1.49	17.52	23.68	13.4
Barreras vivas	20.89	18.55	13.15	18.31
Agrobosque	29.85	25.77	10.52	24.25
Agostadero	23.88	20.61	21.05	21.78

5.1.2.1 Componente arbóreo y arbustivo

El componente arbóreo y arbustivo adquiere importancia para algunos sistemas, la presencia de éstos puede encontrarse principalmente en los huertos, árboles en contorno, agrobosque y, en menor proporción, como árboles dispersos en los terrenos agrícolas. No se encontró variación en el componente arbóreo y arbustivo en las tres localidades.

De la variedad de los componentes presentes en las prácticas agroforestales sobresalen las especies arbóreas como *Quercus spp.* 28%, *Juniperus flaccida* 28.49%, *Annona cherimola* 8.64%, *Fraxinus sp.* y *Casuarina equisetifolia* 10.8% (Cuadro 5).

También destacan las especies frutales, en los que de mayor frecuencia se encuentran *Prunus persica* 34.01%, *Punica granatum* 11.90%, *Persea americana* 9.30%, *Pyrus malus* 6.80%, *Eriobotrya japonica* 6.09%, *Casimiroa edulis* 5.32%, *Prunus serotina* 4.98%, *Ficus carica* 3.85%, y otras especies menores al 3% (Cuadro 5).

Dentro de las especies arbustivas se encuentran las siguientes: *Stenocereus marginatus* 22.44%, *Opuntia spp.* 17.55%, *Ricinus communis* 11.02%, *Leucaena spp.* 11.34%, *Yucca sp.* 9.66%, *Rosa centifolia* 8.57%, *Cestrum nocturnum* 7.75%, *Buddleja sessiflora* 6.53%, y *Senecio sp.* 5.30% (Cuadro 5).

5.1.2.2 Componente agrícola

El componente agrícola presente en estos sistemas, se caracteriza por ser de temporal. Actualmente es un sistema importante en la economía familiar de los habitantes del municipio. Las especies agrícolas de manejo tradicional en las tres comunidades suelen ser, principalmente, maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum sp.*), y frijol (*Phaseolus vulgaris*), representando 75.23%, 12.55% para la asociación de cultivos de: maíz (*Zea mays*) -frijol ejotero (*Phaseolus sp.*)-haba (*Vicia faba*)-calabaza (*Curcubita spp.*)-chilacayote (*Curcubita ficifolia*), y en menor proporción (12.14%), se encuentran especies como

Cuadro 5. Componente arbóreo-arbustivo más frecuentes en las practicas productivas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Especies maderables	%	Especies frutales	%	Especies arbustivas	%
<i>Quercus</i> spp.	28.00	<i>Prunus persica</i>	34.01	<i>Stenocereus marginatus</i>	22.44
<i>Juniperus flaccida</i>	28.49	<i>Punica granatum</i>	11.90	<i>Opuntia</i> sp.	17.55
<i>Annona Cherimola</i>	8.64	<i>Persea americana</i>	9.30	<i>Ricinus communis</i>	11.02
<i>Casaruarina equisetifolia</i>	5.04	<i>Pyrus malus</i>	6.80	<i>Leucaena</i> sp.	11.34
<i>Fraxinus</i> sp.	5.04	<i>Eriobotrya japonica</i>	6.09	<i>Yucca</i> sp.	9.66
		<i>Casimiroa edulis</i>	5.32	<i>Rosa centifolia</i>	8.57
		<i>Prunus serotina</i>	4.98	<i>Cestrum nocturnum</i>	7.75
		<i>Ficus carica</i>	3.85	<i>Buddleja sessiflora</i>	6.53
		<i>Crataegus pubescens</i>	3.06	<i>Senecio servariaefolius</i>	5.30
		<i>Pirus communis</i>	2.72	<i>Rubus shiedeanis</i>	4.08
		<i>Pirus pumila</i>	1.24	<i>Tecoma stans</i>	4.48
		<i>Citrus limon</i>	1.24	<i>Acacia</i> sp.	2.44

avena, cebada y chícharo. La avena y la cebada, son cultivadas principalmente porque representan un almacén de forraje para los animales de tiro (Cuadro 6).

Las tierras son preparadas en su totalidad con yuntas, excepto en algunos sitios de las localidades de San Pedro y San Isidro, donde los terrenos sin mucha pendiente se utiliza el tractor comunal. El destino de la producción es el autoconsumo. La siembra de maíz, trigo y frijol, básicamente, es de temporal y se lleva acabo predominantemente en los agroambientes de temporal y, en menor proporción, en los agroambientes de humedad. El manejo tecnológico, en relación a las prácticas de preparación y siembra de los cultivos agrícolas son diferentes y se realizan de manera artesanal; en el caso de los cultivos de maíz se dan dos sistemas que en la comunidad se conoce como tapapie y de cajete.

Es generalizado que en terrenos de ambientes semicálidos los sistemas de cultivo son a base de monocultivos de maíz y frijol, pero con sistemas de rotación, principalmente sobre laderas. La siembra es anual y abarca el ciclo de Primavera-Verano; dependiendo de cómo se presenten las lluvias, es la dinámica del sistema de siembra, dado que si se retarda, entonces se cultiva en terrenos de ambientes templados.

Los cultivos de maíz, frijol y trigo son los más importantes, porque solventa las necesidades alimenticias de la comunidad; la producción obtenida en su totalidad es para autoconsumo, obteniendo otros productos secundarios como los esquilmos agrícolas que sirve como alimento para el ganado.

La mayoría de los productores hacen uso del suelo en zonas de lomeríos y valles. En las zonas más cálidas suelen utilizar laderas para sembrar, siendo más frecuente sobre fuertes pendientes.

Cuadro 6. Componentes agrícolas más frecuentes en las prácticas productivas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Cultivos agrícolas	(%)	Cultivos agrícolas asociados	(%)	Total
Maíz	30.37	Maíz+Frijol		
Frijol	24.30	Maíz+Frijol+Haba.		
Trigo	20.56	Maíz+Frijol+Calabaza	12.61	
Avena	7.47	Maíz+Frijol+Chilacayote		
Cebada	2.80			
Chícharo	1.86			
Total	87.36		12.61	99.97

Tomando en cuenta las condiciones topográficas de la región (la inclinación de los suelos varían entre 20° y 50°), más el tipo de suelos prevaleciente (someros y pedregosos), es comprensible porque todas las técnicas de cultivo incluyen algún sistema de rotación de terrenos y cultivos.

Prácticas culturales de los componentes agrícolas

Las etapas de las prácticas culturales de los cultivos agrícolas durante el año, se esquematizan en el (Cuadro 7).

El barbecho. Es una actividad que se realiza con yunta o tractor, este último se utiliza donde la topografía y la mecanización es favorable. De acuerdo a los encuestados esta actividad se efectúa con yunta y arado, rara vez se emplea el tractor comunal y solo con las posibilidades físicas del terreno. El 67.60% de los productores utiliza yunta para el trabajo agrícola, 32.0% renta yunta y 8.9% renta tractor para complementar el trabajo agrícola.

Esta práctica se realiza antes de la siembra durante los meses de abril-mayo, pudiendo abarcar hasta el mes de junio, y va a estar relacionado con las primeras lluvias.

El surcado y la siembra. Estas actividades llegan a realizarse simultáneamente. Las siembras de tapapie se efectúan predominantemente una vez establecido el temporal. En general se realiza en el mes de junio, si las primeras lluvias fueron en abril-mayo. Aquí la participación es de 2 personas.

La labra. Está práctica tiene como propósito arrimar tierra a las matas de maíz y deshierbar el terreno a fin de fortalecer el desarrollo de las raíces, airear el suelo y reducir en lo posible la competencia con las arvenses.

Cuadro 7. Etapas de las prácticas culturales de los cultivos agrícolas en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Prácticas culturales	Meses del año											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barbecho				X	X							
Surcado y siembra					X	X	X					
Labra						X	X					
Cajon						X	X					
Despunte								X				
Cosecha									X	X		
Descanso	X	X	X								X	X

En los terrenos agrícolas se presentan una gran variedad de plantas arvenses, algunas llegan a considerarse perjudiciales, por lo que son combatidas; otras, en cambio, al ser útiles como forraje o alimento, se toleran. De las arvenses que se aprovechan están las plantas forrajeras como *Bidens pilosa*, *Simsia amplexicaulis* y *Titonia tubaeformis*, y las plantas comestibles *Amaranthus hybridus* (Quelite) y *Oxalis hernandessi* (Xocoyul). Las plantas alimenticias se toleran durante la labra y se les controla mediante su cosecha persistente durante toda la época de lluvias. Las forrajeras se erradican en mayor proporción durante la labra y se les tolera cuando el maíz está desarrollado. En la actividad de deshierbe participa toda la familia. La labra se efectúa más temprano en los sistemas de cajeteo que en el de temporal.

El cajón. Este se lleva acabo algunas semanas después de la labra, cuando las matas han alcanzado aproximadamente 50 cm. El propósito de esta actividad es aporcar las raíces adventicias del maíz y eliminar nuevamente las arvenses. Se efectúa exclusivamente con yunta. El cajón se realiza nuevamente más temprano en los sistemas de cajete que en el de tapapie. En los primeros se lleva a cabo entre la primera semana de mayo y la segunda de junio. La labra y, sobre todo, el cajón son labores de cultivo en cierta medida acondicionadas dependiendo de cómo se presentan las lluvias y por la evaluación que el productor hace del desarrollo que sigue la producción.

El despunte. Consiste en cortar la espiga del maíz. En el caso de maíz de cajete esta actividad se realiza a principios de agosto. En el sistema de tapapie, se lleva a cabo entre la tercera semana de julio y principios de septiembre.

La cosecha. Las cosechas más tempranas son las hierbas comestibles. El quelite se cosecha en los meses de junio, julio y agosto y algunas veces hasta el mes de septiembre; con frecuencia se hacen cortes de hierbas forrajeras que son llevadas a los solares para alimentar el ganado. Algunas semanas antes de la cosecha o “pizca” del maíz, se recoge el frijol y la haba, mientras que la calabaza y chilacayote se levantan después de que el grano ha sido cosechado. La cosecha de maíz se realiza durante los

meses de septiembre y octubre. Estas actividades se realizan manualmente; el corte del rastrojo se destina principalmente para los animales de tiro.

El maíz cosechado se almacena en “trojes” o en el interior de las casas. Una vez terminada la cosecha del grano, los campesinos proceden a cortar el rastrojo, el cual se apila en “mogotes” o, más frecuentemente, se lleva a los solares en donde se almacena bajo techados o entre las ramas de los árboles (zapotales, guajales).

Descanso. Cuando descansa el terreno se deja que los animales se alimenten del rastrojo, o en su caso algunos dejan que parte de él se reintegren a la parcela.

Los productores practican otros tres sistemas de producción de granos básicos (trigo de invierno, trigo de temporal y frijol de mata al voleo) que ayudan a amortiguar las deficiencias productivas y las limitaciones técnicas de la producción de maíz. El objetivo de la producción de trigo y frijol es muy similar a la del maíz, cubrir el abasto de granos básicos para la familia. A diferencia del maíz, estos sistemas demandan mucho menos fuerza de trabajo debido a que el laboreo del suelo se realiza hasta el momento de la siembra.

La siembra se realiza al voleo en un corto tiempo, y no se requieren prácticas de deshierbe, por lo que no vuelven a demandar trabajo hasta la cosecha.

El trigo aventurero o de humedad de invierno se cultiva en las tierras de humedad, cuando el temporal termina tarde en octubre y caen algunas lloviznas en noviembre y diciembre. Se recoge a tiempo para permitir la producción de maíz de humedad o si se retrasa su cosecha, entonces se cultiva el maíz de temporal. A diferencia del maíz, este grano resiste bien las heladas invernales cuando no son excesivamente severas. El destino de producción es para el autoconsumo, cuando hay excedente de este grano, se llega a realizar la venta de trigo a muy baja escala.

5.1.2.3 Componente ganadero

Existe una gran tendencia por el manejo y la cría de ganado menor como el caprino, ovino y las aves de corral; ya que suelen representar una fuente de alimento en la dieta familiar de las comunidades. Lo anterior se refleja en el número de cabezas de animal por familia, siendo el caprino el de mayor presencia en los sistemas de producción con 41.62%, las aves de corral 21.27% y, en menor proporción, los ovinos 12.63%; la cría de ovinos ha venido dándose en los últimos 10 años. La cantidad mínima de ganado bovino (15.69%), asnal (6.91%) y equino (1.19%), está determinada por las necesidades relacionadas con el arado y el transporte. El porcino es un componente animal donde la proporción es muy baja, con solo 0.66%.

La presencia de ciertos animales como componente en las unidades productivas desempeña un papel relevante por su funcionalidad (Cuadro 8).

5.1.3 Categoría por uso de los componentes florísticos

El uso de las especies desempeña una categoría importante en los sistemas, ya que refleja el grado de manejo a la que están sujetas ciertas especies en las prácticas productivas, y en cuanto al manejo que se da en la vegetación. Los procesos productivos pueden ir desde aquellos en que la comunidad vegetal no es alterada en sus componentes estructurales, hasta aquellos en que la comunidad vegetal original ha desaparecido como tal y ha sido sustituida por una comunidad con una estructura que responde a las exigencias del hombre. El manejo de las especies vegetales depende de la intensidad en el grado de manipulación.

Cuadro 8. Proporción del componente ganadero en diferentes unidades productivas del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Componente ganadero	Frecuencia (%)	Unidad productiva	Función
Bovino: <i>Bos taurus</i>	15.69	Agostadero, Terrenos Agrícolas	Animales de Tracción
Caprino: <i>Capra hircus</i>	41.62	Agostadero Huerto familiar	Producción de carne
Ovino: <i>Ovis</i> sp.	12.63	Agostadero	Producción de carne
Asnal: <i>Equus asinus</i>	6.91	Agostadero, Terrenos agrícolas, Huerto familiar	Animales de transporte
Equino: <i>Equus caballus</i>	1.19	Agostadero, Terrenos Agrícolas	Animales de transporte
Avícola: <i>Gallus gallus</i> <i>Meleagris gallopavo</i>	21.27	Huerto familiar	Producción de carne
Porcino: <i>Sus mediterraneus</i>	0.66	Huerto familiar	Producción de carne

Para fines de este estudio, se consideraron algunas categorías como: plantas silvestres, toleradas, fomentadas, protegidas y cultivadas (De Wet y Harlan, 1975; Argueta *et al.*, 1982).

En relación a la frecuencia de usos y considerando el tipo de manejo que representaron ciertas especies, se clasificaron las siguientes categorías, aún cuando la misma especie puede tener más de un uso: 1) Comestible (hojas, frutos, tallo, raíz, flores); 2) Condimenticia; 3) Ornamental; 4) Forraje (hojas, frutos); 5) Servicio ambiental (sombra, barrera viva, rompevientos, conservación de suelo, abono); 6) Madera (leña, carbón, implementos agrícolas, postes / material); 7) Cerco vivo / lindero; 8) Medicinal; 9) Cultural / ritual; 10) Almacenamiento de cosecha (zacateras) (Cuadro 2. Apéndice).

Los usos más frecuentes son comestibles (24.23%), ornamental (12.33%), linderos (14.97%) y aquellos relacionados con los usos de protección del suelo, sombra, etc. (13.65%) (Figura 2).

En el inventario florístico se encontró que la mayor tendencia en cuanto al manejo es la presencia de especies cultivadas (43.18%), presentando una mayor tendencia a usar especies frutales y ornamentales; las silvestres (40.45%), son totalmente representativas de los bosques secundarios, aunque es común encontrar algunas especies en los sistemas productivos; dentro de las especies toleradas más frecuentes por el productor en sus parcelas agrícolas son el *Senecio* sp., *Tecoma stans*, *Casimiroa edulis*, *Cestrum nocturnum*, *Annona cherimola*, *Prunus serotina*, *Ricinus communis*, *Leucaena* spp., *Buddleja sessiflora*, *Brassica* sp., *Morus* sp. y *Opuntia* sp.

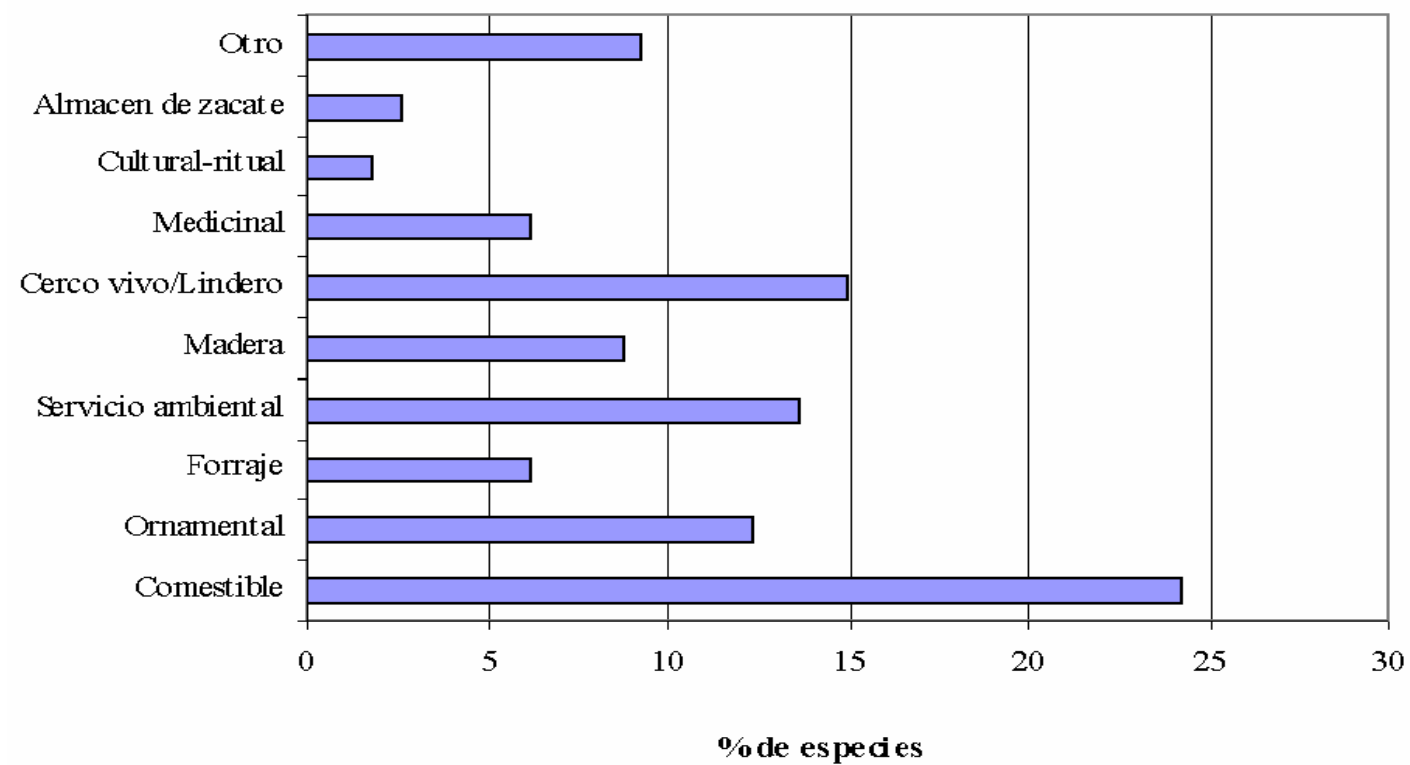


Figura 2. Porcentaje por categoría de uso de los componentes florísticos presentes en el municipio de San Pedro Coxcattepec, Oaxaca.

5.1.4 Estructura de las prácticas agroforestales

5.1.4.1 Árboles dispersos en terrenos agrícolas

Es común encontrar árboles dispersos en los terrenos agrícolas, en una disposición mixta e irregular; las especies de mayor valor de importancia son *Juniperus flaccida* (32.83), *Quercus* spp. (26.11), *Leucaena esculenta* (10.44), *Prunus serotina* (7.35) y *Casimiroa edulis* (6.61) (Cuadro 9). Estos sistemas en general pueden tener entre 2 a 20 árboles/ha. Sin embargo, su densidad puede variar ya que la superficie de siembra puede abarcar de 0.75 a 1.0 ha (Figura 3). Una de las razones por la que estas especies no son eliminadas por el productor, es que proporcionan sombra a los animales de tiro y al campesino en los descansos cuando realizan la labor agrícola y, también sirven para almacenar el zacate para los animales, para obtener leña o, en su caso, para la elaboración de implementos agrícolas.

5.1.4.2 Árboles en contorno (Frutales-Milpa)

Los árboles en contorno están constituidos por especies frutícolas a manera de linderos circundando los bordos de los terrenos cultivados con maíz, frijol, o trigo; representan una producción extra para el productor con relación a los cultivos anuales. Las especies frutales en mayor proporción son especies introducidas (Figura 4 y 5).

Las especies que destacan por su valor de importancia son *Prunus persica* (21.35), *Persea americana* (21.10), *Punica granatum* (19.89), *Pyrus communis* (8.15), *Eriobotrya japonica* (13.95), *Casimiroa edulis* (13.26) y *Prunus serotina* (11.88) (Cuadro 10). Así mismo, con frecuencia se encuentran: *Crataegus pubescens*, *Ricinus communis*, *Leucaena* sp., *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus* sp., y especies toleradas como *Cestrum nocturnum*, *Senecio servariaefolius* y *Annona cherimola*.

