



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SUELOS

**CENTRO DE AGROFORESTERÍA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**



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

**OPCIONES AGROFORESTALES PARA EL DESARROLLO DE
LA AGRICULTURA DE LADERA EN BOCA DEL MONTE,
AJALPAN, PUEBLA, MÉXICO**

T E S I S

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

PRESENTA:

AMBROSIO SUÁREZ ALVA

Chapingo, Estado de México; Marzo de 2010

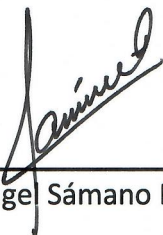


Tesis realizada por el C. **AMBROSIO SUÁREZ ALVA**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado; aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

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

DIRECTOR: 

Dr. Laksmi Reddiar Krishnamurthy

ASESOR: 

Dr. Miguel Ángel Sámano Rentería

ASESOR: 

Dr. Antonio Becerra Moreno

Tesis realizada por el C. **AMBROSIO SUÁREZ ALVA**, 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 AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DIRECTOR: _____
Dr. Laksmi Reddiar Krishnamurthy

ASESOR: _____
Dr. Miguel Ángel Sámano Rentería

ASESOR: _____
Dr. Antonio Becerra Moreno

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), de haberme otorgado la beca para realizar mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme nuevamente la oportunidad de prepararme, en esta ocasión a nivel maestría.

Al Departamento de Suelos y al Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible (CADS) por las facilidades que dispusieron para el buen desarrollo del programa de maestría durante estos dos años de estancia académica.

Al Dr. L. Krishnamurthy por la dirección de la presente investigación, así como sus conocimientos profundos compartidos en el área agroforestal.

Al Dr. Miguel Ángel Sámano Rentería por la orientación en el aspecto sociocultural y asesoría, así como el apoyo brindado durante el trabajo de campo.

Al Dr. Antonio Becerra Moreno por sus puntuales observaciones en el contenido de este estudio.

Al M.C. Mario Castelán Lorenzo por su apoyo durante el trabajo de campo con la identificación de especies, así como sus observaciones acertadas.

Al Ing. Arturo Peralta Solares del CADS, por su apoyo brindado en el proceso de planificación del trabajo de campo.

Al Dr. David Cristóbal Acevedo, por su disposición y seguimiento desde la Coordinación de la Maestría.

A Lolita Coronel Sánchez y Rocío Rodríguez Sosa, por su disposición y colaboración en los trámites administrativos durante mi estadía en la maestría.

A Juana de la carrera de Suelos, por su apoyo en la co-traducción al náhuatl del resumen.

DEDICATORIA

*A mi familia por todo el apoyo y comprensión
brindada durante estos años de estudio de la maestría.*

*A mis amigas y amigos de las diferentes carreras de la UACH,
así como mis amistades en la región de la Sierra Negra y Tehuacán.*

*A los campesinos de Boca del Monte, sobre todo aquellas y aquellos que me
recibieron en sus viviendas y parcelas para poder lograr este trabajo.*

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor del presente trabajo nació en la localidad de Boca del Monte, municipio de Ajalpan, en la región de la Sierra Negra de Puebla. Realizó sus estudios básicos en escuelas públicas bilingües (náhuatl-español) y telesecundaria de la misma comunidad.

La preparación media superior y profesional la realizó en la Universidad Autónoma Chapingo, ingresando en 1998, para egresar de la carrera de Ing. Agr. Esp. en Sociología Rural (2001-2005), y titularse con la temática del 'rol social del docente en la educación bilingüe' (octubre de 2006). Fue miembro del Cuadro de Honor durante seis ciclos escolares, integrante del Consejo Departamental de Sociología Rural (2003-2004), y presidente de la Asociación de Estudiantes Poblanos en la UACH (2003-2005). En los años 2008 y 2009 llevó a cabo sus estudios de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, realizados en la misma institución, para graduarse en marzo de 2010 con una investigación sobre las 'opciones agroforestales para el desarrollo de la agricultura de ladera', en particular de clima templado.

Ha sido ponente en congresos y foros, como en el 'IX Encuentro Regional de Estudiantes de Sociología', celebrado en marzo de 2004 en la BUAP, Puebla, Pue.; en el 'Primer Foro sobre Diversidad e Identidad Cultural', celebrado en octubre de 2008 en la UACH; en el 'Recital de Artes Verbales en Lenguas Indígenas Nacionales' de la VIII Feria del Libro del Zócalo de la Ciudad de México, DF, en octubre de 2008; y en el 'XI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas', celebrado en junio de 2009 en la UACH.

En el ámbito profesional y laboral se ha desempeñado como técnico-facilitador del PESA en la Huasteca potosina (2005); levantamiento censal en varios estados de la República del Programa de Apoyo a Jornaleros Agrícolas (2006), y en los Censos Económicos del INEGI (2009) en la región de la Sierra Negra de Puebla; así como auxiliar de capacitación en el distrito 15º de Ajalpan, del Instituto Electoral del Estado de Puebla (2007). También ha desempeñado cargos comunitarios en su lugar de origen. Actualmente trabaja de forma independiente en los sistemas agroforestales de la agricultura de ladera.

OPCIONES AGROFORESTALES PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA DE LADERA EN BOCA DEL MONTE, AJALPAN, PUEBLA, MÉXICO

Agroforestry options for the development of hillside agriculture in Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, Mexico

A. Suárez Alva; Dr. L. Krishnamurthy

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de contribuir al desarrollo de la agricultura de ladera a través de tecnologías agroforestales mejoradas en Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, México. La metodología de Diagnóstico y Diseño desarrollado por el Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF), fue aplicado para caracterizar el sistema de uso de la tierra e identificar las limitaciones, además de la aplicación de un cuestionario semi-estructurado para muestrear 12.5% de las familias campesinas sobre los aspectos socioeconómicos en el área de estudio, así como las observaciones de campo a través de transectos y discusiones informales con agricultores con experiencia y autoridades locales.

Los resultados muestran que el sistema de huertos caseros es predominante entre las familias campesinas (93%), mientras que las especies de árboles forestales en combinación con cultivos anuales se registraron en 87% de los predios, y 67% con frutales. La cría de animales, tanto mayores como menores, es practicada por 67% de las familias campesinas en el área de estudio, y la zona de pastoreo (80%) contiene árboles y arbustos forestales. Los resultados de la encuesta socioeconómica indican que los insumos costosos, condiciones climáticas adversas, baja productividad y poca comercialización, son las principales limitaciones.

Algunas de las tecnologías agroforestales mejoradas recomendadas para incrementar y sostener la productividad en el área de estudio son: milpa con árboles frutales en surcos en contorno, huertos caseros con mayor diversidad de especies, sistema silvopastoril con pastos mejorados y árboles frutales, sistema de pastoreo rotacional, cerco vivo con especies de árboles de uso múltiple, cinturones de protección con árboles maderables de alto valor, entomoforestería y acuaforestería.

Las políticas gubernamentales para superar las limitaciones socioeconómicas observadas en el área de estudio, así como el establecimiento de una escuela campesina para capacitar a la población local sobre el diseño y manejo de tecnologías agroforestales mejoradas propuestas en la presente tesis, pueden contribuir al desarrollo sostenible de la agricultura de ladera en la región de la Sierra Negra de Puebla, México.

Palabras clave: tecnologías agroforestales, agricultura de ladera, cultivo en callejones en contorno, México templado.

ABSTRACT

The present research was conducted with the aim of contributing to the development of hillside agriculture through improved agroforestry technologies in Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, Mexico. The Diagnosis and Design methodology developed by the World Agroforestry Centre (ICRAF) was applied to characterize the land use systems and identify the limitations, in addition to the application of a semi-structured questionnaire to survey 12.5% of the farm families on the socio-economic aspects in the study area, as well as field observations through transect and informal discussions with experienced farmers and local authorities.

The results show that the home garden system is predominant among the farm families (93%), while forest tree species in combination with annual crops was recorded in 87% of the farms, and 67% with fruits trees. Animal husbandry, both major and minor animals, is practiced by 67% of the farm families in the study area, and the grazing area (80%) consists of forest trees and shrubs. The socio-economic survey indicates that costly inputs, adverse climatic conditions, low productivity and poor marketing as principal limitations.

Some of the recommended improved agroforestry technologies to enhance and sustain productivity in the study area are: the corn with fruit trees in contour lines, alley cropping in contour hedges, home gardens with high-species diversity, silvopastoral system with improved grass species and fruit trees, rotational pastoral system, live fence with multipurpose trees species, shelter belts with high value timber trees, entomoforestry and acuaforestry.

Government policies to alleviate the socio-economic limitations found in the study area, as well as establishment of a farmer school to train local populations on the design and management of the improved agroforestry technologies proposed in the present thesis, can contribute for sustainable development of hillside agriculture in the Sierra Negra region of Puebla, Mexico.

Key words: agroforestry technologies, hillside agriculture, contour alley cropping, temperate Mexico.

OPCIONES AGROFORESTALES PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA DE LADERA EN BOCA DEL MONTE, AJALPAN, PUEBLA, MÉXICO

Tlatlamantli agroforestalme pampa moyekchihua yen ehuaka tlal-tikipanolis itech in Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, Mexico

A. Suárez Alva; Dr. L. Krishnamurthy

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de contribuir al desarrollo de la agricultura de ladera a través de tecnologías agroforestales mejoradas en Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, México. La metodología de Diagnóstico y Diseño desarrollado por el Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF), fue aplicado para caracterizar el sistema de uso de la tierra e identificar las limitaciones, además de la aplicación de un cuestionario semi-estructurado para muestrear 12.5% de las familias campesinas sobre los aspectos socioeconómicos en el área de estudio, así como las observaciones de campo a través de transectos y discusiones informales con agricultores con experiencia y autoridades locales.

Los resultados muestran que el sistema de huertos caseros es predominante entre las familias campesinas (93%), mientras que las especies de árboles forestales en combinación con cultivos anuales se registraron en 87% de los predios, y 67% con frutales. La cría de animales, tanto ganado mayor como menor, es practicada por 67% de las familias campesinas en el área de estudio, y la zona de pastoreo (80%) contiene árboles y arbustos forestales. Los resultados de la encuesta socioeconómica indican que los insumos costosos, condiciones climáticas adversas, baja productividad y poca comercialización, son las principales limitaciones.

Algunas de las tecnologías agroforestales mejoradas recomendadas para incrementar y sostener la productividad en el área de estudio son: milpa con árboles frutales en surcos en contorno, huertos caseros con mayor diversidad de especies, sistema silvopastoril con pastos mejorados y árboles frutales, sistema de pastoreo rotacional, cerco vivo con especies de árboles de uso múltiple, cinturones de protección con árboles maderables de alto valor, entomoforestería y acuaforestería.

Las políticas gubernamentales para superar las limitaciones socioeconómicas observadas en el área de estudio, así como el establecimiento de una escuela campesina para capacitar a la población local sobre el diseño y manejo de tecnologías agroforestales mejoradas propuestas en la presente tesis, pueden contribuir al desarrollo sostenible de la agricultura de ladera en la región de la Sierra Negra de Puebla, México.

Palabras clave: tecnologías agroforestales, agricultura de ladera, cultivo en callejones en contorno, México templado.

TZIKITZIN-TLAHKUILOLI*

Nin tlaixmachilistli omohchi kani motemohua se tlapalehuis ma moyekchihua ehuaka tlal-tikipanolis ihka tlamachilis-chihual agroforestalme tlayekchichihualme yen Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, Mexico. Ohtlamachilis itohkah Diagnóstico y Diseño ke kichihke itech in 'Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF)', omohkuik pampa tikishmatiskhe kenohmi tikipanohua in tlaia ihuan tikitaskhe tlatzakuilme, noihki omohkuik se amatlatlanilis pampa kalpanolis 12.5% yehuan tlal-kalchanehke kenohmi in nemilis ompa, kenin noihki tlamahuiso-tlalme ikan nehnemilis ihuan tlapohuilis inhuan masehual-tlatikipanohke tlen miek tlamachilis ihuan altepetl tekihuae.

Nihme tlapohualchichihualme kitohua kenin tlatokal kaltempa yen okaxi onka kampa tlal-kalchanehke (93%), kuauhtla-kuauhme inhuan miltlatokal moihtak 87% intlalme, ihuan 67% inhuan tlahkilome. Yolka-iskaltilis, kenin huehei ihuan tzitzinti, kinpiah 67% tlal-kalchanehke itech in tlamachtilis altepetl, ihuan kan-tlahpialis (80%) kipiah tlakohme ihuan kuauhtla-kuauhme. Omuasik noihki ken patioh tlakohual monehnek-tlala, tonalpa-kiauhtla xixihkui, amo tlamochihua-tlatokalis ihuan amo kiyek-nemahka, yenhuan okahchi tzakuililistli.

Sekihme tlamachilis-chihual agroforestalme tlayekchichihualme tlen moyek-kaki pampa momiektili ihuan ompa yekyehto tlamochihua-tlatokilis itech in tlamachtilis altepetl yen: mihli ikan kuauh-tlahkilome itech tlatokal-ixmelahuak, miektilis tlatokal-kaltempa, tlahpialis-kuauhtla ikan sacatl kuakuali ihuan kuauh-tlahkilome, tlahpialis ompa moyek-kohto, tentzakuil-yoltok inhuan miek-nehnekilis kuauhme, tlapalehui ehaka-tzayanali inhuan patioh kuauhme, serakuiliskaltilis-kuauhtla ihuan michiskaltilis-kuauhtla.

Hueitekihuakame tlahtolnahuatilis pampa yekpanohuis in nemil-tzakuilis tlen omotahke itech tlamachilis altepetl, kenin noihki ma motlali se tlal-masehual kaltlamachtilyan kampa ma kinmachtika altepechanehke ken kichihuaske ihuan ken kitlamaneloske in tlamachilis-chihual agroforestalme tlayekchichihualme tlen motemakahtok itech in ni tlaixmachilis amatlahtol, huelis tlapalehuis ma moyekchihua ehuaka tlal-tikipanolis itech in huei altepetl Sierra Negra yen Puebla, Mexico.

Yol-tlahtolme: tlamachilis-chihual agroforestalme, ehuaka tlal-tikipanolis, huei-melahuak tlatokal, Mexico yemankasesek.

* Versión náhuatl, variante lingüístico Sierra Negra-Tehuacán, Puebla.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	VIII
LISTA DE CUADROS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE SIGLAS UTILIZADAS.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL:	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	4
2.3. HIPÓTESIS Y SUPUESTOS	4
3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	5
3.1. LOS CAMPESINOS Y EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE.....	5
3.1.1. <i>La marginación de las comunidades campesinas e indígenas</i>	7
3.1.2. <i>Sistemas agrícolas tradicionales</i>	9
3.1.3. <i>Agricultura de ladera o Etnoagricultura</i>	11
3.1.4. <i>Alternativas y diversificación productiva</i>	14
3.1.5. <i>Las políticas públicas</i>	17
3.2. ASPECTOS GENERALES DE ZONAS DE LADERA.....	32
3.2.1. <i>Procesos y mecanismos erosivos en laderas</i>	35
3.2.2. <i>Técnicas de conservación del suelo</i>	39
3.3. EL SISTEMA MILPA	41
3.3.1. <i>Asociación y combinación de cultivos</i>	42
3.3.2. <i>El sistema Milpa Intercalada entre Árboles Frutales (MIAF)</i>	43
3.4. CONCEPTOS AGROFORESTALES.....	44
4. MARCO DE REFERENCIA.....	55
4.1. LOCALIZACIÓN	55
4.2. MEDIO BIOFÍSICO.....	55
4.2.1. <i>Geología</i>	55
4.2.2. <i>Clima</i>	57
4.2.3. <i>Hidrología</i>	59
4.2.4. <i>Vegetación</i>	61
4.2.5. <i>Fauna</i>	61
4.2.6. <i>Suelos</i>	62
4.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	64
4.3.1. <i>Población</i>	64
4.3.2. <i>Tenencia de la tierra</i>	66
4.3.3. <i>Servicios públicos</i>	67
4.3.4. <i>Economía y migración</i>	68
5. METODOLOGÍA.....	69

5.1. FASES DEL ESTUDIO	69
5.2. DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO	71
5.3. DIAGNÓSTICO AGROFORESTAL	71
5.4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO	73
5.5. DISEÑO DEL CUESTIONARIO	74
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
6.1. MANEJO Y USO DE LOS RECURSOS NATURALES	76
6.2. USO DE LA TIERRA	83
6.2.1. <i>Patrones de cultivo</i>	84
6.2.2. <i>Prácticas culturales</i>	86
6.2.3. <i>Producción ganadera</i>	91
6.2.4. <i>Producción de árboles</i>	92
6.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGROFORESTALES	94
6.3.1. <i>Árboles forestales con cultivos agrícolas</i>	95
6.3.2. <i>Árboles frutales con cultivos agrícolas</i>	98
6.3.3. <i>Huertos caseros</i>	106
6.3.4. <i>Árboles y arbustos del bosque</i>	109
6.3.5. <i>Agostadero</i>	114
6.4. INTERACCIONES ENTRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	118
6.5. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL	121
6.5.1. <i>Características de la unidad familiar</i>	121
6.5.2. <i>Fuerza de trabajo en los sistemas productivos</i>	122
6.5.3. <i>Servicios y organización comunitaria</i>	124
6.5.4. <i>Gastos y aportaciones</i>	128
6.5.5. <i>Comercialización e ingresos</i>	129
6.5.6. <i>Dificultades productivas</i>	133
6.6. LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES DEL SISTEMA DE USO DE LA TIERRA	136
6.7. PROPUESTAS AGROFORESTALES MEJORADAS	139
6.7.1. <i>Sistemas silvoagrícolas o agrisilvícolas</i>	142
6.7.2. <i>Sistemas silvopastoriles</i>	148
6.7.3. <i>Sistemas agrosilvopastoriles</i>	153
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
LITERATURA CITADA	169
ANEXO 1: HERRAMIENTAS/EQUIPOS AGRÍCOLAS	173
ANEXO 2: CUESTIONARIO	174

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Problemas y estrategias de solución en el municipio de Ajalpan, Puebla	31
Cuadro 2. Clasificación morfométrica del relieve de México a escala 1:250 000	35
Cuadro 3. Población por grupos de edad y sexo.....	65
Cuadro 4. Especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los nacimientos de agua.	81
Cuadro 5. Especies de árboles y arbustos forestales presentes con los cultivos agrícolas.....	95
Cuadro 6. Especies frutales con los cultivos agrícolas.	99
Cuadro 7. Manejo de frutales durante el año	101
Cuadro 8. Calendario de actividades del sistema milpa en las unidades muestreadas	102
Cuadro 9. Relación de árboles, arbustos y herbáceas en los huertos caseros de Boca del Monte	107
Cuadro 10. Árboles y arbustos de los bosques en las cercanías de las viviendas de Boca del Monte.....	111
Cuadro 11. Épocas y precios de comercialización de los productos agrícolas.....	131
Cuadro 12. Análisis FODA de la comunidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Rotación de cultivos en la zona templada de la Sierra Negra de Puebla	40
Figura 2. Ejemplo de cultivo de maíz intercalado con durazno	43
Figura 3. Ubicación del área de estudio.....	55
Figura 4. Zonas de la comunidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla	58
Figura 5. Mapa de precipitación de la región Sierra Negra-Tehuacán	59
Figura 6. Parcelas agrícolas en ladera con relictos de bosque templado	63
Figura 7. Vista panorámica, de Tlakotla hacia la zona templada de transición	63
Figura 8. Terreno de ladera con aptitud y uso forestal erosionado.....	64
Figura 9. Procesión del Día de la Virgen de Guadalupe	66
Figura 10. Mapa de la comunidad de Boca del Monte con las unidades muestrales estudiadas.....	72
Figura 11. Transecto con la agro-biodiversidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla.....	77
Figura 12. Áreas en recuperación con las primeras especies vegetales	78
Figura 13. Acahual en descanso con agaves a nivel, en la zona de transición.....	78
Figura 14. Acarreo manual de leña, en la zona del parteaguas	80
Figura 15. Tanque de ferrocemento, en la zona de transición	80
Figura 16. Vista general de las condiciones donde se practica la agricultura de ladera.....	82
Figura 17. Obras de conservación de suelos y agua: presa de gavión, en la zona centro	83
Figura 18. Sistema año y descanso en dos parcelas contiguos	86
Figura 19. Siembra en mata del sistema milpa	87
Figura 20. Cultivo de chícharo, como cobertera en invierno.....	90
Figura 21. Árboles y arbustos dispersos con el sistema milpa, en la zona de transición.....	97
Figura 22. Gráfica de los principales usos/productos de los árboles y arbustos en cultivos agrícolas.	97
Figura 23. Representación horizontal de árboles y arbustos con el sistema milpa	98
Figura 24. Gráfica del total de frutales por especies encontradas en los predios	99
Figura 25. Árboles frutales en el sistema milpa	100
Figura 26. Representación horizontal de frutales con el sistema milpa	100
Figura 27. Arado de la parcela con plantación de frutales en marco real	102
Figura 28. Huertos caseros en la zona de transición.....	108
Figura 29. Frecuencia de leñosas presentes en los bosques por predio.....	112
Figura 30. Aprovechamiento para leña de árboles y arbustos del bosque.....	113
Figura 31. Frecuencia de uso con respecto al total de especies	113
Figura 32. Práctica silvopastoril con especies menores en clima templado	114
Figura 33. Promedio de especies animales por unidad familiar.	116
Figura 34. Porcentaje de unidades familiares por especie de animal.....	117
Figura 35. Huerto casero y aves de traspatio en la zona centro.....	119

Figura 36. Animales de traspatio (porcino) en las inmediaciones del sistema árboles y arbustos del bosque y del huerto casero, en la zona de transición	119
Figura 37. Vivienda sin energía eléctrica en la zona de Tlakotla.....	126
Figura 38. Distancias promedio al centro por grupos de porcentaje de las viviendas.....	126
Figura 39. Inauguración del drenaje sanitario en el centro de la comunidad	128
Figura 40. Práctica de trueque en el tianguis regional de Acatepec, Zoquitlán, Puebla.....	130
Figura 41. Mercados y/o tianguis en la región de la Sierra Negra y valle de Tehuacán.....	131
Figura 42. Porcentajes de actividades complementarias en el interior de la localidad.....	133
Figura 43. Porcentajes de opiniones respecto a los problemas identificados y soluciones, en los sistemas de producción de Boca del Monte	135
Figura 44. Condiciones de la carretera estatal Circuito Sierra Negra y de una brecha en la zona centro-parteaguas de Boca del Monte	138
Figura 45. Práctica de barbecho mejorado en el sureste asiático	143
Figura 46. Propuesta de milpa con frutales en la agricultura de ladera	145
Figura 47. Esquema de agricultura de contorno en ladera.....	146
Figura 48. Agricultura de contorno en climas templados y/o fríos de Asia	146
Figura 49. Uso del aparato 'A'	147
Figura 50. Pastos y árboles en contorno para ganado confinado.....	149
Figura 51. Diagrama del módulo silvopastoril propuesto para la zona de transición y media.	151
Figura 52. Huerto casero ideal.	155
Figura 53. Ejemplo de cortinas o barreras rompevientos.....	156
Figura 54. Producción de miel de abeja en el bosque.	157
Figura 55. Agricultor o campesino puede también ser piscicultor.	158
Figura 56. Finca o predio ideal con los diferentes sistemas agroforestales mejorados.	162

LISTA DE SIGLAS UTILIZADAS

ADR	-----	Agencia de Desarrollo Rural
CDI	-----	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
CECYT	-----	Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos
CMDRS	-----	Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable
COLPOS	-----	Colegio de Postgraduados
CONAFOR	-----	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	-----	Comisión Nacional del Agua
ECOSUR	-----	El Colegio de la Frontera Sur
FAO	-----	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FODA	-----	Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas
ICRAF	-----	Centro Mundial de Agroforestería
IDH	-----	Índice de Desarrollo Humano
IMSS	-----	Instituto Mexicano del Seguro Social
INE	-----	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	-----	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INI	-----	Instituto Nacional Indigenista
LDRS	-----	Ley de Desarrollo Rural Sustentable
MIAF	-----	Milpa Intercalada con Árboles Frutales
OET	-----	Ordenamiento Ecológico Territorial
ONG	-----	Organización No Gubernamental
OTC	-----	Ordenamiento Territorial Comunitario
PEA	-----	Población Económicamente Activa
PEC	-----	Programa Especial Concurrente
PESA	-----	Programa Especial de Seguridad Alimentaria
PMDRS	-----	Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable de Ajalpan, Puebla
PMSL	-----	Proyecto Manejo Sustentable de Laderas
PND	-----	Programa Nacional de Desarrollo
PNUMA/UNEP	-----	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROCAMPO	-----	Programa de Apoyos Directos al Campo
RTQ	-----	Roza-Tumba-Quema
SAGARPA	-----	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SDR	-----	Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla
SEDESOL	-----	Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno de la República
SEMARNAT	-----	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SICOB	-----	Sistema de Conservación de la Biodiversidad
SSP	-----	Sistemas Silvopastoriles
UACH	-----	Universidad Autónoma Chapingo
UNAM	-----	Universidad Nacional Autónoma de México
UMR	-----	Unidad Médica Rural

1. INTRODUCCIÓN

Para la agricultura tradicional que aún subsiste en las regiones marginadas e indígenas de nuestro país, el manejo adecuado de recursos naturales y aprovechamiento sostenible a futuro todavía es posible lograrlo. Varias alternativas se han implementado para diversificar la producción agropecuaria de subsistencia, así como el reconocimiento de las prácticas de uso racional de los recursos naturales a través de las instituciones con programas remunerativos por conservar la diversidad biológica y mitigar el cambio climático.