Cuadro 9. Índice de valor de importancia de las especies en los sistemas de árboles dispersos en terrenos agrícolas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Nombre científico	Nombre común	Índice de Valor de Importancia
<i>Juniperus flaccida</i>	Enebro	32.83
<i>Quercus</i> sp.	Encino	26.11
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje	10.44
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	7.35
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	6.61

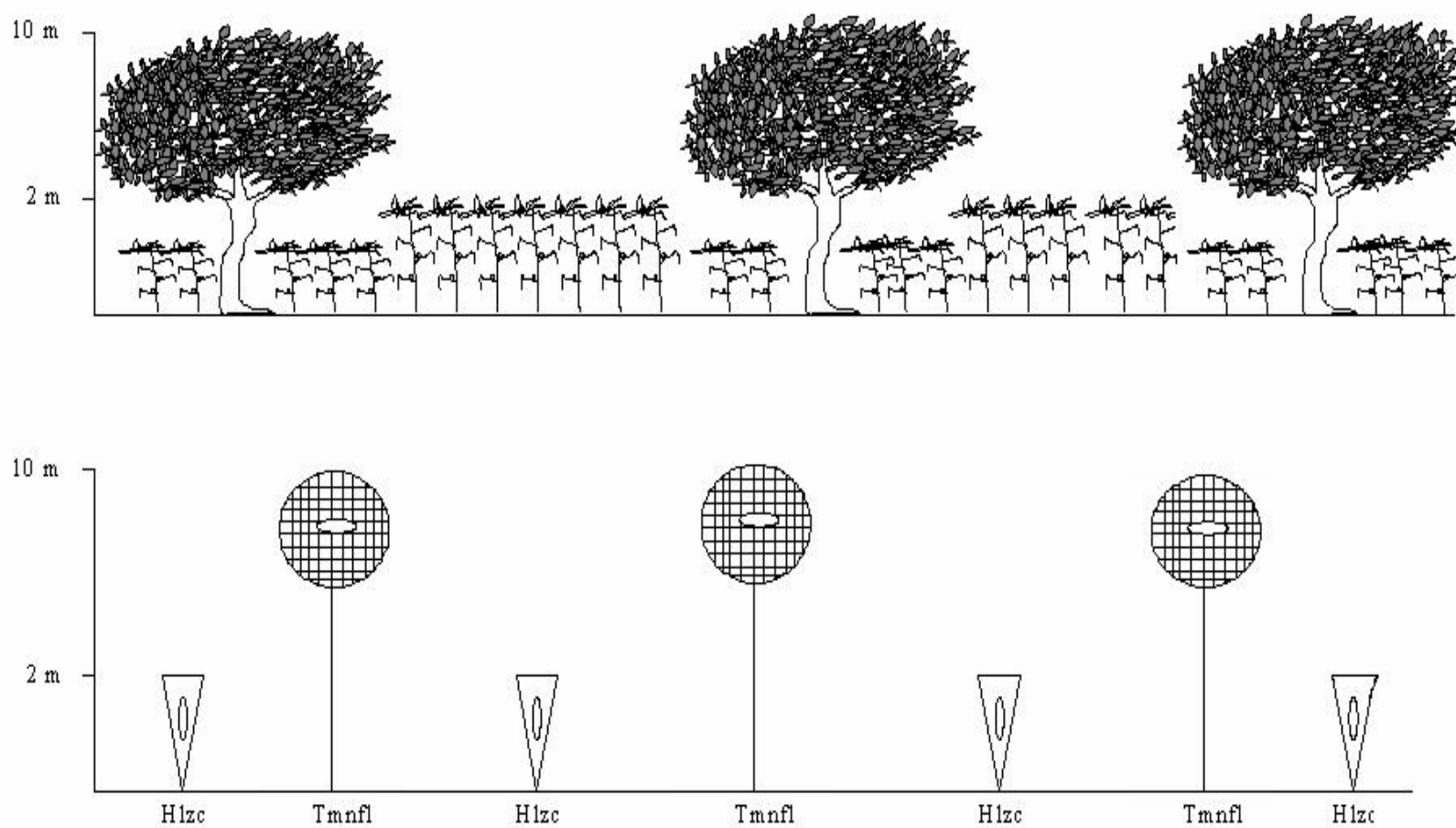


Figura 3. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agrisilvícola, asociación de árboles dispersos con cultivos agrícolas, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

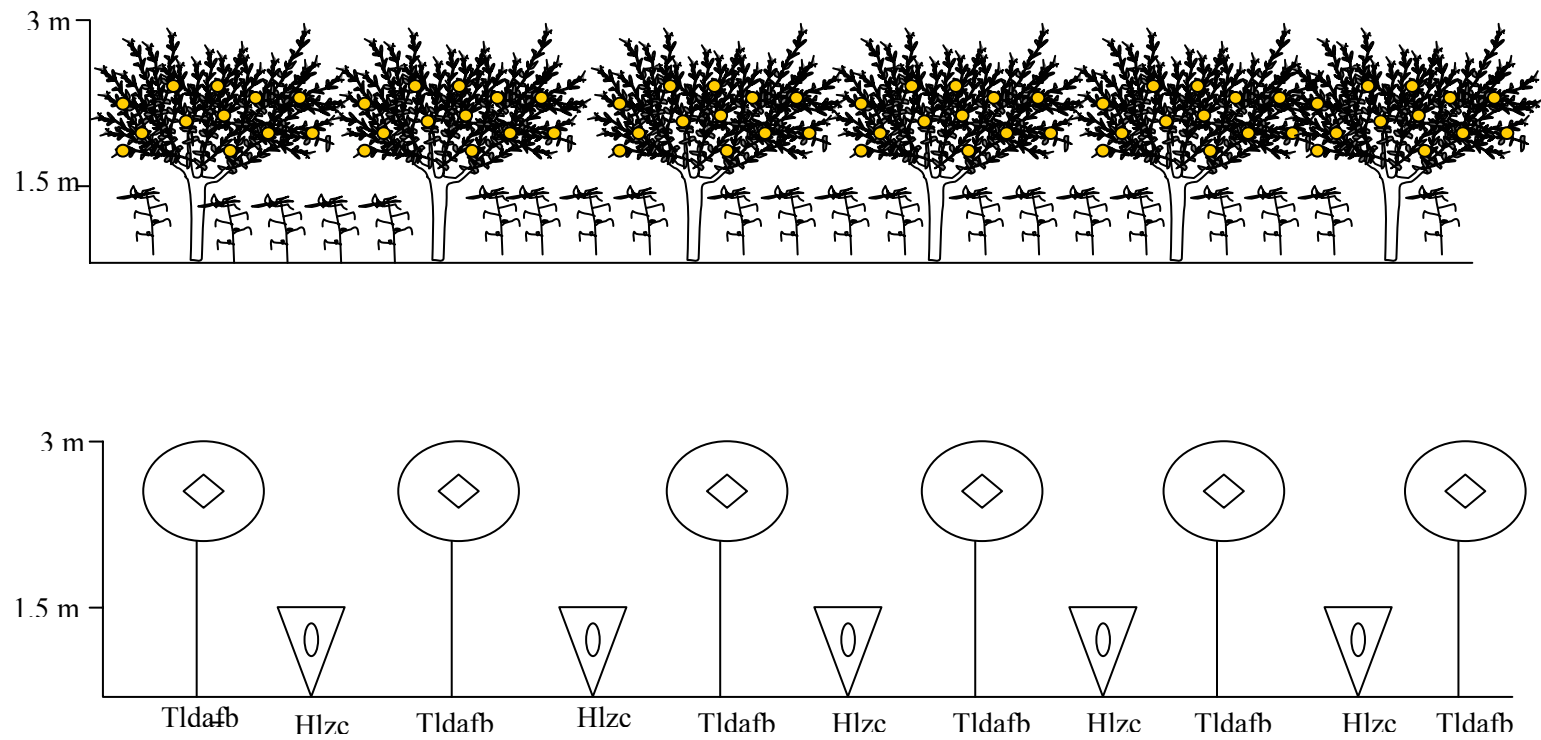


Figura 4. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agrisilvícola, asociación de árboles en contorno con cultivos agrícolas (Durazno-Maíz), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

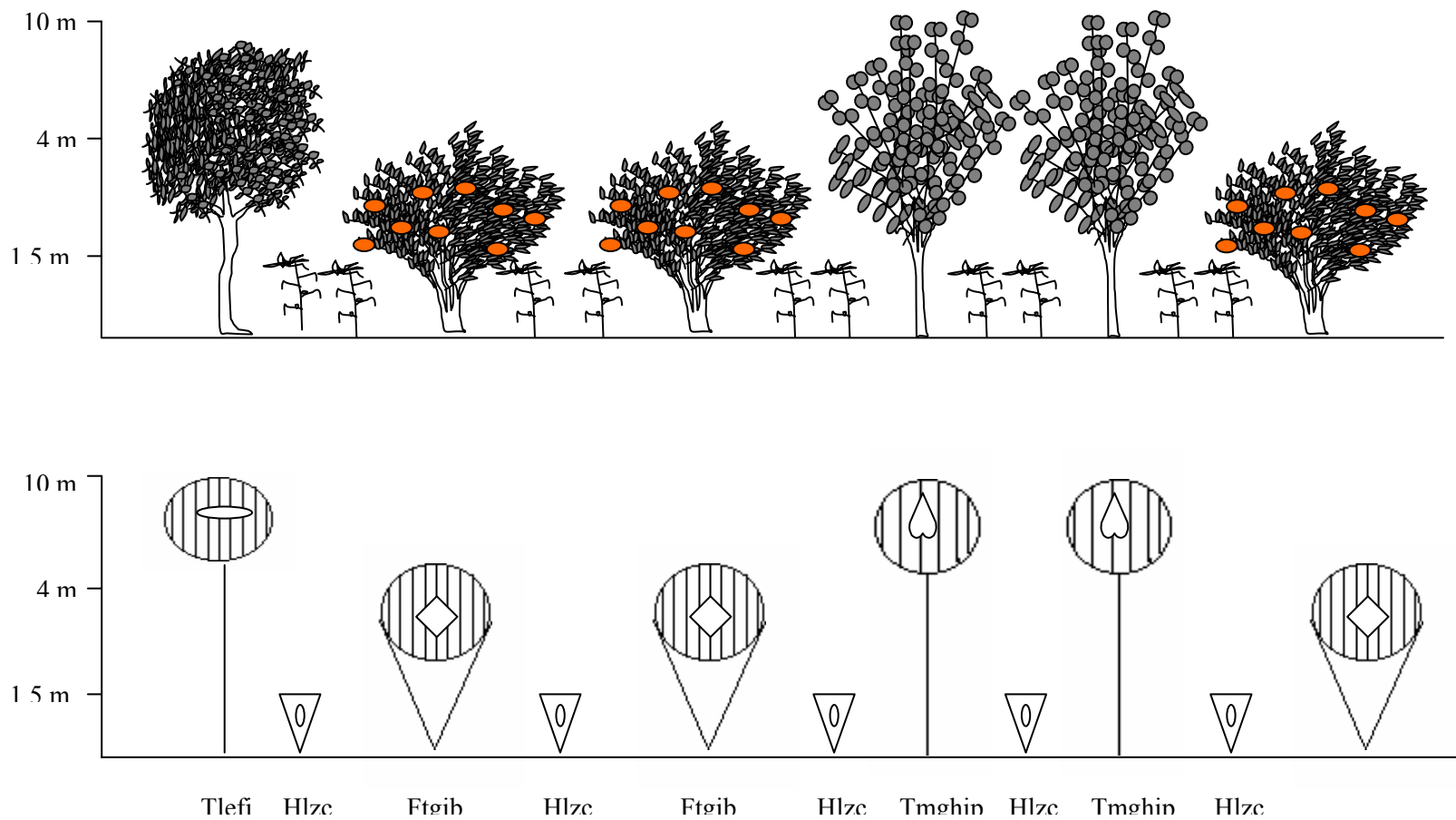


Figura 5. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agrisilvícola, asociación de árboles en contorno con cultivos agrícolas (Capulín-Granada-Aguacate-Maíz), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Cuadro 10. Índice de valor de importancia de las especies del sistema de árboles en contorno, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec.

Nombre científico	Nombre común	IVI
<i>Prunus persica</i>	Durazno	21.3592233
<i>Persea americana</i>	Aguacate	21.1005014
<i>Punica granatum</i>	Granada	19.8922436
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	13.9576443
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote	13.2614957
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	11.8878694
<i>Pyrus communis</i>	Pera	8.15107222
<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	8.15107222
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	5.80657206
<i>Leucaena</i> sp.	Guaje	3.59009922
<i>Ficus carica</i>	Higo	4.28624773
<i>Fraxinus</i> sp.	Fresno	3.31537394
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	3.04064867
<i>Cestrum nocturnum</i>	Huele de noche	2.06185567
<i>Cupressus</i> sp.	Cedro	1.79504961
<i>Annona cherimola</i>	Anona	1.52032433
<i>Senecio servariaefolius</i>	Chamizo blanco	1.24559906
<i>Acacia</i> sp.	Acacia	1.24559906

(IVI): Índice de valor de importancia

En este sistema, los frutales son colocados sobre los límites en los campos de cultivos o en los bordos; el espaciamiento depende de las especies y de los productos que quiera obtener el campesino; es frecuente encontrar arreglos espaciales simultáneos.

El manejo que se realiza no está muy desarrollado y sólo se realiza en especies que son de interés frutícola (durazno, granada, capulín, aguacate); para el establecimiento de los frutales se realiza limpieza del terreno, la profundidad y tipo de cepa por lo regular es de 20 por 30 cm y las prácticas culturales más frecuentes son podas, cajeteo, e incorporación de abono.

La interacción y la combinación que tienen los componentes en esta práctica desempeñan una función ecológica importante como la protección del suelo; los productores resaltan la importancia de contar con árboles como linderos en sus parcelas ya que evita que el suelo se lave con la lluvia, además de obtener beneficios de sus productos para consumo (Figura 6).

5.1.4.3 Huerto familiar

Los huertos familiares se refieren a las prácticas de uso de la tierra que incluyen un manejo deliberado de los árboles y arbustos que pueden tener diversos usos, en una combinación interactiva con los cultivos y animales dentro del sistema, y se caracterizan por ser sistemas de producción a pequeña escala que proveen productos que son satisfactorios para las familias. La selección de especies se determina por preferencias individuales, disponibilidad del recurso, incluyendo el trabajo familiar, especies de valor relativo, tradición familiar y la experiencia / habilidad técnica.

De acuerdo con Niñez (1985) se pueden distinguir dos tipos de huertos: tropicales y templados sobre una base ecológica. De acuerdo a su producción puede categorizarse como de subsistencia y recreativos; y en correlación socioeconómica: semicomercial y comercial.

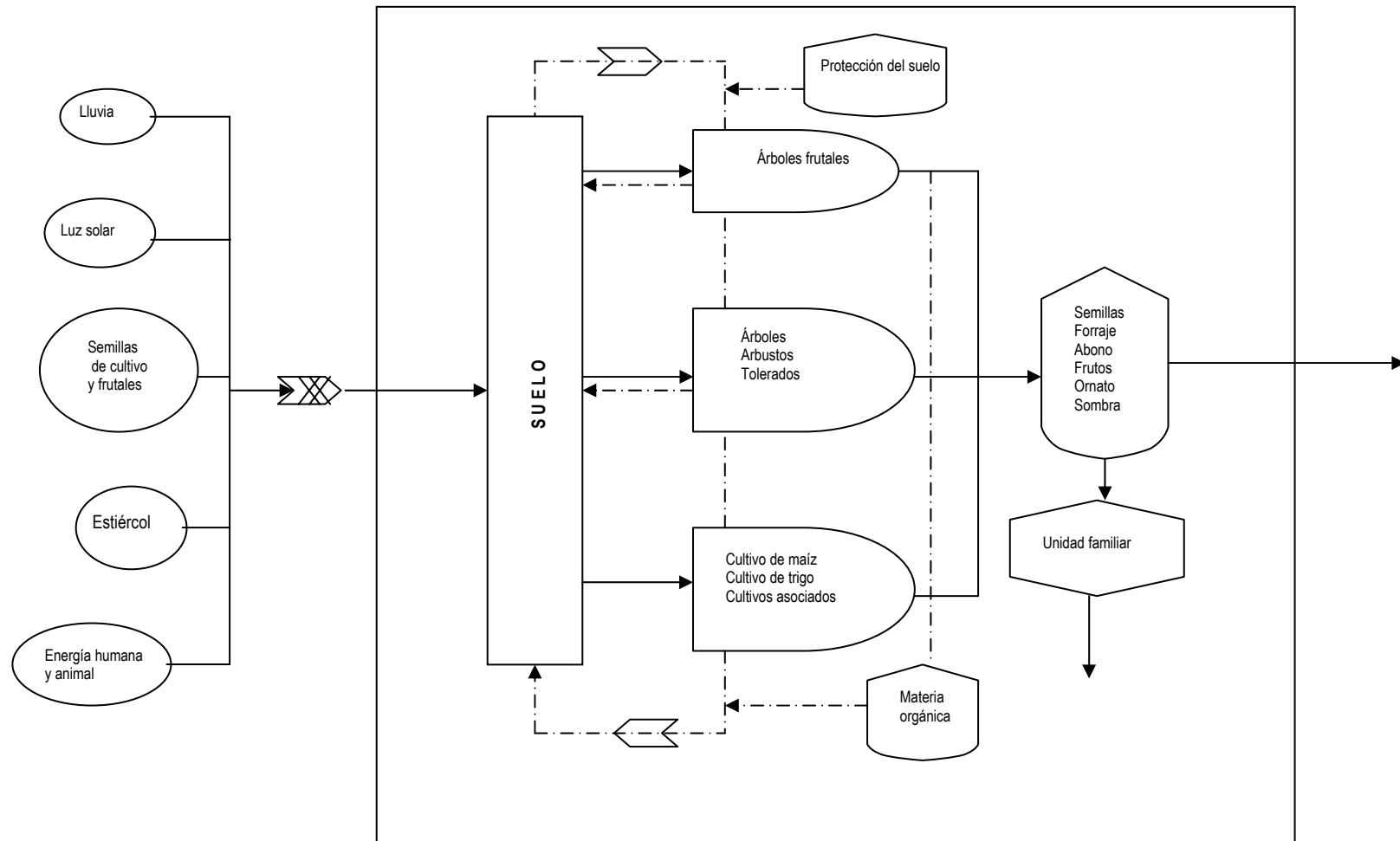


Figura 6. Diagrama de flujo de un sistema de árboles en contorno y cultivos agrícolas en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).

En el municipio, los huertos familiares tienen más presencia en las localidades de San Pedro (17.52%) y San Juan (23.68%), son conocidos como solares. Los huertos de las zonas correspondientes al bosque de pino-encino son menos complejos en cuanto a estructura y composición de especies. Estos huertos son característicos de las regiones templadas y con categoría de subsistencia; desde el punto de vista estructural se definen tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; se distinguen por una diversidad de especies no muy marcada y dominancia del estrato herbáceo.

Los huertos tienen superficies variables, se les encontró desde 150 m² hasta 750 m². Dependiendo de las dimensiones del huerto, es el número de los componentes florísticos encontrados, destacando especies perennes y anuales. En ellos se mantienen las siguientes líneas de producción: Frutales, ornamentales, medicinales y hortalizas.

En el inventario florístico, se determinaron 140 especies, sin considerar las variedades, y por forma biológica, la concentración de las especies arbóreas ocupan 28.03%, las arbustivas 13.08% y en mayor proporción las herbáceas con 60% , respectivamente.

Generalmente el espacio en los huertos tiende a ser ocupado, principalmente, por herbáceas agrícolas, dejando a los frutales y otros componentes como barreras vivas en el área perimetral del huerto. Este arreglo es característico de las localidades de San Pedro y San Juan; en cambio, San Isidro, los huertos tienden a ser muy intensivos, solamente con cultivos agrícolas, y es poco frecuente encontrar otros componentes como frutales, medicinales, etc.

En las Figuras 7 y 8, se pueden observar el huerto familiar típico, con el arreglo vertical y espacial horizontal destacando los componentes frutícolas: durazno, manzana, aguacate, granada, nopal, y policultivos de maíz-frijol-calabaza. De acuerdo con el valor de importancia, en primer lugar se encuentran los árboles frutales, dado que representan

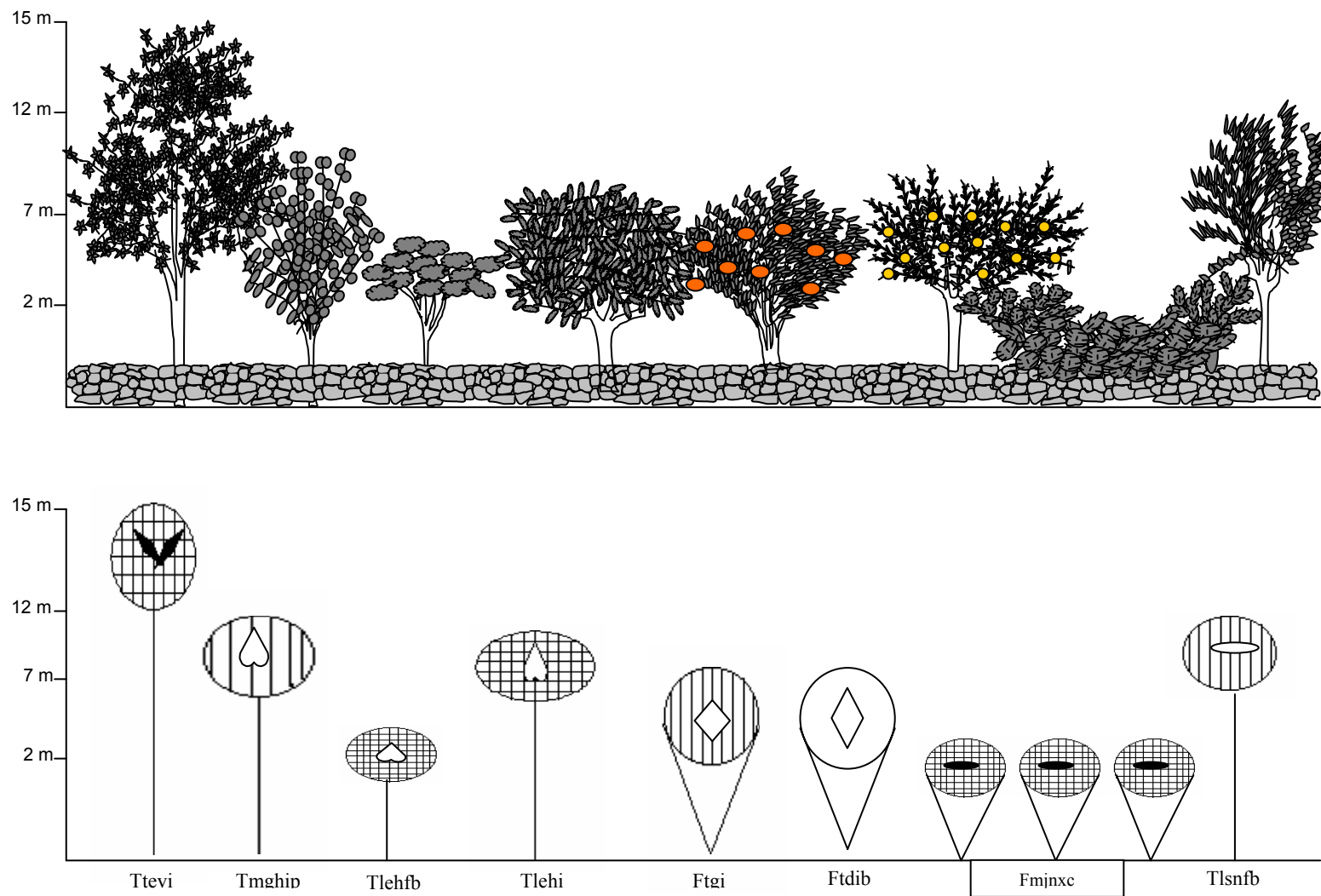


Figura 7. Perfil semirealista y danserograma de un sistema agroforestal, huerto familiar típico, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

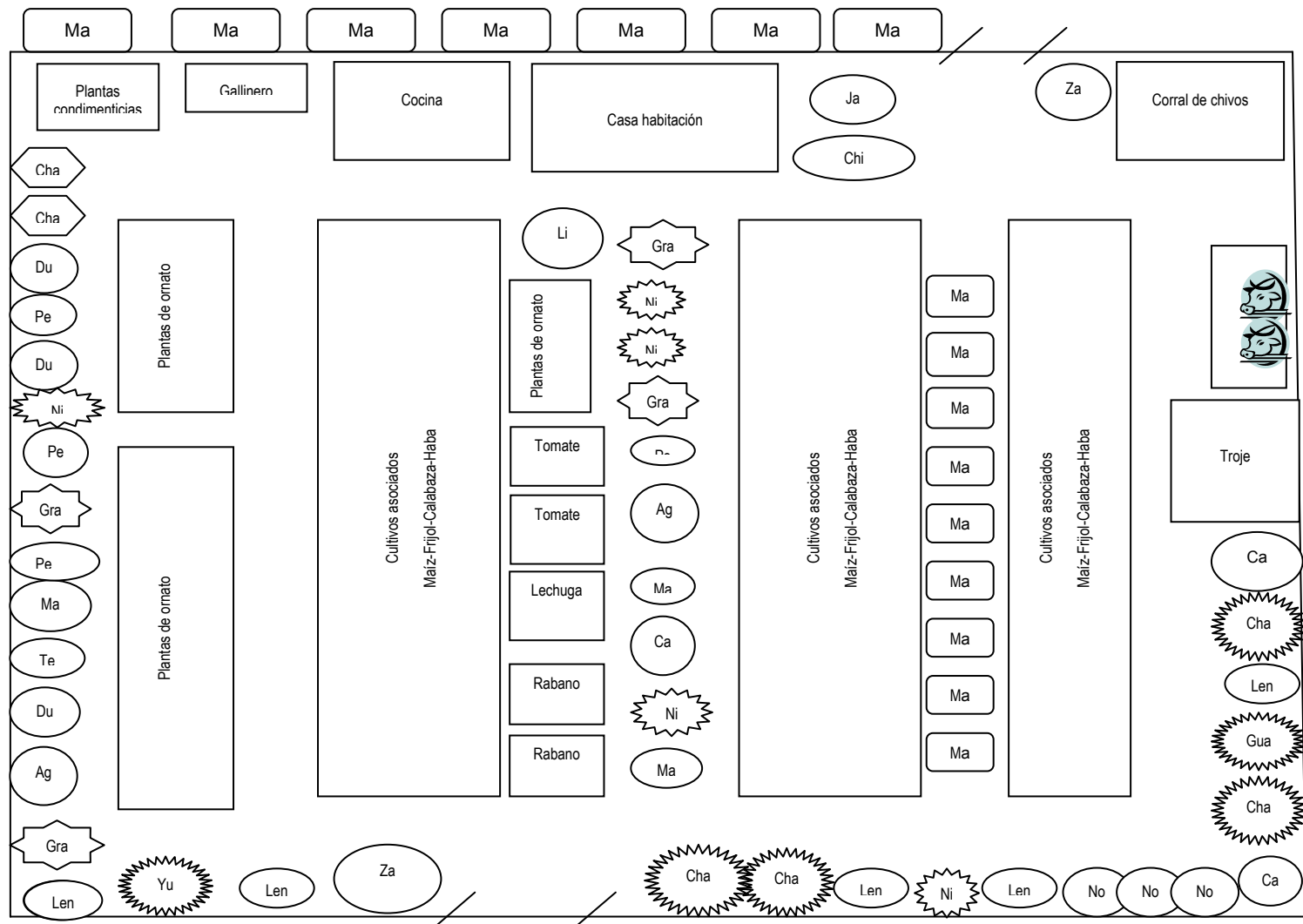


Figura 8. Estructura horizontal de un huerto familiar típico, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

un aporte importante en la producción para autoconsumo. En segundo lugar se encuentran las especies ornamentales, que se caracterizan por dar un toque estético a todo el huerto y para fines ceremoniales; el cuidado que se les proporciona depende de la especie.

En el inventario florístico de los huertos, las especies con mayor presencia por su valor de importancia fueron las siguientes: *Prunus persica* (33.40), *Punica granatum* (33.22), *Opuntia* spp. (18.31), *Persea americana* (18.25), *Stenocereus marginatus* (17.01), *Eriobotrya japonica* (16.81), *Pyrus malus* (15.40), *Prunus serotina* (14.88), *Casimiroa edulis* (14.39), *Ficus carica* (13.46), *Agave* sp. (13.19), *Ricinus communis* (12.67), *Annona cherimolia* (10.06), *Crataegus pubescens* (10.03), *Tecoma stans* (9.14) y *Senecio servariaefolius* (8.59) (Cuadro 11).

El manejo de los huertos es muy rústico y de bajo insumo. La producción que se genera es para autoconsumo (Figura 9). Aunque algunos componentes ornamentales representan algún ingreso familiar, su comercialización se genera a pequeña escala. Dado la tendencia por mantener una producción permanente de sus componentes, existen ciertas limitantes como la disponibilidad de agua y las heladas que dificultan su optimización.

5.1.4.4 Barreras vivas

Las barreras vivas en el municipio ocupan 18.31% de las prácticas agroforestales, forman parte importante de los sistemas agrícolas y de los huertos familiares.

Las especies más utilizados son: maguey, nopal y organo, se caracterizan por ser perennes y por presentar arreglos simultáneos; se pueden encontrar como barreras puras o en asociación con otras especies como: *Prunus* sp., *Fraxinus* sp., *Jacaranda mimosifolia*, *Opuntia* sp., *Leucaena* sp.; *Cestrum nocturnum*, *Ricinus communis*, *Prunus serotina*, *Tecoma stans*, *Buddleja sessiflora*, y *Senecio* sp. (Figura 10, 11, 12).

Cuadro 11. Índice de valor de importancia de las especies presentes en el sistema de huerto familiar, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec.

Nombre científico	Nombre común	IVI
<i>Prunus persica</i>	Durazno	33.408577
<i>Punica granatum</i>	Granada	33.223342
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal	18.313067
<i>Persea americana</i>	Aguacate	18.255906
<i>Stenocereus marginatus</i>	Organo	17.013961
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	16.813898
<i>Pyrus malus</i>	Manzana criolla	15.400471
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	14.881694
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	14.391498
<i>Ficus carica</i>	Higo	13.468267
<i>Agave</i> sp.	Maguey	13.194588
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	12.675812
<i>Annona cherimola</i>	Anona	10.065475
<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	10.036894
<i>Tecoma stans</i>	Trovador	9.1422434
<i>Senecio servariaefolius</i>	Chamizo blanco	8.5948867
<i>Musa</i> sp.	Platanar	8.1904316
<i>Yucca</i> sp.	Yucca	7.8881729
<i>Buddleja sessiflora</i>	Lengua de vaca	6.9077807
<i>Citrus limon</i>	Limón	6.4461650
<i>Pyrus communis</i>	Pera	6.4747453

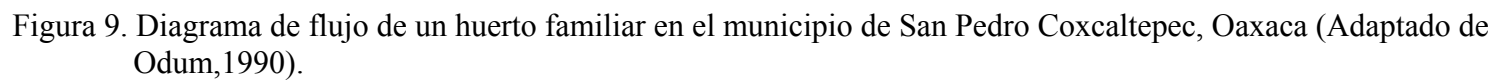
(IVI): Índice de valor de importancia

Cuadro 11. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	IVI
<i>Capsicum annum</i>	Chile morongo	5.9559689
<i>Rosa centifolia</i>	Rosa de castilla	5.7394512
ND	Rosa laurel	5.0041571
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	4.6508002
<i>Citrus sinensis</i>	Naranjal	4.5425414
<i>Leucaena</i> sp.	Guaje	4.5425414
<i>Fraxinus</i> sp.	Fresno	4.5425414
<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia	4.2974433
<i>Prunus</i> sp.	Ciruela	4.2974433
<i>Schinus molle</i>	Pirul	4.2974433
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Jacaranda	4.2831531
<i>Rubus shiedeanis</i>	Zarzamora	4.0809256
ND	Tunal	3.6193099
<i>Pyrus pumila</i>	Peron	2.6389177
<i>Ligustrum</i> sp.	Trueno	2.3938197
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	2.3938197
<i>Olea</i> sp.	Olivo	2.1487216
<i>Prunus</i> sp.	Chabacano	1.4420079
<i>Senecio</i> sp.	Chamizo hediondo	1.9036236
<i>Citrus maxima</i>	Toronja	1.1969098
<i>Citrus limetta</i>	Lima	0.9518118
ND	Violeta	0.9518118

(IVI):Índice de valor de importancia

ND: No determinada



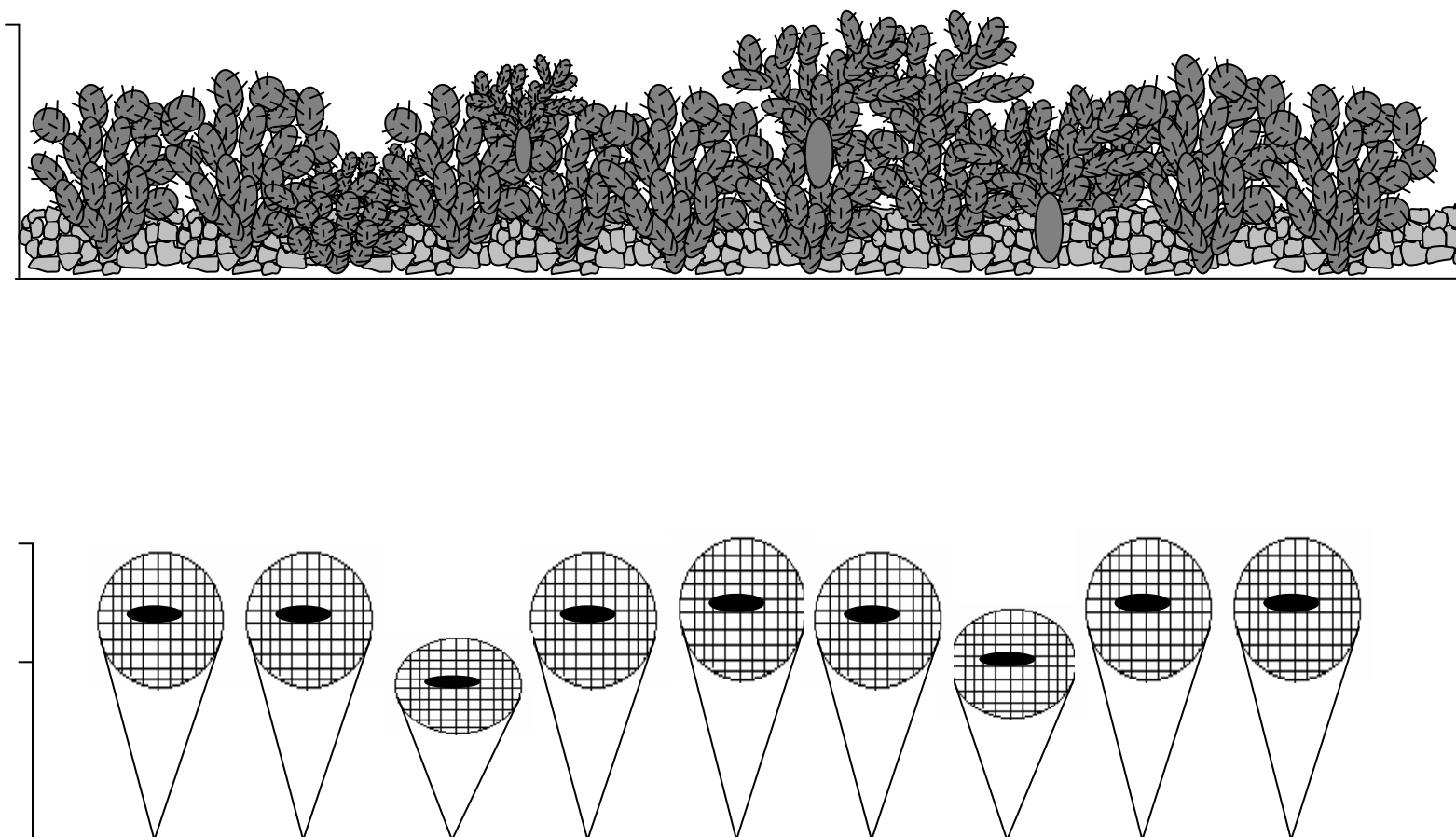


Figura 10. Perfil semirealista y danserograma de un sistema de barreras vivas (Nopal), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

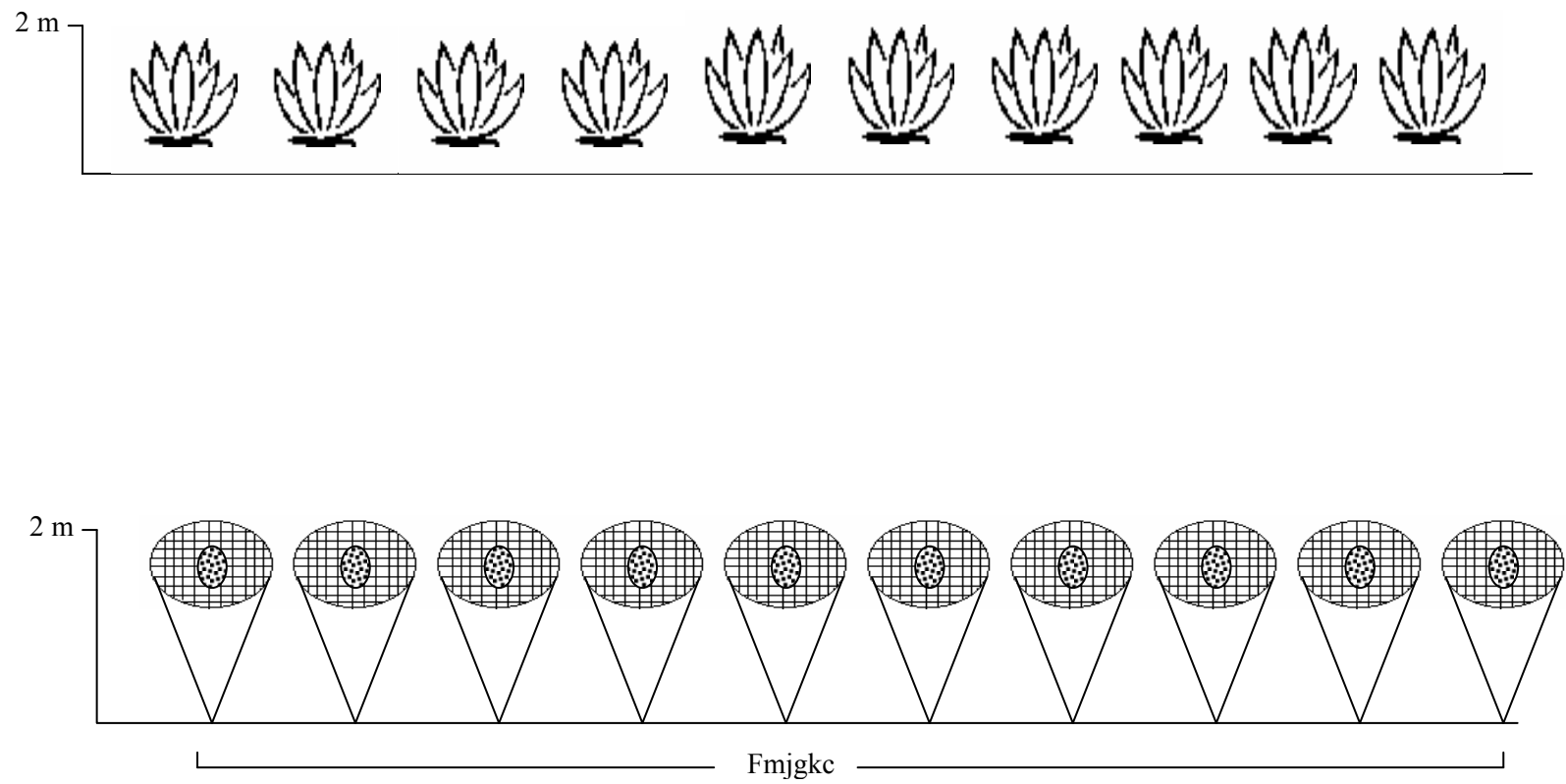


Figura 11. Perfil semirealista y danseirograma de un sistema de barrera viva (Maguey), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

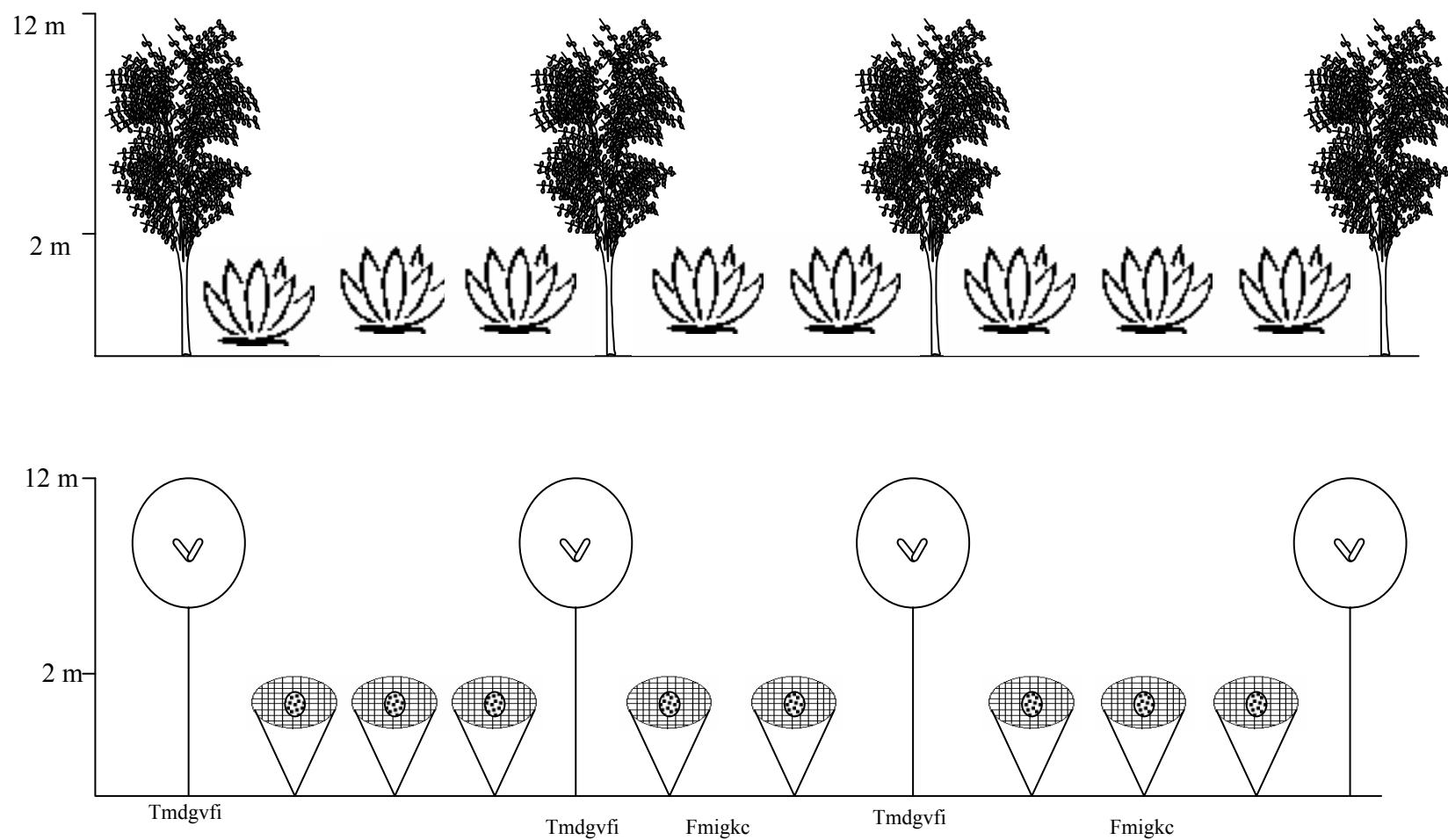


Figura 12. Perfil semirealista y danserograma de un sistema de barrera viva (Maguey-Guaje), en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

También es común encontrar muros de piedra asociados (“petriles o bezanas”), que también tienen la finalidad de delimitar y proteger los terrenos. Como señala Reynel (1987) estos muros protegidos muchas veces son utilizados como base para el establecimiento de especies densamente espinosas; sobre ellas se establecen arbustos que crecen en el muro o se apoyan en él y lo vuelven infraqueable. El cerco establecido puede estar constituido por una sola especie arbórea o arbustiva, o mixta. La modalidad más generalizada en la zona consiste en la construcción de un muro rústico, de 1.0 a 1.5 m de altura.

Las funciones más relevantes de las barreras vivas son la conservación de suelo, delimitación de parcelas agrícolas y de propiedades, y protección de cultivos contra el ingreso de animales (Figura 13).

El maguey, nopal y organo como barreras vivas tienen la ventaja de que están adaptados al clima y mantienen la posibilidad de producir todo el año. El maguey es una especie de ciclo de vida larga y puede adaptarse ante las variaciones extremas del clima (Palma Cruz, 1995). La preferencia del campesino con relación al manejo de estas especies, es porque son de fácil propagación y poca inversión de mano de obra, además de no representar competencia con los cultivos agrícolas.

La información cultural referente a alternativas de uso es alta, como en el caso del *Agave* sp.; en el área de estudio los usos más destacados son aquellos que satisfacen las necesidades básicas de alimentación, medicina, construcción, implementos agrícolas, combustible, abono orgánico, retenedores de suelo, etc. (Cuadro 12). Algunas características favorables que permiten que los magueyes sean un recurso potencial, son su alta variabilidad genética y morfológica, su fácil propagación y manejo, y los metabolitos que generan (Palma Cruz, 1995).

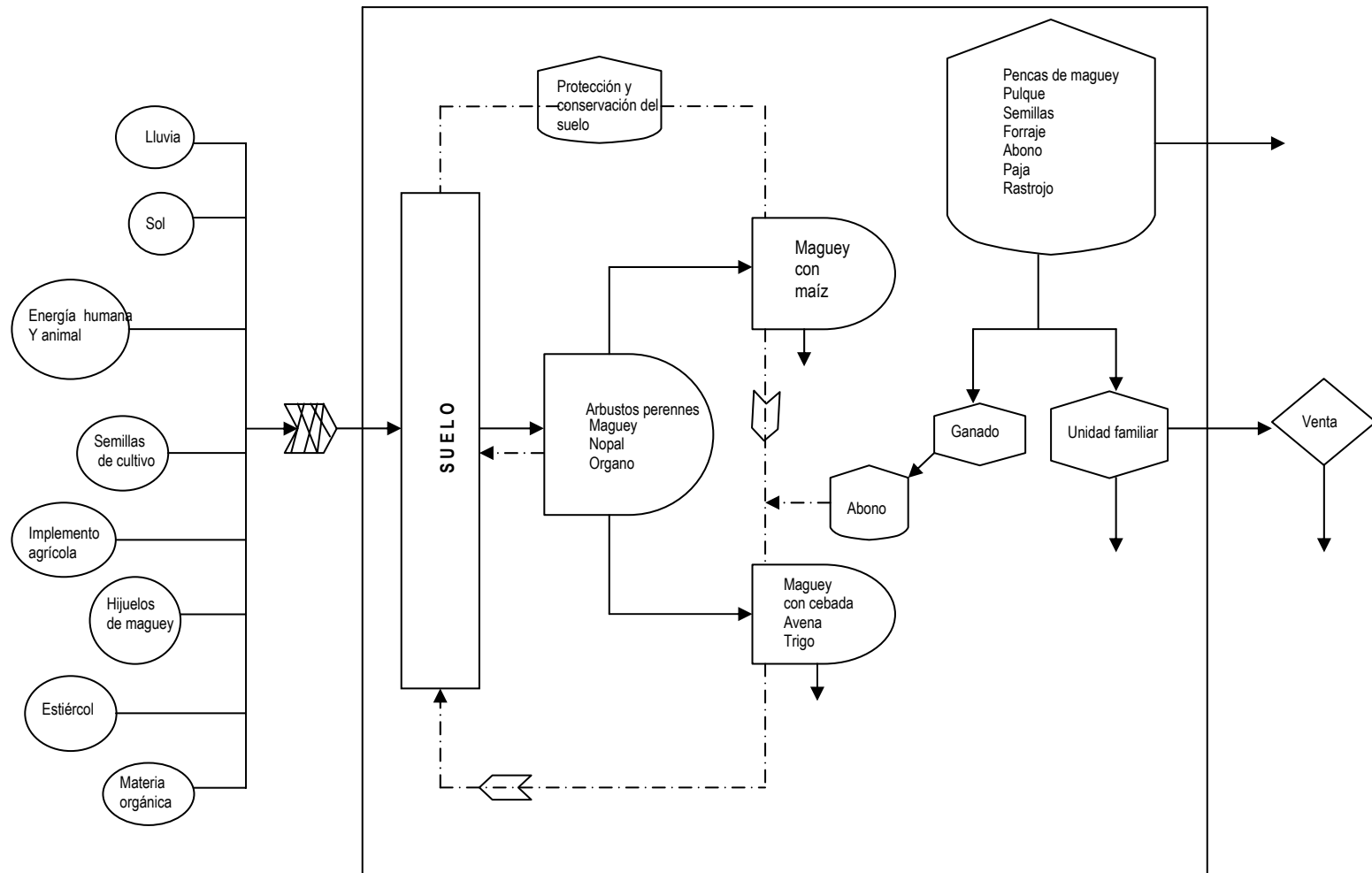


Figura 13. Diagrama de flujo de un sistema agrícola con barreras vivas en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).

Cuadro 12. Usos del *Agave* sp., en San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca

- Construcción de viviendas y trojes
 - Producción de aguamiel y pulque
 - Separación de la epidermis para los mixtotes
 - Pencas para el cocido de carne y otros alimentos
 - Combustible para el hogar
 - Utilización de la ceniza como abono orgánico
 - Formación de retenes para el control de erosión y barreras vivas
 - Producción de forraje de invierno
 - Producción de gusano de maguey (*Aegiale hesperiaris* y *Cossus redtenbachi*)
-

(Adaptado de Palma Cruz, 1995).

5.1.4.5 Agrobosque

Esta práctica ocupa el 24.25% de las prácticas agroforestales y cobra gran relevancia, en comparación de las anteriores, porque tradicionalmente los componentes florísticos, han sido objeto de aprovechamiento por parte de las comunidades locales (madera, forraje, leña, plantas medicinales y para usos culturales (Figura 14).

Las comunidades vegetales predominantes en la zona de estudio están constituidas por bosques de pino-encino, encino, enebro y vegetación secundaria en zonas de clima templado, también encontrándose ecotonos de transición a otras comunidades vegetales como matorrales y chaparrales. Uno de los principales usos de estos bosques es para obtener carbón, leña e implementos agrícolas. La madera se extrae de acuerdo a las necesidades de cada comunidad, y la venta de carbón en el mercado local se da a muy baja escala.

El aprovechamiento de ciertas especies, ha provocado una sobreexplotación, los árboles más preferidos son los encinos (*Quercus* spp.), enebros (*Juniperus* spp.) y pinos (*Pinus* spp.). No existe un manejo técnico para su aprovechamiento. Algunos campesinos no los cortan totalmente sino que llegan a dejar tocones permitiendo el rebrote de nuevas ramas para que después de cierto tiempo se vuelva a aprovechar el árbol. La producción de carbón se realiza a partir de mano de obra familiar que ocupa principalmente las siguientes especies: *Arbutus xalapensis*, *Quercus urbanii*, *Quercus castanea*, *Quercus magnoliifolia* y *Quercus glaucooides*.

La extracción de madera para carbón, es una actividad todavía frecuente en las comunidades de San Isidro y San Pedro; los campesinos que lo practican lo hacen de acuerdo a las necesidades económicas, por lo regular, son personas con edades arriba de los 50 años.