El llevar alternativas a estas regiones ya no sólo deben ser eficientemente más productivas, sino ecológicamente más sostenibles. Con ello se asegura un impacto positivo en la conservación de los recursos naturales, así como su aprovechamiento equilibrado para las generaciones presentes y futuras. Las opciones tecnológicas deberán llevar el distintivo de ‘sostenible’ en cualquier área productiva que se quiera impactar.

Para las dificultades o limitantes que sufren los campesinos de agricultura tradicional o de subsistencia, enclavados comúnmente en las zonas montañosas, con terrenos fuertemente escarpados y pendientes pronunciadas, la Agroforestería surge como una alternativa productiva, económica, social y ecológicamente viable para este tipo de campesinos. Es productiva porque aumenta y diversifica los rendimientos; económica porque con ello puede incrementar sus ingresos provenientes de su predio; social porque los campesinos de subsistencia lo han estado practicando generación tras generación, y por ende hay mayor posibilidad de adaptarlo; y ecológicamente viable porque acrecienta y conserva la biodiversidad, así como los recursos suelo y agua, capta mayor índice de carbono, entre otras ventajas y beneficios.

Dentro de las metodologías para llevar a cabo las opciones agroforestales, se encuentra la de Diagnóstico y Diseño (D&D). Tomándolo como base, el presente trabajo de investigación se acota solamente al diagnóstico agroforestal, para conocer e identificar los sistemas agroforestales que practican los campesinos de la sierra alta del municipio de Ajalpan, Puebla, particularmente en la comunidad de Boca del Monte. Con ello se

pretende ofrecer un marco de referencia para estudios posteriores de los sistemas agroforestales en terrenos con ladera en condiciones de clima templado o similares; así mismo este trabajo persigue el objetivo de contar con un documento donde se plasme las prácticas culturales de producción que llevan a cabo los campesinos de Boca del Monte, y de igual forma los intereses y planes de diversificación y reconversión productiva que pretenden implementar.

En la metodología D&D, la caracterización identifica el patrón de uso de la tierra en la tradición agroforestal, sus componentes, su distribución, prácticas de manejo y el objetivo de producción; mientras que el diagnóstico define los potenciales y limitaciones de los sistemas existentes del uso de la tierra. Después de este primer paso, y en base a ellos, se propone el diseño y manejo de las tecnologías agroforestales mejoradas, tomando en cuenta que sean de bajo costo y con pocos insumos, con un manejo simple, y el uso y reciclaje de recursos locales disponibles. Al final se hace un análisis y una evaluación de los beneficios socioeconómicos y de seguridad alimentaria para las familias de agricultores a través de los sistemas agroforestales mejorados (Krishnamurthy & Uribe, 2002). En el presente trabajo se retoma la metodología D&D, aunque su alcance se limita a la caracterización y propuesta de tecnologías agroforestales.

Este primer capítulo menciona cómo está estructurado el trabajo. El siguiente capítulo describe el objetivo general y los específicos, y las hipótesis y/o supuestos. En el capítulo tres se aborda la revisión teórica conceptual del desarrollo rural y la seguridad alimentaria, así como las políticas públicas que se aplican en México regidas a través de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS). De igual forma se define la agricultura de ladera y sus características, así como las técnicas de conservación que se aplican a esta etnoagricultura. Por último se plantea las particularidades del sistema milpa, así como la definición de agroforestería y la clasificación de sistemas agroforestales.

El capítulo cuatro muestra la primera parte de Materiales y Métodos, que se refiere al Marco de Referencia. Aquí se lleva a cabo la descripción del lugar de estudio a través del diagnóstico biofísico y socioeconómico de la comunidad de Boca del Monte,

municipio de Ajalpan, Puebla; los datos se obtuvieron a través de fuentes oficiales como el INEGI, SEDESOL, IMSS y de las autoridades locales. Es menester mencionar que esta información, y los respectivos datos, son a nivel general de la comunidad de Boca del Monte, y no pertenece a la obtenida de las unidades familiares y sus respectivos predios y/o parcelas que se tomaron como muestra en este trabajo de investigación para la caracterización de los sistemas agroforestales presentes.

En el siguiente capítulo se describe la Metodología aplicada en todo el proceso de investigación. En ella se explica el diseño no experimental utilizado, así como las herramientas y técnicas en que se apoyó para el trabajo de gabinete y la fase de campo.

El capítulo seis aborda los Resultados obtenidos y la Discusión que se realiza sobre ellos. Aquí se describe el aprovechamiento que la población lleva a cabo de los recursos naturales, así como los diferentes usos de la tierra. Se presenta la caracterización de las prácticas agroforestales observadas, así como la interacción entre ellas. Los aspectos socioeconómicos y el análisis FODA se presentan en los apartados 6.5 y 6.6, respectivamente, y es el resultado del análisis e interpretación de los datos obtenidos de las unidades muestrales (o predios visitados) que fueron objeto de estudio; por lo que esta información no necesariamente puede ser generalizada o extrapolada en términos proporcionales a nivel comunidad o municipal, ya que las condiciones en cada familia, vivienda o predio son diferentes unas de otras. En el último apartado de este capítulo se plantean las propuestas agroforestales que se pueden implementar en las condiciones de agricultura de ladera, y con énfasis en el clima templado y transición al semiárido, característicos de la comunidad de Boca del Monte.

En el último capítulo se exponen las Conclusiones y Recomendaciones. En este apartado se menciona la relación entre los objetivos planteados al inicio y las conclusiones a que se llegaron al final del trabajo, los alcances y los limitantes que se identificaron en el desarrollo de la presente investigación. Y por último se mencionan algunas recomendaciones, tanto para la diversificación productiva y procesos organizativos, como líneas de investigación para nuevos trabajos en las áreas de agroforestería, conservación de suelos y desarrollo rural.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general:

Proponer opciones agroforestales mejoradas para la agricultura de ladera en la comunidad de Boca del Monte, municipio de Ajalpan, Puebla, en la región conocida como Sierra Negra, en base a la caracterización de los sistemas tradicionales de producción

2.2. Objetivos específicos:

- Realizar un inventario y caracterización de los sistemas agroforestales existentes en la zona de estudio.
- Proponer a los agricultores y otros administradores de recursos, tecnologías agroforestales mejoradas y conocimientos de gestión que les permitan mejorar y mantener la productividad de sus tierras en laderas.

2.3. Hipótesis y supuestos

- El sistema milpa intercalado entre árboles frutales ofrece mayores beneficios económicos y alimenticios en la agricultura de ladera de clima templado con respecto al sistema milpa tradicional.
- Las especies forestales presentes en las áreas agrícolas de ladera son de usos múltiples.

3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1. Los campesinos y el desarrollo rural sostenible

La calidad de vida de los habitantes de zonas rurales y campesinas en México, por mucho tiempo ha estado por debajo de los promedios nacionales en cuanto a servicios públicos y alimentación. Esto conlleva a reflexionar sobre la política que se está implementando hacia estos ciudadanos del país, que diariamente están en contacto directo con la naturaleza modificada a sus necesidades. Si se habla de política de desarrollo, muy poco de este concepto llega hasta esos campesinos e indígenas, enclavados en las zonas marginadas de la extensa superficie nacional.

Hay un problema adyacente con la agricultura campesina y de subsistencia, ya que a medida que los campesinos se enfocan a la agricultura comercial, las fuerzas económicas del mercado influyen crecientemente en el modo de producción, el cual se caracteriza por los cultivos genéticamente uniformes y paquetes mecanizados y/o uso de agroquímicos, que a la larga ocasiona efectos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud del agricultor. El diseño de sistemas agrícolas sostenible y de tecnologías apropiadas dirigidas a mejorar la producción alimentaria campesina para la autosuficiencia, debería incorporar cultivos nativos y parientes silvestres dentro y alrededor de los campos para complementar los diversos procesos de producción (Altieri & Nichols, 2000).

Una alternativa al uso de agroquímicos son los *biofertilizantes*, productos con base a microorganismos benéficos (bacterias y hongos), que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan a su proceso natural de nutrición, además de ser regeneradores de suelo. Son productos que no contaminan ni degradan la capacidad productiva del suelo, son regeneradores de la población microbiana, y tienen una función protectora del sistema radicular de la planta contra microorganismos patógenos. El incremento del costo para un productor es de sólo 10%, y los beneficios son mayores, tanto productivo como de la conservación del ambiente (Morales, 2006).

Este será parte del desarrollo rural sostenible, con el fin de coadyuvar a la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento racional de los recursos locales para conseguir la autosuficiencia alimentaria y un ingreso económico para la mejora social.

Leff (2004) menciona que el discurso del desarrollo sostenible fue oficializado y difundido ampliamente a raíz de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, Brasil en 1992, aunque la conciencia ambiental venía dándose desde la década de los 70's. Y esto se refleja en el Informe Brundtland (Nuestro Futuro Común) en 1987, donde empezó a plasmarse el sentido del desarrollo sostenible, dándole la definición como aquel 'proceso que permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender a las generaciones futuras'. Este discurso busca establecer un terreno común para una política de consenso capaz de integrar los diferentes intereses de países, pueblos y clases sociales que plasman el campo conflictivo de la apropiación de la naturaleza.

Una apropiación racional del entorno es posible a través de un desarrollo rural sostenible. La sustentabilidad de un sistema de producción rural corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades de la humanidad, sin afectar, y de ser posible, mejorar el recurso del que depende el sistema. Un sistema de producción rural sustentable es sólo uno de los elementos del concepto global del desarrollo sostenible que incluye una serie de condiciones fuera del sistema rural que se clasifican como económicos, sociales, ecológicos, políticos e institucionales (Torquebiau, 1990).

En los textos oficiales del Estado mexicano este discurso aparece con el nombre de 'desarrollo sustentable', por ejemplo en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Para fines prácticos, en este trabajo se usa el término 'sostenible', ya que es el concepto al que se han referido y utilizado los investigadores de la ciencia agroforestral tanto en México como en otros países. Cuando sea el caso de citar fuentes oficiales como 'desarrollo rural sustentable', se hará uso de ese término como sinónimo de sostenible.

El concepto de seguridad alimentaria empezó a discutirse con la crisis del mercado alimentario mundial en la primera mitad de la década de los 70's. Posteriormente, aun

con la sobreproducción, la polémica en este tema siguió su auge, hasta llegar a su definición durante la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996 en Roma, Italia, en donde se explica que ‘seguridad alimentaria, a nivel individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando las personas en todo momento tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana’ (FAO-SAGARPA, 2009).

La seguridad alimentaria constituye, en principio y según Torres (2003), un impulso casi instintivo de los grupos humanos por asegurar su sobrevivencia frente a la escasez. La variable tiempo asociada con las expectativas inciertas de la relación producción-disponibilidad, representa un factor de primer orden a partir del cual se conforman las reservas alimentarias necesarias para asegurar el equilibrio social, originado en una carencia no prevista de alimentos.

Los esfuerzos para alcanzar la seguridad alimentaria en México se han venido dando a través de diferentes programas. El más reciente implementado por SAGARPA y FAO es el Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESA), que inició en 1994 en los países de bajos ingresos y con déficit alimentario, y en nuestro país el programa piloto inició en el año 2002 teniendo como objetivo una cobertura nacional para las zonas de alta y muy alta marginación (Baca *et al*, 2008). Para el PESA-FAO, la seguridad alimentaria se define como ‘el acceso de las familias de zonas rurales marginadas a suficientes alimentos saludables y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias con el objeto de llevar una vida activa y sana, preferentemente basado en el aprovechamiento de los recursos locales, sustentado en aspectos ambientales, sociales y económicos, y con certidumbre en el tiempo’. Esta definición busca la autosuficiencia basada en la producción local con recursos locales (FAO-SAGARPA, 2009).

3.1.1. La marginación de las comunidades campesinas e indígenas

En la época prehispánica, la mayoría de la tenencia de la tierra era de uso común, denominado *altépetl*, en ella los indígenas practicaban la agricultura de tal forma que llevaban un relativo equilibrio ecológico con el entorno natural. Con la llegada de los

españoles, esta dinámica social de los originarios se transformó; los indígenas fueron replegados hacia las serranías, y en los valles se quedaron los conquistadores, con las tierras más fértiles. Ante este nuevo panorama, en las zonas montañosas se empezó a practicar la agricultura, cambiando el uso del suelo de ladera, de forestal a agrícola.

Conforme la población aumenta, hay mayor requerimiento de alimentos, y con ello nuevas tierras se van abriendo para los cultivos. Por tanto, los campesinos de escasos recursos y los indígenas van buscando nuevas tierras en las zonas más inhóspitas y marginadas, en busca de su fuente de sobrevivencia. En estas nuevas concentraciones humanas faltan servicios públicos, comunicación, y diversificación de oportunidades de empleo. Por ejemplo, de los municipios que conforman la Sierra Negra de Puebla, la mayoría de ellos presentan niveles de marginación altos y muy altos.

Como parte de la política federal para contribuir el desarrollo de estas comunidades, instituciones como la SEDESOL han implementado programas como el de Microrregiones, que a través de la Estrategia 100x100, busca transformar las condiciones de rezago de los 125 municipios del país con menor índice de desarrollo humano (IDH), a través del mejoramiento de las condiciones de vida de la población y del incremento de las posibilidades para una mayor productividad y empleo (SEDESOL, 2010).

Otros programas como el PESA también apoyan con diversas actividades productivas para el desarrollo rural sostenible, actualmente tiene presencia en 60 de estos municipios con menor IDH; sus principios son la participación activa, identidad y cultura local, corresponsabilidad y subsidiaridad, sostenibilidad, y desarrollo de las capacidades como eje rector. Su objetivo es desarrollar capacidades para la reducción de pobreza (alimentaria, de capacidades y patrimonial) en la población que vive en comunidades de alta marginación a través de las Agencias de Desarrollo Rural (ADR) que promuevan, de manera participativa, el desarrollo microrregional por medio de proyectos, gestión local y coordinación institucional (FAO-SAGARPA, 2009).

3.1.2. Sistemas agrícolas tradicionales

El origen y desarrollo de la agricultura fueron posibles gracias a que la especie humana acumuló durante miles de años el conocimiento de las plantas y animales que la beneficiaban: sus hábitos, los lugares donde viven, ciclos reproductivos y condiciones climáticas que favorecen su desarrollo. Transformado de recolector en productor, el hombre seleccionó las plantas más grandes, las más resistentes o las más productivas, y basado en sus conocimientos favoreció el desarrollo de las elegidas. Como consumidor seleccionó también las que tenían mejor sabor, las más energéticas, las que se cocían más rápido o las de colores más atractivos. Se esforzó en aumentar el tamaño de las partes que le interesaban: raíces, tallos, frutos; también por hacer una ‘selección inversa’, es decir, reducir las partes o las sustancias que le desagradaban o que constituían un peligro para su salud o su vida (Aleman, 2007).

Con todo ello, señala el mismo autor, es posible reconocer en este proceso de selección tres características fundamentales: 1) aunque fue intencionado, muchas veces se dio de manera inconsciente, y necesitó de cientos de generaciones de agricultores trabajando durante miles de años; 2) fue y ha sido colectivo, ya que participan hombres y mujeres, niños, adultos y ancianos, y generacional: el conocimiento se transmite de padres a hijos y circula dentro de la comunidad, y 3) tuvo como fuente de materiales la gran diversidad genética natural, las miles de plantas y animales de su entorno.

Pero esta agricultura se vio transformada por la necesidad de producir más para las grandes concentraciones humanas en las ciudades, por lo que se ha perseguido el obtener mayor producción de alimentos a través de la innovación de los insumos, del mejoramiento genético de las especies, así como del manejo del suelo. Ello ha traído como consecuencia el que se eliminen todo tipo de especies ‘no útiles’ en el cultivo principal a producir; así que se ataca a los arvenses, porque se requiere una producción homogénea con la mayor cantidad posible. La Revolución Verde a mediados del siglo pasado hizo posible que la hambruna del mundo disminuyera relativamente, pero con la consecuencia de una especialización de técnicas y cultivos agrícolas, que trajo consigo una reducción del número de especies vegetales cultivables: maíz, trigo, arroz, sorgo,

papa, frijol, cebada, avena, entre otras. Sin embargo, en las últimas tres décadas se ha retomado la importancia de sistemas agrícolas con mayor espectro cultivable.

Es una respuesta hasta cierto punto natural de la dinámica productiva, ya que los apoyos tanto de la agricultura transnacional como de los centros de investigación agrícola, no se basan en el conocimiento indígena, sino que ocupan las mejores tierras, generalmente planas, mecanizables e irrigables. Los campos de experimentación para producir tecnologías de la ‘agricultura industrializada’, generalmente, son ajenos a los campesinos, de tal manera que cuando intentan adoptar las técnicas propuestas necesitan del asesoramiento de extensionistas altamente especializados y de insumos exteriores inalcanzables para el bolsillo de los pobres del campo. La ‘transferencia de tecnología’ se da en un ambiente social en donde el agrónomo y el técnico supuestamente lo saben todo y el campesino es ignorante. Frecuentemente, las dependencias oficiales promueven cambios tecnológicos y de semillas sin tomar en consideración la opinión de los campesinos. Ellos adoptan partes de la misma, pero nunca todo el paquete tecnológico (Boege, 2003).

Es por ello que muchos programas institucionales suelen fracasar, ya que en la agricultura de temporal o de ladera, como el mismo autor lo indica, no hay una investigación agronómica sistemática de parte de los centros científicos para su buen manejo, y es aquí donde se ubica la mayoría de las unidades de producción y en donde los campesinos indígenas han desarrollado sus tecnologías y se conservan muchos conocimientos acerca del manejo de la biodiversidad.

En este aspecto, Linck (2005) menciona que el fomento de una agricultura de menor intensidad, fincada en un aprovechamiento global de los recursos y en un uso razonado de equipos e insumos de origen industrial, puede ofrecer alternativas económicas viables en áreas de bajo potencial productivo, ya que se hace una valorización de las sinergias que vinculan entre sí actividades de naturaleza distinta, como producción animal y vegetal, agricultura y recolección, producción para la venta y el autoconsumo, actividades agropecuarias y actividades desarrolladas fuera de la unidad de producción.

En este sentido, la diversificación garantiza una mayor estabilidad de los sistemas productivos, en sus dimensiones tanto individuales como colectivas, suele brindar respuestas oportunas a los riesgos bioclimáticos y mercantiles, que suelen obstaculizar el desenvolvimiento de las áreas identificadas como de bajo potencial. También es una opción viable para atacar el problema del minifundio y su baja producción, ya que como señala Ruiz (2000), la presión de los campesinos sobre sus unidades mínimas de producción agrícola ha causado el deterioro y/o degradación física, química y biológica al extremo de favorecer la desertificación y erosión de las tierras, propiciando el abandono de éstas y el éxodo hacia las zonas urbanas o la migración al vecino país del norte. Esto a la larga representa una pérdida irreparable en el desarrollo de la agricultura nacional.

Para evitar esto, se deben revalorar los sistemas agrícolas, conocimientos y principios agrícolas y agroforestales emanados de las tradiciones de los pueblos indígenas mediante el uso de la agroecología, que los mejores campesinos aplican en este terreno (Boege, 2003). Así que este autor propone:

- La preservación y recreación de las semillas criollas *in situ*.
- El cuidado de las áreas arboladas, incluyendo la biodiversidad de flora y fauna silvestre.
- El cuidado de las plantas silvestres no maderables de valor económico, incluyendo las plantas medicinales y de otros uso útiles.
- El mantenimiento de un patrimonio de conocimientos empíricos ecológicos y agroecológicos, con el inmenso potencial biogenético que esto significa.
- La conservación de suelos mediante la construcción o el mantenimiento de terrazas, tecedorales, curvas a nivel, barreras vivas, entre otras
- El cuidado de los manantiales, arroyos, pozos y diversos cuerpos de agua.

3.1.3. Agricultura de ladera o Etnoagricultura

Martínez citado por Vargas (2005), define a la agricultura tradicional como ‘el acervo milenario del proceso de domesticación de la flora y la fauna, es una cultura, un modo de vida, un modo de ser y de pensar que se manifiesta en usos y costumbres técnicos del

aprovechamiento del suelo, de la biota, de la flora y del entorno, donde se obtiene el sustento diario’.

En la misma obra, se cita a Hernández Xolocotzi, quien menciona que la agricultura campesina se realiza en condiciones limitantes a la producción agrícola, de esta manera se pueden encontrar conocimientos sobre uso potencial de plantas y animales, aprovechamiento y manejo de recursos, agroecosistemas y sistemas ecológicos, pero que, sin embargo, no se descarta que sean favorables o desfavorables; que las culturas ubicadas en algunas regiones son el resultado de la conquista y la marginación social de varios siglos y el estudio de su agricultura puede coadyuvar a la solución de problemas actuales. Esta agricultura tiene dos componentes: conocimientos y habilidades que no sólo se transmiten de una generación a otra, sino que implican un aprendizaje práctico, adquirido a través de la experiencia; así mismo hace hincapié en que el conocimiento campesino no sólo pertenece al hombre, pues la mujer posee un amplio conocimiento al respecto, el cual abarca aspectos tanto bióticos como abióticos, e incluye los saberes sobre las relaciones que se establecen entre ambos factores.

Por su parte, Sámano citado por Vargas (2005), divide a la agricultura tradicional en campesina e indígena, dependiendo de quienes la practican; la campesina tiene como base una tecnología agrícola tradicional, caracterizada porque se realiza por productores minifundistas utilizando mano de obra familiar, posee ganadería de traspatio o un huerto familiar, y es en esencia de autoconsumo; la lógica de la economía campesina radica en mantener un equilibrio entre los ingresos generados y los egresos necesarios. Por su parte, la agricultura indígena posee las mismas bases que la campesina, la diferencia es el factor cultural; los campesinos indígenas mantienen una relación muchos más estrecha con su tierra y su territorio, que los identifica con un lugar específico; los campesinos indígenas tienen costumbres y tradiciones agrícolas diferentes a las de los campesinos mestizos, debido a su cosmovisión y la forma de relacionarse con la naturaleza. En ésta encontramos rituales que se realizan hacia fuerzas ‘superiores’ de la naturaleza, dueños (principalmente santos) de los bosques, entre otros.

En la misma obra se diferencia el campo científico que intenta hacer los estudios, de la actividad práctica; es decir, para el caso de la agricultura indígena, el campo científico que sistematiza los conocimientos es la etnoagronomía, etnoecología o etnotecnología; en tanto que por la actividad práctica, el proceso productivo es la Etnoagricultura.

La agricultura tradicional, agricultura campesina, saberes campesinos, tecnología agrícola tradicional o Etnoagricultura son conceptos que encierran aspectos culturales propios de un grupo humano, en donde la agricultura está articulada a una ideología, a la simbolización de un ambiente, al significado social de recursos y creencias, lo que genera un estilo ‘étnico’ de percepción y apropiación, un acceso socialmente sancionado, prácticas de manejo de los ecosistemas y patrones culturales de uso y consumo de los recursos; el saber tecnológico autóctono articula el conocimiento propiamente técnico, con todo un sistema de ideas, saberes, percepciones y capacidades de innovación dentro de contextos geográficos, ecológicos, sociales y culturales específicos.

El hecho de que en las comunidades campesinas, marginadas e indígenas las prácticas agrícolas sean para fines de autoconsumo, conlleva a relacionarlos con la agricultura de subsistencia. Éste concepto a la vez conduce a otra definición, la Etnoagricultura, entendida ésta como el conocimiento empírico del suelo, de la biodiversidad y su interacción con los factores climáticos del medio ambiente, y el arte de aplicarlo para alcanzar la producción óptima de las especies de interés. En este agroecosistema los indígenas domesticar plantas, que se caracterizan por la gran diversidad genética que permiten la mejor adaptación de la planta en un ambiente. Aunque cada ambiente es invadido por arvenses o malezas, diferentes a las cultivadas, son emparentadas con éstas y utilizadas como alimentos, medicinas y forrajes y son cosechadas antes para evitar competencia con el cultivo principal (Díaz *et al.*, 2003).

Esta etnoagricultura o agricultura de ladera, es la que se sigue practicando en las comunidades marginadas de las serranías y zonas montañosas, la mayoría de ellas enfocadas a satisfacer las necesidades alimenticias de las familias (autoconsumo), y en menor escala, a la venta y el trueque o intercambio de los excedentes con otros

productos agrícolas. Francis citado por Altieri & Nichols (2000), menciona que los sistemas tradicionales de cultivos múltiples producen entre el 15 al 20% de la provisión mundial de alimentos. La prevalencia de sistemas de cultivos complejos y diversificados es de capital importancia para los campesinos, ya que las interacciones entre cultivos, animales y árboles resultan en sinergias benéficas que permiten a los agroecosistemas patrocinar sus propia fertilidad, control de plagas y productividad.

La agricultura campesina es generalmente de pequeña escala, y funciona mediante el uso preponderante de energía humana y animal. Utiliza poca maquinaria, pero el uso de fertilizantes crece porque la fertilidad de los suelos disminuye. Su producción es diversificada en el espacio (varias plantas de diferente tamaño o ciclo de vida en una misma parcela) y en el tiempo (plantas de ciclo corto conviviendo con otras de ciclo largo, en relevos o intercaladas), además está eslabonada, de forma que los residuos de un cultivo pueden ser abono de otros o alimento para los animales. Uno de sus atributos destacables es el uso múltiple de sus productos, esto es, la utilidad de las diferentes partes de una planta para distintos fines o en diferentes tiempos (Alemán, 2007).

3.1.4. Alternativas y diversificación productiva

Para optimizar el agroecosistema campesino, se pueden seguir ciertos lineamientos para conseguir una agricultura sostenible, con la acumulación de materia orgánica y reciclaje de nutrientes, actividad biológica del suelo, mecanismos de control natural (eliminación de enfermedades, control biológico de insectos, interferencia de malezas), conservación y regeneración de los recursos (suelo, agua, germoplasma), y con ello el incremento general de la agrobiodiversidad. Para conseguir todo lo anterior, es necesario el cambio a tecnologías de propósito múltiple, como los cultivos de cobertera o abonos verdes, policultivos, rotación de cultivos, abono orgánico del suelo, agroforestería, y sistemas de cultivos y ganadería (Altieri & Nichols, 2000).

Para ello es de suma importancia la selección de especies que integrarán los sistemas agrícolas o agroforestales, con el objetivo de obtener los mayores beneficios. Por ejemplo, Montiel (2004) describe una experiencia en el estado de Michoacán, donde la asociación agroforestal aguacate-café-guayaba presenta un rendimiento total mayor que

los monocultivos de cada especie. No obstante, en el sistema agroforestal, el aguacate produce 14.6% menos que si estuviera plantado en monocultivo, el café 20%, y la guayaba 66.7% menos; aunque si se toma el rendimiento del sistema agroforestal, que es de $15.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, el monocultivo de aguacate representa 35.3% menos de rendimiento, el café 416.7%, y la guayaba 210% menos con respecto al sistema agroforestal en su conjunto. Por lo tanto, en el diseño y promoción de sistemas agroforestales en plantaciones de aguacate, se requiere una selección cuidadosa de especies de alto valor como el nopal, zarzamora, macadamia, cardamomo, entre otros.

El mismo autor recomienda para las zonas templadas de Michoacán los frutales de durazno, ciruela, pera, manzana, y en el huerto casero se pueden incluir tejocote, zarzamora, capulín, calabaza, zapote blanco, miltomate y camote de cerro.

De ahí la importancia de que toda innovación o cambio hacia las comunidades debe llevar el componente ‘participación local’, ya que los campesinos con sus variedades criollas de las diferentes especies, han experimentado las que mejor se han adaptado. Entonces no hay que hacer una implantación imperativa de una alternativa ideada desde el escritorio oficina institucional; la participación comunitaria es clave para el logro satisfactorio de los proyectos y programas de apoyo al desarrollo rural sostenible. Para ello es necesario hacer diagnósticos en las localidades donde se quiere incidir con una diversificación productiva, y esto pesa más cuando se trata de una opción diferente a las prácticas agropecuarias tradicionales y comunes en la región.

La participación debe darse en las distintas fases de toda intervención con grupos locales; esto es, en el diagnóstico inicial, en la formulación de soluciones, en la ejecución o gestión del proyecto y en la evaluación. La escala local es el punto de partida inevitable en toda experiencia que busque mejorar el manejo de la biodiversidad o revertir procesos de degradación (Abella & Fogel, 2000).

Es común que los campesinos trabajen en parcelas relativamente pequeñas (son pequeños productores) o minifundio; se ubiquen en tierras de regular o mala calidad y en áreas temporaleras; cultive maíz, muchas veces en asociación con otras siembras; combine varios cultivos con ganadería de traspato, artesanía, huertos familiares; use

tecnología tradicional, emplee prioritariamente fuerza de trabajo familiar; y destine su producción a varios usos: el consumo humano y animal, y el mercado. Una proporción creciente de familias campesinas complementa los ingresos agropecuarios propios con ingresos asalariados (Espinoza & Paz, 2004).

Entre los campesinos puede haber diferencias, señalan las mismas autoras; por ejemplo, hay quienes usan técnicas modernas (jitomateros) o quienes se especializan en algún producto y lanzan toda su producción al mercado (cañeros), muchos son ejidatarios o comuneros pero también hay propietarios privados, hay quienes no recuperan lo invertido en la producción y quienes obtienen ganancias ocasionales o ingresos regulares más o menos altos. Por causas de la migración, en varias regiones las mujeres se están haciendo cargo de las parcelas, pero las instituciones de crédito o apoyo no las llegan a reconocer las titulares o productoras, ya que las parcelas son formalmente de los varones

Estas consideraciones deben tomarse en cuenta a la hora de clasificar y caracterizar a los productores y sus parcelas, con el fin de identificar las diferencias entre los campesinos con parcelas agroforestales y los que se dedican a un solo cultivo.

En la intervención de agentes externos para proponer alternativas u opciones agroforestales, hay que tomar en cuenta si en la localidad ya existe un programa de Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC). Las políticas territoriales que se aplican en un ordenamiento, según Vargas (2008) son:

- **Aprovechamiento.** Recomienda el uso racional y sustentable de los recursos naturales.
- **Restauración.** Orientada a restablecer las condiciones naturales en terrenos degradados.
- **Conservación.** Dirige el desarrollo de las actividades productivas bajo esquemas que garanticen la permanencia de las especies, así como de la biodiversidad dentro y fuera de sus hábitats.
- **Protección.** Preservar los procesos naturales presentes, es decir, respetar los hábitats de las diferentes especies vegetales y animales, sobre todo las que se

encuentran amenazadas, en peligro de extinción o las endémicas, para garantizar su permanencia a largo plazo.

El Sistema de Conservación de la Biodiversidad (SICOB), una ONG, define al ordenamiento territorial comunitario: como el ejercicio mediante el cual una comunidad decide, en base a las características territoriales (físicas, biológicas y culturales) y a sus perspectivas de vida (criterios de beneficio propios); el uso que cada porción de su territorio debe tener (plan a futuro), y los mecanismos mediante los cuales esta visión puede lograrse (estructuras y procedimientos internos). El OTC incluye elementos y herramientas prediseñadas que facilitan la generación de propuestas concretas que se discuten en asamblea y que ratifican el rol de los diferentes actores involucrados. En cierta medida el OTC articula las decisiones dentro de un plan básico que está sujeto a evolución, en la medida que desencadena un proceso de movilización social que busca dar efectividad y seguimiento a los acuerdos colectivos, manteniendo el tema del ordenamiento territorial dentro de la agenda de las asambleas comunitarias (SICOB, 2008).

Para la implementación de sistemas agroforestales con miras a una producción sostenible y conservación del ambiente, Ballesteros (2002) recomienda realizar una zonificación predial por capacidad de uso, definiendo las áreas de acuerdo con su aptitud y zonas de conflicto, tomar medidas para lograr un uso recomendable y concertado, limitando la expansión de actividades agrícolas y ganaderas en las zonas de aptitud exclusivamente de cobertura arbórea de condición protectora o protectora-productora. Establecer un sistema de manejo con la combinación de prácticas de conservación y medidas adicionales acordes al principal uso del suelo donde cada hectárea sea ubicada dentro de su capacidad de uso (zonificación) y tratarla de acuerdo a sus necesidades, para preservar su productividad y brindar la protección mínima requerida a los recursos básicos (suelo, agua, plantas y animales).

3.1.5. Las políticas públicas

El llevar a cabo una diversificación y mejora en la agricultura tradicional o etnoagricultura, al que los campesinos e indígenas de las zonas rurales la practican

comúnmente, no sólo es un concepto vago y utópico. La reconversión y las alternativas productivas están sustentadas en diferentes leyes y planes institucionales para emprenderlos y desarrollarlos.

A nivel federal, en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, ‘Eje 2: Economía competitiva y generadora de empleo’, se menciona al Programa Especial Concurrente (PEC) [más adelante se especifican sus áreas de acción] como el punto para converger y optimizar los programas y recursos que incrementen las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reduzcan la pobreza [Estrategia 7.1]. Con la Estrategia 7.4 de ‘favorecer el relevo generacional en la tenencia de la tierra en la propiedad social’, a través del apoyo de los jóvenes se busca su arraigo en su lugar de origen evitando la migración y ociosidad de las tierras, promoviendo la creación de empresas rurales que fomenten la productividad, innovación y el desarrollo tecnológico que garanticen el relevo pacífico de los titulares de derechos agrarios (Presidencia de la República, 2007). Este tema es de suma importancia para que la agricultura tradicional no se abandone, y así promover su innovación desde los mismos actores locales junto con las instituciones públicas y privadas.

De los problemas principales en el sector primario, uno de los más apremiantes es la comercialización, y la misma fuente indica que con la Estrategia 8.2 de ‘promover la seguridad alimentaria a través del ordenamiento y la certidumbre de mercados’, se pretende garantizar el abasto de alimentos sanos a través del fomento a la producción de cultivos y productos básicos para la alimentación de los mexicanos y fortalecer su comercialización mediante la promoción y ordenamiento de mercados. Con ello se busca dar solución al problema de la sobreproducción, los bajos precios y la escasez de alimentos en las diferentes regiones del país.

El mismo documento marca a través de otras estrategias, impulsar a la mujer del sector rural en la integración económica-productiva, para que logre su independencia y capacidad productiva, ya que como lo señala en el ‘Eje 3: Igualdad de oportunidades’, en las mujeres de los pueblos y comunidades indígenas, es donde recae los niveles de pobreza son más profundos.

Aprovechar la biodiversidad para producir sustentablemente bioenergéticos, así como preservar la variabilidad genética en los ecosistemas terrestres y marinos para asegurar la riqueza de la agrobiodiversidad existente en el país, y con ello lograr un balance entre las actividades productivas y la protección al ambiente (conservación del agua y los suelos), es otro de los lineamientos del PND. Para llevar a cabo estas acciones, en la Estrategia 11.2 sobre ‘generar un ambiente armónico de consulta y atención con los agentes e instituciones vinculadas al sector’, señala que se requiere una mayor participación de la sociedad rural en la planificación y toma de decisiones relativos al desarrollo del sector rural. Ante ello, hay que propiciar la organización agraria como base para el desarrollo del campo, fortaleciendo su vida interna y fomentando el desarrollo productivo que reactive a los ejidos, comunidades y pequeña propiedad rural.

Es menester mencionar que la gran mayoría de la población en la región de la Sierra Negra de Puebla, es indígena, por lo que las estrategias del PND se aplican para estas comunidades, tanto en el ‘Eje 2: Economía competitiva y generadora de empleo’, subcapítulo ‘2.7: Sector rural’, como el del ‘Eje 3: Igualdad de oportunidades’, subcapítulo ‘3.4: Pueblos indígenas’, entre otros.

Por ejemplo, en la Estrategia 15.3 del Eje 3, se menciona fomentar el aprovechamiento del patrimonio cultural y natural de los pueblos indígenas para promover su desarrollo económico, a través de intensificar de manera significativa los apoyos a proyectos productivos de las comunidades indígenas. Una parte importante de esta estrategia es identificar y desarrollar alternativas productivas a la actividad agropecuaria, con base en la valoración de los recursos culturales y naturales aprovechables en la región que habita cada pueblo; es decir, conforme a las vocaciones productivas de cada región, pero también conforme a las vocaciones de cada grupo o persona.

Además de recursos financieros, se diseñarán y aplicarán esquemas de capacitación para cada fórmula productiva, de manera que los grupos cuenten con el saber y las capacidades necesarias para el éxito de sus proyectos. De igual forma, se impulsará la realización de inversiones en infraestructura productiva que desemboque en un efecto multiplicador para las comunidades y pueblos indígenas. Se cuidará que las nuevas

fórmulas productivas sean económica, social y ambientalmente sustentables (Presidencia de la República, 2007). En este último punto encaja perfectamente la agroforestería como parte de las estrategias de solución.

Las diferencias socioeconómicas y naturales en las regiones del país hacen necesaria la regulación de la aplicación de estas estrategias, y es a través de leyes y reglamentos como se sustenta la ejecución de acciones y programas. La Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) es una de las normas que articula los lineamientos para llevar a cabo los proyectos a las diferentes regiones y comunidades del territorio nacional en el aspecto de desarrollo rural. Dentro de los puntos importantes a resaltar en esta Ley, están los siguientes:

Artículo 2o.- Son sujetos de esta Ley los ejidos, comunidades y las organizaciones o asociaciones de carácter nacional, estatal, regional, distrital, municipal o comunitario de productores del medio rural, que se constituyan o estén constituidas de conformidad con las leyes vigentes y, en general, toda persona física o moral que, de manera individual o colectiva, realice preponderantemente actividades en el medio rural.

Artículo 9o.- Los programas y acciones para el desarrollo rural sustentable que ejecute el Gobierno Federal, así como los convenidos entre éste y los gobiernos de las entidades federativas y municipales, especificarán y reconocerán la heterogeneidad socioeconómica y cultural de los sujetos de esta Ley, por lo que su estrategia de orientación, impulso y atención deberá considerar tanto los aspectos de disponibilidad y calidad de los recursos naturales y productivos como los de carácter social, económico, cultural y ambiental. Dicha estrategia tomará en cuenta asimismo los distintos tipos de productores, en razón del tamaño de sus unidades de producción o bienes productivos, así como de la capacidad de producción para excedentes comercializables o para el autoconsumo (...). (Cámara de Diputados, 2007)

De esta forma se puede llegar a los distintos actores rurales con apoyos específicos, adecuados a su realidad sin menoscabo de sus potencialidades, a través del Programa Especial Concurrente, como se mencionó antes.

Artículo 15.- El Programa Especial Concurrente, fomentará acciones en las siguientes materias:

- I.** Actividades económicas de la sociedad rural;
- II.** Educación para el desarrollo rural sustentable;
- III.** La salud y la alimentación para el desarrollo rural sustentable;
- IV.** Planeación familiar;
- V.** Vivienda para el desarrollo rural sustentable;
- VI.** Infraestructura y el equipamiento comunitario y urbano para el desarrollo rural sustentable;
- VII.** Combate a la pobreza y la marginación en el medio rural;
- VIII.** Política de población para el desarrollo rural sustentable;
- IX.** Cuidado al medio ambiente rural, la sustentabilidad de las actividades socioeconómicas en el campo y a la producción de servicios ambientales para la sociedad;
- X.** Equidad de género, la protección de la familia, el impulso a los programas de la mujer, los jóvenes, la protección de los grupos vulnerables, en especial niños, discapacitados, personas con enfermedades terminales y de la tercera edad en las comunidades rurales;
- XI.** Impulso a la educación cívica, a la cultura de la legalidad y combate efectivo a la ilegalidad en el medio rural;
- XII.** Impulso a la cultura y al desarrollo de las formas específicas de organización social y capacidad productiva de los pueblos indígenas, particularmente para su integración al desarrollo rural sustentable de la Nación;
- XIII.** Seguridad en la tenencia y disposición de la tierra;
- XIV.** Promoción del empleo productivo, incluyendo el impulso a la seguridad social y a la capacitación para el trabajo en las áreas agropecuaria, comercial, industrial y de servicios;
- XV.** Protección a los trabajadores rurales en general y a los jornaleros agrícolas y migratorios en particular;

- XVI.** Impulso a los programas de protección civil para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo a la población rural en situaciones de desastre;
- XVII.** Impulso a los programas orientados a la paz social; y
- XVIII.** Las demás que determine el Ejecutivo Federal.

‘Para que estas acciones lleguen hasta los campesinos y habitantes de las áreas rurales, se integrarán los Consejos para el Desarrollo Rural Sustentable a nivel municipal, Distritos de Desarrollo Rural y en las entidades federativas, homólogos al del nivel federal’ [Artículo 24]. De lo relativo a los Consejos Municipales de Desarrollo Rural Sustentable (CMDRS), se extrae lo siguiente:

Artículo 25.- (...) Serán miembros permanentes de los Consejos Municipales: los presidentes municipales, quienes los podrán presidir; los representantes en el municipio correspondiente de las dependencias y de las entidades participantes, que formen parte de la Comisión Intersecretarial, los funcionarios de las Entidades Federativas que las mismas determinen y los representantes de las organizaciones sociales y privadas de carácter económico y social del sector rural en el municipio correspondiente, en forma similar a la integración que se adopta para el Consejo Mexicano (...). (Cámara de Diputados, 2007)

El municipio de Ajalpan, Puebla, en donde se lleva a cabo el presente estudio ya cuenta con dicho CMDRS. Más de la mitad de su territorio se podría considerar como zona indígena, conocida localmente como sierra alta y baja [en la Sierra Negra], residiendo en ella un 40% de su población, esto según el Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable [PMDRS] de Ajalpan, Puebla (2009), y casi en su totalidad hablante de la lengua náhuatl. Esto es de especial interés, ya que los Distritos de Desarrollo Rural, que es la base de la organización territorial y administrativa de las dependencias de la Administración Pública Federal y Descentralizada, para la realización de los programas operativos de la Administración Pública Federal que participan en el Programa Especial Concurrente y los Programas Sectoriales que de él derivan, así como con los gobiernos de las entidades federativas y municipales y para la concertación con las organizaciones de productores y los sectores social y privado, la LDRS (2007) indica que:

Artículo 29.- (...) En regiones rurales con población indígena significativa, los distritos se delimitarán considerando esta composición, con la finalidad de proteger y respetar los usos, costumbres y formas específicas de organización social indígena.

Los programas, metas, objetivos y lineamientos estratégicos de los distritos se integrarán además con los que en la materia se elaboren en los municipios y regiones que pertenezcan a cada uno de ellos.

Por su parte, el impulso de las actividades económicas en el medio rural se propiciará mediante acciones y programas que están señaladas en el Artículo 32, algunas de las cuales son:

I. El impulso a la investigación y desarrollo tecnológico agropecuario, la apropiación tecnológica y su validación, así como la transferencia de tecnología a los productores, la inducción de prácticas sustentables y la producción de semillas mejoradas incluyendo las criollas; (...)

IV. El fomento de la inversión de los productores y demás agentes de la sociedad rural, para la capitalización, actualización tecnológica y reconversión sustentable de las unidades de producción y empresas rurales que permitan su constitución, incrementar su productividad y su mejora continua; (...)

VI. El fomento de la eficacia de los procesos de extracción o cosecha, acondicionamiento con grados de calidad del producto, empaque, acopio y comercialización; (...)

VIII. El fomento a los sistemas familiares de producción;

IX. El impulso a la industria, agroindustria y la integración de cadenas productivas, así como el desarrollo de la infraestructura industrial en el medio rural;

X. El impulso a las actividades económicas no agropecuarias en el que se desempeñan los diversos agentes de la sociedad rural (...)

XII. La valorización y pago de los servicios ambientales;

XIII. La conservación y mejoramiento de los suelos y demás recursos naturales (...)

Otra de las cuestiones trascendentales para comprender la realidad rural, y con ello poder transferir exitosamente los conocimientos y tecnologías generados en los centros y campos de investigación, es la de promover y fomentar la investigación socioeconómica en el medio rural, y ésta es retomada en la LDRS, en su Artículo 37, apartado IV. También se menciona:

XV. Facilitar la reconversión productiva del sector hacia cultivos, variedades forestales y especies animales que eleven los ingresos de las familias rurales, proporcionen ventajas competitivas y favorezcan la producción de alto valor agregado;

XVI. Desarrollar formas de aprovechamiento y mejoramiento de los recursos naturales, que incrementen los servicios ambientales y la productividad de manera sustentable (...)

XVIII. Vincular de manera prioritaria la investigación científica y desarrollo tecnológico con los programas de reconversión productiva de las unidades económicas y las regiones para aumentar sus ventajas competitivas y mejorar los ingresos de las familias rurales.

Una alternativa ante los problemas de precios bajos y sobreproducción agrícola y frutícola, es darle valor agregado a nivel artesanal o por medio de la industrialización. Así, se asegura un precio de venta regular u homogéneo (similar al precio de garantía) por parte de los campesinos, se evita el intermediarismo, y al mismo tiempo se le da un valor agregado a los productos primarios. Esta dificultad se identificó en el diagnóstico participativo que se hizo para elaborar el PMDRS de Ajalpan, Puebla, y con ello establecieron como proyecto estratégico una industria procesadora de chile manzano [o chile canario] y frutales, desde la administración anterior, y lo volvieron a retomar actualmente (CMDRS, 2006 & 2009). Esta iniciativa puede estar sustentada en el Artículo 105 de la LDRS, Apartado VII, en donde como parte de las políticas de comercialización, está la de evitar las prácticas especulativas, la concentración y el acaparamiento de los productos agropecuarios en perjuicio de los productores y consumidores.

Otras opciones para la generación de ingresos es llevar a cabo la reconversión productiva sustentable, que la LDRS (2007) ha integrado en los apartados del Artículo 55, entre los cuales tienen como propósitos, entre otros:

III. Fomentar el uso eficiente de las tierras de acuerdo con las condiciones agroambientales, y disponibilidad de agua y otros elementos para la producción (...)

V. Reorientar el uso del suelo cuando existan niveles altos de erosión o impacto negativo sobre los ecosistemas;

VI. Promover la adopción de tecnologías que conserven y mejoren la productividad de las tierras, la biodiversidad y los servicios ambientales;

VII. Incrementar la productividad en regiones con limitantes naturales para la producción, pero con ventajas comparativas que justifiquen la producción bajo condiciones controladas (...)

IX. Fomentar la diversificación productiva y contribuir a las prácticas sustentables de las culturas tradicionales.

Así mismo,

Artículo 56.- Se apoyará a los productores y organizaciones económicas para incorporar cambios tecnológicos y de procesos tendientes a:

I. Mejorar los procesos de producción en el medio rural;

II. Desarrollar economías de escala;

III. Adoptar innovaciones tecnológicas;

IV. Conservar y manejar el medio ambiente;

V. Buscar la transformación tecnológica y la adaptación de tecnologías y procesos acordes a la cultura y los recursos naturales de los pueblos indígenas y las comunidades rurales;

VI. Reorganizar y mejorar la eficiencia en el trabajo;

VII. Mejorar la calidad de los productos para su comercialización;

VIII. Usar eficientemente los recursos económicos, naturales y productivos; y

IX. Mejorar la estructura de costos.

Artículo 57.- Los apoyos y la reconversión productiva se acompañarán de los estudios de factibilidad necesarios, procesos de capacitación, educación y fortalecimiento de las habilidades de gestión y organización de los actores sociales involucrados, con el propósito de contribuir en el cambio social y la concepción del uso y manejo sustentable de los recursos naturales.

En las tierras dictaminadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como frágiles y preferentemente forestales, de acuerdo con lo establecido en la Ley Forestal y demás ordenamientos aplicables, los apoyos para la reconversión productiva deberán inducir el uso forestal o agroforestal de las tierras o, en su caso, la aplicación de prácticas de restauración y conservación.

La aplicación de tecnologías agroforestales está sustentada y promovida por esta Ley, como lo menciona el artículo anterior, lo que hace aún más prometedor las prácticas y sistemas agroforestales a implementarse en las zonas rurales e indígenas.

Para la capitalización rural, compensaciones y pagos directos, la LDRS (2007) reconoce a través de varios Artículos el compromiso de los tres niveles de gobierno de apoyar y compartir riesgos durante la implementación de la reconversión productiva para los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios que se comprometan a alcanzar los índices de productividad autorizados. En el Artículo 73 señala que se apoyará a los productores a través de proyectos productivos financiera y técnicamente viables, a fin de propiciar que cada predio produzca de acuerdo con su aptitud natural y se desplegará una política de fomento al desarrollo rural sustentable que les permita tomar las decisiones de producción que mejor convengan a sus intereses.

El Artículo 118 de dicha Ley, menciona que el gobierno federal impulsará la participación de las instituciones del Sistema Nacional de Financiamiento Rural en la prestación de servicios de crédito, ahorro, seguros, transferencia de remesas, servicios de pagos y la aportación de capital de riesgo al sector, que puede incluir, entre otras: fondos de avío y refaccionarios para la producción e inversión de capital en las actividades agropecuarias; para promover la agricultura por contrato; para el fomento de las asociaciones estratégicas, para la constitución y consolidación de empresas rurales, para

el desarrollo de plantaciones frutícolas, industriales y forestales; para la agroindustria y las explotaciones pesqueras y acuícolas; así como para actividades que permitan diversificar las oportunidades de ingreso y empleo en el ámbito rural [Apartado I].

Como se mencionó antes, la región de la Sierra Negra en general, y la zona de la sierra alta y baja del municipio de Ajalpan en particular, están en un área rural e indígena, por lo que entran en la categoría de alta y muy alta marginación, así como el de grupos vulnerables. Para coadyuvar a superar la pobreza, estimular la solidaridad social, el mutualismo y la cooperación, el gobierno federal a través del PEC, aplicará los siguientes lineamientos, entre las que destaca en el Artículo 134:

IV. Para la atención de grupos vulnerables vinculados al sector agropecuario, específicamente etnias, jóvenes, mujeres, jornaleros y discapacitados, con o sin tierra, se formularán e instrumentarán programas enfocados a su propia problemática y posibilidades de superación, mediante actividades económicas conjuntando los instrumentos de impulso a la productividad con los de carácter asistencial y con la provisión de infraestructura básica a cargo de las dependencias competentes, así como con programas de empleo temporal que atiendan la estacionalidad de los ingresos de las familias campesinas.

Esto con el propósito de:

Artículo 161.- (...)

V. Mejorar la dieta y la economía familiar, mediante apoyos para el incremento y diversificación de la producción de traspatio y autoconsumo;

VI. Apoyar el establecimiento y desarrollo de empresas rurales para integrar procesos de industrialización, que permitan dar valor agregado a los productos;

VII. Mejorar la articulación de la cadena producción-consumo y diversificar las fuentes de ingreso. (...)

La sustentabilidad deberá estar presente en cualquier actividad de reconversión productiva que se vaya a realizar, por lo que la LDRS dice a la letra:

Artículo 164.- La sustentabilidad será criterio rector en el fomento a las actividades productivas, a fin de lograr el uso racional de los recursos naturales, su preservación y mejoramiento, al igual que la viabilidad económica de la producción mediante procesos productivos socialmente aceptables.

Quienes hagan uso productivo de las tierras deberán seleccionar técnicas y cultivos que garanticen la conservación o incremento de la productividad, de acuerdo con la aptitud de las tierras y las condiciones socioeconómicas de los productores. En el caso del uso de tierras de pastoreo, se deberán observar las recomendaciones oficiales sobre carga animal o, en su caso, justificar una dotación mayor de ganado. (...)

Artículo 176.- Los núcleos agrarios, los pueblos indígenas y los propietarios podrán realizar las acciones que se admitan en los términos de la presente Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Vida Silvestre y de toda la normatividad aplicable sobre el uso, extracción, aprovechamiento y apropiación de la biodiversidad y los recursos genéticos.