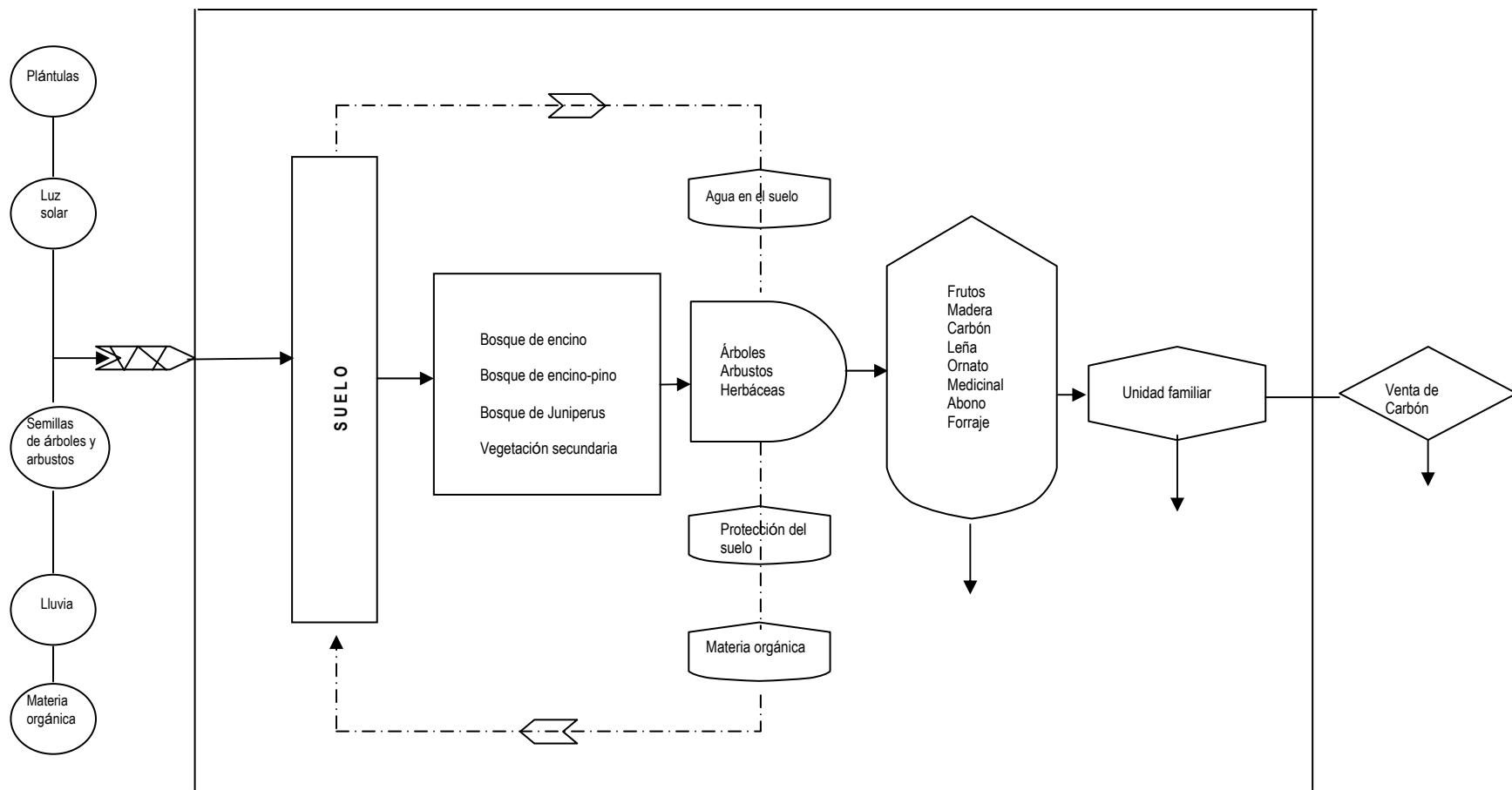


Figura 14. Diagrama de flujo de un sistema agrobosque en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).

Una de las razones por lo que esta actividad ha estado disminuyendo por parte de los locatarios, es por la disminución de la cubierta vegetal y porque los ingresos se complementan con otras actividades.

La recolección de leña de especies indistintas es otra actividad que se realiza en la comunidad. Este recurso es comercializado, sólo parcialmente cuando se necesita compensar gastos con otras unidades productivas, pero que es poco significativo.

El agrobosque, estructuralmente comprende tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; en el primer estrato se encuentran especies que son sujetas a aprovechamiento como: *Quercus castanea*, *Quercus magnoliifolia*, *Quercus urbanii*, *Quercus glaucoides*, *Juniperus flaccida*, *Quercus laurina*, *Quercus rugosa*, *Fraxinus sp.*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus oaxacana*, y Somaque; en el arbustivo se encuentra: *Dodonaea viscosa*, *Senecio servariaefolius*, *Leucaena spp.*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pungens*, Llegalan, Ramon y Aguacatillo; en el herbáceo: *Agave lechugilla*, *Agave potatorum*, *Conopholis americana*, *Setaria geniculata*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Eragrostis intermedia*, *Chloris submutica*, y *Sporobolus poiretti*. Sin embargo, las especies que sobresalen por su valor de importancia son: *Quercus castanea* (26.07), *Juniperus flaccida* (20.9), *Quercus laurina* (17.4), *Quercus magnoliifolia* (17.76), *Quercus rugosa* (17.66), *Arbutus xalapensis* (14.43), *Quercus crassifolia* (9.76), y Somaque (7.40) (Cuadro 13).

La importancia de la madera en la economía campesina en esta comunidad no sólo sirve como combustible sino que es la materia prima para la manufactura de implementos agrícolas como: arado, yugo, vigas o soleras para las casas; la madera es un elemento importante en todas las construcciones, además de otros usos (alimento, medicinal, sombra, etc.).

5.1.4.6 Agostadero

La práctica del Agostadero ocupa en el municipio 21.78% de las prácticas agroforestales; y se encuentra generalizado en el área de estudio.

Cuadro 13. Índice de valor de importancia de las especies en los sistemas de Agrobosque, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Nombre científico	Nombre común	Índice de Valor de Importancia
<i>Quercus castanea</i>	Encino amarillo	26.07880242
<i>Juniperus flaccida</i>	Enebro	20.97624438
<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino blanco	17.76771534
<i>Quercus rugosa</i>	Encino cuchara	17.66465042
<i>Quercus laurina</i>	Encino	17.40952252
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	14.43922549
<i>Quercus crassifolia</i>	Cucharita prieta	9.762443821
ND	Somaque	7.407157098
<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	6.383266313
ND	Aguacatillo	5.700672456
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	5.666880681
<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote	5.188727064
<i>Senecio servariaefolius</i>	Chamizo	5.171831176
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje	4.164836279

ND: No determinada

Esta modalidad de ganadería se encuentra en relación directa con los agostaderos y terrenos agrícolas de temporal.

El objetivo básico del agostadero es la de contribuir a la dieta familiar, proporcionado elementos nutritivos de origen animal, y que forma parte importante de la economía campesina con ingresos extras; además de aportar energía para la realización de actividades diversas, requeridas al interior del huerto familiar y del trabajo agrícola (Cuadro 14).

En general, el productor tradicional elige a los animales por la capacidad que muestran las especies para vivir y producir con pocos recursos y, en cierta forma, por su grado de adaptación al clima y tipo de suelo, la facilidad de cría y por los bajos niveles de manejo que aporta el productor.

Los sistemas de agostadero identificados, presentan de manera constante, una gran interrelación con los sistemas agrícolas, de tal forma que, en un momento dado, las salidas de estos últimos son entradas para los agroecosistemas ganaderos. En ocasiones, el espacio físico donde se desarrolla el cultivo puede ser ocupado por el ganado.

Un ejemplo de esto es cuando una parcela agrícola, es incorporada como potrero durante el periodo de descanso, y viceversa; el estiércol aportado al terreno es una entrada de materia orgánica y nutrimentos para el sistema agrícola (Figura 15).

Los cambios de agostadero responden como una alternativa de alimentación, para las especies animales durante la época de seca, interfiriendo en la sucesión natural de las especies vegetales. Los sistemas de producción extensiva, están en consonancia con la gama de microclimas que se encuentran en la Mixteca Oaxaqueña.

Cuadro 14. Destino de la producción de los componentes ganaderos, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Componente ganadero	Objetivo de la producción
Bovino	Su crianza es para diferentes actividades agrícolas: para tracción y producción de abono.
Caprino	Es el aporte de carne, para venta a baja escala y sacrificio y estiércol como abono.
Equino y Asnal	Se utilizan como ganado de transporte, así como para diferentes actividades agrícolas diversas, dentro y fuera de los huertos familiares.
Ovino	Obtención de carne, para venta y sacrificio, y obtención de estiércol como abono.
Avícola	Obtención de carne y huevo para autoconsumo.

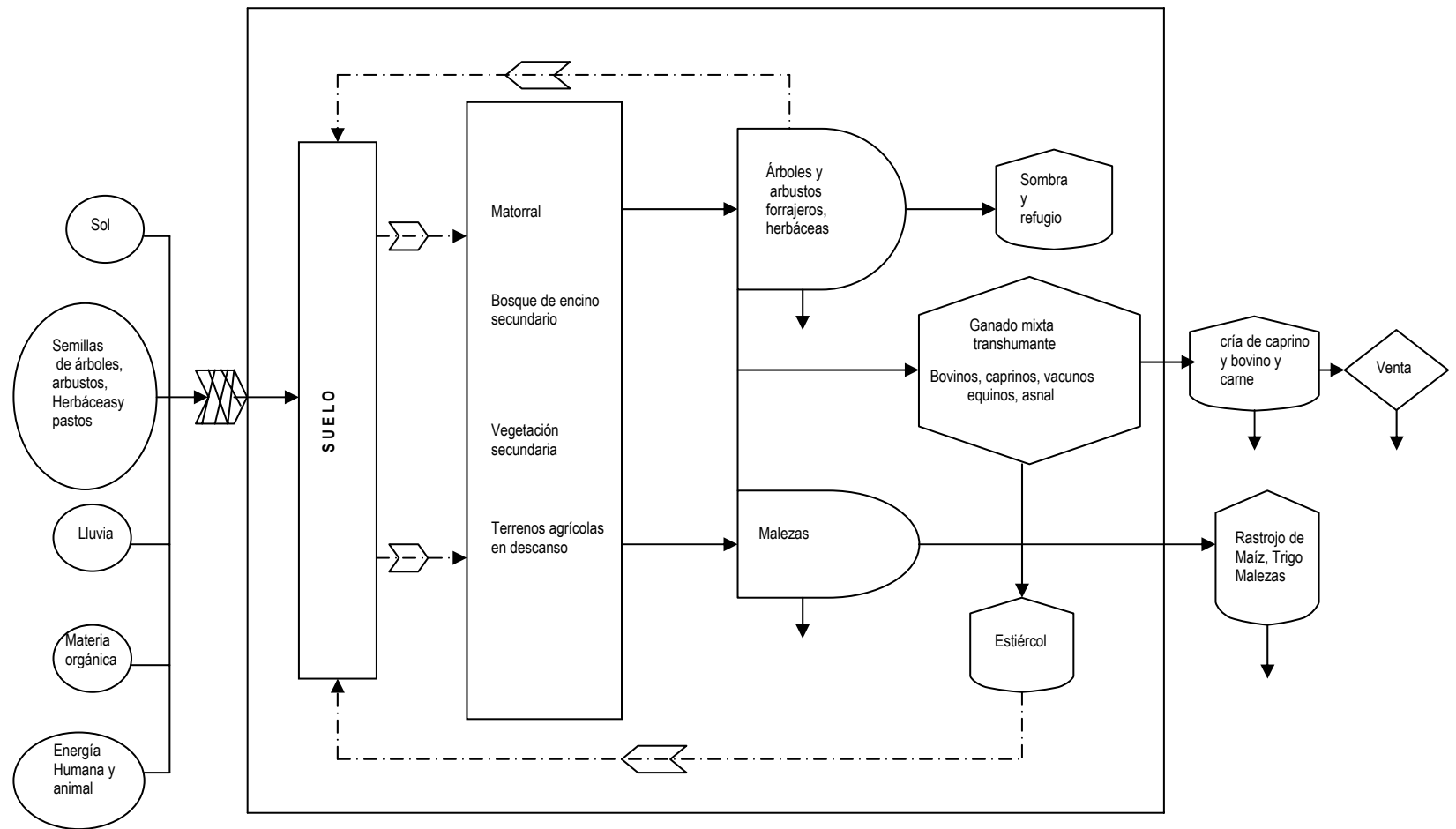


Figura 15. Diagrama de flujo de un sistema de agostadero en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).

Los componentes de este sistema son muy diferenciados por el tipo de vegetación en que se encuentran, tanto en ambientes templados como semicálidos. En el estrato arbóreo se encuentran las siguientes especies: *Quercus glaucoides*, *Quercus magnoliifolia*, *Quercus obtusata*, *Bursera* spp., *Juniperus* spp., *Lysiloma acapulcenses*, *Plumeria acutifolia*; en el estrato arbustivo se encuentra: *Mimosa* sp., *Acacia farnesiana*, *Leucaena esculenta*, *Arctostaphylos* sp., *Prosopis* sp., *Opuntia* sp., y *Agave lechugilla*. En el inventario florístico, las especies que resaltaron por su valor de importancia son: *Quercus castanea* (15.27), *Quercus magnoliifolia* (13.1), *Quercus rugosa* (10.41), *Quercus glaucoides* (3.19) y Capullo (3.17) (Cuadro 15).

En el área de estudio, se han identificado dos modalidades de ganadería: la de solar y la mixta trashumante, estos sistemas de producción ganadera, de acuerdo con Sierra (1998) se pueden clasificar en sistemas extensivos trashumantes y sistemas extensivos estantes. Estos sistemas dependen primordialmente de la especie animal.

Sistemas extensivos trashumantes

En los sistemas extensivos trashumantes, el ganado mayor: bovino, equino y asnal aprovechan los cambios de agostadero que se realizan gracias a que se encuentran dos o más regiones ecológicas próximas, lo que les permite alternar el pastoreo buscando siempre la disponibilidad del alimento, en éstos sí hay suplementación de alimento básicamente de esquilmos agrícolas, así como de avena y cebada.

El funcionamiento de este sistema como unidad de producción se encuentra relacionado con los períodos muy largos de sequía característicos en la región, que comprenden los meses de noviembre hasta abril. El sistema de manejo del campesino consiste en aprovechar el bosque como sitios de pastoreo y ramoneo; y sólo el ganado mayor se traslada a otro tipo de vegetación, aprovechando componentes forrajeros en los diferentes estratos. Llegando la temporada de lluvia, los animales son recogidos para ser incorporados al trabajo agrícola.

Cuadro 15. Índice de valor de importancia de las especies en los sistemas de Agostadero, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Nombre científico	Nombre común	IVI
<i>Quercus castanea</i>	Encino amarillo	15.277777
<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino blanco	13.194444
<i>Quercus rugosa</i>	Encino cuchara	10.416666
<i>Quercus glaucooides</i>	Encino chaparro	3.1916331
ND	Capullo	3.1747372
ND	Ramón	2.8672321
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	2.8334403
<i>Mimosa</i> sp.	Acacia	2.6796877
ND	Guajillo	2.5090393
<i>Quercus obtusata</i>	Encino prieto	2.3552867
<i>Bursera</i> sp.	Copal	2.1846382
ND	LLegalan	2.1846382
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal forrajero	2.0139897
<i>Juniperus</i> sp.	Enebro	1.8433413
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	1.8433413
<i>Lysiloma acapulcenses</i>	Tepeguaje	1.8433413
<i>Anonna cherimola</i>	Anona	1.0069948
<i>Parmentiera edulis</i>	Cuajilote	1.0069948
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	1.0069948

ND: No determinada

(IVI): Índice de valor de importancia

La cantidad mínima de ganado mayor está determinada principalmente por las necesidades relacionadas con el arado y el transporte. El ganado mayor es fuente primordial para el trabajo agrícola. La cantidad que se mantiene en la comunidad es la mínima indispensable. En promedio se tiene de 2 a 3 cabezas por familia.

Otro factor relevante en relación a la cría de ganado, son las epidemias que diezman, de vez en cuando, algunas de estas poblaciones. La diversificación de las especies ha constituido una estrategia para disminuir los riesgos. En el caso del ganado mayor, se toman medidas de prevención mediante la aplicación de vacunas antes de ser trasladados a otro ambiente.

Sistemas extensivos estantes

Los sistemas extensivos estantes, por su parte, pueden ser con o sin suplementación alimenticia dependiendo del animal de que se trate; en el caso ovinos y caprinos criollos se realiza un pastoreo estacional sin suplementación alguna; a diferencia de los trashumantes, los estantes no realizan cambios de agostadero, permanecen todo el año en el mismo lugar, dependen exclusivamente de la abundancia de pastos en la temporada lluviosa y, por el contrario, sufren de la escasez de alimentos en el secano. Como no hay suplementación en ovinos y caprinos, estos animales manifiestan bajos índices productivos.

La ganadería de caprinos y ovinos se da por pastoreo extensivo y dirigido. Se practica en pequeños rebaños llegando a alcanzar de 10 a 40 cabezas por familia a lo largo del año. Esta línea de producción reúne animales climáticamente adaptados y que, en condiciones de extrema sequía, son capaces de desarrollarse y hacer un aprovechamiento más integral de los recursos vegetales silvestres, en cualquier época del año; los que requieren de menor manejo son los más abundantes del sistema.

La crianza del ganado caprino y ovino forma parte importante de las celebridades y fiestas tradicionales de la comunidad, para autoconsumo como para la economía

familiar. La venta de estos animales llega a oscilar desde \$150.00 a \$400.00 para caprinos, y de \$200.00 a \$500.00 para ovinos, según sea el tamaño del animal. El papel principal de la ganadería de caprinos dentro de la economía familiar es la de generar ingresos monetarios. El destino final de la mayor proporción de ganado es su venta en el mercado local; con ello la familia puede adquirir o sufragar otros gastos, principalmente durante los periodos de escasez; los ingresos generados por la venta de estos animales durante el año, es muy relativo.

Un aspecto relevante en este sistema, es el uso de ciertas estructuras rudimentarias “trampas de abono”, que consisten en corrales contruidos a base de madera de encino, sobre los terrenos agrícolas en descanso, las excretas de los animales (ovinos y caprinos), que se depositan en el suelo se utiliza como abono; esta práctica es muy común en la localidad de San Juan y San Pedro. La interrelación de la ganadería mixta con otras unidades de producción, se manifiesta cuando los primeros reciben alimentos de los segundos, a cambio del aporte de materia orgánica en forma de estiércol, y la eliminación de malezas.

La ganadería de solar como una unidad de producción secundaria en el área de estudio se encuentra generalizada en toda la comunidad. En el caso de cerdos, pollos y pavos, se les encierra en la época de seca y su alimentación consta principalmente de granos de maíz. Tiene importancia en la economía familiar de los campesinos como fuente de autoabasto de proteína animal. Éste es el sistema más difundido en la región pues casi todas las familias lo practican.

En general, la ganadería de solar se encuentra en relación directa con otras unidades de productividad primaria como el huerto familiar. El número de componentes en estos sistemas, es relativo, ya que está en función de las necesidades alimenticias de la familia; siendo este el principal objetivo en la producción de carne o de subproductos elementales.

Mientras que el número de animales de equino, bovino, caprino y ovino es más o menos estable durante todo el año, las cantidades de animales pequeños pueden variar de acuerdo con el cultivo de la estación y la disponibilidad de alimento.

Los gastos necesarios para mantener el agroecosistema, además de los bajos ingresos familiares no permiten proporcionar condiciones adecuadas y necesarias para lograr una producción eficiente, por lo que, es muy variable el número de animales.

El manejo del ganado menor presenta instalaciones e infraestructura rústicas; consisten, básicamente, en la asignación de una porción del solar que es implementado como corral. El manejo queda totalmente a cargo de la familia, destacándose las labores de la mujer y los niños.

En general los sistemas de explotación trashumante y estante se caracterizan porque los animales recuperan su peso únicamente en la época de abundancia de pastos.

5.2 Análisis de agrupamiento de las prácticas agroforestales

Mediante el análisis de agrupamiento (AA) se observa cómo el dendrograma tiende a formar dos grupos claramente definidos con base a su composición florística (Figura 16): ARBA, ARBC, BV y HF, y AB y AG. Cada rama del dendrograma está etiquetada con letras abreviadas, que representan las categorías productivas correspondientes. El primer grupo son prácticas que intensivamente manejan los productores, es decir, donde ciertas especies están sujetas a un uso tradicional, y el segundo grupo, prácticas en los que el manejo sólo se da en especies silvestres (AB y AG).

En el primer grupo, los huertos familiares (HF) y los árboles en contorno (ARBC), comparten en común el mayor número de especies, comparado con los otros sistemas. Esto puede explicarse por la presencia de ciertas especies frutales y arbustos, que suelen ser poco frecuentes en los sistemas de árboles aislados y barreras vivas.

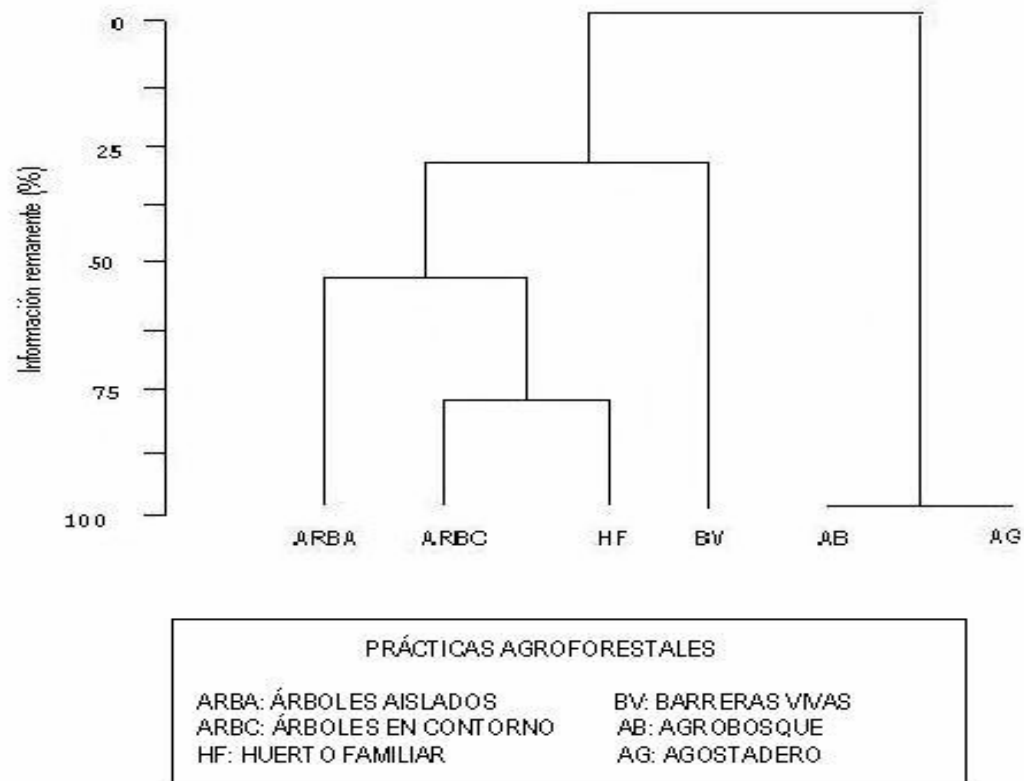


Figura 16. Dendrograma del análisis de agrupamiento (AA) que muestra la clasificación de las prácticas agroforestales con base a la composición florística, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec. La escala vertical indica el porcentaje de información presente a medida que los grupos se fusionan.

El otro grupo bien definido en el dendrograma está conformado por los sistemas de agrobosque (AB) y agostadero (AG). Éste, presenta una mayor diferencia en cuanto a composición de especies con respecto a los otros (prácticas productivas), lo cual se explica porque la mayor parte de las especies que ahí se presentan son silvestres, y son poco frecuentes, o no existen en los demás prácticas; el aprovechamiento sólo es de extracción. La composición florística del primer grupo (árboles dispersos, árboles en contorno, huerto familiar y barreras vivas), refleja el grado de manipulación que el productor tiene en ciertas especies, con respecto al segundo grupo (agrobosque y agostadero).

Es evidente que estas semejanzas o diferencias en cuanto a composición de especies están en función del grado de conocimiento y uso tradicional que el productor le da a ciertas especies en las prácticas, y del tipo de vegetación presente en la zona de estudio. Haciéndose esto evidente en una mayor similitud florística entre las prácticas: huertos familiares (HF) y árboles en contorno (ARBC); y entre los de agrobosque (AB) y agostadero (AG).

El Análisis de Correspondencias (AC) es un método de ordenación indirecta que reduce el espacio multidimensional, tal que se preservan las distancias entre los objetos (en este caso muestras de vegetación). Además permite evaluar la proximidad estructural (correspondencia) entre las columnas (prácticas) y renglones (especies) de la matriz de datos (Sánchez, 1998; Sánchez y López, 2003).

Los resultados obtenidos mediante el análisis de correspondencia (AC) indican que los dos primeros ejes de la ordenación pueden explicar de manera significativa un gran porcentaje de la variación (44 %) en la composición de especies entre las prácticas. Los valores de las raíces características para los dos primeros ejes de la ordenación son altos, en especial para el primer eje (0.791) lo cual indica una correlación alta entre los sistemas y sus componentes florísticos (Cuadro 16).

Cuadro 16. Resultados del análisis de correspondencia en donde se indican los valores de las raíces características y el porcentaje de varianza explicada por los datos (presencia-ausencia de las especies) para los tres primeros ejes de la ordenación.

Ejes	1	2	3	Inercia total (varianza explicada)
Raíces características	0.79	0.32	0.09	2.53
Longitud de gradiente	4.9	3.7	2.6	
Varianza acumulada (%)	31	44	48	

El patrón de variación de los sitios (categorías productivas) con respecto a la composición de especies en los sistemas, a lo largo del primer eje de la ordenación puede explicarse, por un lado, porque la presencia de ciertas especies suelen repetirse en varios sistemas, y también por el manejo que el productor hace al preferir ciertas especies según el tipo de sistema.

Por ejemplo, en el componente arbóreo, especies como: *Persea americana*, *Prunus persica*, *Punica granatum*, *Fraxinus* sp., *Casuarina equisetifolia*, *Ficus carica*, *Ricinus communis*, *Cestrum nocturnum*, *Jacaranda mimosifolia*, y *Buddleja sessiflora*, se encuentran hasta 2 sistemas (huerto familiar, árboles en contorno), que son manipulados arbitrariamente por los productores; y de las especies silvestres como los *Quercus* spp., *Dodonaea viscosa*, *Arbutus xalapensis*, y *Arctostaphylos* sp., por citar algunos, solo se encuentran en los sistemas de agrobosque y agostadero. Las especies que se encontraron en más de tres sistemas son: *Annona cherimola*, *Prunus serotina*, *Senecio* sp., *Juniperus flaccida*, *Fraxinus* sp., *Leucaena* spp., *Cestrum nocturnum*, *Morus* sp. y *Casimiroa edulis*.

Acorde con lo anterior, el diagrama de ordenación (Figura 17) indica que las prácticas: huertos familiares (HF), árboles aislados (ARBAISL) y árboles en contorno (ARBCONT) comparten un mayor número de especies comunes entre sí que con las otras prácticas. También indica que los sistemas: Agrobosque y Agostadero son muy semejantes en cuanto a composición de especies. El sistema barreras vivas (BV) aparece separado de los demás en el espacio de ordenación, lo cual indica que posee especies características que lo diferencian de los otros sistemas. El AC permite detectar tres grupos, que difieren entre sí, en cuanto a composición de especies, lo cual coincide con los resultados obtenidos utilizando el AA.

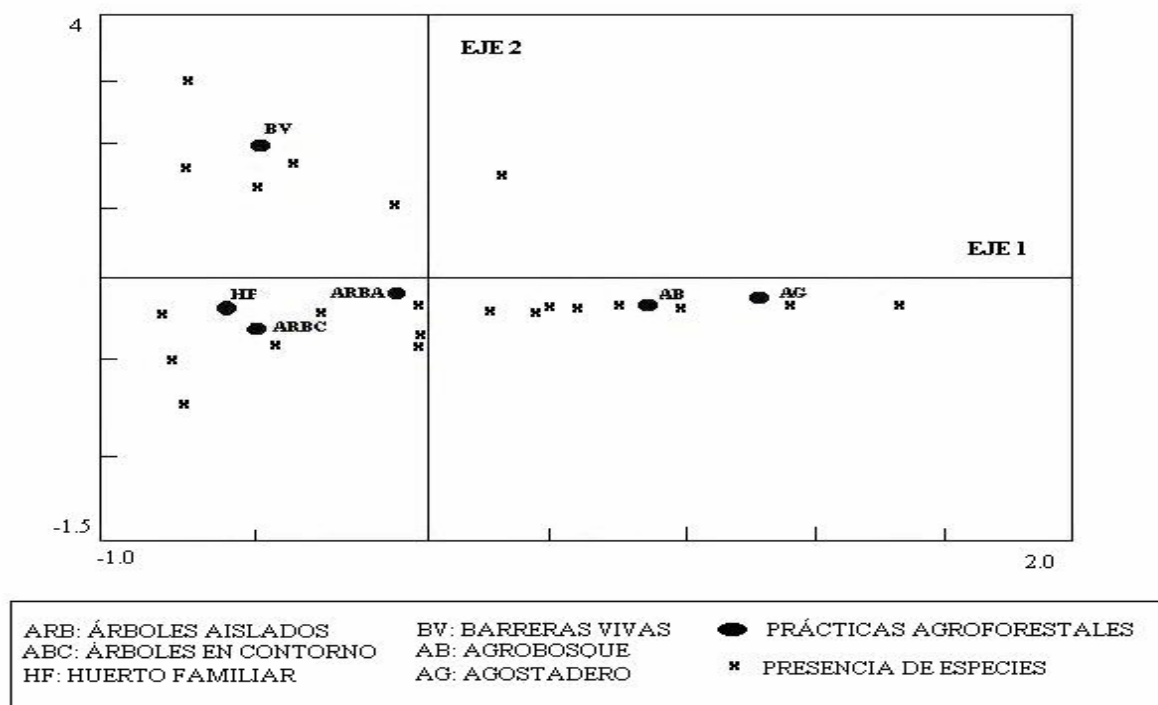


Figura 17. Sistema de ordenación del análisis de correspondencia que muestra el patrón de distribución de los sitios con relación a la composición florística, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec.

5.3 Características de la unidad familiar en el área de estudio

5.3.1. Edad del productor

La edad promedio del productor a nivel municipal es de 50.1 años, la distribución por edad muestra, es de 24.6% para el grupo de edad desde los 20 a los 40 años; el grupo predominante se concentra en los de 41 a los 60 años con 58.4%; y el tercer grupo, los conforman individuos desde los 61 a los 80 años de edad con 16.9%.

5.3.2. Miembros de familia

La unidad familiar de los productores, en las tres comunidades, abarcan de 3 a 4 miembros, con promedio de 3.92 miembros. La distribución porcentual en el número de miembros de familia es de 43% para de 2 a 3 integrantes; 30.8% tienen 4 miembros; 20% de 5 a 6 miembros; y el grupo con más integrantes (7-11) representa el 6%.

5.3.3. Tipo de tenencia

Los tipo de propiedad predominante en la zona de estudio son la propiedad comunal y pequeña propiedad privada. El 87.7% de las familias posee esta ultima categoría, que se caracterizan por ser pequeñas parcelas. De acuerdo a los locatarios, existen algunos casos de mediería, el 12.3% de los productores llega a adoptar esta modalidad, cuando se carece de insumos agrícolas para trabajar la tierra (yunta, semillas, etc.), en este caso suele darse entre los mismos familiares.

Los terrenos que han sido abandonados por sus dueños en un período prolongado, y si éste ya no habita en la comunidad, pasan a formar parte de la propiedad comunal; estos terrenos pueden ser solicitados para trabajarlos en beneficio particular, por un miembro de la comunidad; el canal adecuado para tales solicitudes es la autoridad local.

Este caso es poco frecuente, lo más usual es que los terrenos pasen a formar parte de la propiedad comunal; por lo regular estos terrenos ya no se trabajan, y están sujetos a los procesos de sucesión natural de la vegetación.

La superficie de las propiedades varían de 1 a 5 hectáreas, siendo la superficie promedio de 2.45 hectáreas; 15.4% de los locatarios posee de 1 a 1.5 hectáreas, 43.1% posee 2 hectáreas, 30.8% cuenta con 3 hectáreas, y 10.8% cuenta de 4 a 5 hectáreas. Cabe señalar que la superficie destinada al cultivo suele ser variable, puede abarcar desde 0.5 a 3 hectáreas, llegando a ser en promedio 1.5 hectáreas, donde el 10.8% ocupa de 0.5 a 0.75 hectáreas de tierra cultivable, la mayor proporción llega a utilizar de 1 a 2 hectáreas, representando el 87.6% de los locatarios, y sólo el 1.5% utiliza 3 hectáreas.

5.3.4. Mano de obra y Ocupación

Por lo general, la cantidad de mano de obra invertida en las actividades de campo suele ser muy variable a lo largo del año. La familia constituye un factor primordial en la división del trabajo de campo, donde la actividad agrícola y pecuaria suelen ser las más intensivas. La cantidad de mano de obra invertida por familia varía de acuerdo al tamaño de la familia, aunque en promedio suele ser de 3 jornales. El tiempo dedicado a estas actividades que por lo general requiere mayor demanda de trabajo a lo largo del año, suele acentuarse en los periodos de siembra, que abarcan los meses de abril a septiembre.

Los problemas de cantidad y oportunidad del trabajo ocasionado por la escasez de brazos en la familia y en la comunidad, llegan a resolverse por medio de algunos cambios importantes en los instrumentos y en la organización del trabajo de siembra. El 75.4% de las familias están dedicadas al trabajo de campo, es decir, todas las actividades relacionadas al trabajo agrícola, pecuario y forestal; y el 24.6%, aparte de las anteriores, se desempeña en otras actividades, sobre todo cuando no es temporada de siembra.

5.4. Análisis de influencia de algunas variables socioeconómicas en los sistemas de producción.

Al estudiar las correlaciones de algunas variables socioeconómicas y de los sistemas de producción, se encontraron algunas correlaciones significativas; en este apartado, se discuten de manera general las más representativas a nivel municipio, dado que son pocas las diferencias entre las localidades (Cuadro 17).

En el área de estudio se encontró que entre la superficie cultivada con la superficie total laborable existe una relación significativa ($P < 0.001$), lo que muestra una tendencia por parte de los productores a disponer cada vez menos de tierras laborables y, con ello productivas; ésto puede explicarse por algunos factores que están presentes en la comunidad como el problema de la erosión y la falta de recursos disponibles, como son insumos agrícolas, yunta o mano de obra.

Lo anterior representa para algunos productores adoptar la modalidad de mediería como una estrategia para mantener una producción permanente, sobre todo en grupos de edad arriba de los 51 años, teniendo una relación significativa ($P < 0.001$).

Los resultados anteriores apoyan lo reportado por Zavala (1996) y Anta *et al.* (2000) quienes señalan que la productividad de los terrenos tienden a ser cada vez menor, dado que la mayoría de los suelos no son de aptitud agrícola por una parte y también por la falta de recursos para hacerlos más productivos.

Debido al medio difícil en que generalmente se desarrollan las prácticas productivas, los miembros de la familia juegan un papel relevante en su economía, complementando sus ingresos con otras actividades fuera de su localidad, regularmente se da en las personas con edad productiva de 20 a 45 años. Lo anterior se evidencia en la tendencia a reducir la mediería al aumentar el número de miembros de familia.

Cuadro 17. Análisis de variables de los sistemas productivos en el Municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Variables		Coefficiente	Significancia
Superficie total laborable	Superficie cultivada	0.737	0.001**
Edad	Tenencia de mediería	0.588	0.001**
Miembros de familia	Tenencia de mediería	-0.279	0.029*
Edad	Desempeño de otras actividades	-0.329	0.007*
Especies de árboles	Especies de forraje	0.332	0.007*
Especies agrícolas	Especies de forraje	0.336	0.006**
Miembros de familia	Número de ganado por familia	0.324	0.009*
Edad	Número de ganado por familia	-0.356	0.004**

(*) Correlación significativa

(**) Correlación altamente significativa

Es evidente que en esta región la presencia de componentes arbóreos, agrícolas y forrajeros juegan un papel preponderante en los sistemas de producción, por ejemplo, algunas especies de árboles se asocian con especies de forraje teniendo una función mutua; asociación que también se mostró en las especies agrícolas con especies de forraje, ambos con fuerza positiva y significativa.

En lo que respecta al componente ganadero, el número de cabezas de ganado por productor responde a la producción de autoconsumo 42.85%, y para el trabajo agrícola 39.94%; sin embargo, en algunas comunidades la cría y la engorda del ganado caprino y ovino, llegan a representar cierta potencialidad para su comercialización a nivel local, aunque esto alcanza sólo 18.9% de su producción en todo el municipio. La producción de un número mayor de cabezas de ganado está asociado con el número de miembros de la familia dado que muchas veces al tener más mano de obra disponible para la crianza y cuidado hay más posibilidades de mantener la producción generando excedentes para su venta, relación que mostró ser significativa ($P < 0.009$).

Cabe señalar, que el mantener un mayor número de cabezas de ganado se vuelve difícil para algunos locatarios, sobre todo, cuando éstos no disponen de la mano de obra familiar para su manutención; esta tendencia se presenta en personas con edad arriba de los 60 años, en cuyo caso la relación también es significativa ($P < 0.004$).

5.5. Dinámica de los sistemas tecnológicos de producción

En muchos sentidos, los elementos “tradicionales” que conforman la tecnología vigente, se han convertido en medios para acomodarse a la degradación ambiental y a la escasez de brazos para la agricultura.

En el municipio de San Pedro Coxcaltepec, los sistemas productivos son principalmente de vocación agrícola y ganadera, la presencia de ciertas tecnologías que el campesino ha venido utilizando desde hace tiempo, responde a una estrategia para mitigar la

degradación ambiental en el recurso suelo y, por otro lado, solventar necesidades de autoabasto familiar.

La producción del municipio, se basa en sistemas de cultivo anual bajo un régimen de temporal, con la utilización de yunta en su totalidad y sólo en menor proporción el uso del tractor donde las condiciones físicas lo permiten; el uso de ciertos insumos como el fertilizante, no ha sido determinante para el mejoramiento de las parcelas agrícolas; de acuerdo a la experiencia de los locatarios no ha dado buenos resultados, sobre todo, para suelos de poca profundidad, la mayoría ha optado por seguir con la estrategia de usar abono animal para nutrir el suelo.

En cierta forma es comprensible que estos sistemas sean tan arraigados por las condiciones meteorológicas que se presentan en estos ambientes; a pesar de ciertas limitaciones que muestran los sistemas de producción, los productores lo reproducen año con año.

En la Figura 18 se esquematiza de manera integral, la interacción de las prácticas productivas y la importancia que representan sus componentes para ciertos satisfactores, principalmente de índole ecológico y para autoconsumo.

No sólo la producción agrícola satisface ciertos requerimientos para la familia, sino también diversos productos útiles (especies comestibles y forrajeras), que se cosechan a lo largo del ciclo productivo, de alguna manera contribuyen a sostener, en las épocas más críticas del año, a los animales de tiro y carga. Esto reduce los efectos de las pérdidas ocasionadas por fenómenos meteorológicos.

En lo concerniente a las estrategias tecnológicas que el productor utiliza en sus terrenos de carácter agrícola estas van dirigidas a la protección del suelo; la presencia de barreras vivas y árboles en contorno, responden a este objetivo, considerando además que de las especies frutales se pueda obtener productos.

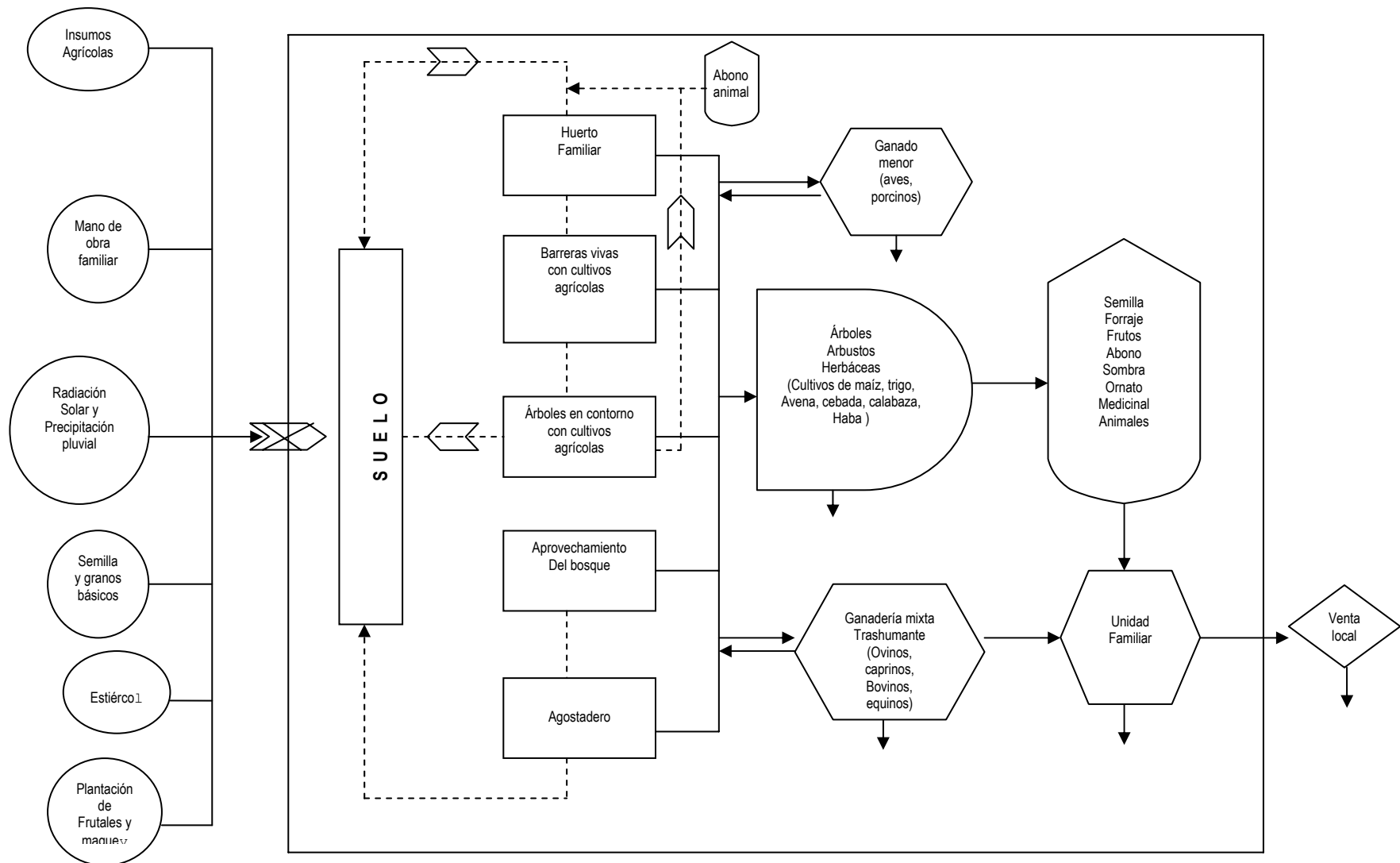


Figura 18. Diagrama de flujo de un sistema integral de las prácticas productivas del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca (Adaptado de Odum, 1990).

El uso del maguey y su capacidad para adaptarse a las condiciones climáticas de la región, ha podido mitigar los impactos en relación a la pérdida de suelo. Evaluaciones de Ruiz *et al.* (2000) en especies como *Agave angustifolia*, *Opuntia* sp., *Ricinus communis*, *Prunus perisca* y *Leucaena glauca* señalan la importancia de su uso potencial como barreras vivas y su alternativa para la protección de suelos, destacando al *Agave* sp. con más potencialidad para estos fines haciendo énfasis para el manejo de agricultura sobre laderas.

Un aspecto importante en estos sistemas, es la interacción del componente ganadero-agrícola. Este tipo de interacción y su dinámica, es muy marcado en terrenos de poca superficie, característico de esta región. Un factor común en todas las parcelas donde hay animales y cultivos, es la estrecha interacción de los componentes. Como lo señala Casas Fernández *et al.* (1995), si la fertilidad de la tierra no fuera mantenida constantemente mediante la aplicación de estiércol, los rendimientos irían en decremento conforme se fuera agotando la tierra.

Esta fuerte interacción cultivo-animal es más pronunciada en donde hay escasez de recursos de producción, por lo que resultan decisivas para el mejoramiento de las pequeñas parcelas, en el que el potencial de producción es limitado, y en las que la posibilidad de explotar cultivos adicionales y fuerza de trabajo mediante la cría de animales se vuelve muy importante.

De acuerdo con Sierra (1998), la dinámica de la producción animal en la Mixteca Oaxaqueña, ha tenido un comportamiento muy irregular. La producción animal ha pasado de un incremento de 17.9% (en 1992) a 7.4 % (en 1994). Especies como los bovinos, porcinos, caprinos y abejas disminuyeron sus efectivos a lo largo de los últimos seis años, en una proporción de 9.0 %, 4.5 %, 1.0 %, 26.2 %, respectivamente. Esta fuerte disminución de la producción animal en la Mixteca Oaxaqueña, se ha asociado fundamentalmente a los siguientes factores: abandono de la actividad agropecuaria, nulo apoyo gubernamental, falta de mercados adecuados y escasos estudios científicos en estos animales.

En el caso del ganado caprino, como Toledo (1989) y Casas Fernández (1995) lo explican, son el recurso pecuario más importante de muchos campesinos pobres de las regiones subhúmedas (el número total de cabezas en las manadas de esa zona ecológica ocupa el segundo lugar después de la zona ecológica árida y semiárida) y su producción tan difundida tiene el papel de un seguro alimentario, dado que aporta carne para la venta o, como último recurso para consumo, cuando las cosechas agrícolas tienden a ser de bajos rendimientos. En este sentido, en la zona de estudio no es una excepción, no obstante, la producción caprina está gravemente subcapitalizada, ya que carece casi por completo de mejoras tecnológicas.

El componente animal juega un papel importante dentro de la estrategia de manejo integral de recursos, debido a que representa un potencial productivo de tipo múltiple dentro de los sistemas; por sus aportes complementarios para actividades requeridas como los cultivos, plantaciones, huertos, bosques, etc. y en función de las necesidades de servicio de la comunidad (Chirgwin, 2000). La interacción del componente animal-vegetal puede optimizarse positivamente siempre y cuando exista un manejo y aprovechamiento adecuado de los recursos disponibles localmente.

En general estas tecnologías van de la mano con la diferenciación de espacios dada por los distintos tipos de restricción ambiental que éstos tienen para la producción, pero se explica, en última instancia, por la forma artesanal en que los productores afrontan esas limitantes, dado los recursos relativamente escasos que asignan a esta actividad y a sus particulares condiciones y formas de reproducción económica.

En el municipio, las tierras de cultivo se les presentan a los productores como espacios con regímenes de humedad y periodos de crecimiento diferentes, dentro de las cuales existen áreas con distinto grado de fertilidad del suelo y diversas condiciones para el laboreo de la tierra, dadas por la textura, y en algunas áreas, por la profundidad, pedregosidad o pendiente de terreno.

5.6. Limitaciones productivas

A pesar de que algunos instrumentos y prácticas del pasado se mantienen sin modificación física alguna, al alterarse el ambiente tecnológico y productivo en el que se les utiliza, su funcionalidad se ha deteriorado. En la comunidad, los serios problemas de erosión y baja productividad que afectan la mayor parte de la zona, sugieren que las actividades productivas están sometidas a condiciones ambientales limitantes y que, dada la actitud productiva de las unidades familiares, algunas prácticas productivas, están orientadas a proteger principalmente el recurso suelo, contrarrestando de esta manera a las limitantes del ambiente o a detener el deterioro del mismo.

Dentro de las dificultades en la que los productores se enfrentan para mejorar los sistemas de producción, muchas características están asociadas con los factores ambientales (aleatoriedad en el régimen de lluvias, dos períodos de sequía una invernal y otra en la estación lluviosa “canícula”, presencia de heladas y fuertes vientos, por mencionar solo algunos) que prevalecen en la región de la Mixteca Alta, aunado a la capacidad técnica que tiene el productor para enfrentarlas, muchas de las soluciones que realiza están dadas de acuerdo a los recursos de que dispone inmediatamente para contrarrestar estas dificultades (Cuadro 18). Es notorio que una mínima parte de los productores ha tenido acceso a la asistencia técnica relacionada con las actividades productivas, algunos de estos conocimientos llegan a adquirirlos cuando salen fuera de sus localidades y de experiencias productivas que se realizan en otras comunidades o estados (Chinaxtla, San Bartolo Sotula, Santiago Ixtaltepec, Yahuitlan, Huacilla, Nochixtlán, Hidalgo, Puebla).

La pérdida de fertilidad edáfica esta ligada en parte al problema de el deterioro general de los suelos, la erosión de los mismos tiene su origen en la deforestación casi total de la Sierra Madre del Sur (Anta *et al.*, 2000). El abandono de las prácticas de terraceo que en algunas áreas es perceptible, está relacionado con la migración de sus habitantes.

Cuadro 18. Limitaciones productivas en los sistemas de producción expuestas por los productores del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Principales problemas	Soluciones inmediatas del productor
▪ Agricultura de subsistencia y temporal ▪ Falta de disponibilidad de agua ▪ Pérdida de la fertilidad y capacidad productiva de los suelos ▪ Bajo rendimiento agrícola ▪ Plagas ▪ Falta de animales para el trabajo agrícola ▪ Período de heladas ▪ Déficit de producción pecuaria para la venta local ▪ Enfermedades que diezman a los animales ▪ Disponibilidad de forraje en época seca ▪ Baja disponibilidad de leña ▪ Disminución de la cubierta forestal ▪ Asistencia técnica	▪ Uso de maguey para proteger el suelo ▪ Uso de fertilizante para mejor rendimiento ▪ Uso de abono de animal para fertilizar el suelo ▪ Renta yunta para la labor agrícola ▪ Uso de bomba de riego ▪ Compra de forraje cuando hay disponibilidad económica ▪ Uso de bosques y matorrales como agostadero ▪ Solicitud de asistencia técnica para vacunación en animales de tiro

La falta de nutrimentos en los suelos, así como la escasa fertilidad de la mayoría de las tierras agrícolas del lugar, hacen particularmente conveniente el abonado o la aplicación de fertilizantes químicos, así como la rotación con otros cultivos; que de otra manera serían por completo improductivas; siendo más frecuente el abonado en las parcelas inmediatas o más próximas a las casas donde resulta más fácil transportarlo.