La Comisión Intersecretarial, con la participación del Consejo Mexicano, establecerá las medidas necesarias para garantizar la integridad del patrimonio de biodiversidad nacional, incluidos los organismos generados en condiciones naturales y bajo cultivo por los productores, así como la defensa de los derechos de propiedad intelectual de las comunidades indígenas y campesinas. (...)

Los productos básicos y estratégicos que considera la LDRS son: maíz, caña de azúcar, frijol, trigo, arroz, sorgo, café, huevo, leche, carne de bovinos, porcinos, aves y pescado [Artículo 179]; la lista puede variar año con año. Para estos y otros cultivos, los apoyos económicos podrán comprender los siguientes rubros:

Artículo 190.-

I. Apoyos para la adquisición de activos privados para la inversión e insumos en las unidades de los propios productores y pagos por empleo temporal aplicados al mejoramiento de sus activos; apoyos para el desarrollo forestal y

de plantaciones; y, apoyos directos al campo, en los términos que definan los programas y de acuerdo a lo establecido en esta Ley;

II. Apoyos a la comercialización y al financiamiento para cosechas elegibles con problemas de comercialización, a la cobertura de riesgos; para el otorgamiento de crédito por la banca de desarrollo y demás fondos; para el seguro agrícola; y fondos de apoyo a empresas sociales y fondos regionales gubernamentales y no gubernamentales para el combate a la pobreza;

III. Provisión de activos públicos productivos, incluyendo infraestructura básica e hidroagrícola, electrificación y caminos rurales; reforestación; conservación de suelos; rehabilitación de cuencas; así como para la investigación y transferencia de tecnología, programas de asistencia técnica y de sanidad agropecuaria;

IV. Apoyos a productores en zonas áridas, zonas de marginación y de reconversión, así como a los afectados por contingencias climatológicas; y

V. Los estímulos económicos que se otorguen a los productores rurales que desarrollen sus actividades con tecnología de conservación y preservación de los recursos naturales.

El capítulo III de la LDRS (Artículos del 23 al 28) habla de la federalización y descentralización de la gestión pública para el desarrollo rural sustentable. Ya que se explicó las diferentes normativas que se aplican a nivel federal, ahora habrá que aterrizar a nivel municipal, ya que en su Artículo 26 menciona que es en los CMDRS's donde se definirán las necesidades de convergencia de instrumentos y acciones provenientes de los diversos programas sectoriales, mismos que se integrarán al PEC. En cada alcaldía, el asesor o coordinador del CMDRS tiene que hacer un diagnóstico municipal, para identificar la problemática y las soluciones de la población y su entorno.

El Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable de Ajalpan, Puebla 2008-2011 fue elaborado a través de diferentes herramientas propias del método de la evaluación rural participativa. Dentro de la priorización de problemas en la región de la sierra alta, en donde se desarrolló la presente investigación, se identificaron las siguientes dificultades: la carencia o deficiencia en los servicios médicos, escasez de fuentes de empleo o muy bajos salarios, altos índices de migración, lejanía a centros de estudios superiores (lo que

ocasionan alto costo), bajos rendimientos de los granos básicos, bajos precios de frutales, así como problemas de erosión y deforestación.

De esta manera se entrelaza un círculo vicioso: los bajos precios y rendimientos en las cosechas, así como la carencia de empleo ocasiona poco ingreso o falta de alimentos, lo que se traduce en migración a las ciudades o al extranjero en busca de empleo; entonces tenemos abandono de tierras y desintegración familiar, pérdida de identidad cultural o aculturación (tradiciones, usos y costumbres, lengua). El panorama final es desastroso, pues no hay soberanía alimentaria y mucho menos económica.

Las líneas de acción que se proponen para la solución de estos dilemas, se muestran en el Cuadro 1, en donde cabe destacar que la región del valle del municipio de Ajalpan, Puebla, presenta como problema principal la escasez de agua para el riego agrícola, la carencia de fuentes de empleo lo comparten las tres regiones (valle, sierra alta y sierra baja), mientras que la deforestación y los bajos precios de los productos son relativamente exclusivos de las dos regiones de la sierra. Con estas acciones se pretende darle solución a la problemática identificada en el diagnóstico municipal. Fue resultado de las inquietudes e ideas de los habitantes del municipio, según el PMDRS, que se identificaron y plasmaron en los talleres de participación rural. De ahí la importancia de la investigación participativa dentro del diagnóstico y diseño de alternativas productivas.

Otras vías para que lleguen las alternativas productivas en los municipios marginados, es a través de ADR's, los cuales como indican Baca *et al* (2007) son entidades prestadoras de servicios profesionales o instituciones relacionadas con el desarrollo regional; podrán ser instituciones públicas o agencias privadas y cuya tarea será aplicar las metodologías generadas y validadas por el PESA dentro de sus actividades de promoción del desarrollo regional o de base, actuando articuladamente para construir un sistema de ADR autónomo del gobierno, pero con financiamiento público y que contará con la asistencia técnica de la FAO, además de la supervisión por parte de la SAGARPA y de los gobiernos estatales, según establecido normativamente para los programas de desarrollo rural.

Cuadro 1. Problemas y estrategias de solución en el municipio de Ajalpan, Puebla (PMDRS, 2006 & 2009).

DISEÑO DE ESTRATEGIAS						
PROGRAMA:						
PROBLEMA	FACTOR ASOCIADO		LÍNEAS DE ACCIÓN		ESTRATEGIAS	PROYECTO ESTRATÉGICO
1	Insuficiente agua para uso agrícola	a	Bajo rendimiento de cosechas	▫	Desarrollar cultura del uso eficiente del agua	MEJOR VIDA MEJORANDO EL USO DEL AGUA
		b	Uso ineficiente del agua		Formación de organizaciones	
		c	Desconocimiento de tecnologías	▫	Gestión de financiamiento	
		d	Baja calidad de productos		Difusión de tecnologías del agua	
		e	Alto costo de mantenimiento de galerías	▫	Concientizar para el uso racional del agua	
2	Deforestación por tala inmoderada	a	Pérdida de bosques	▫	Entubar el agua en las zonas críticas	REEMPLAZO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA
		b	Erosión del suelo		Remplazo de los sistemas de conducción de agua	
		c	Abatimiento del agua de manantiales	▫	Establecer un programa de capacitación y equipamiento de sistemas de riego y uso eficiente	
		d	No hay vigilancia		Rehabilitación y formación de viveros forestales	
		e	Cambio progresivo del clima	▫	Crear fideicomiso para reforestación	
		f	El bosque como fuente de ingresos		Realización de un estudio de impacto ambiental que respalde la gravedad del problema	
3	Caren- cia de fuentes de empleo	a	Falta de capital para la creación de microempresas	▫	Coordinación de grupos de trabajo	CONCIENCIA VERDE
		b	Extrema pobreza		Constitución de grupos de trabajo	
		c	Alto índice de migración	▫	Realización de un estudio de impacto ambiental que respalde la gravedad del problema	
		d	Desintegración familiar		Realización de un estudio de impacto ambiental que respalde la gravedad del problema	
		e	El dinero no alcanza	▫	Coordinar acciones de las organizaciones, fundaciones, instituciones y pobladores	
		f	No hay organización		Coordinar acciones de las organizaciones, fundaciones, instituciones y pobladores	
		g	Pérdida del poder adquisitivo	▫	Estímulo a la reforestación	
4	Bajos precios en los productos	a	Falta de capital para la creación de microempresas	▫	Coordinación de grupos organizados	INDUSTRIA PROCESADORA DE CHILE CANARIO Y FRUTALES
		b	Extrema pobreza		Coordinación de grupos organizados	
		c	Alto índice de migración	▫	Evaluar la producción cualitativa y cuantitativa	
		d	Desintegración familiar		Evaluar la producción cualitativa y cuantitativa	
		e	El dinero no alcanza	▫	Establecer mercado	
		f	No hay organización		Establecer mercado	
		g	Pérdida del poder adquisitivo	▫	Diseño de proyecto	
5	Bajos precios en los productos	a	Falta de capital para la creación de microempresas	▫	Financiamiento	PRODUCE MEJOR Y VENDE MEJOR
		b	Extrema pobreza		Financiamiento	
		c	Alto índice de migración	▫	Estabilización de precio	
		d	Desintegración familiar		Estabilización de precio	
		e	No hay organización	▫	Estabilización de precio	

En la misma obra de Baca *et al* (2007), se comenta que el ADR Mextlali, por ejemplo, ha incidido en la Sierra Negra de Puebla con proyectos para renovación de cafetales; manejo en el sistema de milpa-ladera para selección de semilla y rescate de variedades criollas, validación en combate natural de plagas en milpa, manejo postcosecha y rescate de plantas comestibles, así como pasar del R-T-Q al sistema de R-T-Incorpora; el traspatio, con la construcción de captadores de agua de lluvia y construcción de fogones ahorradores de leña con materiales locales; y una caja de ahorro, donde 70% de los socios son mujeres.

3.2. Aspectos generales de zonas de ladera

De la superficie total de México, dos terceras partes son zonas montañosas. Alcántara (2001) define a la *ladera* como la parte de un declive topográfico donde la pendiente es suave; las *lomas* son las prominencias que tienen pendiente muy suave, y a las prominencias muy grandes y de mucha altura, se les llama *cerro o montaña*. Se llama *mesa* a la cima de una montaña sensiblemente horizontal; *valle* se le denomina al espacio ancho y sensiblemente plano entre dos cadenas montañosas; *cañada* si el espacio es estrecho y formado por vertientes de mayor declive; *desfiladero* o garganta cuando es muy estrecho y las vertientes que forman tienen mucha pendiente; *barranca* cuando además de ser estrecho, tiene poca longitud y las pendientes cercanas son muy escarpadas.

En estas zonas de ladera, se encuentran extensiones territoriales donde casi no se presenta vegetación, como en las partes áridas o cerca de las nieves perpetuas; en contraste, existen zonas como la Selva Lacandona, en Chiapas, caracterizada con una selva alta perennifolia y de amplia biodiversidad. Esta heterogeneidad fisiográfica está condicionada por la latitud y por gama de pisos altitudinales, y es definido en tres categorías: 1) tierras frías (más de 2000 msnm), 2) tierras cálidas (entre 1000-2000), y 3) tierras calientes (menos de 1000 msnm). Bajo estas diversas condiciones biofísicas, México ocupa el cuarto lugar, en biodiversidad, con 25 000 especies registradas, y se calcula que hay 30 000 más aún no descritas. Además, en este último piso, es donde se concentra los servicios ambientales, tales como la mayor captación de agua de lluvia,

que influye directamente en el ciclo hidrológico. Un ejemplo es el golfo de México, donde están los ríos Usumacinta, Grijalva, Coatzacoalcos y el Papaloapan, que aportan el mayor volumen de agua ($2.2 \text{ millones L}\cdot\text{s}^{-1}$ de agua) (Díaz *et al.*, 2003).

Por la configuración topográfica de las serranías o zonas montañosas, es necesario conocer las diferentes características que definen el relieve de estas regiones, para implementar determinadas prácticas agroforestales, ya que una de las particularidades de la Sierra Negra de Puebla, es que es sumamente accidentado, en sus tres regiones (semiárida, templada y semitropical).

Las *curvas de nivel* son las líneas que resultan de la intersección de un plano horizontal y el terreno; se puede decir que una curva de nivel es el lugar geométrico de los puntos de igual cota o elevación. Si tomamos planos horizontales equidistantes que corten al terreno y si proyectamos esa intersección sobre un plano, tendremos la representación del relieve del terreno (Alcántara, 2001). El sistema agroforestal de cultivo en callejones puede aplicarse en la condiciones de ladera a través de la plantación de frutales y/o otras especies arbóreas siguiendo las curvas de nivel.

El componente climático está regulado por las variaciones latitudinales, altitudinales y las condiciones de relieve. La ubicación, dirección y exposición de las laderas influyen en la distribución de las lluvias, en la nubosidad y dirección de los vientos. Los accidentes topográficos controlan la dirección y orientación de las masas de aire. Se entiende por *ubicación* de ladera donde se localiza ésta, es decir, en barlovento o sotavento; la *dirección* implica el sentido norte-sur, u oeste-este; y la *exposición* se refiere al grado de radiación solar que recibe, ya que una ladera con dirección al norte, recibirá menos luz que uno expuesto hacia el sur (Gutiérrez *et al.*, 1999). La importancia de estos tres condicionantes topográficos radica en que influyen en la selección de tecnologías agroforestales y especies de árboles o frutales que se vayan a establecer, para que haya éxito en la diversificación productiva.

Las *pendientes* se definen por la inclinación y longitud en función de la topografía del terreno (Alcántara, 2001), y se define como la relación entre la distancia vertical (h) y la horizontal (l) en un transecto del terreno, y si se expresa en porcentaje, la relación

anterior se multiplica por 100, esto es, $p=100 (h/l)$ (Becerra, 2005). La *longitud de la pendiente* se define como la distancia desde el punto de origen del flujo sobre la superficie hasta el punto donde la pendiente disminuye lo bastante como para que ocurra la deposición o hasta el punto en que la escorrentía entra en un canal definido. El *gradiente de la pendiente* es el campo o segmento de la pendiente, expresado generalmente como un porcentaje (Kirkby & Morgan, 1984). Si se quiere plantar frutales o establecer muros vivos en las parcelas de ladera, hay que tomar en consideración que a mayor pendiente más cerrado debe ser la distancia entre los surcos a nivel.

La agricultura convencional o mecanizada sólo puede practicarse en las zonas planas y pendientes ligeras a no más de 15° , y de ahí inicia la zona montañosa con aptitud de uso forestal. No obstante que la agricultura se sigue practicando en estas áreas escarpadas, por lo que es necesario conocer otros conceptos para determinar el potencial productivo de una región o conocer las circunstancias en donde se desarrolla la agricultura de ladera. Bocco *et al* (2005) indican que la cuantificación de la inclinación de las pendientes permite zonificar las laderas en forma objetiva, y además resulta un criterio básico para la evaluación de la aptitud territorial (o potenciales naturales), y en la diferenciación de unidades de paisaje.

La *disección horizontal* es un índice erosivo natural que expresa la densidad de drenaje por unidad de área; permite realizar inferencias sobre el control litológico y los efectos de las precipitaciones en la superficie terrestre. La *disección vertical* ofrece información valiosa sobre la energía del relieve y la magnitud de las pulsaciones geotectónicas; permite determinar los tipos morfométricos del relieve (Cuadro 2), lo cual es imprescindible en la elaboración de los mapas de paisajes y en la comprensión de la relación proceso-forma del relieve. Así mismo, se han diferenciado las cuencas hidrográficas y la red de drenaje, a la misma escala.

Cuadro 2. Clasificación morfométrica del relieve de México a escala 1:250 000 (INE, 2005).

Índice morfométrico	Rango	Clasificación
Disección vertical (m/km ²)	<2.5	Llanuras planas
	2.5-5	Llanuras onduladas ligeramente diseccionadas
	5-10	Llanuras onduladas medianamente diseccionadas
	10-15	Llanuras onduladas fuertemente diseccionadas
	15-20	Colinas (llanuras colinosas) ligeramente diseccionadas
	20-30	Colinas (llanuras colinosas) medianamente diseccionadas
	30-40	Colinas (llanuras colinosas) fuertemente diseccionadas
	40-60	Lomeríos ligeramente diseccionados
	60-80	Lomeríos medianamente diseccionados
	80-100	Lomeríos fuertemente diseccionados
	100-250	Montañas ligeramente diseccionadas
	250-500	Montañas medianamente diseccionadas
	500-1000	Montañas fuertemente diseccionadas
	>1000	Montañas extraordinariamente diseccionadas
Ángulo de inclinación de las pendientes (°)	<1	Pendientes planas
	1-3	Pendientes muy suavemente inclinadas
	3-5	Pendientes suavemente inclinadas
	5-10	Pendientes ligeramente inclinadas
	10-15	Pendientes ligera a medianamente inclinadas
	15-20	Pendientes medianamente inclinadas
	20-30	Pendientes fuertemente inclinadas
	30-45	Pendientes muy fuertemente inclinadas
	>45	Pendientes abruptas
Disección horizontal (km/km ²)	<0.3	Superficies muy suavemente diseccionadas
	0.3-1	Superficies suavemente diseccionadas
	1-2	Superficies ligeramente diseccionadas
	2-3	Superficies ligera a medianamente diseccionadas
	3-4	Superficies medianamente diseccionadas
	4-5	Superficies fuertemente diseccionadas
	>5	Superficies muy fuertemente diseccionadas

3.2.1. Procesos y mecanismos erosivos en laderas

Como común denominador de la agricultura de ladera, es que los terrenos donde se encuentran las parcelas agrícolas, presentan pendientes mayores a 15° de inclinación. Esta condición es determinante para la introducción de los cultivos, así como sus

prácticas de manejo. Aunado a ello, el cambio de uso forestal a uso agrícola de estas tierras escarpadas, propicia la pérdida gradual del manto vegetal, lo que se traduce en erosión hídrica y eólica de los suelos desprotegidos.

La *erosión del suelo* es la eliminación de partículas inorgánicas del suelo y materiales nutritivos de la superficie edáfica, por acción del viento o del agua. Donde la precipitación pluvial no se puede infiltrar en el suelo, sino que fluye sobre la superficie, el agua viaja a una velocidad relativamente rápida, y es capaz de arrancar materiales del suelo por medio de la fuerza hidráulica de su flujo. Donde la superficie del suelo es áspera, como por ejemplo, en el caso de las plantas o piedras grandes que no pueden ser levantadas por el aire, entonces la velocidad del viento cerca de la superficie es baja y se presenta poca erosión (Kirkby & Morgan, 1984).

Los dos principales tipos de erosión son la ocasionada por el agua y por el aire; es por ello que en la agricultura de ladera es necesario conocer su funcionamiento, para implementar medidas preventivas y correctivas, con el fin de conservar el suelo y aumentar su productividad.

Como en todo proceso degradativo, en la erosión del suelo existen fases, y estas son el desprendimiento de partículas individuales de la masa del suelo y su transporte por los agentes erosivos, como las corrientes de agua y el viento. Morgan (1997) indica que la salpicadura es el agente más importante para el desprendimiento. Como resultado del golpeteo de las gotas de lluvia sobre la superficie de un suelo desnudo, las partículas pueden ser lanzadas por los aires a varios centímetros de distancia. La exposición continua a lluvias intensas debilita considerablemente el suelo, así como el laboreo y pisoteo de hombres y ganado, y de las corrientes de agua y del viento. Todos estos procesos liberan partículas de suelo que luego son trasladadas por los agentes de transporte, que son: la salpicadura nuevamente, el flujo superficial del agua, y el viento; y también los flujos de agua en pequeños cauces como regueros o riachuelos.

El mismo autor indica, que la severidad de la erosión depende de la cantidad de material desprendido y de la capacidad de los agentes erosivos para transportarlo. Cuando la capacidad de transporte de los agentes es superior a la cantidad de material desprendido,

la erosión se describe como limitada por el desprendimiento. Cuando es mayor el material desprendido que el que puede ser transportado, se denomina erosión limitada por el transporte.

La medición de la erosión hídrica es relativamente más fácil que la eólica, ya que, como señalan Kirkby y Morgan (1984), el agua transporta material cuesta abajo de manera consistente, de modo que es posible colocar trampas para sedimentos en parcelas experimentales y captaciones con un claro conocimiento de la región original de la cual se erosionó el sedimento atrapado. Para el caso del viento no es posible hacer suposiciones tan sencillas, por lo que es mucho más difícil interpretar las mediciones de transporte de sedimentos en términos de erosión localizada y viceversa; lo que se puede inferir es que el mecanismo de la erosión eólica es el de flujo aerodinámico sobre una superficie más o menos áspera.

La *precipitación* es el agua que cae a la tierra desde las nubes en cualquiera de sus estados físicos, y puede ser en forma de llovizna, lluvia, granizo, nieve o rocío. El concepto de escurrimiento se aplica a el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca; de éste se llama *escurrimiento superficial* a la fracción de la precipitación que fluye sobre la superficie terrestre hacia los ríos, lagos u océanos. (Becerra, 2005).

Ojeda y Bernal citados por Espinosa (2004) señalan que la *infiltración* se refiere a la entrada del agua en el suelo. El volumen de agua que se infiltra por unidad de tiempo en condiciones de campo, es máxima al comenzar la aplicación del agua y disminuye conforme aumenta la que ya ha entrado en él. La *velocidad de infiltración* es la relación entre la lámina que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo, expresado generalmente en $\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ o $\text{cm}\cdot\text{min}^{-1}$; depende de muchos factores, como la lámina de riego o de lluvia, la temperatura del agua y la del suelo, la estructura, compactación, textura y contenido de humedad del suelo, estratificación y actividades microbianas.

La proporción del agua de lluvia que escurre superficialmente, varía en un intervalo amplio, dependiendo de diversas características de la lluvia y del terreno, pero en términos generales se pueden establecer dos situaciones básicas:

- Cuando la intensidad de la precipitación es menor que la velocidad de infiltración del suelo, el escurrimiento superficial será prácticamente nulo, hasta el punto en que la capacidad del suelo sea saturada y la precipitación subsecuente forme un escurrimiento.
- Cuando la intensidad de la precipitación es mayor que la velocidad de infiltración del suelo, éste infiltrará sólo parte del agua precipitada, y el resto quedará sobre el terreno como encharcamiento o fluirá como escorrentía.

La pendiente de la cuenca tiene gran influencia en los escurrimientos superficiales y, por lo tanto, se requiere determinarla en cualquier estudio hidrográfico; así mismo, los factores físicos de la superficie del terreno, tiene influencia sobre estos escurrimientos y sobre la capacidad de infiltración de los suelos, y dentro de estos factores sobresalen la cobertura vegetal y las características del suelo.

Las parcelas o lotes de escurrimiento constituyen uno de los métodos más precisos para cuantificar la pérdida de suelo bajo diversas condiciones de uso del suelo. Se utilizan en experimentación casi con exclusividad, debido a que en la mayoría de las ocasiones los costos son altos, pero la información generada por este método ha sido de importancia decisiva para el desarrollo de las estimaciones numéricas de la erosión.

El método consiste en coleccionar el escurrimiento y los sólidos por él arrastrado, que se generan en una parcela o lote de escurrimiento de dimensiones conocidas. La escorrentía es aislada de la del terreno adyacente colocando láminas de asbesto o un material similar alrededor de la parcela, en cuya parte inferior se colecta la escorrentía y se conduce por tubería a un tanque de almacenamiento. Diariamente, después de una lluvia, se debe registrar el volumen colectado en el tanque, tomar muestras para cuantificar los sedimentos arrastrados desde la parcela y desalojar el agua del estanque con el fin de dejarlo listo para coleccionar la producción de sedimentos en el evento pluvial siguiente (Espinosa, 2004).

3.2.2. Técnicas de conservación del suelo

Dentro de las diferentes alternativas para controlar la erosión, existen varias propuestas, como el surcado al contorno, terrazas, rotación de cultivos, cultivos en fajas, abonos verdes, y cultivos de cobertera. Aquí se refieren sólo algunas.

El sistema de terrazas en curvas de nivel conserva y mejora la fertilidad del suelo, ya obstaculiza el acarreo de partículas de suelo debido a la lluvia. Se establecen de acuerdo a la inclinación o pendiente de las laderas.

Terrazas de banco. Consiste de bancos o escalones, los cuales generalmente siguen el contorno del terreno en zonas de escasa precipitación o un trazo con pendiente uniforme y ligera en aquellas áreas de lluvia abundante, donde sea necesario drenar excedentes de agua. El sistema se usa ampliamente en terrenos agrícolas con árboles frutales y para especies forestales, donde la producción justifica las fuertes inversiones que representa su construcción (Colegio de Postgraduados, 1991).

Terraza individual. Es una modificación de la terraza de banco, que consiste en un terraplén circular u ovalado que se construye alrededor de cada árbol, a nivel o con pendiente interna según el caso. Se utiliza ampliamente en frutales, cafetales, cacaotales, etc., y en terrenos que varían del 10 al 40% de pendiente. Este tipo de terraza permite el control de la erosión, un mejor aprovechamiento de los fertilizantes y es especialmente útil en regiones secas de escasas lluvias en las cuales es necesario conservar la humedad en el terreno, donde funcionan como sistemas de captación de lluvia.

Algunas desventajas que pueden restringir el uso de terrazas son: el costo de construcción, la pendiente del terreno y la profundidad del suelo (Colegio de Postgraduados, 1991).

Otra práctica para la conservación del suelo es la *rotación de cultivos*, que se refiere a la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos sobre un área de terreno determinado. La serie o secuencia de cultivos que constituirá un ciclo de rotación, debe programarse en base a las condiciones ecológicas y económicas de la región. Cultivos adecuados para utilizar en las rotaciones son gramíneas y leguminosas, ya que proporcionan buena cobertura del suelo, ayudan a mantener y mejorar su contenido de materia orgánica (Morgan, 1997), y las leguminosas además contribuyen a la fijación de nitrógeno atmosférico. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de rotación de cultivos; primero se obtuvo se sembró el sistema milpa (maíz, frijol, calabaza y haba), y después se sembró un cultivo de cobertera, que en este caso es chícharo.



Figura 1. Rotación de cultivos en la zona templada de la Sierra Negra de Puebla.

El *cultivo en fajas* también es utilizado en la conservación de suelos; consiste en cultivar los terrenos de pendiente del 2 al 15% en fajas alternas y de anchura variable, con plantas de escarda (en surcos para interés económico) y cultivos tupidos, los cuales generalmente siguen un programa o secuela de rotación (Colegio de Postgraduados, 1991). Por su parte, Becerra (2005) indica que las fajas de contención se recomiendan para terrenos con pendiente poco uniforme; son similares a las de contorno, con la diferencia de que las fajas de cultivo tupido (contención) son de ancho irregular, para compensar la variación de las curvas de nivel, lo que permite que las fajas del cultivo de escarda sean de ancho uniforme. En algunos casos la faja de contención puede no cultivarse, estableciéndose entonces algún pasto como cobertura permanente.

El uso de agaves como muro de contención en estas fajas es muy socorrido en zonas templadas y semiáridas, aparte de que sirven de delimitantes de parcelas y obstáculos para la ganadería extensiva, que pone en riesgo los cultivos.

3.3. El sistema milpa

La agricultura de subsistencia ha sobrevivido con el paso del tiempo y de cambios tecnológicos, gracias a la diversidad de especies y cultivos que existen en las parcelas. Este tipo de agricultura también se denomina *milpa*. Martínez (2003) señala que en el sistema milpa existen cuatro sistemas agrícolas caracterizados por el periodo de descanso o barbecho de los terrenos de cultivo, y de su duración:

- **Sistema de año y vez.** En este sistema la parcela de cultivo se trabaja un ciclo agrícola anual y se deja en descanso por uno o dos años. La única fuente de abastecimiento de humedad es la lluvia, y en las labores agrícolas se emplea el trabajo humano, así como la aplicación de tracción animal y/o mecánica. Por la duración del descanso, este sistema se conoce como de **barbecho corto**.
- Otro sistema es que se utiliza el terreno durante dos ciclos agrícolas consecutivos al año y se deja en descanso de dos a siete años. Se caracteriza porque las condiciones climáticas (temperatura y régimen de lluvias o humedad residual) permiten realizar dos siembras consecutivas al año, en el ciclo de temporal y en invierno. En las tierras húmedas de la vertiente del Golfo de México, éste último ciclo (invierno) se conoce como milpa de *tonamil*. Por la duración del descanso este sistema se conoce como **descanso medio**.
- Existe también el sistema de producción donde la parcela sólo se siembra en el ciclo agrícola de temporal y también se deja en barbecho de dos a siete años. Depende en forma exclusiva de las lluvias de temporal y en las labores agrícolas también se ocupa el trabajo humano.
- En el último sistema la parcela se trabaja sólo un ciclo agrícola anual (el de temporal), y se deja en descanso o barbecho por más de siete años, aunque eventualmente el terreno se puede sembrar hasta dos o tres años seguidos. El trabajo agrícola se realiza básicamente con instrumentos de uso manual y este

sistema productivo también se lleva a cabo en terrenos con fuertes pendientes, en amplias regiones del país se conoce comúnmente como ***milpa***, roza-tumba-quema, agricultura trashumante o itinerante y por la duración del barbecho, es un sistema agrícola de **barbecho largo**.

3.3.1. Asociación y combinación de cultivos

En zonas templadas el sistema de combinación de cultivos y plantaciones está enfocado a la diversificación de productos tales como frutos, madera, granos y hortalizas, mediante el mejor aprovechamiento del espacio. Un ejemplo son los frutales como manzana, durazno, pera y ciruelo, combinados con maíz, frijol, alfalfa y hortalizas en el estado de Puebla. De igual manera en el estado de México se tienen combinaciones de pera con haba y maíz. En esta zona existen diversos trabajos que se han realizado bajo esta tecnología como una técnica tradicional de frutales con cultivos anuales (Ramírez, 2001).

En esta categoría puede haber una asociación permanente o temporal entre árboles y cultivos. La permanente consiste en que la plantación forestal o frutal se establece a un distanciamiento mayor que el que se utilizaría para una plantación exclusiva o monocultivo; allí se establecen los cultivos en forma sostenida durante todo el tiempo de vida de la plantación. En este caso, el suelo debe ser particularmente fértil. La asociación temporal es cuando el cultivo agrícola y la plantación forestal se establecen de modo simultáneo, dándose a las especies forestales o frutales el distanciamiento normal de una plantación común; los cultivos son entonces conducidos normalmente, hasta que el efecto de la competencia (básicamente la sombra) determine su eliminación definitiva (Reynel & Felipe, 1987).

Para ello, es de suma importancia y cuidado seleccionar las especies frutales y/o forestales que se combinarán con el sistema milpa, ya que el objetivo es diversificar la producción en la parcela, sin descuidar la fertilidad y conservación del suelo. Especies forestales como la *Leucaena spp.* o guaje, *Gliricidia spp.*, *Inga spp.*, *Cajanus cajan*, están siendo utilizados en los trópicos, en asociación con otras especies y/o cultivos anuales. Un árbol de uso múltiple fijador de nitrógeno que se puede utilizar para las

zonas templadas en este tipo interacción, es el aile (*Alnus jorullensis*), sembrado con la milpa, y cultivos invernales como cebada, trigo o avena.

3.3.2. El sistema Milpa Intercalada entre Árboles Frutales (MIAF)

El Colegio de Postgraduados ha estado desarrollando este sistema desde hace varios años, junto con el Proyecto Manejo Sustentable de Laderas (PMSL), en las regiones cuicateca, mazateca y mixe en el estado de Oaxaca. En las áreas templadas de estas regiones, han establecido tres especies ocupando el mismo terreno: maíz, frijol y durazno (Figura 2).



Figura 2. Ejemplo de cultivo de maíz intercalado con durazno (Colegio de Postgraduados).

Los árboles de durazno están plantados en hileras a curvas de nivel separadas a 9.0 m, con una distancia entre árboles en la hilera de 0.75-1.0 m, ocupando una franja de 3.0 m de ancho. Cada hilera de árboles está flanqueada a ambos lados por surcos de maíz y frijol en franjas también de 30 m de ancho. Con este arreglo, los árboles ocupan 1/3 del terreno, y el maíz y frijol 2/3 del terreno. En cada hilera de árboles, aguas arriba se tiene el filtro de escurrimientos, el cual es un camellón de 1.0 m de ancho formado con rastrojo de maíz colocado entrelazado a lo largo de las hileras (Cortés, 2003).

En la microcuenca El Pozorrón, región cuicateca [clima templado], el mismo autor indica que, los resultados mostraron que el maíz bajo el sistema MIAF, el cual solamente ocupa dos tercios del terreno, produce un rendimiento anual alrededor de 2.5 t·ha⁻¹, que es similar al obtenido con los sistemas tradicionales mejorados donde el maíz ocupa todo el terreno. Sin embargo, a partir del tercer año cuando los árboles de durazno

entran en producción, el *rendimiento total anual equivalente* en grano de maíz se incrementa de 2.5 a 15 t·ha⁻¹.

Con la evaluación de otras microcuencas, que en promedio presentan 30% de pendiente, se recomienda que el sistema MIAF se maneje con árboles de durazno variedad ‘Diamante’ y ‘Oro Mex’ plantados en hileras en contorno separados a 10.0 m horizontales y una distancia entre árboles en la hilera de 1.0 m. Aguas arriba y aguas abajo de cada hilera sembrar cuatro surcos de maíz y de frijol, con una anchura de surcos de 0.80 m horizontales. El sistema de conducción y poda de los árboles es el de *Tatura* modificado. La fertilización de los árboles de durazno es con la fórmula 30-30-30 g de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, por árbol·año⁻¹ de edad del árbol. La fertilización del maíz en el patrón de cultivo maíz-frijol en relevo es con la fórmula 55-55-00 con 33,000 plantas para los 2/3 de ha que ocupa en el sistema MIAF. En el patrón de cultivo maíz asociado con frijol, la fórmula de fertilización es la 80-80-00 con 29,000 plantas de maíz también para los 2/3 de la hectárea ocupadas por estas especies. El manejo del suelo es de acuerdo a la tecnología tradicional de los productores (Cortés, 2003).

3.4. Conceptos agroforestales

En la agricultura tradicional y de subsistencia, siempre se han dejado algunos árboles en los cultivos agrícolas para sombra, guardar el rastrojo o simplemente de belleza escénica. Así mismo, en varias rancherías o pueblos, los animales de traspasio andan libres en las parcelas de descanso o acahuals. Con esto y otros ejemplos similares que ocurren en los países con una población campesina y rural considerable, se demuestra que la Agroforestería ha estado presente desde muchos años atrás, aunque como ciencia surge relativamente hace poco tiempo

En los años 70's e inicios de los 80's del siglo pasado empezaron a darle forma a la ciencia de la Agroforestería, tratando de explicar el concepto mismo, su campo de acción y los alcances. Krishnamurthy & Ávila (1999) citan varias definiciones de los investigadores a nivel internacional que han aportado a esta disciplina:

La agroforestería es un sistema de uso de la tierra que implica una integración aceptable, en términos sociales y ecológicos, de árboles con cultivos y/o animales, simultánea o secuencialmente, de tal manera que se incrementa la productividad total de plantas y animales de una forma sustancial por unidad de producción o finca, especialmente bajo condiciones de bajos niveles de insumos tecnológicos y en tierras marginales [P.K.R Nair, ICRAF].

La agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas del uso de la tierra y tecnologías donde las perennes leñosas (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc.) se usan deliberadamente en las mismas unidades en alguna forma de arreglo espacial o de secuencia temporal [Lundgren & Raintree, 1982].

La agroforestería es el arte de cultivar árboles en combinación interactiva con cultivos y/o animales en la misma unidad de tierra con propósitos múltiples [Krishnamurthy, 1998].

Estas definiciones nos llevan a un denominador común para entender el concepto de agroforestería, la presencia de árboles (especies vegetales leñosas perennes) con interacción directa o indirecta de cultivos y/o animales en el mismo espacio o unidad. Esta interacción deberá ser positiva para que sea provechoso aplicar esta ciencia. Los mismos autores citan a Lundgren con esta definición: ‘agroforestería es un nombre colectivo para todos los sistemas y prácticas de uso de la tierra donde plantas leñosas perennes se siembran deliberadamente en la misma unidad de tierra como cultivos agrícolas y/o animales, en combinaciones espaciales o en secuencia temporal. Deberá haber una interacción ecológica y económica importante entre los componentes leñosos y no leñosos’.

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 las interacciones positivas y maximizarlas, y reducir las negativas. Las principales interacciones ecológicas con respecto al clima son: luz, temperatura, humedad, viento, suelo (materia orgánica, nutrientes, erosión), recursos biológicos

(plantas y animales); y el espacio disponible para el crecimiento. Las interacciones entre cultivos y animales no son suficientes para construir un sistema agroforestal del uso de la tierra, la presencia de perennes leñosas es necesaria para que el sistema se considere agroforestal (Torquebiau, 1990).

El mismo autor señala que en agroforestería se considera que el árbol es un *árbol de uso múltiple*; y ‘de uso múltiple’ significa que el árbol desempeña varias funciones en el sistema de producción. Una de estas funciones es la del factor mismo de producción; por ejemplo, en la producción de madera, fruta, forraje, abono verde o sustancias médicas. Otras funciones es el de servicio, como proveer sombra, controlar la erosión, mejorar la infiltración del agua a través del sistema radicular, fijar el nitrógeno de la atmósfera, servir como setos y cercos vivos, como rompevientos, eliminación de malezas, entre otras. También hay que añadirle el significado sociocultural en ciertos grupos humanos.

Burley & von Carlowitz, citados por Krishnamurthy & Ávila (1999), definen a un árbol de usos múltiples como aquella perenne leñosa cultivada deliberadamente para proveer más de una contribución importante a la producción o servicio (por ejemplo, protección, sombra, sostenibilidad de la tierra) del sistema de uso de la tierra que él ocupa.

Para entrar a la temática de los sistemas agroforestales, es necesario definir el término ‘sistema’. Éste se refiere a un conjunto de elementos relacionados o una manera de establecer un modelo basado en una situación real o inventada. En el contexto rural, un sistema agrícola puede definirse como ‘un arreglo único y razonablemente estable de empresas agrícolas que la familia maneja de acuerdo a prácticas bien definidas en respuesta al ambiente físico, biológico y socioeconómico y en concordancia a las metas, preferencias y recursos de la familia (Shaner *et al* citados por Torquebiau, 1990). Las empresas agrícolas no son otra cosa más que las actividades emprendidas para generar un producto que contribuya a la producción total o al ingreso de la familia agrícola. Así que Torquebiau llega a una definición de sistema agroforestal, que es ‘un conjunto de componentes agroforestales interdependientes (árboles con cultivos y/o animales) representando un tipo común de uso de tierra en cierta región’.

Los sistemas agroforestales más comunes son:

Agricultura migratoria. Consiste en cortar la vegetación existente, amontonarla y quemarla para proveer espacio y nutrientes para los cultivos. Es también conocida como roza-tumba-quema. La agricultura migratoria tradicional sólo puede proveer una producción a nivel de subsistencia.

Barbechos mejorados. Se refiere a la alternancia de manejo para la agricultura migratoria. El sistema de barbechos mejorados consiste en alentar la presencia de ciertas especies durante el periodo de barbecho con el objetivo de restaurar la fertilidad del suelo, suprimiendo las malezas y aumentando los rendimientos económicos [citado de Beer, 1983 & Budowski, 1987]. Los métodos de barbechos practicados en nuestro país ya se explicaron en el apartado del sistema milpa.

Estos sistemas corresponden a sistemas agrisilvícolas rotacionales.

Huertos caseros. Es el sistema de producción a pequeña escala que provee consumo vegetal o animal y artículos utilitarios no obtenibles, comprables o disponibles en los mercados, cultivos de campo, caza, recolección, pesca y ganancia de salarios. Los huertos caseros tienden a ser localizados cerca de las habitaciones o viviendas por seguridad, conveniencia y cuidado especial. Ocupan tierra marginal para la producción de campo y trabajo marginal para las actividades económicas de la unidad familiar. Con la presencia de especies ecológicamente adaptadas y complementarias, estos huertos están marcados por su bajo insumo de capital y tecnología.

La selección de especies se determina por preferencias individuales, hábitos dietéticos, disponibilidad recursos incluyendo el trabajo familiar, especies de valor relativo, tradición familiar y la experiencia/habilidad técnica. Presenta por lo menos tres capas o estratos: el fondo es de menos de un metro de altura que consiste de cultivos, hortalizas, rastreras, condimentos, tubérculos y plantas medicinales; una capa media de más de un metro de altura que contiene ornamentales, cultivos alimenticios y cercos vivos; y el estrato superior de más de 10 m de altura que consiste de árboles frutales y árboles de uso múltiple. Un árbol de uso múltiple es aquél que desempeña varias funciones en el

sistema de producción, y una de sus funciones es la del factor mismo de producción: madera, fruta, forraje, abono verde o sustancias médicas.

Los huertos caseros presentan la característica de ser un sistema agroforestal mixto y multiestrato; y con una gran diversidad de especies, uso múltiple de recursos y con una estrategia flexible de manejo, son un completo contraste con el monocultivo de la agricultura moderna.

Las condiciones ecológicas y socioeconómicas no determinan lo que se cultiva, éstas sólo ponen un límite de lo que es posible. En realidad lo que determina la estructura, función y dinámica de los huertos son condiciones como la tradición familiar, aspiraciones individuales y disponibilidad de mano de obra (Morales, 2006). El mismo autor indica que en un huerto familiar existen tres distintas unidades: el patio, la casa y el huerto propiamente dicho. En el patio y la casa se pueden encontrar algunas plantas, principalmente ornamentales. El huerto se localiza generalmente atrás o a un lado de la casa y está conformado por hierbas rastreras, herbáceas, arbustos, árboles y animales.

Combinaciones plantación-cultivo. Practicado ampliamente en los trópicos, el principal producto es proporcionado por el componente árbol y normalmente en un patrón regular y en el mismo año.

Los últimos dos sistemas anteriores pertenecen a los sistemas agrisilvícolas mixto-espaciales, mientras que los siguientes cuatro son zonales:

Sistemas silvopastoriles. Es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles y arbustos), interactuando con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), y todos ellos están bajo un sistema de manejo integral, tendiendo a incrementar la productividad y beneficio neto del sistema en el largo plazo. Incluyen las siguientes técnicas de producción con base en los árboles: cercos vivos y barreras vivas; cortinas rompevientos y cinturón de protección; pastoreo en charrales, tlacotales o matorrales, y árboles en pastizales; bancos de proteína; y producción animal bajo plantación de frutales o árboles maderables.

Cultivo en callejones. También conocido como intercultivo de setos vivos o agricultura en callejón, es un sistema de producción en el cual los árboles y arbustos (preferentemente especies leguminosas de rápido crecimiento) son establecidos en setos vivos sobre tierras arables de cultivos alimenticios. El componente leñoso se planta invariablemente en hileras, y se debe estar podando periódicamente para incorporarlo al suelo como abono verde, y de esta forma contribuir al reciclaje de nutrientes y suministros de nitrógeno, conservación de suelo, supresión de malezas, y mantenimientos de la productividad del suelo.

Cercos vivos. Es una manera de establecer un límite al plantar una línea de árboles o arbustos en un espacio relativamente estrecho y fijando alambre en ellos. Esto es, una hilera de árboles o arbustos plantados que separan un terreno de otro, y generalmente se mantienen con podas periódicas.

Barreras rompevientos y cinturones de protección. El rompevientos denota a un grupo de árboles o arbustos en cualquier ordenamiento que proporciona protección de los fuertes vientos a los cultivos, animales o a ambos. El cinturón de protección es un amplio rompevientos con árboles y arbustos vivos establecidos y mantenidos para la protección de tierras agrícolas sobre un área más grande que una sola finca. En climas templados, el rompevientos tiene un papel esencial para la protección del ganado, ya que reduce la velocidad de los fuertes vientos y lo protege de los peligros de enfriamientos.

Otros sistemas presentan componentes especiales, como la **Entomoforestería**, que se refiere a cultivar árboles en combinación interactiva con insectos para obtener productos útiles a los humanos. Entre ellos están la apicultura (cultivo de abejas para la producción de miel y otros productos asociados como la jalea real, polen), la sericultura (producción de seda) y la producción de laca (relación árbol-insecto parásito). La **Acuaforestería**, también llamada silvoacuicultura o silvopiscicultura, es la producción de animales acuáticos, principalmente peces, en combinación interactiva con árboles y arbustos (Krishnamurthy & Ávila, 1999).

En algunas regiones templadas es común el pastoreo de ganado bovino, ovino, caprino y otras especies menores dentro de los bosques de coníferas y encinos. El objetivo básico

del agostadero es la de contribuir a la dieta familiar, proporcionando 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. (Coca, 2004). En Venta de Carpio, Estado de México, la UNAM tiene un módulo de sistemas silvopastoriles, en donde el ganado va pastando el bosque a través de un modelo holístico; integra equinos, bovinos, ovinos, caprinos y porcinos, así que mientras los animales grandes ramonean los árboles y arbustos, las especies menores aprovechan la cobertura herbácea, y aunado a ello remueven el suelo para que se regenere la vegetación más rápidamente.

Dentro de las opciones de propósito múltiple para optimizar el agroecosistema campesino, se mencionó entre ellas a la agroforestería, ya que es un camino viable para la autosuficiencia y seguridad alimentaria, así como para la conservación de los recursos naturales, esto es, un verdadero desarrollo rural sostenible para los campesinos e indígenas que últimamente han cambiado sus prácticas agrícolas obedeciendo o siguiendo las sinergias de las fuerzas del mercado. Reynel & Felipe (1987) indican que los beneficios de las prácticas agroforestales pueden dividirse en dos categorías: aquellos que son fácilmente cuantificables (por ejemplo, aumentos en la productividad o los rendimientos) y otros que no se pueden cuantificar con facilidad, pero cuya importancia es muchas veces más trascendente (por ejemplo, la conservación del suelo y el agua, la conservación de la flora y la fauna, y la mejora del ambiente en que el campesino habita).

Las interacciones positivas en los sistemas agroforestales no son universales y tampoco existen todo el tiempo. Por ejemplo, la fijación biológica del nitrógeno puede no ocurrir en sistemas donde sólo se incorporan árboles frutales. Las interacciones complementarias e incrementos en el rendimiento en la agroforestería resultan de una mejor captura de recursos y de un uso eficiente. Por otra parte, la competencia por los recursos para el crecimiento, especialmente agua y nutrientes, podrían afectar adversamente los rendimientos (Krishnamurthy & Ávila, 1999).

Sin embargo, los beneficios de las interacciones son mayores que las competencias, si se analiza desde una perspectiva integral con respecto a un monocultivo. Además trae ventajas secundarias importantes como el control de la erosión y la conservación del suelo a través de las combinaciones de cultivos perennes, sistemas multiestratos, cercos vivos en contorno, barreras rompevientos e hileras o cinturones de protección, lo cual permite mantener la materia orgánica y las propiedades físicas del suelo, y promueve el ciclo y uso eficiente de los nutrientes (Young, 1997).

Es así como los árboles en los sistemas agroforestales, una vez establecidos, ayudan a mantener el recurso suelo en su lugar. La tecnología de tierras agrícolas de ladera desarrolladas en Filipinas, es un buen ejemplo de cultivo en callejones en contorno para áreas montañosas que combinan las características de conservación de suelo y agua, el enriquecimiento de la fertilidad del suelo, la diversidad y productividad de cultivos. La tecnología consiste en setos vivos doble de árboles y arbustos leguminosos entre los callejones para prevenir la erosión del suelo. Cuando se cortan y se incorporan al suelo, estas leguminosas mejoran la fertilidad del suelo. Dichos cultivos proveen una cubierta vegetativa permanente que ayuda a conservar el agua y el suelo. Este sistema agroforestal controla adecuadamente la erosión, hace posible la producción sostenible de los cultivos, es culturalmente aceptable por las pequeñas familias campesinas y puede adoptarse fácilmente (Krishnamurthy & Ávila, 1999).

Otra ventaja es que la hojarasca sobre la superficie del suelo, así como la protección por la copa del árbol, disminuye la fuerza con la cual las gotas de lluvia golpean el suelo. Esto da como resultado cantidades más grandes de infiltración de agua, lo que disminuye la erosión del suelo por corrientes de agua. La barrera rompevientos proporcionada por los árboles limita la velocidad del viento, reduciendo así la cantidad de suelo erosionado (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

Por las características de las zonas templadas y la agricultura de ladera, el sistema agroforestal de agricultura migratoria no es muy viable, debido a los problemas de pérdida de suelo considerables, y la lenta recuperación de los ecosistemas templados respecto a los tropicales; los huertos caseros son alternativas más reales para estos

ambientes, puesto que permiten integrar cultivos vegetales con manejo de animales domésticos, todo ello con fines de autosuficiencia o para el mercado local.

Krisnamurthy & Ávila (1999) señalan que los huertos templados en las regiones con deficiente luz solar utilizan típicamente un espacio horizontal y un cultivo dual o simple con unos cuantos árboles bien especificados. Otra alternativa agroforestal para las zonas frías son los cultivos en callejones con la combinación de árboles frutales con cultivos básicos; así la plantación de frutales en contorno o curvas de nivel en el sistema milpa puede favorecer los agroecosistemas templados, y se puede incluir por ejemplo, durazno o pera con maíz o frijol; dentro de estos componentes se puede establecer ganado menor, como ovinos, para que se convierta en un sistema agrosilvopastoril.

Por su parte, Campos (1994) señala que los sistemas agroforestales aun cuando se han practicado desde tiempo muy atrás, como área de la ciencia agroforestal nacen en la década de los 60's del siglo pasado. Es un medio de estudio donde se conjuntan científicos de las ciencias naturales y de las ciencias sociales para buscar y abordar la gestión sustentable de los recursos naturales.

Beneficios comerciales y ambientales son los que ofrecen los sistemas agroforestales. Las interacciones entre estos beneficios dependerán, en términos biológicos, de la naturaleza complementaria, suplementaria y competitiva entre ellos establecida. Aún cuando existen algunas relaciones incompatibles (por ejemplo, cultivos con conservación de cuencas), la mayoría de las interacciones son compatibles, y unas cuantas presentan sólo algunos problemas de esta índole (por ejemplo, uso de especies silvestres con especies amenazadas). Estos problemas de compatibilidad son escasos y se relacionan más que nada con la sobreexplotación que los animales y/o el hombre realizan sobre los recursos naturales.

Un sistema agroforestal ofrece beneficios independientemente de los usos a que se le puedan dar (por ejemplo los servicios ambientales). Los sistemas agroforestales permiten una mayor diversidad comercial y ambiental que las parcelas agrícolas o explotación forestal en monocultivos. Montiel (2004) clasifica las ventajas de los sistemas agroforestales sobre los monocultivos de la siguiente manera:

a) Ventajas socioeconómicas

- Diversificación de productos para mercado.
- Los productores, en especial los más pobres, satisfacen al menos parcialmente sus necesidades de leña, postes, madera, comida, etc.
- Los árboles funcionan como un ahorro, en momentos de necesidad de capital.
- No existe la dependencia de un solo cultivo, por la diversidad de la producción, y disminuyen los riesgos por sequía, bajos precios, plagas, etc.
- Reduce la dependencia de insumos externos.
- La inversión es relativamente baja.
- Promueve la cohesión en el trabajo comunitario.
- Sirve para delimitar la propiedad y prevenir la usurpación o invasiones.
- Mejor distribución del trabajo a lo largo del año.
- Se inyecta valor agregado al sistema de producción.
- Bajo riesgo económico por no depender de un solo producto.

b) Ventajas agroecológicas

- Mejor utilización del espacio vertical y periodo de cultivo, por ejemplo la energía solar es aprovechada más eficientemente.
- Un mayor volumen de biomasa es regresado al sistema (materia orgánica).
- Mayor eficiencia en el reciclaje de los nutrientes.
- Reducción de la erosión, y rehabilitación de tierras degradadas.
- Menor incidencia de malas hierbas por el mayor aporte de mantillo.
- Menor incidencia de plagas por la presencia de mayor número de depredadores.
- Mayor diversidad biológica.
- Un mejor uso de los recursos disponibles.