No obstante, el intenso uso al que están sometidos los suelos agrícolas, la propiedad privada ofrece una mejor protección contra la erosión que la propiedad comunal, por la presencia de sus componentes y la persistencia de sus lugareños por mantener su producción. Generalmente las actividades relacionadas con la protección y conservación de los recursos naturales, se lleva a cabo en terrenos delimitados de manera aislada.

Uno de los recursos tecnológicos más importantes para prolongar al máximo el periodo de crecimiento de las tierras agrícolas, es el desarrollo de un sistema de riego y drenaje que permita mantener condiciones adecuadas de humedad durante todo el año con una dependencia mínima de la aleatoriedad del temporal.

Respecto al riego, las posibilidades naturales resultan limitadas por ser relativamente reducida el área de captación de lluvias; sin embargo, la construcción de pequeñas represas, norias o la perforación de pozos profundos son factores que en su mayoría los campesinos se esfuerzan por utilizar. Es común observar que hay campesinos que hacen grandes esfuerzos para captar pequeñas corrientes de agua y conducirla hasta sus parcelas de hortalizas y frutales.

Los recursos tecnológicos del municipio, no han conducido hasta la fecha a una transformación decisiva de los sistemas de producción, con respecto a los factores ambientales que diferencian y limitan los periodos de crecimiento para la producción de granos básicos y condiciones óptimas en la producción de frutales.

La escasez de tierra de humedad y riego, y el predominio de tierras de temporal, es una condición limitante, sin embargo, actualmente la instalación de sistemas de riego se ha

convertido en un proyecto que las autoridades están emprendiendo, con la finalidad de contar con un recurso que es una limitante, pero que en cierta forma vendría a ayudar a experimentar la diversificación óptima de la producción de los frutales y las hortalizas.

Otro factor restrictivo que también incide de manera directa es la participación comunitaria, esta se da de forma fragmentada, dado que la organización que existe la constituyen pocas personas por iniciativa propia, por el interés de conocer otras propuestas, o bien por la organización que le es establecida por los programas del gobierno estatal, como los programas de reforestación y bordos para restauración y conservación de suelo.

Aunado a la diferenciación por parte de los productores, en la definición de objetivos prácticos y a corto plazo, así como objetivos globales y a largo plazo en relación a los sistemas productivos, y del manejo de los recursos naturales del municipio, por ejemplo, hay productores que requieren una solución práctica en cuanto a la técnica del manejo de ciertas especies que son de interés agrícola, frutícola y pecuaria, y otros que contemplan la restauración de sus recursos con miras a mejorar los sistemas productivos hacia futuras generaciones de productores dentro de su contexto productivo y social.

Lo anterior se traduce en una gama de expectativas diversificadas generado por las condiciones sociales, económicas y ecológicas actuales, y al manejo cultural-tradicional que tienen los productores en relación a los sistemas de producción prevalecientes.

5.7. Lineamientos generales de mejoramiento

El panorama actual en relación a los sistemas productivos prevalecientes en el área de estudio, puntualiza que muchas de las técnicas desarrolladas tienen que ver con la forma tradicional y cultural de la región.

De acuerdo al análisis estructural y funcional de las prácticas agroforestales tradicionales prevalecientes en la zona, es claro que existen algunas deficiencias que pueden ser

mejoradas, y otras, que han sido poco sustentables desde el punto de vista ecológico, y por lo tanto, se requiere ahondar más en su estudio. Algunas prácticas han representado una manera muy relativa de obtener un ingreso para familias de esta comunidad. No obstante, el manejo de ciertas prácticas productivas debe reorientarse con relación al manejo y aprovechamiento de los recursos naturales (Manejo de agostaderos, aprovechamiento de arbustos y árboles del bosque).

Las técnicas de las prácticas productivas con potencial presentes en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, son la base para su estudio para mejorar los sistemas productivos locales.

En este apartado se describen breves recomendaciones con un enfoque a mejorar las prácticas productivas de la región, retomando el punto de vista del propio productor, y de experiencias técnicas (Maldonado, 1989, 1993; Foroughbakhch y Tellez, 1990; Cavazos, 1997; Preisig y Espinoza, 1998; Montaña y Monroy, 2000; y Flores, 2002) llevadas a cabo en otras regiones con las mismas condiciones climáticas similares, resaltando aquellos aspectos que pueden ser encaminados a nuevas líneas de investigación (Cuadro 19).

Integración de componentes arbóreos-arbustivos en parcelas de cultivos

La forestación con especies leñosas arbóreas o arbustivas que no representen competencia en las parcelas agrícolas, como parte integral de la conservación y manejo de suelos, constituiría un elemento clave para mejorar y asegurar la producción integral de las parcelas.

La afectación de frutales y cultivos agrícolas en el municipio, por la condiciones meteorológicas, permiten sugerir la posible adopción de tecnologías lineales como cortinas rompevientos y contra heladas, dado el interés prevaleciente de los campesinos por mantener frutales (durazno, aguacate, granada, perón, capulín, manzana) en los huertos y en los bordos de los terrenos agrícolas.

Cuadro 19. Propuestas para mejorar las prácticas productivas y el manejo de los recursos naturales, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Categoría productiva	Estrategias a seguir	Permanencia o Adopción de tecnologías alternas	Líneas de investigación
Agrícola temporal ■ Sistemas agrícolas de temporal con uso de trabajo vivo y yunta. ■ Sistemas agrícolas en terrenos de fuertes pendientes.	-Prácticas de conservación de suelo. -Asegurar la producción de los cultivos básicos. -Protección de cultivos contra vientos y heladas. -Incorporación de componentes leguminosos en los terrenos agrícolas	-Establecimiento de zanjas o bordos, bezanas, terrazas, etc. -Rotación de cultivos -Barreras vivas en contorno -Componentes arbóreos leguminosos dispersos en parcelas agrícolas -Componentes leguminosos de cobertera con base en el empleo de abonos verdes o manejo de policultivos. -Manejo de técnicas agroecológicas	-Profundizar en su investigación sobre los componentes existentes que se usan como barreras vivas (<i>Agave</i> spp., <i>Opuntia</i> spp., <i>Leucaena esculenta</i>) y de los árboles en contorno; además de conocer la interacción árbol-cultivo, de los componentes que se manejan en la comunidad, como alternativas para la conservación de suelos. -Considerar como alternativa la introducción de leguminosas de cobertera para enriquecimiento de los suelos, con base en el empleo de abonos verdes.
Frutales con cultivos agrícolas	-Reforestación con frutales o arbustos en los bordos para conservación de suelos. -Protección de frutales y cultivos agrícolas.	-Cortinas rompevientos y contra heladas	
Huertos familiares	-Protección de cultivos y plantas ornamentales contra ingreso de animales. -Diversificar la producción de componentes presentes (hortalizas, ornamentales, frutales y medicinales), en solares donde la disponibilidad de riego sea permanente. -Diversificar y mejorar el manejo del ganado menor dentro de los huertos.	-Barreras vivas -Manejo de técnicas agroecológicas -Sistemas estabulados	-Conocer como es el rendimiento de las prácticas productivas a base de los policultivos tradicionales que se manejan en la comunidad (Maíz-Haba-Frijol; Maíz-Frijol-Calabaza). -Profundizar en la investigación de los huertos familiares, como unidades de producción campesina, como sistemas en la diversificación productiva. -Profundizar en el estudio de las técnicas de manejo (agroecológicas), que han contribuido en terrenos de poca superficie.

Cuadro 19. Continuación...

Categorías productivas	Estrategias a seguir	Permanencia o Adopción de tecnologías alternas	Líneas de Investigación
Aprovechamiento del Bosque			
■ Áreas de cubierta vegetal conservada, terrenos escasamente erosionados, con valor para la conservación de ambientes y especies. ■ Áreas altamente erosionados y sin cubierta vegetal.	-Establecer un plan de ordenamiento municipal (áreas naturales para conservación, áreas para reforestación y recuperación de suelos, áreas para actividades agropecuarias). -Zonas de exclusión completa con áreas de aprovechamiento y con prácticas de manejo. -Reforestación con especies locales para aumentar la cubierta vegetal y propiciar la captación y la infiltración de agua de lluvia. -Continuidad en las obras de conservación de suelo, que permita la estabilización de los terrenos y la reforestación. -Mejoramiento del vivero comunitario con apoyo técnico	-Sistema de terrazas y bordos	-Se requiere de un estudio biológico de las especies vegetales que se pretenda utilizar en la adopción de tecnologías alternas, o en su caso, para la adaptación de las ya existentes con componentes diferentes y que puedan interrelacionarse con los cultivos agrícolas, y asimismo, conocer su respuesta adaptativa a las condiciones ambientales locales. -Conocer especies de rápido crecimiento y de incorporación de materia orgánica para recuperación de suelos. -Establecer un plan de ordenamiento municipal (áreas naturales para conservación, áreas para reforestación y recuperación de suelos, delimitación de áreas para zonas de pastoreo).
Silvopastoril			
Ganadería extensiva sobre matorrales xerófilos y bosques secundarios de encino, pino como agostadero	-Manejo controlado (pastoreo de baja intensidad) en matorrales y encinares como agostaderos. -Establecimiento de potreros en áreas comunales. -Formas alternativas de aprovechamiento vegetal con especies locales para el ganado (menor o grande). -Uso eficiente de residuos agrícolas como suplemento alimenticio	-Manejo semiintensivo bajo un sistema de rotación. -Árboles dispersos en potreros -Asociación de componentes arbóreos y cultivos forrajeros. -Componentes forrajeros alternativos	-Estudiar los componentes forrajeros alternativos (árboles-arbustos) para su integración a la producción ganadera, para posteriores diseños bajo un sistema semiestabulado.

La adopción de tecnologías lineales, mediante el establecimiento de especies leñosas intercaladas con frutales que sean de interés para el campesino, pueden crear un microclima adecuado asegurando la producción de los mismos, o en su caso, para la protección de los cultivos. Así mismo, considerar especies como protectores de suelo e incorporadores de nutrientes, como la inclusión de árboles leguminosos, en áreas degradadas e improductivos puede significar un impacto positivo sobre la fertilidad del suelo.

En terrenos de fuertes pendientes, los cultivos bajo sistemas de terrazas, constituiría áreas más estabilizadas, con la incorporación de componentes leñosos de propósito múltiple, enfocados bajo dos objetivos primordiales, asegurar la producción agrícola y dar protección al suelo.

Diversificación de la producción en los huertos familiares

La estructura simplificada de los huertos es el reflejo de la disponibilidad de agua de riego y de la persistencia de las tradiciones culturales de sus habitantes; ya que los huertos de esta zona ecológica predominan típicamente los cultivos anuales, que se caracterizan por tener bajos rendimientos y su alta dependencia a los mismos; la generación de alternativas eficaces que aseguren el incremento de los niveles de producción y autosuficiencia de bienes de consumo es lo prioritario. De ahí que estos sistemas pueden alternarse con técnicas agroecológicas y de conservación de suelo.

En cierta forma, la aplicación de abono orgánico, rotación de cultivos y policultivos, todavía se realizan en las parcelas de algunos campesinos, representando una estrategia indispensable dado la susceptibilidad de los suelos en esta región. Estas prácticas también pueden mejorarse con el uso de abonos verdes (esto podría favorecer importantes cantidades de materia orgánica al suelo, lo que favorecería el mantenimiento de su estructura). En los procesos agrícolas la revalorización de estas tecnologías así como la incorporación y diversificación de la producción con componentes leñosos adecuados permitiría la prolongación de la vida útil de las parcelas.

Por otra parte, diversificar y mejorar el manejo del ganado menor dentro de los huertos (Conejos, Guajolotes, Gallinas) mediante un manejo estabulado y controlado, con tecnologías de bajo insumo bajo un enfoque integrador, aseguraría la producción animal y su factibilidad como complemento en la economía de autoabasto.

Manejo alternativo de componentes vegetales

En la comunidad existen componentes florísticos con potencialidad múltiple que pueden utilizarse para diferentes fines, algunos se han usado tradicionalmente, pero existen otras en las que no se ha aprovechado su potencialidad de uso múltiple. Las bondades que ciertas especies ofrecen por su uso, principalmente por su adaptación a las condiciones climáticas, como es el caso del *Agave* spp., *Opuntia* spp., y *Leucaena esculenta*, ha sido importante. El manejo de las especies de Maguey y Nopal puede tener un aprovechamiento más intensivo, pudiendo generar en un plazo determinado la comercialización de los mismos como alternativa económica, pues su manejo no implica gran inversión tanto monetaria como en mano de obra, para su establecimiento. Actualmente, su uso se ha enfocado primordialmente a la conservación del suelo, sin embargo, el aprovechamiento potencial de estos componentes podría enfocarse a otros objetivos, sin abandonar la funcionalidad ecológica que hasta ahora han representado estos componentes.

De acuerdo con investigaciones (Maldonado, 1989; Jaramillo, 1994; Flores y López, 2000; Montaña y Monroy, 2000; Flores, 2002) el uso del nopal en algunas regiones la conservación y recuperación de suelos ha sido exitoso, se ha sugerido que estos componentes pueden asociarse con plantas forrajeras, de preferencia leguminosas como: *Prosopis* spp., *Acacia* spp., *Leucaena* spp., u otras como el Maguey. La siembra de estos árboles o arbustos conviene hacerla al segundo o tercer año de la siembra del nopal.

En México el uso del nopal se ha empleado para conservar suelos en áreas agrícolas (en los bordos), pecuarias, y en áreas forestales bajo diferentes condiciones. El nopal en

áreas de pastoreo es una excelente alternativa para mejorar la capacidad de carga animal en terrenos deteriorados, permitiendo la recuperación de la vegetación nativa. Las prácticas basadas en este componente tienen éxito si se utilizan las variedades adecuadas, y se fertilizan y abonan de manera apropiada. La exclusión mediante cercado en las áreas de conservación, es una práctica muy conveniente para la recuperación de la vegetación. Los magueyes que se plantan a lo largo del borde de terrazas no sólo ayudan a reducir la erosión, sino que complementan la producción al alargar el ciclo agrícola y generar una amplia variedad de productos alimenticios y no alimenticios (Wilken, 1987).

El establecimiento de componentes leñosos en las prácticas de terraceo y bordos en terrenos comunales no se ha considerado como una estrategia para los programas de reforestación. La canalización de programas asignados para el control de azolve y la incorporación de ciertos componentes florísticos locales representaría una estrategia para la rehabilitación y conservación de los recursos.

Los componentes florísticos arbóreos y arbustivos presentan un potencial para su utilización en las distintas prácticas productivas bajo diferentes tecnologías (Cavazos, 1997; Preisig y Espinoza, 1998; Ruiz *et al.*, 2000; Montaña y Monroy, 2000) como barreras vivas, estabilidad de cárcavas, cultivos mixtos, cultivo en callejones, bancos de proteína de forraje, cortina rompevientos y cortinas contra heladas. Entre estas se encuentran las siguientes: *Agave atrovirens*, *Agave* sp., *Leucaena esculenta*, *Leucaena* sp., *Opuntia* spp., *Quercus* spp., *Juniperus flaccida*., *Arbutus xalapensis*, *Annona cherimola*, *Prunus persica*, *Punica granatum*, *Persea americana*, *Eriobotrya japonica*, *Casimiroa edulis*, *Prunus serotina*, *Stenocereus marginatus*, *Ficus carica*, *Ricinus communis*, *Crataegus pubescens*, *Casuarina equisetifolia*, *Tecoma stans*, *Buddleja sessiflora*, *Senecio* sp., *Cestrum nocturnum* y *Schinus molle*.

Aprovechamiento del Bosque (Utilización múltiple de los bosques de encino)

En los bosques de encino la producción de madera no es muy importante. Sin embargo, los bosques de encino satisfacen ciertas necesidades para construcción y combustión, y dado que el manejo solo es de extracción y las densidades demográficas de esta región no es muy alta, el uso de este recurso no es de fuerte impacto. No obstante, el pastoreo ha sido un factor de gran importancia para los campesinos, y su deterioro se ha dado principalmente por el manejo como agostadero que se ha venido dando desde hace tiempo.

La fragilidad de las comunidades vegetales como es el caso de los encinares, les corresponde una función de protección (Zavala, 1996; Anta, *et al.*, 2000), tomando en cuenta que la comunidad esta establecida en una Área Natural Protegida (Reserva de Tehuacan-Cuicatlán). El mantenimiento de la cubierta vegetal para la protección de cuencas, así como la exclusión del pastoreo extensivo en zonas donde la cubierta vegetal aún esta conservada; su conservación y manejo debe ser un objetivo prioritario. Por lo que, en este aspecto lo importante es conocer la dinámica de estos ecosistemas y profundizar más en su estudio.

Manejo de Agostaderos (ganadería tradicional)

Dada las condiciones climáticas en la zona de estudio y la dinámica de manejo en que se desenvuelve la ganadería en esta región, así como el nivel socioeconómico y cultural de los campesinos, la adopción o reconversión productiva del manejo tradicional de la ganadería extensiva actual, conllevaría a establecer estrategias de mediano a largo plazo, dado que los encinares han constituido la materia prima y de más bajo costo para la producción del ganado; además de la tendencia en la preferencia por mantener el manejo de ganado menor: caprino y ovino.

La práctica de estabulación no ha sido considerada como una alternativa para el manejo del ganado caprino en una forma intensiva en el área de estudio. El manejo de éste

ganado requiere de un tratamiento aparte por involucrar un sistema de producción de gran tradición histórica, y que ha sido ineficiente dado que su manejo en forma extensiva es un factor de gran impacto en la estructura de la vegetación de la región. Aunque su producción representa un ingreso para la unidad familiar, esto es muy relativo; no obstante, la producción animal aún constituye cierta seguridad en la economía familiar.

Considerando a los matorrales desde una perspectiva de agostadero, y por ser áreas donde se producen plantas con potencial forrajero que sirven de alimento para el ganado, el estudio de éstos como agostaderos es justificable. La falta de técnicas adecuadas para su manejo genera impactos en la estructura de la vegetación, factor que influye a través del tiempo en una baja en la producción animal y un deterioro biofísico de los recursos naturales (Foroughbakhch y Téllez, 1990).

Diversos estudios (Foroughbakhch y Téllez, 1990; Cavazos, 1997) han señalado que la calidad del forraje, está asociado con el mejoramiento animal. La especie animal debe depender del tipo de comunidad vegetal que se trate. Estudios respecto al manejo de agostaderos han planteado que pueden ser aprovechados mediante sistemas de rotación, experiencias en las regiones áridas del norte del país con especies emparentadas con las mencionadas, han probado la viabilidad de esta propuesta. Aunque las condiciones topográficas de éstos difieren de los matorrales presentes en la Mixteca; esta propuesta implicaría generar un estudio de ordenamiento del uso del suelo de acuerdo a su aptitud, pero en terrenos menos accidentados.

Ovalle y Squella (1988), citado por Garfías (2001) indican que la disponibilidad y el grado de preferencia de las especies por parte del ganado dependen de varios factores como: el tipo de manejo de la vegetación, el tiempo de pastoreo, la época de pastoreo y la raza animal. Se subraya que los bovinos utilizan mejor los pastos altos de alta productividad, los ovinos están adaptados para pastorear pastos bajos de menor productividad y se ubican en sectores más degradados.

En relación a los caprinos pueden escoger más ampliamente su alimento de entre un grupo o tipos de plantas que otros rumiantes, lo que les permite tener una amplia distribución ecológica en condiciones extremas y particularmente en las zonas áridas y semiáridas; sin embargo, la dieta ideal de la cabra no consiste solamente en ramonear arbustos como componente de mayor proporción, sino que, dicha proporción variará de acuerdo a las condiciones de abundancia y de la disponibilidad de la vegetación existente. No obstante, en la práctica hay muchos factores que influyen en la elección de la especie animal (Cavazos, 1997).

En el área de estudio, el estado de deterioro de los encinares, es mucho más avanzado a causa del uso extensivo como agostadero. Considerar mejoras a los encinares como agostaderos en estas regiones limitan sus posibilidades sobre todo en terrenos de fuertes pendientes; el valor forrajero de la bellota, la sombra del arbolado como protección deseada para ganado y fauna, así como la susceptibilidad a la erosión a la que puedan estar sometidos estos suelos, descartan la posibilidad de manejar a estos bosques en su calidad como agostadero. Una estrategia de manejo a seguir es la exclusión de ganado después de un par de años y transformar el experimento en un ensayo de renovación de bosque, con la meta de dejar crecer los rebrotes (Burkhard, 1994).

La cría de ovinos en el área de estudio en sistemas semiestabulados con condiciones ambientales favorables, podría representar una alternativa viable para su manejo. En comparación con el caprino su manejo puede ser más controlado; considerando que la dinámica de manejo que existe en la región con el caprino se ha dado mayor presión principalmente en los encinares.

El establecimiento de cierta especie forrajera adecuada para la zona, implica estudiar más a detalle el conocimiento de los hábitos de ramoneo del ganado caprino y ovino en pastoreo, así como la preferencia de éstos por los distintos tipos de forraje presentes en las comunidades vegetales; elemento fundamental en el diseño de sistemas efectivos de pastoreo para el manejo y conservación de los recursos vegetales, trátase de matorrales o de encinares. En lo referente, a las comunidades vegetales presentes en la zona de

estudio, existen especies con potencial forrajero que pueden ser consideradas para su estudio y como alternativa de manejo (*Prosopis* sp., *Acacia farnesiana*, *Leucaena* spp., *Opuntia* spp., *Arbustus xalapensis*, *Mimosa* spp., *Quercus* spp., *Agave* spp., *Avena* sp., Guajillo, Somaque, Lechugilla, Ramón, Llegalan, etc.) para la manutención de los hatos, el uso de estas especies o partes de ellas, en particular de algunos arbustos locales parecen adecuados para estos fines.

El cultivo de avena y en menor proporción la cebada ha significado una alternativa para alimentar principalmente animales de tiro, estos cultivos crecen rápido y pueden darse en lugares cuya precipitación media anual es de solo 350 mm; representando una gran ventaja para los campesinos, dado que pueden sembrarse en tierras de temporal, además de ser menos vulnerables a las heladas y sequía (Toledo *et. al.*, 1989; Fernández González, 1986). Mediante cultivos mixtos con especies arbóreas y forrajeras con tiempos adecuados de descanso constituiría una opción de manejo.

En general, el principal objetivo pretendido, por lo tanto, será hacer un uso y manejo apropiado de un pastoreo de baja intensidad. Su producción puede reorientarse con diferentes formas de manejo como los sistemas de rotación y/o semi-intensivos; para lograr la intensificación de esta actividad se necesitan desarrollar ciertas estrategias como: delimitar zonas de pastoreo o establecer potreros comunales controlados y alimentación animal a base de componentes forrajeros alternativos; tomar en cuenta la determinación de los recursos aprovechables por el ganado caprino y otros rumiantes, analizando asimismo el impacto de la cabra sobre la vegetación; definir la forma adecuada de manejo y sobre todo la relación número de cabras por unidad de superficie del agostadero o área a establecer como potrero; conocer la relación del manejo de la cabra junto con otro ganado y los beneficios de un manejo en conjunto, con respecto a la conservación del agostadero y en la optimización en el aprovechamiento de los recursos.

La combinación de manejo de estos sistemas y prácticas de conservación de suelos son estrategias indispensables, y su adopción o reconversión productiva debe adaptarse o diseñarse a partir de las condiciones socioeconómicas de los productores.

Capacidad de organización y de autogestión en la comunidad

En términos generales existen muy pocos programas gubernamentales de incentivos dirigidos a los campesinos en el área de estudio. En esta región se canalizan fondos para mitigar los efectos del deterioro ambiental y socioeconómico llevándose a cabo programas como: Empleo temporal, Reforestación, Procampo, Oportunidades. Muchos de estos programas se canalizan a través de las instancias de gobierno como: SEMARNAT, SEDAF, SEDESOL, INI y SAGARPA.

Los programas gubernamentales que promueven la reforestación, se realizan mediante los tequios que la misma comunidad organiza para reforestar. El problema con estos programas de reforestación es que se les da poco seguimiento, todo se establece mediante los criterios de la misma comunidad. Aunque existe el interés para la gestión de recursos para implementar prácticas de conservación, el cauce para obtenerlos ha sido difícil y los recursos asignados suelen ser muy limitados.

A pesar de estas limitaciones, la gestión de estos programas y su respectiva canalización deben reorientarse con miras a mejorar las prácticas productivas existentes, de tal forma que al campesino le permita compatibilizar las interacciones entre la producción agropecuaria y aquellos enfocados a la protección y cuidado de los recursos naturales. La adopción de tecnologías elementales de bajo costo, debe partir de los recursos disponibles de la región; respondiendo al contexto socioeconómico y ecológico de los productores.