Con esta lista quedan manifestadas las aportaciones que los diferentes sistemas agroforestales proporcionan a los campesinos, así como al entorno agroecológico.

El rasgo común entre los sistemas agroforestales, comenta Buggel (1992), es el de producir productos que pueden ser consumidos directamente o ser fácilmente

cosechados y comercializados por la comunidad local. Con ello se ataca la problemática de optimización de la productividad, ya que el aumento en la producción de la madera y alimentos, a partir de la misma parcela de tierra, en un sistema agroforestal estable, liberará a los ecosistemas naturales de la presión de la explotación, generalmente irreversible, y podría facilitar en gran medida su protección.

Si los planes son establecer sistemas agroforestales en una gran área, Ballesteros (2002) recomienda optar por un programa de financiamiento a mediano plazo que permita absorber los costos en la etapa no productiva de los componentes, como es el caso de semillas, fertilizantes, obras de conservación de suelos, pie de crías, viveros, etc. Para dichas inversiones se puede necesitar crédito, pues en la mayoría de los sistemas agroforestales pueden ser necesarios algunos años antes de obtener los primeros rendimientos.

En la LDRS en su artículo 118 menciona los procedimientos para el financiamiento de los proyectos de reconversión productiva a través de créditos; entre dichas alternativas de producción se pueden implementar opciones agroforestales mejorados.

4.1. Localización

4.2. Medio biofísico

En la parte Sureste del estado, en la región de Tehuacán y Sierra Negra, las formaciones geológicas van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario. La más antigua está conformada por rocas metamórficas, de edad precámbrica (del Proterozoico Medio, de 900-1100 millones de años de antigüedad), y pertenece al Complejo Oaxaqueño, aunque sólo en pequeñas afloraciones. Los elementos paleogeográficos existentes en la porción

centro-oriental de México, desde el Jurásico Superior y durante la primera mitad del Cretácico, que tuvieron extensión dentro del territorio poblano, se incluyen la cuenca de Tlaxiaco, el antiguo Golfo de México, la plataforma de Córdoba, la plataforma de Morelos-Guerrero y la cuenca de Zongolica (INEGI, 2000).

Ésta última, indica la misma fuente, está representada por una serie de rocas carbonatadas y arcillosas depositadas en ambientes pelágicos, que afloran hacia el Noreste de Tehuacán y en el extremo Sur-oriental del estado. Las deformaciones compresionales de principios del Cenozoico se manifiestan en gran parte del territorio estatal, especialmente hacia la mitad oriental, con la formación de pliegues y cabalgaduras hacia el Este.

En la Sierra Mazateca, misma región fisiográfica de la región Sierra Negra, la unidad Js(cz-lu) [Jurásico superior, caracterizado por caliza intercaladas con lutita] corresponde a las fases calcáreo-arcillosa de la formación Tepexilotla, formada por una intercalación de estratos calizas de 10 a 30 cm de espesor, y de lutitas de 5 a 30 cm. La unidad presenta un aspecto pizarroso que acusa un ligero metamorfismo; sobreyace tectónicamente a las unidades del Cretácico inferior. En el extremo Sureste del estado, aflora la unidad Js(lu-ar), que corresponde a las fases psamítico-pelítica de la formación Tepexilotla. Ésta consiste en una secuela rítmica de lutita bituminosa apizarrada, en estratos de 0.5 a 1.0 m de espesor, intercalados con arenisca arcósica y esporádicos horizontes de caliza (INEGI, 2000).

La misma fuente explica que, del Cretácico Inferior, y Medio, hay grandes afloramientos de roza marina dentro de la porción poblana de la Sierra Madre Oriental. Las unidades aparecen cartografiadas conjuntamente con la clave Ki(cz) y forman sierras altas y alargadas de una orientación general Norte-Noroeste—Sur-Sureste. La secuencia rocosa está integrada por sedimentos carbonatados marinos, formado como depósitos de borde de plataforma y talud.

Las rocas más antiguas que se encuentran en la parte sur del estado, se manifiestan en varias etapas de deformación, intrusión y metamorfismo de tipo regional y cataclástico. Las estructuras de mayor relevancia son las que reflejan las etapas de deformación

plástica y cataclástica, como son plegamientos y fallas normales e inversas, y diversos sistemas de fracturas orientados generalmente Noroeste-Sureste. Las estructuras plegadas son simétricas y recostadas, principalmente en la Sierra Mazateca (en conjunto a la Sierra Negra), donde se encuentran dislocadas conforme a una serie de escamas definidas por fallas inversas que yuxtaponen bloques de diversas características. Las fallas normales definen pilares y cuencas. Las secuencias de rocas del Jurásico y Cretácico forman pliegues asimétricos, recumbentes y disarmónicos, con fallas inversas y normales (INEGI, 2000).

En la comunidad, la parte centro y parteaguas, se presenta una geología caracterizada como Ki(lu-ar), es decir, Cretácico inferior lutita-arenisca; son rocas volcanosedimentarias. En la parte occidental, Tlakotla, son rocas metamórficas metasedimentos, K(Mt) (Carta Estatal Geológica-INEGI, 2000).

4.2.2. Clima

Considerando la latitud, el estado de Puebla se localiza en la zona intertropical, donde prevalecen los vientos alisios y las temperaturas altas. Así, los vientos alisios, que en general viajan del Noreste al Suroeste, son húmedos en esta región del país debido a sus paso por el Golfo de México, sin embargo, sólo producen altas precipitaciones en el Noreste, Este y Sureste de la entidad, como resultado de la orientación y altitud del relieve serrano que conforman esas áreas, el cual obliga al viento a ascender, éste se enfría, precipita y continúa su recorrido con menos humedad y produciendo una menor cantidad de lluvia en el resto del territorio, efecto conocido como ‘sombra pluviométrica u orográfica’ (INEGI, 2000).

La cantidad de lluvia y su distribución durante todo el año en estas zonas se debe también a la acción de los ciclones tropicales que incrementan la humedad de los vientos, sobre todo a fines de verano y principios del otoño, y de los frentes fríos o nortes, que propician la precipitación en el invierno, principalmente. En la Figura 4 se muestra la zonificación de la comunidad, en donde las cotas altitudinales definen la precipitación y temperatura.

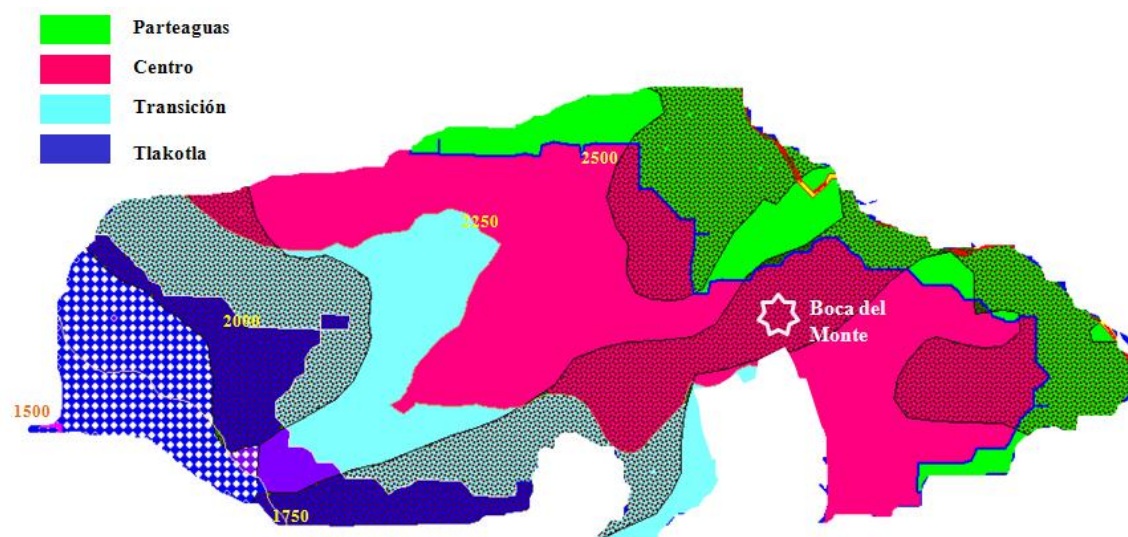


Figura 4. Zonas de la comunidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, delimitadas por la altitud en msnm (elaboración propia en base a INEGI, 2000).

Temperatura. La comunidad de Boca del Monte se encuentra en un rango de temperatura media anual que va de 12 a 20 °C. La parte más alta, que limita con el parteaguas del Valle de Tehuacán y la Planicie Costera del Golfo de México, presenta una temperatura median anual de 12 a 14 °C; hacia abajo, en la zona donde se localiza el centro de la población, va de 14 a 16 °C. Otra franja, que funciona como zona de transición entre el clima templado y el semiárido, ofrece un intervalo de temperatura media anual de 16 a 18 °C; y la parte más baja y seca de la comunidad, hacia el Oeste, conocida como Tlakotla [matorral o tierra seca], el rango es de 18 a 20 °C (Carta Estatal de Temperaturas Medias Anuales-INEGI, 2000).

Precipitación. Así como con la temperatura, debido al relieve abrupto de la zona, se presentan varias franjas de precipitación. En la parte más alta de la población o *parteaguas* oscila de los 1200 a los 1500 mm; en el *centro* de 1000 a 1200 mm; en la *zona de transición* de 800 a 1200 mm, y en *tierra seca* o Tlakotla de 700 a 800 mm (Carta Estatal de Precipitación Total Anual-INEGI, 2000). La Figura 5 muestra el mapa de precipitación de la región sureste del estado de Puebla, con la comunidad de Boca del Monte en contorno remarcado.

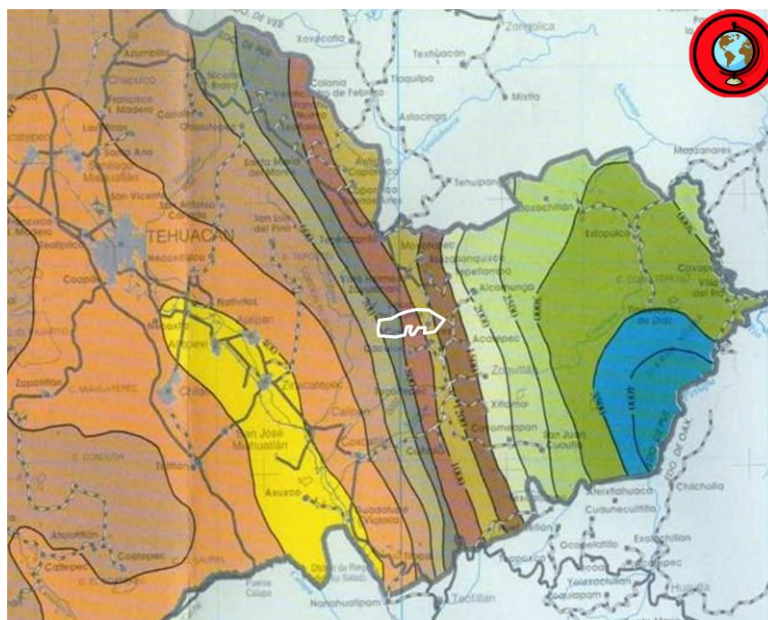


Figura 5. Mapa de precipitación de la región Sierra Negra-Tehuacán [del Este hacia el Oeste va de mayor a menor pp] (INEGI, 2000).

Grupo climático. La que se presenta aquí pertenecen a la clasificación de Koeppen modificada por Enriqueta García. En la zona del parteaguas y el centro, es un clima $C(w_2)(w)$, es decir, de los subtipos de mayor humedad dentro de los templados subhúmedos, con un % de precipitación invernal menor de 5. En la zona de transición, existe un subtipo de clima de menor humedad dentro de los templados subhúmedos, con un % de precipitación invernal menor de 5 mm [(A) $C(w_0)(w)$]. En Tlaxiaco, ya entran los climas secos, específicamente el $BS_1hw(w)$, que es el semiseco semicálido, de un rango de 18 hasta 22 °C de temperatura media anual, y la media del mes más frío menor de 18 °C, de lluvias en verano con un % de precipitación invernal menor de 5 mm, caracterizado como un invierno fresco (Carta Estatal de Climas-INEGI, 2000).

4.2.3. Hidrología

Hay presencia de manantiales que son aprovechados como fuente de abastecimiento de agua para la población. A través de estos manantiales se van formando pequeños arroyos que forman corrientes de agua de volumen considerables. Se cuenta con dos afluentes principales para el río Calipam; éste es aprovechado para el riego de plantaciones de caña de azúcar en el Valle de Tehuacán. En época de lluvias se forman corrientes

temporales, y los arroyos llegan a crecer en gran volumen, los cuales limitan el tránsito peatonal en las veredas y brechas.

Cuenca hidrológica. La región hidrológica a la que pertenece la zona de Tehuacán y Sierra Negra, es la del Papaloapan (RH-28). La cuenca es el Río Papaloapan (28A), y representa el 14.85% de la superficie estatal (Carta Estatal de Hidrología Superficial-INEGI, 2000).

Cuerpos de agua presentes. Las corrientes y cuerpos de agua presentes en la comunidad de Boca del Monte, son pequeños arroyos alimentados por manantiales o nacimientos de agua. Todas estas corrientes de agua confluyen en un lugar llamado *La Junta*, para encontrarse con el río Atoyac, en el cual aguas abajo existe una estación hidrométrica (21-22), indicada en la misma fuente consultada. Éste río, junto con otros como el Atzompa, Calapa y Cosahuico, se juntan ya en la cañada poblana-oaxaqueña, para formar el río Salado, afluente principal del Papaloapan en la porción poblana. El Salado recorre hacia el Sureste, entrando a territorio del estado de Oaxaca, conforme sigue dicha cañada; aquí se junta con otros ríos y de ahí conforman el río Papaloapan.

Los escurrimientos en la cuenca son mayores de 1000 mm, aunque el rango de escurrimiento varía de 5% en las partes más llanas, a 20% en las sierras (que es donde se localiza la comunidad de Boca del Monte). Solamente en el extremo Sureste, hacia la vertiente oriental de la sierra, se tienen porcentajes mayores a 30% (INEGI, 2000).

Hidrología subterránea. En Boca del Monte, por ser un relieve accidentado, caracterizado por serranías con laderas muy pronunciadas, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) no ha identificado aguas subterráneas, aunque pudiesen existir en forma de galerías filtrantes.

Permeabilidad. Esta se define como ‘la capacidad que tienen los diversos materiales geológicos (rocas y suelos) de permitir el paso de fluidos a través de ellos, como el agua’. Se manejan los siguientes rangos: *baja, baja-media, media, media-alta, alta*. En la comunidad se encuentran materiales consolidados con permeabilidad baja-media en la parte centro y alta (parteaguas), mientras que en Tlakotla es bajo este índice. Esta

permeabilidad hace posible la recarga de acuíferos del Valle de Tehuacán, donde se presenta una condición de explotación en equilibrio; la dirección del flujo subterráneo es hacia el Sureste, esto es, conforme a la dirección de la cañada poblana-oaxaqueña (INEGI, 2000).

4.2.4. Vegetación

Por las condiciones climáticas templadas y de transición a semiárido de la comunidad, hay presencia de plantas medicinales que se pueden encontrar en forma silvestre o cultivada. También hay plantas ornamentales alrededor de los manantiales y riberas de los arroyos.

Los pastizales crecen en forma silvestre, con presencia de zacatones (género *Muhlenbergia spp.*, principalmente). Con respecto a los árboles forestales, hay presencia de cerca de cinco especies de pinos (*Pinus spp.*), varias especies también de encino (*Quercus spp.*), aile (*Alnus spp.*), y una gran diversidad de arbustos (Cortés, 1984). Es en esta región donde hay asociación de bosque de pino-encino (INEGI, 2000). Estos bosques llegan a medir en promedio unos 15 y 20 m de altura. Aunque hay excepciones importante, ya que algunos llegan a medir hasta unos 40 ó 50 m.

Uso de la vegetación. El uso principal de la vegetación es para aprovechamiento alimenticio, combustible doméstico y construcción. En el caso de pino y encino es para la edificación de casas y para leña, el copal para fines ceremoniales, el agave para la producción de pulque; y algunas otras especies de recolección para alimentos.

Las zonas de ladera que se han desmontado son para la práctica de la agricultura de temporal, y sólo en pequeñas zonas planas se realiza el cultivo de tomate de cáscara bajo riego.

4.2.5. Fauna

La fauna es variable en cuanto a aves silvestres y mamíferos roedores. Entre los meses de mayo, cuando empiezan a nacer los cultivos, es la temporada cuando aparecen los conejos, principalmente. La presencia de coyotes, mapaches, tlacuaches, zorros, ardillas,

zorrillos, entre otros animales silvestres, va en descenso, ya que por la cacería en años pasados ha disminuido su población. La modificación de su hábitat natural debido a la explotación de bosques, también es factor importante de su desaparición.

De la zona intermedia (transición y centro) hacia el parteaguas [clima templado], se encuentran ardillas, mapaches, tlacuaches, armadillos, tuzas, zorros, algunos invertebrados, así como algunos reptiles y aves. Los coyotes han venido desapareciendo, debido a la tala del bosque, y el avance de la frontera agrícola, así como la introducción de brechas y carreteras de terracería.

En Tlakotla la fauna está representada por correcaminos, huilotas, palomas, y varios reptiles [lagartijas, serpientes] de considerable tamaño, debido a que por el difícil acceso de brechas y desmonte para la agricultura, conservan sus hábitat's con menor perturbación.

4.2.6. Suelos

Los luvisol, feozem, litosol y regosol, se caracterizan por ser suelos no muy fértiles; localizándose en la parte de la Sierra Negra del municipio de Ajalpan, en donde se ubica la comunidad de Boca del Monte. En la zona de transición, la parte centro y la parte más alta de la comunidad existe el tipo de suelo Hh+E+I/2 [Feozem gléyico+Rendzina+Litosol con una textura media]. Al Oeste, en Tlakotla, se encuentra un tipo de suelo I+E+Hh/2 [Litosol+Rendzina+Feozem gléyico, con textura media] (Carta Estatal Edafológica-INEGI, 2000). Estas condiciones hacen que la actividad agrícola sea de temporal, con la condicionante de que la mayoría de los terrenos están en ladera.

El uso potencial del suelo es para fines forestales, ya que se encuentran en zonas de laderas con pendientes pronunciadas, lo que lo hace no apto para la agricultura. Pero este lineamiento ecológico no se sigue por parte de los campesinos de subsistencia, ya que de los años 50's a los 70's, principalmente, fue cuando desmontaron las áreas del bosque templado que ahora fungen como parcelas agrícolas, ante la necesidad de cubrir sus

requerimientos alimenticios (Figura 6 y 7). En la zona de Tlakotla la principal limitante para la producción agropecuaria es la falta de agua.



Figura 6. Parcelas agrícolas en ladera con relictos de bosque templado.



Figura 7. Vista panorámica, de Tlakotla hacia la zona templada de transición.

En la Figura 8 se muestra un área forestal donde la erosión del suelo se está haciendo evidente por falta de vegetación o manto orgánico, y ya se nota la formación de pequeñas cárcavas superficiales.



Figura 8. Terreno de ladera con aptitud y uso forestal erosionado.

4.3. Medio socioeconómico

4.3.1. Población

La población total que existe en la comunidad es de 609 habitantes, distribuidas en 129 familias. (UMR-Boca del Monte, 2008). Los grupos de edades en que se distribuye esta población se presentan en el cuadro 3.

En la comunidad hay 105 viviendas, indica la misma fuente. Las 129 familias, se distribuyen en las 105 viviendas, algunas de éstas alberga dos o hasta tres familias, esto debido a que los hijos al vivir con su cónyuge se quedan a habitar en el mismo espacio que los padres, aunque con su esposa (o) e hijos (as) conforman otro núcleo familiar, pero bajo la misma vivienda. Todas las viviendas-hogares son propias.

Cuadro 3. Población por grupos de edad y sexo (UMR-Boca del Monte, 2008).

GRUPOS DE EDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
0-4	34	28	62
5-9	43	23	66
10-14	57	43	100
15-19	33	45	78
20-24	23	25	48
25-29	23	22	45
30-34	19	15	34
35-39	13	15	28
40-44	10	14	24
45-49	13	10	23
50-54	19	17	36
55-59	12	12	24
60-64	4	8	12
65-69	4	8	12
70-74	2	2	4
75-79	0	6	6
80-84	2	2	4
85 y más	1	2	3
Total	312	297	609

La mayoría de las viviendas cuentan con piso de tierra, pared de madera y techo de tejamanil, teja o lámina galvanizada. Sin embargo, existe un aumento creciente de construcciones de concreto en la última década, llegando actualmente a casi un 45 % de viviendas con este material. Existe una pequeña porción de 3 % con techo de palma.

Densidad de la población. Existe una densidad poblacional de 101.5 habitantes por km², o su equivalente a 1.015 hab/ha. Es en el centro de la población donde existe mayor concentración de personas, y el área más despoblada se encuentra en la zona de Tlakotla, esto es, en la zona semiárida.

Grupos étnicos. El grupo indígena al que pertenece la población de Boca del Monte es el *Náhuatl*. Toda la población mayor de 5 años es hablante de la lengua náhuatl, con un 20% de monolingüismo.

Religión y creencias. La religión predominante es la católica, con un cierto sincretismo con algunas tradiciones y creencias prehispánicas (Figura 9).



Figura 9. Procesión del Día de la Virgen de Guadalupe.

Existen algunas tradiciones agrícolas, como por ejemplo en la siembra. Antes de iniciar esta labor, el dueño de la parcela o el que está a cargo, reúne en el centro de la parcela el rastrojo que quedó del arado de la tierra de las cuatro esquinas del predio, lo quema, y con una oración pide a los dioses (católicos) y a la naturaleza misma que el ciclo agrícola que inicia esté lleno de buenos rendimientos y cosechas, y que se proteja estos cultivos de plagas, malas hierbas y heladas. Después de esto, en la parte alta del predio, donde empieza la siembra del sistema milpa, se hace una cepa pequeña con el azadón, y se vierte aguardiente, pulque y/o refresco, como una forma de pedir permiso a la *madre tierra* de que acceda a que se siembre en ella la milpa, que es el sustento de la agricultura tradicional.

4.3.2. Tenencia de la tierra

La comunidad de Boca del Monte abarca una superficie de aproximadamente 600 ha. Es un anexo del polígono ejidal de San José Cuauhtotolapan, perteneciente al mismo municipio de Ajalpan (información de autoridades locales obtenida en 2008).

La modalidad de tenencia de la tierra es *ejidal*, con pequeñas áreas de uso común, para la edificación de infraestructura de los servicios y bienes (escuelas, capilla, presidencia, salón de usos múltiples, módulo piscícola) con que cuenta la comunidad.

Existe un total aproximado de 120 *posesionarios* de tierra ejidal, que es una modalidad de la figura de *ejidatario*, pero al ser la comunidad de Boca del Monte sólo un anexo del Ejido de San José Cuautotolapan, estos posesionarios sólo tienen voz, pero no voto en las asambleas de dicho ejido. Para fines prácticos, en este trabajo se les refirió como ejidatarios, ya que la administración y forma jurídica de los terrenos es ejidal. Cada ejidatario tiene en promedio 5 ha de terreno, distribuido entre el asentamiento de sus vivienda, su(s) parcela(s) y un relicto de bosque para el suministro de leña.

4.3.3. Servicios públicos

En el centro de la comunidad existe el servicio de sistema de agua potable, y drenaje y alcantarillado públicos. En cambio, en los barrios no existe tal infraestructura, ya que cada familia toma del manantial o nacimientos de agua el vital líquido que utilizan, y para el caso del drenaje lo soluciona con letrinas o fosas sépticas. La electrificación llega a un 98 % de las viviendas.

Educación. Existen los servicios educativos del nivel básico: Preescolar, Primaria, Tele-Secundaria, y la media superior Bachillerato CECYT (Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Puebla). Cada uno cuenta con su campus, con los salones suficientes para atender a los diferentes grados de su población estudiantil; excepto el CECYT, que actualmente usa las mismas instalaciones de la escuela primaria, debido a su reciente creación.

Salud. En el centro de la comunidad existe una Clínica o Unidad Médica Rural IMSS-Oportunidades, que además de atender a la población de Boca del Monte, lo hace con otras cuatro comunidades aledañas del mismo municipio: Cruz Chichiltzi, Playa Vicente, Tepepa de Zaragoza y Xala. En el barrio de Sotoltepec de la comunidad de Boca del Monte, se cuenta con una Casa de Salud, perteneciente a la Secretaría de Salud.

4.3.4. Economía y migración

La Población Económicamente Activa (PEA) es de un 25% con respecto a la población total, un 80% de este grupo se dedica al sector primario, un 6% en el secundario, y el restante 14% se emplea en las actividades terciarias (INEGI, 2005).

En el primer sector, la mayoría se dedica a la agricultura, y en poca proporción a la silvicultura. Para el sector secundario, en la comunidad no hay industrias o fábricas, sólo algunos pequeños talleres de sastrería y herrería. En el sector servicios y comercio, existen algunos negocios dedicados principalmente a la venta de abarrotes, venta de ropa, y establecimientos para comida.

Anteriormente sólo se migraba temporalmente para trabajar en la zafra de los ingenios azucareros de Calipam, Puebla, y otros más del estado de Veracruz. En la última década la migración a las ciudades de Tehuacán y México ha aumentado considerablemente; en la primera ciudad para emplearse principalmente en las maquiladoras de la industria textil, y en la capital nacional en la industria de la construcción, comercio y servicios domésticos. A eso hay que agregarle la migración a Estados Unidos, que también representa una salida para la búsqueda de empleo; datos proporcionados por algunos informantes clave en la comunidad, estiman que en el año 2009 cerca de un 5% de la población total se encontraba laborando en aquel país, mientras que 10% habían regresado durante 2007-2009. Estos números pueden variar año con año, debido a la crisis económica o la bonanza de ofrecimiento de empleos en dicha nación.

5. METODOLOGÍA

La metodología usada fue una adaptación de la metodología D&D (Diagnóstico y Diseño), ya que las investigaciones realizadas con ella en zonas templadas y condiciones de ladera son muy escasas, por lo que algunas técnicas y herramientas fueron acondicionados para cubrir las expectativas y objetivos del presente trabajo.

Se utilizó un diseño no experimental, denominada ‘investigación transeccional o transversal’. Este consiste en recolectar datos en un solo momento y en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (o describir comunidades, eventos, fenómenos o contextos). En forma particular, se usó un diseño transeccional correlacional-causal, el cual describe la relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. En este diseño los que se mide-analiza (enfoque cuantitativo) o evalúa-analiza (enfoque cualitativo) es la asociación entre categorías, conceptos, objetos o variables en un tiempo determinado (Hernández *et al*, 2003).

Las prácticas y sistemas agroforestales en la agricultura de ladera están asociadas a varios factores, tanto climáticos, productivos, económicos, así como socioculturales. Todo ello hace que una investigación con la finalidad de plantear alternativas productivas, tiene que valorar e integrar todos estos factores para cumplir con sus objetivos.

5.1. Fases del estudio

El desarrollo de esta investigación se dividió básicamente en tres fases principales, con el fin de cumplir con los objetivos planteados.

Fase 1: gabinete

El primer paso era conocer las generalidades de la región de estudio a través de la revisión documental, básicamente de fuentes como el INEGI; así como de las investigaciones realizadas en áreas de agricultura tradicional de ladera, y se revisaron en particular aquellos trabajos llevados a cabo en clima templado. Al identificar que han

sido escasas las investigaciones agroforestales en condiciones de ladera de la agricultura tradicional o de subsistencia, se optó por focalizar el estudio a nivel comunidad o local, con el fin de conocer las particularidades e interacciones que existen en los predios o fincas.

Así mismo, se realizó la revisión de literatura para conformar el marco teórico conceptual, sobre todo en aspectos importantes como el desarrollo rural sostenible, las características y particularidades de las zonas de ladera donde se practica la agricultura tradicional, así como el del sistema milpa. También se revisó la conceptualización de la ciencia agroforestal y sus diferentes sistemas productivos.

Para la obtención de la información en campo, en esta etapa se adaptó y rediseñó el cuestionario o guión para la caracterización de los sistemas agroforestales, a fin de cubrir todos los elementos necesarios para el diagnóstico agroforestal (descripción del uso de la tierra y de las prácticas agroforestales) y socioeconómico de la muestra estudiada en la comunidad.

Fase 2: campo

El elemento enriquecedor del trabajo fue las visitas realizadas a campo. La primera de ellas se hizo con el objetivo de conocer el panorama general de la comunidad de Boca del Monte, a través de recorridos y transectos, así como charlas informales con algunos informantes clave (autoridades locales, campesinos).

La segunda visita fue para aplicar la guía semiestructurada por medio de una entrevista, con la finalidad de caracterizar los sistemas agroforestales que se identificaron.

La última visita se realizó para la identificación de las especies forestales (árboles y arbustos), a través de la determinación botánica en campo (con uso de guías y claves), y en otros casos se recolectó para su posterior identificación en el herbario.

Fase 3: análisis de resultados (gabinete)

Consistió en la captura y análisis de la información obtenida en campo, así como la comparación con otros trabajos en condiciones similares para el apartado de discusión. También en esta etapa se formularon las propuestas y recomendaciones de opciones agroforestales, en base a la caracterización y análisis de los sistemas agroforestales existentes en la comunidad.

5.2. Diagnóstico biofísico

A través de recorridos y transectos por toda la comunidad, se determinó como objetivo identificar las condiciones en que se encuentran los diferentes sistemas de uso de la tierra. Particularmente, en el recorrido de identificación de árboles y arbustos forestales, las especies que no se lograron identificar en campo, se colectaron, y posteriormente se identificaron en el Herbario de la Preparatoria Agrícola de la UACH.

En este diagnóstico se determinaron aspectos como la distribución y ubicación de las parcelas, la vegetación en los diferentes ecotonos, así como la historia o cronología de uso de la tierra. También se indagó sobre el uso, manejo y conservación del agua y del suelo. Toda esta información fue elemental para el análisis de las restricciones y potencialidades del sistema de uso de la tierra.

5.3. Diagnóstico agroforestal

Para la caracterización de los sistemas agroforestales, se tomó una muestra del 12.5% de los predios ejidales o unidades familiares. A través de este método, se seleccionaron 15 predios o unidades muestrales del total de 120 ejidatarios, considerando que estuvieran distribuidas en las cuatro regiones o áreas biofísicas de la comunidad, esto es, en la zona del parteguas, centro, de transición, y la zona semiárida conocida como Tlakotla (Figuras 10).

Se utilizó el muestreo cualitativo, el cual registra la presencia o ausencia de la característica de interés (en este caso presencia de árboles) para estimar el porcentaje relativo de esta característica en la población. No es de interés o no se registra la intensidad o magnitud con

la cual se manifiesta la característica bajo estudio, solamente interesa cuantificar la presencia o ausencia de la misma (Castillo, 2005). No se utilizó el muestreo cualitativo estratificado, ya que, aunque se menciona que en la comunidad de Boca del Monte se identificaron cuatro zonas altitudinales y ecológicas, no era el objetivo estimar el porcentaje relativo de la presencia de árboles en cada estrato o zona.

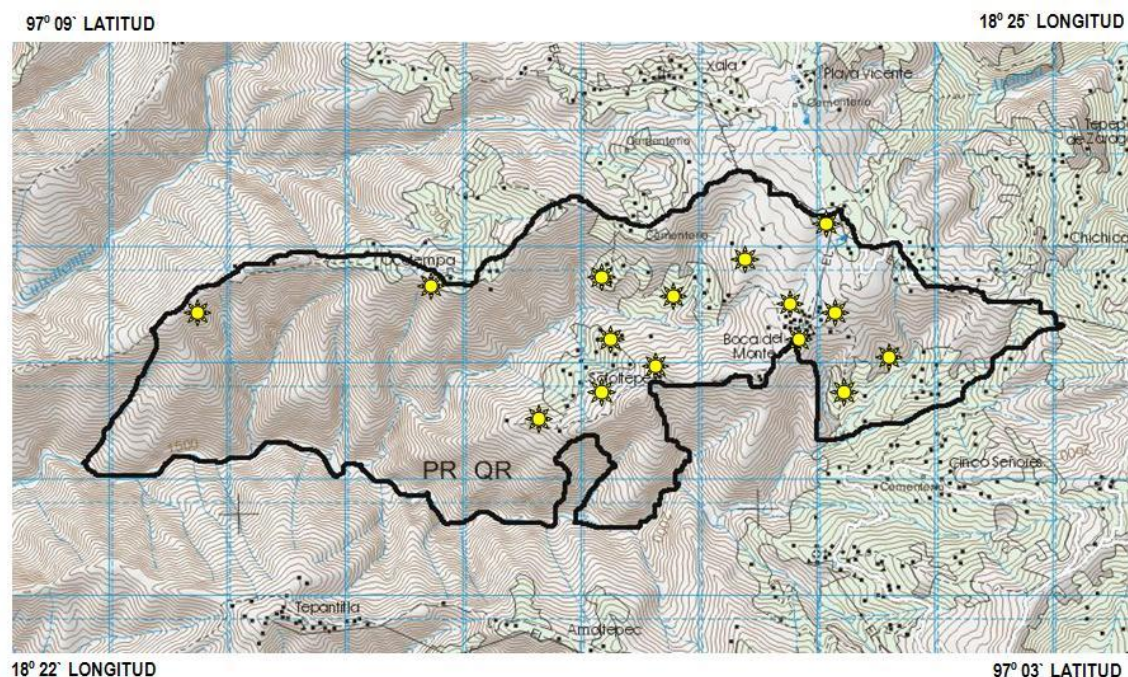


Figura 10. Mapa de la comunidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, con las unidades muestrales estudiadas.

En la entrevista que se aplicó, apoyada en la guía semiestructurada (Anexo 2), se dio cabida a comentarios o aclaraciones que el informante añadió. Durante el proceso, también los demás integrantes de la familia participaron para expresar su opinión, así como puntualizar ciertas cantidades o detallar prácticas agrícolas. Esta técnica se utilizó porque no se realizó el diagnóstico participativo en conjunto, así que a nivel de unidad familiar se trató de incluir a la mayoría de los integrantes que estuvieron presentes.

En cuanto a la productividad de los sistemas agroforestales, no todos los entrevistados proporcionaron información de los rendimientos. Para el caso de maíz, sólo se pudo acceder en una parcela para realizar una sola toma muestral, ya que el campesino no permitió hacer más muestreos en su parcela; y en los demás predios desde un inicio no

mostraron disponibilidad para permitir hacer el muestreo en su milpa. La variable de contenido de humedad no fue medida por alguno de los métodos conocidos, por lo que para la cosecha se tomó como referencia el que emplean los productores de la zona, el cual consiste en cosechar una vez que la planta está completamente seca, y además los granos de la mazorca se pudieran desgranar con facilidad (Macario, 2004). S. Velázquez¹ y C. Sánchez² (com. pers.) señalan que aún cuando los granos todavía contengan humedad (12-15%), es sólo para conservar su viabilidad germinativa, por lo que se obvia este factor a la hora de calcular el rendimiento de maíz en campo y se toma como tal el peso registrado.

También en el caso de frutales, únicamente en una parcela (en otro predio) proporcionaron datos del rendimiento de durazno. Con estos pocos datos, no fue posible generalizar a nivel comunidad los rendimientos de maíz y durazno.

5.4. Diagnóstico socioeconómico

Considerando que cualquier sistema de producción agrícola tradicional está dentro de un sistema mayor, que es el sociocultural, es necesario determinar y conocer las características de las unidades familiares, los procesos de organización productiva, así como la organización social y administrativa. A través de preguntas como ¿cuántos de los integrantes de su familia trabajan con usted?, ¿además de trabajar en su predio, usted desempeña algún otro oficio?, ¿tiene algún cargo en la comunidad, cuánto tiempo le dedica o cuánto gasta?, ¿cuánto aporta o coopera a la comunidad?, ¿a cuánto asciende sus gastos familiares?, ¿cuántos ingresos obtiene de las actividades agropecuarias al año, le es suficiente?, ¿qué dificultades se presentan en sus actividades productivas, cómo los soluciona y qué sugerencias o planes tiene?

Con las respuestas de estas preguntas se identificaron los sistemas de producción más importantes del predio en cuanto a su rentabilidad, así como el uso de insumos y mano de obra, y las relaciones socioculturales entre los campesinos y la administración de la comunidad.

¹ Área de Agronomía-Preparatoria Agrícola, UACH.

² Academia de Cultivos Básicos-Fitotecnia, UACH.

La distancia de las unidades familiares al centro administrativo de la comunidad, tanto de la muestra como de la totalidad de las viviendas, se determinó con ayuda del programa Google Earth^R.

5.5. Diseño del cuestionario

El cuestionario se diseñó a través de una guía semiestructurada para la caracterización agroforestal, conformado por cuatro apartados. Fue adaptado de trabajos previos de la misma naturaleza, como el de Ballesteros (2002), Coca (2004) y Montiel (2004).

En el primer apartado se aborda los datos generales del campesino o productor, los integrantes de la unidad familiar y las condiciones del predio (superficie, nombre local del suelo, pendiente, pedregosidad), así como el historial de uso del suelo.

El segundo apartado es el núcleo central de la guía, aquí se detalla la estructura de las prácticas productivas agroforestales, el manejo cultural de las mismas, y también la diversidad de especies vegetales que interactúan en los sistemas agroforestales. Para fines prácticos y de acuerdo a las condiciones de agricultura de ladera, se clasificaron las categorías de la siguiente forma, contemplando que en cada uno de ellos debe estar presente el elemento árbol o leñoso perenne para que pueda integrarse como práctica agroforestal. De esta forma, se determinaron las siguientes categorías:

- A) Árboles forestales con cultivos agrícolas
- B) Árboles frutales con cultivos agrícolas
- C) Huertos familiares
- D) Árboles y arbustos del bosque
- E) Agostadero

En el tercer apartado se desarrolla el diagnóstico socioeconómico, abordando temas como los servicios, apoyos gubernamentales, sistema de cargos, organización, gastos e ingresos, y las dificultades productivas con que se enfrentan los campesinos.

El último apartado recoge las opiniones y sugerencias de los entrevistados sobre las especies que le interesaría introducir o mejorar en sus parcelas, tanto árboles maderables o frutales, como cultivos agrícolas y especies pecuarias.

El desarrollo de las visitas a los predios se realizó sin mayores problemas. Sólo en dos de ellos el jefe de familia no mostró mucho interés, por lo que se trató de cumplir con todas las preguntas entrevistando a la jefa de familia o los demás integrantes. En tres predios se tuvo que visitar dos veces, ya que al no encontrarse el jefe de familia los demás integrantes desconfiaron y programaron la entrevista cuando estuvieran todos, por lo que el itinerario de recorrido se tuvo que rediseñar para cubrir con las demás unidades muestrales.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Manejo y uso de los recursos naturales

Para llevar a cabo las diferentes prácticas agrícolas, en estas regiones templadas con pendientes pronunciadas y de potencial forestal, se tuvo que tumbar las áreas boscosas para dar paso a las parcelas con cultivos anuales. En la región de la Sierra Negra se tiene indicios prehispánicos de pirámides en los municipios veracruzanos vecinos de Tlaquilpa y Tehuipango; la llegada de los españoles fue a fines del siglo XVI, cuando ya había curatos y visitas de curatos en Coxcatlán, Zoquitlán y Eloxochitlán [actuales cabeceras municipales en el estado de Puebla], zona donde actualmente hay una densidad muy alta de indígenas nahuas (Lomelí, 2001). Estos sucesos suponen un uso agrícola de las zonas montañosas desde esas épocas.

La roza y tumba de árboles forestales para abrir parcelas en Boca del Monte fue principalmente a inicios de los 60's. Un 13% cuenta, según sus antecesores, que las tierras donde laboran actualmente fueran abiertas o desmontadas una década después de la Revolución Mexicana y antes del Cardenismo, entonces ya tienen entre 80 y 90 años de uso intermitente. El 40% estima que tienen 60 años cultivándose; el 13% se encuentra en el dato promedio; otro tanto se tienen trabajando entre 40 y 30 años; el 7% fueron abiertas a mediados de los 80's, y sólo el 13% restante se abrieron entre 1990-1993. En la Figura 11 se muestra un esquema de los tipos de vegetación y áreas cultivadas, y el rango altitudinal en que se encuentran, y en la Figura 12 las primeras especies vegetales o pioneras que se desarrollan en un acahual en recuperación natural.

La mayoría estima que durante el desmonte y antes de la primera década, sembraron agaves a nivel para retener el suelo del recién terreno descubierto (Figura 13). Posteriormente, entre 5-10 años plantaron los primeros árboles frutales, como durazno, manzana o aguacate criollos; se está hablando principalmente entre los 60-70's. El resto de los frutales fueron establecidos a mediados de los 80's a través de un programa de introducción de frutales (manzana, pera) implementado por el extinto INI, que llegó a la

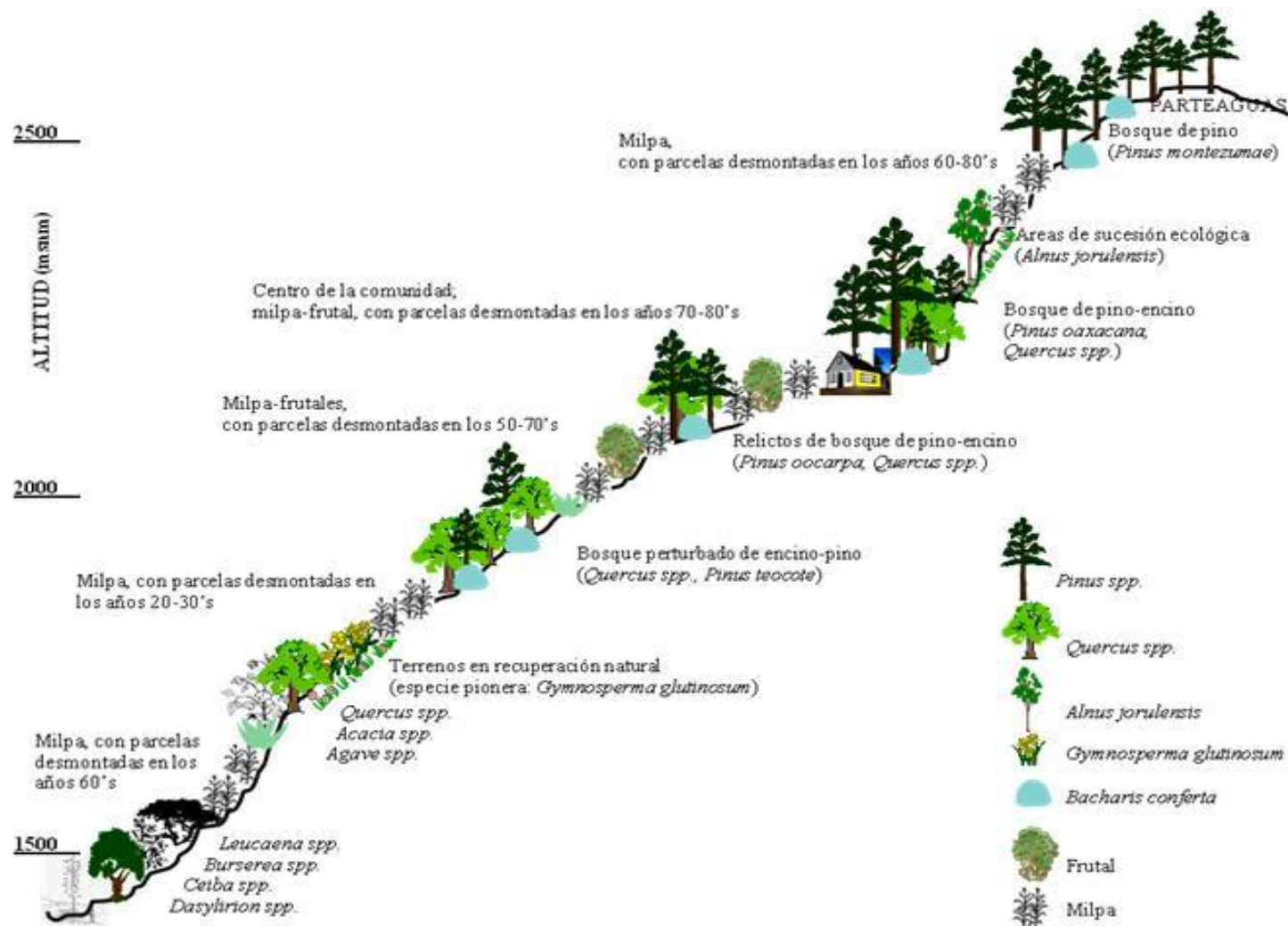


Figura 11. Transecto con la agro-biodiversidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla (elaboración propia).

región Sierra Negra y a la comunidad de Boca del Monte, y la mayoría de los ejidatarios aceptaron y plantaron estas especies.

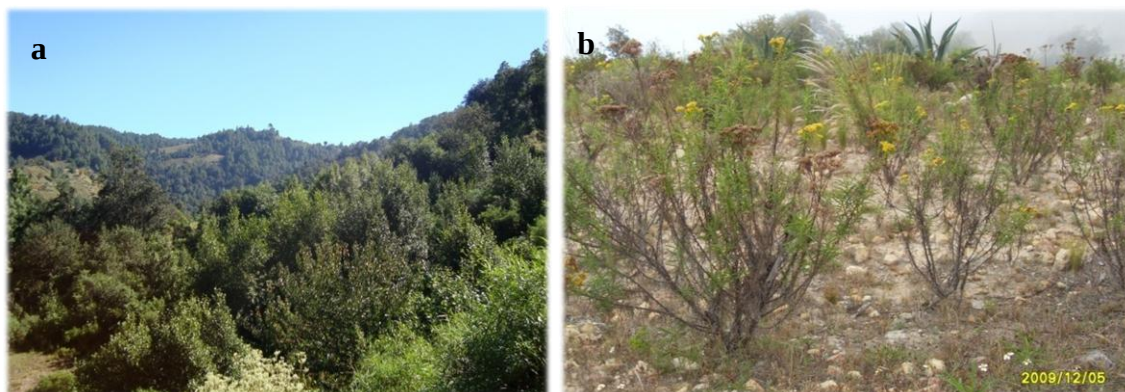


Figura 12. Áreas en recuperación con las primeras especies vegetales. Zona centro: *Alnus jorulensis* (a); Tlakotla: *Gymnosperma glutinosum* (b).



Figura 13. Acahual en descanso con agaves a nivel, en la zona de transición.

A inicios de los 90's, en varios predios también implementaron el cultivo de durazno y manzana con variedades mejoradas o comerciales. En los dos casos, el arreglo topológico es en marco real, y el último con orientación Norte-Sur, por lo que ninguno trasciende a conservar el suelo, pues en todas partes es plantío en ladera; además, ello trajo consigo la subutilización de la yunta para la roturación o arado de la tierra, pues los

surcos en marco real les impedía trabajar de dicha manera, así que se fue intensificando el uso de mano de obra para la labranza de las parcelas, práctica que incrementó los costos de producción por unidad de superficie agrícola. Un 40% de los campesinos han establecido o renovado los frutales como durazno y manzano en los últimos 10 años, así como cultivos como la granadilla, agaves y nopal.

El uso de las especies forestales o leñosas presentes en los bosques aledaños a la vivienda o los predios que se localizan en otras zonas de la comunidad, se destina básicamente para la leña o material de construcción de corrales y obras rústicas. Algunos árboles de pino y cedro blanco se usan para la fabricación de empaques o huacales para el transporte de frutas.

La leña es el combustible principal de todos los hogares de Boca del Monte; aunque haya familias que usen el gas en la cocina, usan el fogón para calentarse en época de fríos fuertes. La distancia promedio entre la vivienda y el área forestal donde entresacan la leña es de aproximadamente 500 m; esto dependiendo de la superficie total del predio, ya que quienes cuentan con más de 10 ha, o los que tienen su predio alejado de la vivienda, acarrearán manualmente o con animales de carga (burro, mula) este combustible hasta 1000 ó 2000 m; mientras que algunos con predios de no más de 5 ha, la distancia es de sólo 100 a 200 m (Figura 14). Aquellos que no poseen un área forestal en su predio, los cuales suman cerca de 20%, tienen que comprar la leña, y ellos en promedio desembolsan \$380.00/año, aunque hay familias que llegan a gastar hasta \$540.00 para leña y \$800.00/año en carbón.

Para el manejo, uso y conservación del agua, el 26% de las unidades familiares utilizan estanques rústicos, 60% almacenan el agua a través de tinacos o garrafones, 13% dejan que se esté regando en el huerto casero, 7% redireccionan el agua que no utilizan para labores domésticas hacia las barrancas o minicuenas captadoras de aguas pluviales, sólo 20% de las viviendas cuentan con tanque de ferrocemento o también conocidos como ‘captadores de agua’ (Figura 15).



Figura 14. Acarreo manual de leña, en la zona del parteaguas.



Figura 15. Tanque de ferrocemento, en la zona de transición.

La toma de agua para uso humano y a veces para uso agrícola, la hacen en manantiales o nacimientos de agua ubicados a 2000 m en promedio. Aunque esto depende de la ubicación de la vivienda con respecto a los nacimientos de agua, pues hay familias que tienen que entubar con manguera de plástico hasta 7000 m. Muy contadas son las familias que acarrean o toman su agua a no más de 150 m; el 33% instalan mangueras

entre 2000 a 3200 m, y otros tanto de 700 a 1300 m. Sólo los que habitan en el centro de la localidad cuenta con agua potable entubada, a una distancia de 10 m para su toma.

Al preguntarles qué especies vegetales conocen en los nacimientos de agua, sólo 20% mencionó hasta cinco o seis especies de árboles, arbustos o hierbas; la mayoría dijo identificar sólo dos o cuatro. En el Cuadro 4 se concentra la totalidad de especies que los entrevistados dieron a conocer.

Cuadro 4. Especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los nacimientos de agua.

Nombre común/local	Nombre científico	Familia	Frecuencia (%)
<i>Aile/elikohuitl</i>	<i>Alnus jorullensis</i>	Betulaceae	93
<i>Encino/ahuatl</i>	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	33
<i>Pino/okotl</i>	<i>Pinus spp.</i>	Pinaceae	13
<i>Ahuexol</i>	-	-	7
<i>Chikomeizhuatl</i>	-	-	7
<i>Jarilla/yoyotli</i>	<i>Senecio salignus</i>	Asteraceae	7
<i>Ahuazotl</i>	-	-	7
<i>Escobilla/tlaxpano</i>	<i>Bacharis conferta</i>	Asteraceae	20
<i>Ayoxote</i>	-	-	7
<i>Gigante</i>	-	-	7
<i>Helechos</i>	<i>Megalastrum spp.</i>	Dryopteridaceae	27
<i>Alcatraz/cartucho</i>	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Araceae	13
<i>Zarzamora/</i>	<i>Rubus spp.</i>	Rosaceae	7
<i>Atoli</i>	<i>Equisetum spp.</i>	Equisetaceae	33
<i>Berros</i>	<i>Nasturtium spp.</i>	Brassicaceae	7
<i>Okopetatl</i>	<i>Pteridium spp.</i>	Dennstaedtiaceae	2
<i>Cola de caballo</i>	<i>Equisetum spp.</i>	Equisetaceae	7

Los nombres locales del suelo con que se conocen entre los campesinos, para las actividades agrícolas, se identifican en náhuatl: *xal-tlali* (arenoso-arcilloso), *chichil-tlali* (arcilloso), *kostik-tlali* (areno-limoso), *tlil-tlali* (suelo con mucha materia orgánica), *potok-tlali* (tierra suelta). En general tienen buena productividad, sólo en el caso del *potok-tlali* se necesita un manejo más sutil para no roturar demasiado, ya que una labranza o arado intenso y profundo, deja muy susceptible a la erosión hídrica y eólica.