La promoción de tecnologías alternas, en relación a costos y beneficios, difícilmente el pequeño productor podrá absorber todos los costos, por lo que será necesaria la participación de las instituciones gubernamentales, sobre todo aquellos programas que vayan dirigidos a la recuperación de suelos o de restauración ecológica.

La organización campesina es uno de los aspectos que debe considerarse como punto crucial a toda propuesta que vaya dirigida a mejorar las prácticas productivas y la conservación de los recursos naturales; la capacidad de organización que tengan sus mismos lugareños y los factores socioeconómicos, determinará en gran medida los procesos de manejo de los recursos naturales y los sistemas de producción del municipio. La forma de organización de estas comunidades en cierta forma son las que han representado la manera de organizarse y de conducirse para implementar trabajos comunitarios; y aún representan las vías para consensar acuerdos y establecer normas comunitarias que conduzcan a estrategias que vayan encaminadas a mejorar las actividades productivas, éstas pueden ser generadas desde sus propias parcelas.

El esquema de tenencia y uso de la tierra de los campesinos, caracterizado por poseer pequeñas propiedades con una agricultura de subsistencia, constituye un factor importante a considerar para adaptar o mejorar las prácticas, o en su caso, para establecer nuevos componentes bajo un enfoque agroforestal. Este proceso dependerá, en gran medida, de la acción participativa comunitaria y de la capacidad de autogestión de los campesinos organizados.

El tránsito hacia sistemas productivos ecológica y económicamente sostenibles, además de la aplicación de métodos racionales de manejo, implica necesariamente garantizar la bioseguridad alimentaria de la unidad familiar sobre la base de la implementación de modelos endógenos y autogestionarios que permitan maximizar el aprovechamiento de las potencialidades locales existentes y la reducción sensible de insumos externos.

6. CONCLUSIONES

Las prácticas agroforestales tradicionales presentes en el área de estudio, están constituidos estructuralmente por sistemas agrisilvícolas y silvopastoril, encontrándose las siguientes categorías productivas: árboles dispersos en los terrenos de cultivo, árboles en contorno con cultivos agrícolas, huertos familiares, barreras vivas, agrobosque y agostadero en vegetación natural y secundaria. No se encontraron variaciones en la estructura de los sistemas en las tres localidades. Estos sistemas son principalmente de vocación agrícola y ganadera, la presencia de estas tecnologías que el campesino ha venido utilizando desde hace tiempo en forma tradicional, ha resultado ser una estrategia para contrarrestar el deterioro ambiental en el suelo, y otras para solventar sus necesidades de autoabasto familiar que se caracterizan por ser de subsistencia.

La interacción de ciertos componentes juega un papel importante para algunas prácticas, la mayor presencia de estos componentes se concentra en los huertos familiares y árboles en contorno, así como en el agrobosque y agostadero, compartiendo mayor similitud florística. El uso específico que el productor le da a ciertos componentes presentes en los sistemas de producción, principalmente aquellas asociadas a los terrenos que son de carácter agrícola, responden a una práctica de protección y conservación.

Las especies que sobresalieron por su valor de importancia en las prácticas agroforestales fueron *Prunus persica*, *Persea americana*, *Punica granatum*, *Opuntia* sp., *Stenocereus marginatus*, *Eriobotrya japonica*, *Prunus serotina*, *Casimiroa edulis*, *Agave atrovirens*, *Crataegus pubescens*, *Pyrus malus*, *Ricinus communis*, *Juniperus flaccida*, *Quercus* spp., *Arbutus xalapensis* y *Leucaena esculenta*.

Con respecto al componente ganadero, se encontró una gran tendencia por el manejo de ganado menor: caprino, avícola y ovino, siendo el caprino el de mayor presencia en los sistemas de producción. Éstos adquieren mayor relevancia para la producción de carne, representando un seguro de alimento en la dieta familiar. También, por la importante interacción que se da entre cultivo-animal, esta fuerte interacción es más pronunciada en

donde hay escasez de recursos de producción, por lo que resultan decisivas para el mejoramiento y el éxito de las pequeñas parcelas, en el que el potencial de producción es limitado, y en las que la posibilidad de explotar cultivos adicionales y fuerza de trabajo mediante la cría de animales se vuelve muy importante.

Dentro de las limitantes y dificultades productivas en los sistemas de producción, muchas características están asociadas con los factores ambientales que prevalecen en la región de las que se traducen en afectación en la producción, por las heladas y el viento, la falta de disponibilidad de agua, pérdida de la fertilidad y capacidad productiva de los suelos, bajo rendimiento agrícola, déficit de producción pecuaria, aunado a la capacidad técnica que tiene el productor para enfrentarlas.

Las técnicas presentes en las prácticas productivas (árboles en contorno y barreras vivas) van acompañadas de prácticas de conservación, el uso de ciertos componentes florísticos han contribuido en alguna medida a mitigar los impactos ambientales; el estudio de estas técnicas y de los componentes con potencial para su uso será la base para la adaptación de futuros diseños bajo diferentes tecnologías como: barreras vivas, abonos verdes, cortinas rompevientos-contraheladas, manejo pecuario semiintensivo o con sistemas de rotación; bancos de proteína con componentes forrajeros alternativos; lo que permitirá mejorar los sistemas de producción locales y la conservación de los recursos, haciendo hincapié que éstos deberán partir del contexto ecológico y sociocultural de los productores.

7. LITERATURA CITADA

- Anta Fonseca, S.; Plancarte B., A.; Barrera T, .J. 2000. Conservación y manejo comunitario de los recursos forestales en Oaxaca. Semarnat / Delegación Oaxaca. 201 p.
- Argueta, A.; Torres, B.; Villers, L. 1982. Análisis de las categorías antropocéntricas empleadas en los estudios etnobotánicos. Memorias del Simposio de Etnobotánica. INAH. México. pp. 32-41.
- Ballesteros Possú, W. 2002. La agroforestería como alternativa para el desarrollo sostenible en Rosamorada, Nayarit. Tesis M.C. Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 187 p.
- Burkhard M., U. 1994. Contribuciones al conocimiento de los bosques de Encino y Pino-Encino en el Noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Reporte técnico no. 14. 177 p.
- Casas Fernández, A.; Viveros Salinas, J. L.; Caballero, J. 1995. Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero. Instituto Nacional Indigenista. 157 p.
- Carlson P., J.; Ronceros, E. 1987. La agroforestería en la sierra ecuatoriana. Memoria del segundo Seminario-Taller de Agroforestería para la Sierra, realizado en Loja. Ecuador. 143 p.
- CATIE/OTS. 1986. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. CATIE, Turrialba, CR. 118 p.
- Cavazos D., R. 1997. Uso múltiple de los agostaderos en el norte de México. Ciencia Forestal en México. 22 (81):3-26.
- Combe, J.; Budowski, G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales. In: Taller de sistemas agroforestales en América Latina. Turrialba, CR. pp. 17-48.
- CONAPO. 2001. Colección: Índices Sociodemográficos. México, D.F. p. 18-19.
- Chirgwin B., J. C. 2000. Nuevos enfoques para las opciones tradicionales del uso de los recursos productivos: La agroforestería y los animales de trabajo bajo un manejo integral. FAO, pp. 1-19.

- Dávila A., P.; Sousa M., S. 1991. Flora de Oaxaca e introducción sobre aspectos físicoambientales y vegetación. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. México, D.F. 29 p.
- De Wet, J.M.; Harlan J., R. 1975. Weeds and domesticates: evolution in the man-made habitat. *Economic Botany* 29:99-107.
- Fassbender H., W. 1987. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 457 p.
- Fernández González, R. 1986. Situación actual de la agricultura en México. En: Reyna Trujillo, T. (Coord.). Panorama de la agricultura mexicana, reflexiones, preguntas, respuestas. Instituto de Geografía. UNAM. México, pp. 170-188.
- Fuentes F., R. 1979. Sistemas agrícolas de producción de café en México. Centro de Ecodesarrollo. In: Taller de sistemas agroforestales en América Latina. Actas Ed. Por G. Salas. CATIE. Turrialba, C.R. pp. 25-32.
- Flores M., A.; Manzanero M., G. 1988. Clasificación de la vegetación de una porción de la Mixteca alta, Oaxaca. *Universidad y Ciencia, Tabasco*. 4(7):57-69.
- Flores V., C. A.; López, T. 2000. Evaluación de plantas de nopal y recuperación de la vegetación nativa durante cuatro años de exclusión al pastoreo, en un área de la Mixteca poblana. In: IV Internacional Congreso on Cactus Pear and Cochineal. Nefzaoui, A. Hammamet, Tunisia. 23 p.
- Flores V., C. A. 2002. El Nopal y la lucha contra la desertificación. CUESTAAM/ Universidad Autónoma Chapingo. Reporte de Investigación 59. 33 p.
- García Mendoza, A. 1994. El endemismo en la flora fanerógamica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla. México. *Acta Botánica Mexicana*, 27:53-73.
- Gargano A., O.; Adúriz M., A.; Saldungaray M., C. 1997. Agrosystems caracterización of Rosales Country, Argentina. *Rev. Fac. Agron.* 14: 561-572.
- Garfias Salinas, R. A. 2001. Caracterización y funcionamiento de sistemas agroforestales en la comuna de Pumanque, Chile. Tesis M.C. Agroforestería para

- el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 93 p.
- Galomo R., T. 1990. Diagnóstico Dinámico de la producción de ovinos y caprinos en zonas de alta siniestralidad, en los Valles Centrales de Oaxaca. Informe Técnico. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. SARH/INIFAP. Oaxaca. 24 p.
- González R., A.; Marroquín P., J. 1996. Estudio de los sistemas agroforestales en el municipio de San Juan Cues, Oax. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 76 p.
- Granados S., D.; Tapia, V.R. 1990. Comunidades vegetales. Serie agronomía no. 19. Universidad Autónoma Chapingo. 235 p.
- Hart R., D. 1985. Agrosistemas conceptos básicos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza. 159 p.
- Hernández, S.R. 1987. Estudio ecológico y uso forrajero de los terrenos forestales del ejido de Coajomulco, municipio de Huizilac, Morelos. Revista Ciencia Forestal. SARH/ INIF. México. 2(10):31-48.
- INEGI. 1999. Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca. 485 p.
- INEGI, 2000. Tabulados Básicos por municipio, Oaxaca. Aguascalientes, México. 143 p.
- INEGI, 1995. Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca. 317 p.
- Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero. Subsecretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 48 p.
- Kent, M.; Coker, P. 1992. Vegetation description and análisis: a practical approach. Wiley and Sons, Great Brittan 363 p.
- Krishnamurty, L.; Ávila, M. 1999. Agroforestería básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México, D.F. Serie No. 3 337 p.

- Lorence D., H.; García Mendoza, A. 1989. Una evaluación florística en el Estado de Oaxaca. Resumen 18 del 9º. Congreso Mexicano de Botánica. México, D.F. p. 10.
- Lok, R.; Méndez, E. 1998. El uso del ordenamiento local del espacio para una clasificación de huertos en Nicaragua. En: Lok, R. 1998. Huertos caseros tradicionales de América Central: Características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp.129-149.
- MacDicken, K.; Vergara, N. 1990. Agroforestry, classification and management. John Wiley & SONS New York. 382 p.
- Maldonado A., L. 1989. El rol de los sistemas agroforestales en zonas áridas y semiáridas (Experiencia en Latinoamérica). Universidad Autónoma de Nuevo León. Reporte técnico no. 16. 39 p.
- Maldonado A., L. 1993. Manejo de la cubierta vegetal de las zonas áridas de México. SARH-INIFAF. Bol. Divul. Núm. 75. 34 p.
- Martínez Murillo, M. E. 1995. Algunos estudios sobre la leña en Oaxaca. En: Vásquez Dávila, M.A. (Ed.). 1995. Sociedad y naturaleza en Oaxaca 1: La tecnología agrícola tradicional. Instituto Indigenista Interamericano e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Méx. pp. 139-164.
- Márquez L., E. 1996. Los huertos familiares en la comunidad Cerro Clarín de la región Mazateca Baja, Oaxaca. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 126 p.
- Montaño Arias, N.; Monroy Ata, A. 2000. Conservación ecológica de suelos en zonas áridas y semiáridas en México. Ciencia y Desarrollo (154): 27-37.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg D., H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. 1a. edition. Wiley Editors. United States of America. pp. 110-114.
- Nair, P. K. R. 1985. Classification of agroforestry systems. Agroforestry systems (3):97-128.
- Nair, P. K. R. 1993. An Introducción to agroforestry. Kluwer Academic Publishers & International Centre for Research in Agroforestry. 491 p

- Nestor, F.; Uribe, G. S. 1993. Terrazas de muro vivo para la conservación del suelo y agua, para aumentar la productividad en áreas agrícolas de ladera. En: Ruiz, F.J.F. 1993. Manejo y conservación del suelo y agua. 1ª. Reunión Nacional de Conservación de Suelo y Agua. PROBOSQUE / CNA / IMTA. 425 p.
- Niñez, V. 1985. Introduction: .Household gardens and small-scale food production. Editorial. Food and Nutrition Bulletin 7(3):1-5.
- Odum, E.P. 1992. Ecología: bases científicas para un nuevo paradigma. Ediciones Vedra. España. pp. 135-140.
- Orozco A., A.; Figueroa S., B. 1993. Control de erosión eólica con barreras rompevientos de Nopal (*Opuntia spp.*). En: Ruiz F., J.F. 1993. Manejo y conservación del suelo y agua. 1ª. Reunión Nacional de Conservación de Suelo y Agua. PROBOSQUE / CNA / IMTA. 425 p.
- Palma Cruz, F. J. 1995. Los agaves de Oaxaca (*Agave*, Agavaceae), recurso actual y potencial. Sociedad y Naturaleza en Oaxaca; Recursos vegetales de Oaxaca. (2):61-70.
- Pérez Cruz, U.G. 2001. Tecnologías agroforestales en Tabasco, México: una estrategia de producción para comunidades rurales del estado de Tabasco. Tesis M.C. Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 155p.
- Purata E., S.; Russel, G.; Barrientos, V.; López-Portillo, J. 1999. Economic potential of the huizache, *Acacia Pennatula* (Mimosoideae) in Central Veracruz, México. Economic Botany 53(1):15-29.
- Preisig, A.; Espinoza, H. 1998. Sistemas agroforestales para el manejo de cuencas en zonas andinas semiáridas. Agroforestería de las Américas. Vol.5 20 p.
- Quintana B., G. 1986. Estudio del uso, manejo y algunos aspectos ecológicos de los huertos familiares en la ranchería La Libertad Huimanguillo, Tabasco. Tesis profesional, CSAT / SARH. Tabasco, México.
- Raintree J., B. 1987. D&D User's Manual: An introduction to Agroforestry Diagnosis and Design. En: Krishnamurty, L. 2000. Agroforestería para el Ecodesarrollo. UACH/PNUMA/SEMARNAT. México. pp. 640-645.

- Reynel, C. 1987. Agroforestería tradicional en los Andes del Perú: Un inventario de tecnologías y especies para la integración de la vegetación leñosa a la agricultura. Ministerio de Agricultura/Instituto Nacional Forestal y de Fauna & FAO Perú 147 p.
- Rojas Soriano, R. 1986. Guía para realizar investigaciones sociales. Textos Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 172-180.
- Ruiz V., J.; Bravo M., E.; Loaeza G., R. 2000. Cubiertas vegetales y Barreras vivas: Tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México. Rev. Terra 19:89-95.
- Sánchez G., A. 1998. Clasificación y ordenación de la vegetación de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí. Tesis M. C. en Recursos Naturales. ENEP Iztacala, UNAM. México. 137 p.
- Sánchez González, A.; López Mata, L. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. Serie Botánica 74(1): 47-71.
- Santiago Hernández, O. 1995. Las especies arbóreas y arbustivas de uso múltiple en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis M.C. en Productividad Agrícola. Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios. ITAO, Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. 157 p.
- Sierra, A. C. 1998. Razas autóctonas de la Mixteca Oaxaqueña de México. Arch. Zootec. 47: 517-521.
- Tellez, R.; Foroughbakhch, R. 1990. Plantas aprovechadas por el ganado caprino en una zona de matorral mediano espinoso del Noreste de México. UANL. Reporte técnico no. 21 33 p.
- Traversa T., I. 1996. Descripción de los principales sistemas agroforestales del distrito de Zaachila, Oaxaca. Tesis M.C. en Productividad Forestal. Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios, ITAO, ExHacienda de Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca. 173 pp.

- Torquebiau, E. 1990. Conceptos de agroforestería: Una introducción. En: Agroforestería para el Ecodesarrollo, IX Curso Internacional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México Vol. I. pp. 18-30.
- Toledo V., M.; Carabias, J.; González Pacheco, C. 1989. La Producción rural en México: alternativas ecológicas. Colección Medio Ambiente, núm. 6 Fundación Universo Veintiuno, México.
- Vásquez Dávila, M. A. 1995. Sociedad y naturaleza en Oaxaca 1: la tecnología agrícola tradicional. Instituto Indigenista Interamericano e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Méx. 255 p.
- Wilken G., C. 1987. Good famers: Tradicional agricultural resource management in Mexico and Central America. University of California Press, Los Ángeles p. 112
- Yañez López, L. 1990. Cercos vivos en zonas áridas (Agrosilvicultura en el desierto Chihuahuense). Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México 195 p.
- Young, A. 1997. Agroforestry for Soil Management. CAB Internacional / ICRAF. Wallingford, UK. 307 p.
- Zavala Hurtado, J. A. 1986. Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación. Cuadernos de Divulgación, Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos (INIREB), México. 26: 15-35.
- Zavala Hurtado, J. A. 1996. Programa regional sustentable de Tehuacan-Cuicatlán. Insitituto Nacional de Ecología (INE) y Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México, D.F. 172 p.

8. APÉNDICE

Cuadro 1. Guía semiestructurada para sistemas productivos

GUÍA SEMIESTRUCTURADA PARA SISTEMAS PRODUCTIVOS

I. DATOS GENERALES

1. Nombre del productor: _____
- Edad: _____ Cuántos miembros forman la familia _____
2. ¿Cuántos miembros de familia trabajan en forma permanente con usted? _____
3. ¿Cuántos temporalmente? _____
4. Además de trabajar en su propiedad desempeña usted algún otro trabajo: _____ ()
1= Si 2= No
Si la respuesta fue 1
¿Cuál? _____
5. Localidad: _____
4. Tipo de tenencia:
1= Privada ____ 2= Mediería ____ 3= Arrendatario ____ 4= Comunero ____
5= Otro ____
6. Superficie total laborable del predio (ha): _____ Superficie que cultiva (ha): _____
7. Actividad principal del predio:
1= Agrícola 2= Ganadero 3= Otro ¿Cuál? _____

I. PRACTICAS PRODUCTIVAS

1. Cómo se encuentran distribuidos los árboles en su propiedad:
_____ () () () ()
a. Árboles mezclados con cultivos agrícolas _____ =1
b. Árboles frutales con cultivos agrícolas _____ =2
d. En huertos familiares _____ =3
e. Barreras vivas en los terrenos agrícolas _____ =4
f. Árboles y arbustos del bosque _____ =5
g. Agostadero _____ =6
h. Otro _____
¿Cuál? _____

Si la respuesta fue 1

A. ÁRBOLES MEZCLADOS CON CULTIVOS AGRÍCOLAS

1. ¿Qué cultivos y árboles tiene asociados?

Especies de árboles	Cantidad	Introducida	Nativa	Especies del cultivo

2. Aprovecha usted los árboles asociados a los cultivos _____ ()

Si=1

No=2

3. ¿Cuáles son los principales usos / productos que obtiene de los árboles?

Especies	Forma de vida	Usos				
		1.Alimento	2. Forraje	3.Madera	4. Servicios	5. Otros

1.1 Frutos; 1.2 Condimentos; 2.1 Hojas; 2.2 Frutos/semillas; 2.3 Tallos; 2.4 Flores; 3.1 Leña; 3.2 Madera; 3.3 Postes/material; 4.1 Rompevientos; 4.2 cerco vivo; 4.3 Conservación del suelo; 4.4 Fijador de nitrógeno; 4.5 sombra 5.1 Medicinal; 5.2 fibras; 5.3 taninos; 5.4 cultural/ritual; 5.5 ornamental.

4. Tiene algún destino el aprovechamiento de árboles (producción) _____ () () () ()

a) Autoconsumo _____ =1

b) Venta local _____ =2

c) Otro _____ =3

Si la respuesta fue 2

B. ÁRBOLES FRUTALES CON CULTIVOS AGRÍCOLAS

5. ¿Qué frutales se combinan con los cultivos?

Especies de frutales	Cantidad	Introducida	Nativa	Especies de cultivos

II. MANEJO DE ÁRBOLES

6. ¿Qué tipo de manejo realiza en estos sistemas productivos?

Labores culturales						
Especies:						
Forma	Manual		Tracción animal		Mecanizada	
Época						
Jornales						
Costos						

III. MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

7. ¿Qué tipo de manejo realiza en los cultivos agrícolas?

Labores culturales						
Patrón de cultivo	Monocultivo	Policultivo	Rotación	Permanente	Otro	
Especies:						
Forma	Manual		Tracción animal		Mecanizada	
Renta yunta						
Renta tractor						
Época						
Jornales						
Costos						

Si la respuesta fue 3

C. HUERTO FAMILIAR

8. ¿Cuánta superficie tiene su huerto (m²)? _____

9. ¿Qué árboles y arbustos, herbáceas tiene su huerto?

Especies de frutales	Cantidad	Int.	Nat.	Arbustos	Canrtidad	Int.	Nat	Herbáceas

10. ¿Cuáles son los principales usos / productos que obtiene de su huerto?

Especies	Forma de vida	Usos				
		1.Alimento	2. Forraje	3.Madera	4. Servicios	5. Otros

1.1 Frutos; 1.2 Condimentos; 2.1 Hojas; 2.2 Frutos/semillas; 2.3 Tallos; 2.4 Flores; 3.1 Leña; 3.2 Madera; 3.3 Postes/material; 4.1 Rompevientos; 4.2 cerco vivo; 4.3 Conservación del suelo; 4.4 Fijador de nitrógeno; 4.5 sombra 5.1 Medicinal; 5.2 fibras; 5.3 taninos; 5.4 cultural/ritual; 5.5 ornamental.

11. Cuál es el destino de la producción del huerto casero: _____ () () () ()

- a) Autoconsumo _____ =1
b) Venta local _____ =2
c) Ambos (venta / autoconsumo) _____ =3
d) Ninguno _____ =4

Si la respuesta fue 2

12. Obtiene ingresos del huerto _____ ()

Si=1 No=2

Si la respuesta fue 1

13. Cantidad aproximada (mes): _____

14. De qué especies: _____

15. ¿Qué tipo de manejo realiza en el huerto?

Labores culturales	
Época	
Jornales	
Costos	

16. ¿Qué especies prefiere para su aprovechamiento y porqué? _____

Si la respuesta es 4

D. BARRERAS VIVAS

17. ¿Usted estableció los cercos vivos / barreras vivas? _____ ()

Si =1 No =2

18. ¿Qué árboles tiene como cercos vivos / barreras vivas?

Especie árbol	Especie arbusto	Otras especies

19. Especies usadas en cercos muertos: _____

20. ¿Qué especies prefiere o cuáles preferiría en orden de importancia como cercos vivos / barreras vivas?

21. ¿Qué ventajas ve usted en los cercos vivos / barreras vivas? _____ () () ()

- a. Su instalación es barata _____ =1
- b. No requieren de muchos cuidados _____ =2
- c. Durabilidad _____ =3
- d. Obtiene productos _____ =4
- e. Otras _____ =5
- ¿Cuáles? _____

22. Qué desventajas ve usted _____ () () () ()

- a. Su instalación es cara _____ =1
- b. Requieren de mucho cuidado _____ =2
- c. Tiran mucha basura (hojas) _____ =3
- d. Hay presencia de plagas _____ =4
- d. Otras _____ =5
- ¿Cuáles? _____

23. ¿Además de la delimitación o protección, que otro uso les da a los árboles de los cercos vivos / barreras vivas? _____ () () () () ()

- a. Leña _____ =1
- b. Madera para construcción _____ =2
- c. Forraje _____ =3
- d. Frutos _____ =4
- e. Sombra _____ =5
- f. Otros _____ =6

¿Cuáles? _____

24. Realiza algún manejo en los cercos vivos /barreras vivas? _____ ()

Si.=1 No =2

Si la respuesta es 1

25. ¿Cuáles son las actividades que realiza para el mantenimiento de los cercos vivos/barreras vivas?

Si la respuesta fue 5

E. ÁRBOLES Y ARBUSTOS DEL BOSQUE

26. ¿Qué árboles y arbustos aprovecha del bosque?

Especies	Usos				
	1.Alimento	2. Forraje	3.Madera	4. Servicios	5. Otros

1.1 Frutos; 1.2 Condimentos; 2.1 Hojas; 2.2 Frutos/semillas; 2.3 Tallos; 2.4 Flores; 3.1 Leña; 3.2 Madera; 3.3 Postes/material; 4.1 Rompevientos; 4.2 cerco vivo; 4.3 Conservación del suelo; 4.4 Fijador de nitrógeno; 4.5 sombra 5.1 Medicinal; 5.2 fibras; 5.3 taninos; 5.4 cultural/ritual; 5.5 ornamental.

27. De los árboles que aprovecha que destino les da:

a. autoconsumo _____ = 1

b. venta _____ = 2

Si la respuesta fue 2

28. ¿Cuántos ingresos obtiene (mes)?: _____

Si la respuesta fue 6

F. AGOSTADERO EN EL BOSQUE

29. ¿Cuáles el sistema de manejo de alimento para el ganado (especifique el tipo de ganado)?

a. Pastoreo libre en el bosque _____ =1

b. El alimento se suministra en los corrales _____ =2

c. Otro _____ =3

Cuál: _____

30. Utiliza forraje para el ganado _____ ()

Si=1

No=2

Si la respuesta es 1

31. ¿Qué tipo de forraje utiliza para alimentar al ganado?

32. ¿Qué especies de árboles y arbustos ha observado usted que son preferidas como forraje para alimento de los animales, aparte de los que usted le suministra? _____

33. Existe alguna limitante o dificultad para producir forraje o para conseguirlo y en que época del año:

34. ¿Cuáles es el costo al conseguir externamente el forraje? _____

35. ¿Qué tipo de ganado tiene en el predio?:

Componente ganadero	No. de cabezas	* Tipo de producción	** Destino de la producción	Ingresos de la venta/año
Ovinos				
Equinos				
Porcinos				
Aves				
Caprinos				
Bovinos				
Otros				
*Producción de carne; Producción de leche; Para trabajo (tracción).				
**Autoconsumo; Venta local; Otras.				

IV. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

36. ¿Qué ingresos obtiene de la agricultura al año? _____

37. ¿Qué ingresos obtiene de la ganadería al año? _____

38. Los ingresos que obtiene son suficientes para satisfacer sus necesidades? _____ ()

Si=1

No=2

39. ¿Cuáles son las principales dificultades que se les presenta en sus actividades productivas? _____

40. ¿Cómo las ha solucionado? _____

41. ¿Cuáles son las actividades que considere usted que puedan ser más prometedoras productivamente para que se desarrollen, o mejoren dentro de la comunidad y porque? _____

42. ¿Qué sugerencias propondría para mejorar su parcela? _____

43. ¿Conoce sobre algunas experiencias productivas que le hayan interesado para mejorar las actividades productivas? _____

44a. ¿Cuáles? _____

45b. ¿De qué sitio? _____

46. ¿De esas experiencias le interesa alguna que usted pueda implementar en su parcela y porque? _____

47. ¿Conoce algún programa del gobierno u otra institución en relación a actividades productivas? _____

48 ¿Que sugiere usted para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales del municipio? _____

V. RECURSOS Y SERVICIOS DE APOYO

49. Recibe usted crédito de alguna institución? _____ ()

Si=1

No=2

Si la respuesta fue 1

50. Nombre de la institución y del programa: _____

51. ¿Pertenece usted a alguna organización? _____ ()

Si=1

No=2

Si la respuesta fue 1

52. ¿Qué tipo de organización es? _____ ()

a. Productores _____ =1

b. Política _____ =2

Cuadro 2. Relación de especies florísticas, de usos y manejo en las prácticas productivas, en el Municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Mimosa</i> sp.	Acacia	Forraje: (H)	(S), (T)
<i>Acacia retinoides</i>	Acacia	Ornamental; Servicio Ambiental : (R)	(C)
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Lindero; Comestible: (Fr); Condimento: (H); Medicinal	(C), (F)
ND***	Aguacatillo	Forraje: (H)	(S)
<i>Annona cherimola</i> Miller	Anona	Comestible: (Fr); Servicio Ambiental: (S); Lindero	(S), (T)
<i>Populus</i> sp.	Alamo	Ornamental; Lindero	(C)
ND***	Aretillo	Ornamental	(C)
<i>Ficus</i> sp.	Árbol del Hule	Ornamental; Sombra	(C)
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Bugambilia	Ornamental; Medicinal	(C)
<i>Plumeria acutifolia</i>	Cacaloxóchitl	Cerco Vivo	(S)
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Cacho venado, Jarilla	Leña (L)	(S)
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	Comestible: (Fr); Servicio Ambiental: (S); Lindero	(C), (T)
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina	Lindero; Sombra	(S)
ND***	Capullo	Carbón (CA); Leña (L)	(C)
<i>Prunus</i> sp.	Chabacano	Comestible (Fr)	(C)
<i>Senecio servariaefolius</i> Hemsl.	Chamizo blanco	Lindero; Ornamental; Medicinal	(S), (T), (F)
<i>Senecio</i> sp.	Chamizo gediondo	Lindero; Ornamental; Medicinal	(S), (T), (F)
<i>Capsicum annum</i> L.	Chile morongo	Condimento: (Fr)	(C)
<i>Capsicum</i> sp.	Chile nanche	Condimento: (Fr)	(C)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Prunus</i> sp.	Ciruela	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Bursera</i> sp.	Palo de brea	Cultural	(S)
<i>Bursera</i> sp.	Copal	Cultural	(S)
<i>Parmentiera edulis</i> DC.	Cuajilote	Comestible: (Fr)	(S)
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	Cucharita prieta	Carbón (CA); Leña (L)	(S)
<i>Cupressus</i> sp.	Cedro	Lindero	(C)
<i>Eucalyptus cinerea</i> FJ. Muell. Ex Benth.	Dólar	Ornamental; Servicio Ambiental: (R)	(C)
<i>Prunus persica</i> Batsch.	Durazno	Comestible (Fr); Lindero	(C)
<i>Quercus</i> sp.	Encino	Leña (L)	(S)
<i>Quercus castanea</i> Née	Encino amarillo	Carbón (CA); Cerco; Leña (L); Medicinal	(S)
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	Encino blanco	Madera: (ImAgr); Carbón (CA); Forraje: (H)	(S)
<i>Quercus glaucooides</i> Mart. & Gal.	Encino chaparro	Leña (L)	(S)
<i>Quercus laurina</i> Humb. & Bonpl.	Encino de hoja larga	Leña (L); Forraje: (H)	(S)
<i>Quercus obtusata</i> Humb. & Bonpl.	Encino prieto	Carbón (CA); Leña (L)	(S)
<i>Quercus</i> sp.	Encino rojo	Leña (L)	(S)
<i>Quercus rugosa</i> Née	Encino cuchara	Madera: (ImAgr); Carbón (CA); Forraje: (H)	(S)
<i>Juniperus flaccida</i> Schldl.	Enebro	Carbón (CA); Servicio Ambiental: (S); Madera: (Y), (V), (H); Leña (L); Lindero; Zacatera (Z); Cultural	(S), (T)
<i>Juniperus</i> sp.	Enebro prieto	Servicio ambiental (S); Madera: (Y), (V), (H); Leña (L); Zacatera (Z); Cultural	(S)
<i>Fraxinus</i> sp.	Fresno	Servicio ambiental: (S), (R); Lindero	(S), (C)
<i>Punica granatum</i> L.	Granada	Comestible: (Fr); Lindero; Ornamental	(C)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Comestible: (Fr); Medicinal	(C), (F)
<i>Ficus carica</i> L.	Higo	Ornamental; Comestible: (Fr)	(C)
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Ornamental; Forraje: (H); Servicio ambiental: (S), (Cs); Lindero; Medicinal	(T)
<i>Acacia farnesiana</i> (L) Willd.	Huizache	Forraje: (H)	(S)
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	Guaje colorado	Comestible: (S); Forraje: (H), (Fr); Lindero	(S), (T), (F)
<i>Leucaena</i> sp.	Guaje	Comestible: (S); Forraje: (H), (Fr); Lindero; Zacatera	(C), (F)
ND***	Guajillo	Forraje: (H)	(S)
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Huele de noche	Ornamental; Medicinal; Lindero	(S), (T)
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.	Jacaranda	Servicio Ambiental: (S); Ornamental	(C)
<i>Jasminum</i> sp.	Jazmin	Ornamental	(C)
<i>Laurus nobilis</i> L.	Laurel	Condimento (H); Medicinal	(S)
<i>Nerium oleander</i> L.	Rosa laurel	Ornamental	(C)
ND***	Llegalan	Forraje: (H)	(S)
<i>Buddleja sessiflora</i> H.B.K.	Lengua de vaca	Forraje: (H); Lindero; Servicio ambiental: (Cs)	(S), (T)
<i>Citrus limetta</i> (Burm.) Merr.	Lima	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Citrus limon</i> Risso	Limón	Comestible: (Fr)	(C)
ND***	Limoncillo	Leña	(S)
<i>Arbutus xalapensis</i> HBK.	Madroño	Leña (L); Forraje: (H)	(S)
<i>Pyrus malus</i>	Manzana criolla	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	Manzanita roja	Comestible: (Fr)	(S)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Arctostaphylos</i> sp.	Manzanita amarilla	Comestible: (Fr)	(S)
ND***	Mantecosa	Medicinal	(S), (T)
<i>Brassica nigra</i> Koch.	Mostaza	Medicinal	(S), (T)
<i>Prosopis</i> sp.	Mezquite	Medicinal; Forraje: (H)	(S)
<i>Morus</i> sp.	Mora	Comestible: (Fr); Servicio Ambiental: (S)	(S), (T), (F)
<i>Citrus sinensis</i> L.	Naranja	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.	Nanche	Comestible: (Fr)	(S)
<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	Níspero	Comestible: (Fr); Ornamental; Lindero	(C)
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal de Toro	Comestible; Forraje	(S), (F), (T)
<i>Opuntia ficus-indica</i> L. (Mill).	Nopal de Castilla	Comestible; Servicio Ambiental: (Cs)	(C)
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal negro	Comestible; Ornamental	(S), (F), (T)
<i>Pinus oaxacana</i>	Pino	Madera: (V); Leña (L)	(S)
<i>Pinus michoacana</i> Martinez	Pino	Madera: (V); Leña (L)	(S)
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb ex Schtdl.	Pino	Madera: (V); Leña (L)	(C), (S)
<i>Pinus</i> sp.	Pino	Madera: (V); Leña (L)	(S)
<i>Olea</i> sp.	Olivo	Ornamental, Servicio ambiental: (S)	(C)
<i>Stenocereus marginatus</i> (DC). Berger & Bux.	Organo	Barrera viva	(S), (C)
ND***	Palo prieto	Madera: (H), (V); Leña (L)	(S)
<i>Pyrus communis</i> L.	Pera mantequilla	Comestible: (Fr); Lindero	(C)
<i>Pyrus pumila</i>	Peron	Comestible: (Fr)	(C)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Shinus molle</i> L.	Pirú	Servicio Ambiental (S); Medicinal; Cultural	(C)
ND***	Ramon	Forraje: (H); Leña (L)	(S)
<i>Rosa centifolia</i> L.	Rosa de castilla	Ornamental	(C)
<i>Mimosa</i> sp.	Roble	Forraje: (H)	(S)
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Sabino	Servicio Ambiental: (S); Carbón (CA)	(S), (F), (T)
<i>Salix</i> sp.	Sauce	Servicio Ambiental: (S)	(S), (F)
ND***	Somaque fino	Madera: (Y), (ImAgr)	(S)
ND***	Somaque corriente	Forraje: (H)	(S)
<i>Crataegus pubescens</i> (Kunth) Steudel	Tejocote	Comestible: (Fr); Lindero; Ornamental	(C), (F)
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	Tepeguaje	Forraje: (H); Medicinal	(S)
<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Toronja	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Et Kunth	Trovador	Ornamental; Lindero; Medicinal	(S), (T)
<i>Ligustrum</i> sp.	Trueno	Ornamental	(C)
ND***	Tunal	Comestible: (Fr)	(S)
ND***	Violeta	Ornamental	(C)
<i>Yucca</i> sp.	Yucca	Ornamental	(C)
<i>Casimiroa edulis</i> Llave & Lex.	Zapote blanco	Servicio Ambiental: (S); Zacateras; Medicinal; Lindero; Comestible (Fr)	(S), (F), (T)
<i>Rubus shiedeanis</i> Steud	Zarzamora	Comestible: (Fr)	(S), (F)
<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff	Acahual	Forraje: (H)	(S), (F)
<i>Bidens pilosa</i> L.		Forraje: (H)	(S), (T), (F)
<i>Agaphantus umbellatus</i>	Agapanto	Ornamental	(S), (F), (T)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Artemisa franceroides</i> Green.	Ajenjo	Medicinal	(C)
<i>Zantedeschia aethiopica</i> Spreng.	Alcatraz	Ornamental	(C)
<i>Avena sativa</i> L.	Avena	Forraje	(C)
ND***	Avena de monte	Forraje	(S), (F), (T)
<i>Crinum</i> sp.	Azucena	Ornamental	(C)
<i>Arnica</i> sp.	Arnica	Medicinal	(S), (F)
<i>Begonia tuberosa</i>	Begonia	Ornamental	(C)
ND***	Belen	Ornamental	(C)
<i>Titonia tubaeformis</i>	Cahual liso	Forraje	(S), (F)
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	Cahual rasposo	Forraje	(S), (F)
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza	Comestible: (Fr), (Fl)	(C)
<i>Cucurbita moschata</i> Duch. Ex Poiret	Calabaza cuarentena	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Arundo donax</i> L.	Carrizo	Cerco Muerto; Tutor; Forraje; Servicio Ambiental: (Bv)	(S), (T)
<i>Hordeum</i> sp.	Cebada	Forraje	(C)
<i>Tagetes erecta</i> L.	Cempasuchil	Ornamental; Cultural	(C)
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Chayote	Comestible: (Fr), (S)	(C)
<i>Argemone ochroleuca</i>	Chicalote	Medicinal	(S)
<i>Pisum sativum</i> L.	Chicharo	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Chilacayote blanco	Comestible: (Fr), (S)	(C)
<i>Cucurbita</i> sp.	Chilacayote negro	Comestible: (Fr), (S)	(C)
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro	Condimento; Medicinal	(C)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Dianthus caryophyllus</i>	Clavel	Ornamental; Cultural-ritual	(C)
ND***	Conejito	Ornamental	(C)
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	Crisantemo	Ornamental; Cultural-ritual	(C)
<i>Dhalia pinnata</i> Cav.	Dalia	Ornamental	(C)
ND***	Elegante	Ornamental	(C)
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote	Condimento; Medicinal	(C)
<i>Phaseolus</i> sp.	Frijol ejotero	Comestible: (Fr), (Se)	(C)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol	Comestible: (Fr), (Se); Forraje	(C)
<i>Pelargonium peltatum</i> L.	Geranio	Ornamental	(C)
<i>Geranium</i> sp.	Geranio	Ornamental	(C)
<i>Gladiolus communis</i> L.	Gladiola	Ornamental	(C)
<i>Gladiolus grandis</i> Thumb	Gladiola	Ornamental	(C)
<i>Helianthus agnus</i> L.	Girasol	Forraje	(S), (T)
<i>Vicia faba</i> L.	Haba	Comestible: (Fr), (Se)	(C)
ND***	Hierba del poleo	Condimento, Medicinal	(S), (T)
ND***	Hierba del angel	Medicinal	(S), (T)
<i>Heliotropium</i> sp.	Hierba del cancer	Medicinal	(S)
ND***	Hierba del borracho	Bebida; Medicinal; Forraje (H)	(S)
<i>Mentha piperita</i> L.	Hierbabuena	Condimento; Bebida; Medicinal	(C)
<i>Piper sanctus</i> (Mig) Schl.	Hoja santa	Condimento; Medicinal	(C)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Hortensia macrophylla</i> L.	Hortencia	Ornamental	(C)
ND***	La suegra	Ornamental	(C)
<i>Agave lechugilla</i>	Lechugilla	Forraje	(S)
<i>Laelia furfuracea</i> Lindl.	Lirio (encino)	Ornamental	(S)
<i>Epidendrum</i> sp.	Lirio	Ornamental	(C)
<i>Agave atrovirens</i> Kart. Ex Salm Duck	Maguey pulquero	Sevicio ambiental (Bv); Bebida; Cultural-Religioso; Condimento; Medicinal	(C)
<i>Agave</i> sp.	Maguey blanco	Servicio ambiental (Bv); Bebida; Cultural-Religioso; Condimento	(C)
<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Maguey espadín	Bebida; cultural-religioso	(S)
<i>Agave potatorum</i> Zucc.	Maguey papalome	Comestible: (H); Medicinal	(S)
<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Comestible; Forraje	(C)
<i>Pelargonium hortorum</i> L.	Malvon	Ornamental	(C)
<i>Malva parviflora</i> L.	Malva	Forraje	(S), (T)
<i>Matricaria recutita</i> L.	Manzanilla	Medicinal	(C)
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Margariton	Ornamental	(C)
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	Margarita	Ornamental	(C)
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Marubio	Medicinal	(C)
<i>Conopholis americana</i> L. Wall.	Mazorquita	Forraje	(S)
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.	Nochebuena	Ornamental	(C)
<i>Gypsophila paniculata</i> L.	Nube	Ornamental	(C)
<i>Origanum vulgare</i> L.	Oregano	Condimento	(C)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
<i>Petroselinum cryspum</i> Nym.	Perejil	Condimento	(C)
<i>Setaria geniculata</i> (Lam) BEAU	Pasto	Forraje	(S)
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (HBK) HITCHC	Pasto del pinar	Forraje	(S)
<i>Eragrostys intermedia</i> A. HITCHC	Pasto	Forraje	(S)
<i>Sporobolus poiretti</i> (Roem and Schutt) HITCHC	Pasto	Forraje	(S)
<i>Chloris submutica</i> HUMB	Pasto pata de gallo	Forraje	(S)
<i>Plantago</i> spp.	Pasto	Forraje	(S)
<i>Musa</i> sp.	Platano	Ornamental; Forraje	(C)
<i>Amaranthus hidridus</i> L.	Quelite	Comestible; Forraje	(C)
<i>Raphanus sativus</i> L.	Rabano	Comestible	(C)
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	Medicinal	(C)
<i>Rosa</i> sp.	Rosal	Ornamental	(C)
<i>Ruta chalapensis</i> L.	Ruda	Medicinal	(C)
<i>Salvia leucantha</i> Cav.	Santa maría	Medicinal	(S)
<i>Aloe barbadensis</i> Mill	Sábila	Ornamental, Medicinal	(C)
<i>Sedum praeallum</i> D.C.	Siempre viva	Ornamental, Medicinal	(C)
<i>Dasyrion palmeri</i> Trel.	Sotol	Hojas	(S)
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo	Condimento	(C)
<i>Lycopersicum</i> sp.	Tomate	Comestible: (Fr)	(C)
<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	Comestible: (Se); Forraje	(C)

Cuadro 2. Continuación...

Nombre científico	Nombre común	Usos*	Manejo**
ND***	Tutandede	Medicinal	(S)
<i>Polianthes tuberosa</i> L.	Vara de san jose	Ornamental, Cultural	(S)
<i>Brassica campestris</i> L.	Vaina	Forraje	(S)
ND***	Yucocaba	Medicinal	(S)
<i>Oxalis hernandensi</i>	Xocuyule	Alimento	(S), (T)
<i>Portuloca oleracea</i>	Verdolaga	Alimento	(S)
<i>Cyrtocarpa procera</i> H.B.K.	Chupandía	Comestible: (Fr)	(S)

* Categoría de usos de las especies florísticas: 1) Comestible: Hojas (H), Fruto (Fr), Raíz (Ra), Flores (Fl), Semillas (Se); 2) Condimenticia: Hoja (H); 3) Ornamental; 4) Forraje: Hoja (H), Fruto (Fr), Semilla (Se); 5) Servicio Ambiental: Sombra (S), Barrera viva (Bv), Rompevientos (Rp), Fijador de nitrógeno (Fn), Conservación de suelo (Cs), Abono (Ab), Reforestación (R); 6) Madera: Implementos agrícolas (ImAgr), Horcones (H), Viga (V), Postes (P); Leña; Carbón; Cerco vivo / Lindero; 7) Medicinal; Cultural/ritual; 8) Almacenamiento de cosecha : Zacateras (Z); 9) Bebidas.

** Manejo: Plantas silvestres (S), toleradas (T), fomentadas (F), y cultivadas (C).

***ND: especies no determinadas

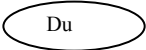
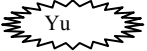
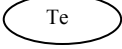
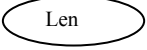
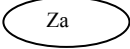
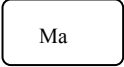
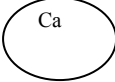
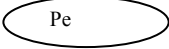
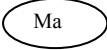
 Du	Durazno	 Yu	Yucca
 Gra	Granada	 Ja	Jacaranda
 Te	Tejocote	 Gua	Guaje
 Ni	Níspero	 Len	Lengua de vaca
 No	Nopal		Chayote
 Za	Zapotal	 Cha	Chamizo blanco
 Ma	Maguey	 Ca	Capulín
 Pe	Pera	 Ag	Aguacate
 Chi	Chile morongo	 Ma	Manzana criolla

Figura 1. Símbolos de los componentes florísticos presentes en los huertos familiares del municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.

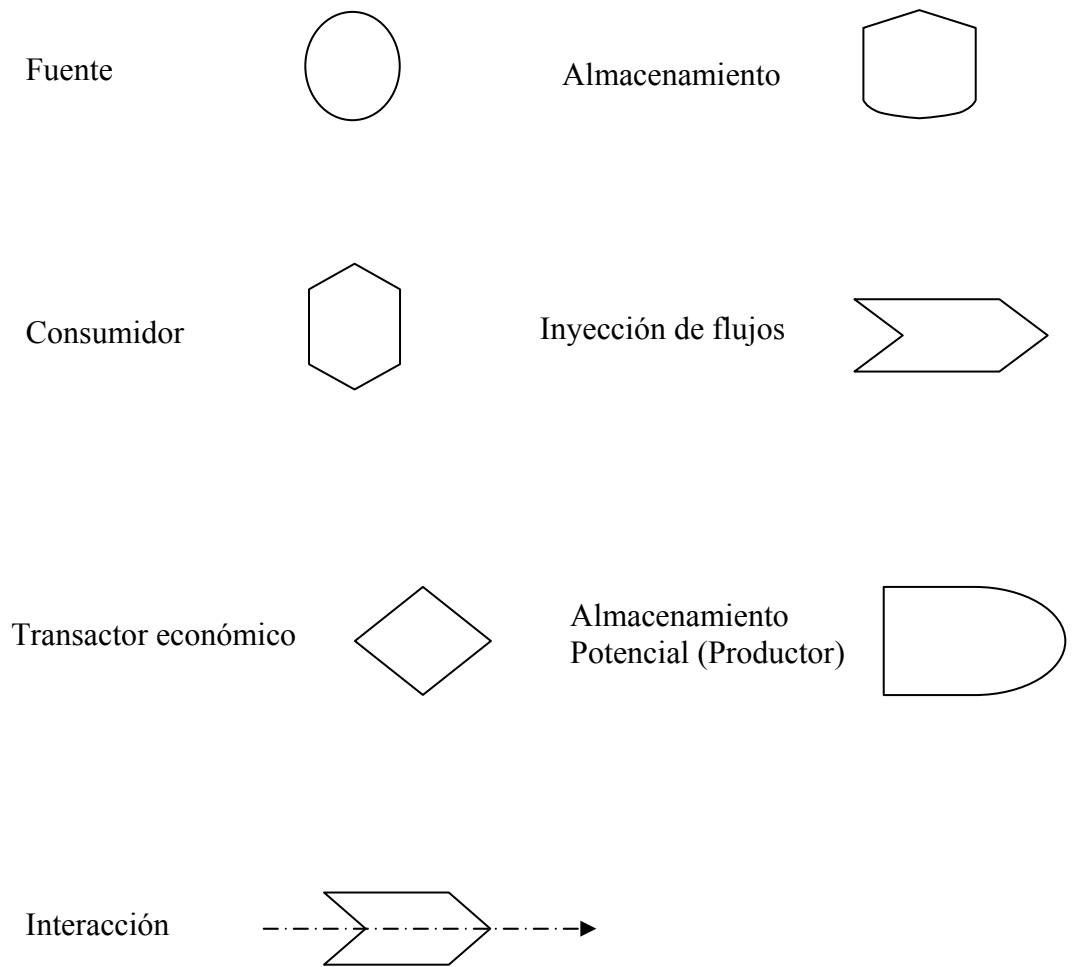


Figura 3. Símbolos del “lenguaje energético” utilizados en los diagramas de flujo de los sistemas (Odum, 1990).