En varias de las parcelas sembradas con milpa que se visitaron, se observó una alta o mucha incidencia de pedregosidad (20%), en 14% hay nivel medio, 33% presentan poca pedregosidad, y en 33% de los terrenos agrícolas hay nula o insignificante pedregosidad.

Las pendientes de estas parcelas también difieren, pues aunque en promedio presentan una inclinación muy fuerte, cercana a los 35°, sólo el 46% lo rebasan. Un 13% tienen menos de 10°, por lo que podría decirse que es de potencial media a baja para la actividad agropecuaria, según Bocco *et al* (2005). Sin embargo, del restante que sobrepasa la media, hay 13% cercanas a los 45° de declive, entrando en la categoría de montañas fuertemente diseccionadas. Esta situación de laderas es otra de las limitantes o condicionantes de las actividades productivas agropecuarias y forestales (Figura 16).



Figura 16. Vista general de las condiciones donde se practica la agricultura de ladera.

Los pobladores están interesados en conservar los recursos naturales para poder seguir subsistiendo. El 33% opinó que para la conservación del suelo en las parcelas agrícolas de ladera, se debe sembrar agaves en curvas de nivel, y paulatinamente ir construyendo las terrazas. Un 87% coincidieron que deben conservarse los bosques, así como no contaminarlos con basura inorgánica o tirar a cielo abierto animales muertos, para que en los nacimientos de agua siga fluyendo limpio el vital líquido; así mismo las generaciones futuras podrán aprovechar y apreciar los bosques y el agua. En la Figura 17

se muestra una presa de gavión construida a través del apoyo de un programa de SEMARNAT.



Figura 17. Obras de conservación de suelos y agua: presa de gavión, en la zona centro.

Durante las entrevistas a los ejidatarios y/o sus familiares, se les planteó la pregunta sobre el Ordenamiento Territorial Comunitario; el 53% desconoce este concepto, 40% sólo tenían una idea vaga del significado de este término, y sólo el 7% identifica y lo relaciona con la planificación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en un determinado lugar. Al explicarles las políticas territoriales que sigue un ordenamiento (aprovechamiento, restauración, conservación y protección de los recursos naturales), y en donde la comunidad decide el uso futuro de cada área o zona de su territorio, el 87% manifestaron tener interés en participar en talleres específicos para diseñar y elaborar el OTC de Boca del Monte, el resto se mostró apático a este tema.

6.2. Uso de la tierra

La información obtenida en el recorrido de campo y a través de informantes clave, muestra que el promedio del tamaño de los predios es de 5 ha, y sólo muy pocos llegan a tener hasta unos 50 ha. Algunos ejidatarios sólo tienen terreno para su vivienda y un pequeño huerto familiar, éstos principalmente habitan en el centro de la comunidad.

En las viviendas de la periferia, la vivienda, el huerto casero y los animales de traspatio normalmente se encuentran en el área menos accidentada del predio ejidal, comunicado por un sendero o una brecha. Las parcelas agrícolas se localizan en las partes más alejadas de la vivienda, llegando en algunos casos que se ubique hasta el otro extremo del poblado, dependiendo de la distribución de los terrenos, ya que algunos campesinos tienen más de un predio.

6.2.1. Patrones de cultivo

La principal actividad de los ejidatarios de Boca del Monte es el sector agrícola, con un tipo de agricultura de subsistencia. En promedio, los rendimientos de maíz en la mayoría de los casos no llega a rebasar los 1000 kg/ha, aunque algunos campesinos con prácticas agrícolas como reincorporación de residuos de cosecha y fertilización química, obtienen hasta 1.5 t/ha de producción. Es muy reducido el número de campesinos que sobrepasan estos rendimientos.

Los cultivos básicos son maíz y frijol. Todas las parcelas agrícolas son establecidas bajo el sistema milpa, por lo que es un sistema asociado de cultivos, que además de las especies anteriores, se tiene sembrado también en la misma unidad de producción al chile, miltomate, chayote, calabaza, ayocote, papa, haba, entre otras especies anuales.

En la época de otoño-invierno se llega a sembrar chícharo, cebada o trigo, en forma de monocultivo, para aprovechar al máximo la parcela, y también como medida de control de erosión, pues al establecer un cultivo con siembra a chorrillo, se cubre uniformemente la superficie agrícola, y de esta forma se tiene menor tiempo desprotegido al suelo. La ventaja de esta práctica es para el propio suelo, pues se reincorpora el rastrojo de estas especies para ayudar al reciclaje de nutrientes, a través de la fijación de nitrógeno atmosférico (en el caso de chícharo) y la reintegración de materia orgánica. Así se lleva a cabo la rotación de cultivos, aunque no es continuo, ya que se deja descansar el terreno un año.

En cuanto a cultivos con fines comerciales, sólo se tiene al tomate de cáscara, practicado por muy pocos campesinos. Esta especie se maneja bajo riego, y por lo tanto se puede

cultivar en cualquier época del año, con la limitante de buscar pequeñas áreas con un microclima favorable para su producción y que no esté expuesto a fuertes vientos o heladas. Para el riego, se conduce el agua desde los arroyos hasta las parcelas sembradas a través de una manguera; en las cercanías de estos cultivos se hace una fosa o estanque para almacenar suficiente agua, que alcance para regar en una sola ocasión. Las superficies de siembra en promedio no rebasan 1 ha, y los rendimientos que se obtienen es de 1.2 a 1.5 t/ha. El uso de productos químicos consiste en la aplicación de fungicidas y fertilizante foliar. La fertilización se basa en fórmulas químicas nitrogenadas, y también con el uso de estiércoles (información obtenida por medio de pláticas informales con algunos campesinos).

Cultivos básicos: bajo el sistema milpa se tiene al maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus communis*), miltomate (*Physallis spp.*), calabaza (*Cucurbita spp.*), haba (*Vicia faba*), papa (*Solanum tuberosum*), ayocote (*Phaseolus coccineus*), chayote (*Sechium edule*), amaranto (*Amaranthus spp.*). Aparte, en el ciclo otoño-invierno se siembra chícharo (*Pisum sativum*), trigo (*Triticum aestivum*) o cebada (*Hordeum vulgare*). Además, aunque sea para fines ornamentales, por el fuerte significado del Día de Muertos, se siembra cempoalxóchitl (*Tagetes erecta*).

Cultivos comerciales: tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), granada china [granadilla] (*Passiflora ligularis*), chile manzano [canario] (*Capsicum pubescens*).

Árboles: frutales como el durazno (*Prunus persica*), manzano (*Malus spp.*), ciruelo (*Prunus spp.*), pera (*Pyrus spp.*), aguacate (*Persea spp.*), y en menor medida el membrillo (*Cydonia oblonga*), tejocote (*Crataegus spp.*), zapote negro (*Dyospiros spp.*), nogal (*Juglans nigra*), y el capulín (*Prunus seroti-capulli*) en forma natural. Árboles como el cedro blanco (*Cupressus lindleyi*) y el aile (*Alnus spp.*) son plantados y manejados como linderos y cercos vivos, así como el sauco (*Sambucus spp.*).

En los huertos caseros también se tiene a la granadilla casi exclusivo para la venta. Las especies que sirven como tutores para este cultivo son el aguacate, peral o el manzano, aunque en algunos predios se construyen una especie de tapanco con maderos y duelas para sostener esta enredadera.

Cabe señalar que existen más limitantes que los meramente climáticos para la producción de más cultivos básicos o comerciales, ya que la condición de ladera de las parcelas impide de forma considerable la siembra o plantación de otros cultivos que requieren riego, pues al no existir un sistema de terrazas, es muy dificultoso regar en ladera, con pendientes de hasta el 100 %.

6.2.2. Prácticas culturales

La producción se hace bajo el *sistema año y descanso*, esto es, en una determinada parcela se siembran los cultivos básicos en milpa durante el ciclo primavera-verano, y terminando la cosecha [octubre-noviembre], se establece el chícharo tardío, que se corta en verde en los meses de marzo y abril para utilizarlo como complemento del mole que se prepara por las festividades de Semana Santa, una tradición popular muy arraigada en todas las familias de Boca del Monte; y la cosecha en seco se hace en mayo. De esta manera, la parcela todavía tiene 7 u 8 meses para descansar y recuperarse antes de la siembra del siguiente ciclo primavera-verano que inicia con la labores de labranza en los meses de diciembre-enero. Es por ello que se van alternando las parcelas dentro de un predio ejidal (Figura 18).



Figura 18. Sistema año y descanso en dos parcelas contiguas.

El corte o *chapeo* de la cobertura herbácea [malezas y arvenses] en verde se hace con el machete en el terreno a sembrar, en los meses de octubre y noviembre, con lo que se deja tiempo suficiente para que se descomponga antes de la *labranza con yunta* a finales de diciembre y principios de enero; con esta labranza se reintegra la hierba seca y el rastrojo del ciclo anterior al suelo. Una segunda labranza se lleva a cabo a finales de enero, con el fin de preparar el terreno para la siembra. Ésta se realiza a mediados de febrero en la zona del parteaguas, en la parte media la siembra es en la primera mitad de marzo, en la zona de transición al clima semiárido se da inicios de abril, y en Tlakotla la siembra puede ser hasta mayo o inicios de junio, con las primeras lluvias.

La *siembra* de maíz y demás cultivos en la milpa se hace con azadón, cavando una pequeña cepa hasta donde se encuentre suelo húmedo (no más de 15 cm de profundidad), en donde se depositan cuatro o cinco semillas de maíz, una de frijol enredadera y otra de macollo, y una semilla de haba; se tapa con una capa ligera de suelo, después se pone el abono orgánico (gallinaza o estiércol de ovino), para finalizar con el tapado de una capa de suelo un poco más grueso [unos 7 cm] (Figura 19).



Figura 19. Siembra en mata del sistema milpa.

Las cepas o matas de calabaza se van intercalando cada 10 matas y 6 surcos del maíz. El miltomate, el cempoalxóchitl y el amaranto [*huauhtli* en náhuatl] se siembran a chorrillo antes de la siembra del sistema milpa. En el caso del chayote y el chile por ser cultivos perennes, crecen en forma intercalada a muy poca densidad en la parcela. La papa se siembra simultáneamente con el maíz, o un poco después de la emergencia de este, con distancias más cortas que la calabaza.

Los quelites crecen de forma natural, y se les cuida en todo el proceso de producción. En las parcelas cercanas a la vivienda, normalmente están esparcidas varias especies florales y ornamentales, como la dalia y el geranio, que en ocasiones son considerados como malezas, pues limitan el desarrollo de los cultivos, así como dificultan las labores de deshierbe y aporque.

Las primeras labores después de la siembra son identificar las matas donde no hubo germinación y emergencia de plántulas, el cual ya debe estar para las dos o tres semanas. Dicha falta de germinación y emergencia puede obedecer a un ahogamiento de las semillas, a la merma por gusanos como la gallina ciega, al endurecimiento de la superficie por las primeras lluvias o el pisoteo por animales o humanos. En el caso de ausencia de plántulas, se procede a su *resiembra* inmediata, para que no se distancie temporalmente con la siembra original, y esto se pueda traducir en maduración tardía.

Las actividades y cuidados que se deben realizar, de la siembra al deshierbe, básicamente son: una observación constante y frecuente de la milpa, con el fin de ahuyentar a los conejos, quienes principalmente son los que consumen las hojas tiernas del cultivo de maíz, lo que limitará y afectará su producción y rendimiento; también hay que tener mucho cuidado con las aves de traspatio libres, pues si están sueltos en las parcelas, son muy dañinas en los primeros estadios de crecimiento del maíz y del frijol. Las tuzas y demás roedores pueden presentar problemas considerables en la disminución del rendimiento, y son de los más difíciles de exterminar o ahuyentar.

La *fertilización* nitrogenada se realiza una semana antes del *deshierbe* y el *aporque* [*tlamehualistli* en náhuatl] con el azadón; estas actividades se llevan a cabo simultáneamente. Las fórmulas más utilizadas son el sulfato de amonio, el superfosfato simple, el nitrato de amonio y la urea; sin embargo, por el incremento de costos de estos fertilizantes en la última década, se ha optado por la gallinaza de las granjas avícolas que se adquiere en el Valle de Tehuacán, y el estiércol del ganado ovino y aves de traspatio de las unidades familiares. En la comunidad de Boca del Monte no se usa aún los herbicidas para el control de malas hierbas, no obstante los campesinos de algunas localidades de la Sierra Negra utilizan esta técnica, la cual abarata los costos de

producción al disminuir los jornales, pero sin conocer el impacto en el ambiente y en la inocuidad de los productos alimenticios que se obtendrán.

A falta de dinero, para llevar a cabo el deshierbe y el aporque, los campesinos se organizan en *cuadrillas* para ir aporcando de parcela en parcela, hasta cubrir el de todos. Dependiendo de la densidad de malezas en el terreno agrícola, 1 ha de milpa puede llevar hasta 20 jornales para su deshierbe y aporque. En algunas parcelas con un microclima de mayor humedad, se hace un deshierbe a los dos meses de siembra, y a los cuatro meses el segundo deshierbe y aporque juntos.

Des-espigar el maíz es la siguiente tarea. Esta labor se lleva a cabo con la idea de que se vigoriza la formación y el crecimiento de la mazorca, aunque se dejan algunos para la polinización. La espiga es utilizada para la alimentación de ganado bovino, ovino, caprino y porcino, aparte de los animales de carga como mulas y burros; incluso desengranando o picando la espiga es muy palatable para las aves de corral.

De aquí en adelante sólo queda esperar la maduración de la mazorca, aunque en el intermedio se van cosechando elotes, así mismo se van recolectando las calabazas, papas, habas, ejote, miltomate y quelites. En las festividades de Día de Muertos o Todos Santos se cortan elotes, chayotes y calabazas, así como el cempoalxóchitl, para conformar la ofrenda.

En las zonas media y parteaguas de Boca del Monte, la siembra de chícharo se lleva a cabo los meses de octubre y noviembre, estando el maíz aún verde. Cuando llega la *pizca* de la mazorca, en diciembre, el chícharo ya está creciendo, e inmediatamente se corta el zacate o rastrojo del maíz, con el fin de no estorbar o limitar el desarrollo de la leguminosa. En este mismo periodo se cosecha el frijol, el amaranto y las otras especies cultivadas. En Tlakotla, a partir de septiembre se empieza a recolectar el pápalo y el pipitza para fines trueque o venta en el tianguis regional y para autoconsumo; también se recolecta la resina del copal para las fiestas de Todos Santos en noviembre. En esta zona semiárida también se recolecta el orégano como condimento, el guaje y algunas especies de gusanos comestibles.

Cuando el maíz, y en general la milpa, se siembra a una buena densidad, no crecen las malas hierbas, ya que la sombra impide el desarrollo de dichas malezas, las cuales aparecen en el siguiente ciclo, cuando la parcela está en descanso. Con ello el control de malezas se hace con una buena práctica cultural de siembra y de deshierbe, sin necesidad de utilizar productos químicos como herbicidas.

El *almacenamiento* de la mazorca es por medio de tapancos [*tlapahcholi* en náhuatl], ya que de esta forma se protege de la humedad y las polillas, aunque no de forma total. Los demás granos y el frijol se almacenan con costales de plástico y de ixtle, estibados con el fin de ocupar el menor espacio posible en la casa. A parte de los problemas de humedad y de las polillas que afectan el almacenaje de los productos agrícolas, los roedores son los principales agentes dañinos, ya que se comen el maíz, frijol, trigo, cebada, y chícharo almacenados; aunque es relativamente fácil exterminarlos o ahuyentarlos, merman la cantidad y calidad de los granos y demás cosechas almacenados. De ahí que las familias cuentan con animales domésticos para control de roedores, como los gatos.

El chícharo temprano, la cebada y el trigo se siembran en los acahuals o terrenos en descanso, a finales de agosto y mediados de septiembre (Figura 20). La siembra se hace al voleo, y se va labrando con azadón para taparlo manualmente, principalmente en las áreas con mucha pendiente; en las partes con menor inclinación se puede optar por la yunta. La cosecha de esta leguminosa inicia a partir de diciembre, para venderlo en verde, y de esta forma se obtienen buenos precios; los cereales se cortan a finales de marzo y en abril, para su limpieza del grano. El rastrojo de estos tres cultivos se puede utilizar para la alimentación de ganado mayor y menor, aunque en la mayoría de los casos se reintegra al suelo para su descomposición.



Figura 20. Cultivo de chícharo, como cobertera en invierno.

6.2.3. Producción ganadera

Las especies animales que se manejan son el bovino, ovino, caprino, porcino, aves de corral (gallinas, guajolotes), y en muy poca escala los conejos. Para fines de carga se tienen a los caballos, mulas y burros. Hay que aclarar que los bovinos principalmente se usan para la yunta.

Un número reducido de ejidatarios tienen ganado mayor (bovinos), con un número promedio de tres cabezas; su finalidad no es la engorda ni la producción de leche, simplemente se tienen como reserva para alguna emergencia económica, aunque su uso principal es la yunta, esto es, para las labores de barbecho o arado de la tierra. Su alimentación se basa en los esquilmos de los cultivos anuales como maíz, frijol, chícharo, cebada y trigo, y se complementa con maíz forrajero de riego que se adquiere en el Valle de Tehuacán, así como de la espiga del maíz en su época de floración. En época de lluvias el ganado se deja bajo pastoreo extensivo en la zona de Tlakotla, aunque en los últimos años se ha venido reduciendo esta práctica por el mayor control de esos predios ejidales y la introducción de cultivos en esa área.

Los ovinos están presentes en la mayoría de las familias, y las cabras en menor proporción. Ambas especies se pastorean de forma semicontrolada en los acahuales de las parcelas en descanso, aprovechando la cobertura herbácea nativa que crece en esta etapa, lo que se traduce también en un control de malezas. En la época de sequía la alimentación se apoya en los esquilmos agrícolas (maíz, frijol, chícharo, cebada y trigo), adicionándole sal para que sean más palatable y de mayor consumo. La finalidad de esta producción es para la venta, y en poca proporción para autoconsumo.

La lana de los borregos se utilizaba para la elaboración de textiles, como sarapes (cotones), bufandas (*kexkemitl*) y cobertores (*tilmas*); desafortunadamente esta práctica se ha venido perdiendo en la última década con la introducción y uso de telas sintéticas.

Anteriormente se practicaba el pastoreo extensivo con los bovinos, ovinos y caprinos en los bosques de pino-encino de la zona templada (centro y parteaguas), y en las zonas de transición y Tlakotla en el bosque de encino-pino y tascate. Sin embargo, por la

reforestación y cuidado de la regeneración natural de la vegetación boscosa, así como la introducción de programas como el Pago de Servicios Ambientales, se ha regulado con mayor rigidez la introducción de ganado en esos relictos forestales, por lo que eso ha significado una reducción de los hatos y rebaños.

Los bovinos, ovinos y caprinos explotados son de raza criolla, aunque en los últimos cinco años en el caso de borregos se está utilizado la raza *pelibuey*, con buena respuesta al obtener mayor índice de conversión alimenticia (kg de materia seca consumida por un kg de peso ganado).

Los conejos también son explotados, a escala familiar, como parte de los animales de traspatio, con una alimentación basada en especies herbáceas y pastos nativos, adicionada con frutas picadas como la manzana y pera.

La piscicultura se practica a pequeña escala, con una organización de campesinos que utilizan un estanque, propiedad de toda la comunidad, ubicado en el centro, para la producción de trucha. Hasta hace una década existía la participación de todos los ejidatarios en la producción de peces, sin embargo por desentendimientos sólo quedó una pequeña sociedad, que aún sigue trabajando. Usan agua que transportan a través de mangueras desde un arroyo, aunque anteriormente la conducción se hacía por un canal [*apantle*] a cielo abierto, con lo que se oxigenaba mejor el agua que llegaba al estanque. La producción es para fines de autoconsumo familiar entre los ejidatarios que participan, y si hay excedentes lo venden a los habitantes de la localidad y pueblos vecinos.

6.2.4. Producción de árboles

Las especies arbóreas que se cultivan son frutales de clima templado, como manzana, durazno, ciruela, pera, aguacate, y en menor escala el nogal y membrillo. El capulín, aunque a veces se comercializa a través del trueque, crece en forma natural y silvestre, sin algún manejo. La finalidad de esta producción es para la venta en los mercados locales y regionales, aunque a veces se intercambian a través del trueque con algunos granos básicos.

En el huerto familiar y en las cercanías de la vivienda es donde se tienen los árboles frutales. Los portainjertos, en la mayoría de los casos, son criollos, y después se injertan para obtener las variedades mejoradas. Hay fincas que tienen una plantación exclusiva para la venta, a la cual se le da un manejo muy cuidadoso en tiempo y forma, para que la poda, deshierbe y el riego se lleven a cabo bien. En el caso de durazno, en varios predios se tienen variedades tempranas, que maduran en el mes de marzo y abril, por lo que estos campesinos llegan a alcanzar buenos precios en los tianguis locales y regionales. Esta situación ocurre de igual forma con el ciruelo.

La plantación original de estos frutales estaba de acuerdo a las curvas de nivel de la pendiente de los terrenos, pero a finales de los años 80's arribaron varios programas del entonces Instituto Nacional Indigenista (INI), el cual llevaban ciertos paquetes tecnológicos para la producción de frutos, con lo que se plantaron de acuerdo a las recomendaciones comerciales, que son de orientación Norte-Sur, con el fin de aprovechar al máximo la radiación solar, sin tomar en cuenta las curvas de nivel. Esta práctica o tecnología tuvo dos consecuencias contraproducentes, por una parte los campesinos ya no podían arar sus parcelas tan libre y fácilmente, puesto que los surcos que sigue la yunta es conforme a las curvas de nivel; y esta misma característica trajo consigo la pérdida de suelo, o por lo menos no lo retiene, lo que se traduce en nula conservación de suelo, por ser áreas con pendientes pronunciadas.

Con la plantación original había un arreglo agroforestal tradicional con los cultivos, ya que los surcos de frutales respetaban las curvas de nivel, y como iban intercaladas con magueyes (*Agave sp.*), retenían el suelo, e iban conformando terrazas rústicas. Con la introducción de la plantación estilo comercial [orientación Norte-Sur], muchos de estos surcos originales fueron deshaciéndose, así como los frutales criollos [en el caso de manzana y durazno] se fueron cambiando por las mejoradas.

Lo que actualmente se puede observar son plantaciones frutales de durazno y manzano sin estar acorde a las curvas de nivel, lo cual no ayuda a la conservación del suelo en los terrenos de ladera, ya que entre la plantación se sigue sembrando el sistema milpa, por lo

que anualmente se sigue removiendo suelo con pérdidas, que aunque sea en cantidades minúsculas, son considerables en un periodo largo.

En el caso del aile, el cedro blanco y el sauco, éstos se siembran como linderos o cercos vivos para proteger las parcelas de las brechas y caminos, por donde comúnmente transita también ganado, lo que ocasiona un riesgo de pérdida de la producción si se llegara a meter en las parcelas.

En los huertos caseros se tiene un gran número de especies arbóreas y frutales, así como hortalizas, medicinales y ornamentales. Los árboles que se pueden observar fácilmente son el durazno, manzano, ciruelo, membrillo, zapote negro, aguacate, entre otros.

6.3. Caracterización de las prácticas agroforestales

Como se mencionó en la metodología, para la descripción y caracterización de las prácticas agroforestales que se encuentran en los diferentes sistemas de producción tradicionales, sólo se tomó una muestra de 15 predios distribuidas en todas las zonas de la comunidad.

Para cumplir con el objetivo de identificar los sistemas agroforestales presentes en esos predios, se determinaron las categorías en donde se iban a clasificar dichos sistemas, tomando en cuenta la presencia del elemento árbol.

- Árboles forestales con cultivos agrícolas
- Árboles frutales con cultivos agrícolas
- Huertos familiares
- Árboles y arbustos del bosque
- Agostadero

Cabe aclarar que la última no se encontró como tal, ya que es en los acahuales donde pasta el ganado menor, cuando la parcela está en descanso. Esta categoría es la única que entra en los sistemas silvopastoriles, y todas las demás se pueden congregan en los sistemas agrisilvícolas, pues aunque en el huerto familiar existen animales de traspatio, no hay una interacción tan estrecha o directa con los árboles.

Se encontraron las siguientes frecuencias de cada una de las categorías: en un 87% de las viviendas entrevistadas hay árboles forestales con cultivos agrícolas, en un 67% árboles frutales con cultivos agrícolas, en el caso de huertos familiares existe una presencia en el 93% de los predios, y el 80% de las unidades utilizan los árboles y arbustos del bosque.

A continuación se describen los resultados obtenidos en la caracterización de cada práctica y sistema agroforestal que se identificó en la comunidad.

6.3.1. Árboles forestales con cultivos agrícolas

Se identificaron varias especies leñosas perennes que se encuentran dispersas o en surco a nivel en las parcelas agrícolas. Para una presentación más perceptible, en el Cuadro 5 se presentan los datos de cada una de las especies forestales.

Cuadro 5. Especies de árboles y arbustos forestales presentes con los cultivos agrícolas.

Nombre local	Nombre científico	Familia	Frecuencia (%)	Edad promedio (años)	Cantidad promedio (plantas)	Uso/producto
Aile	<i>Alnus jorulensis</i>	Betulaceae	40	10	27	ML, SCV, SCS, SFN, OM
Pino	<i>Pinus spp.</i>	Pinaceae	20	13	40	ML, SCS
Capulín	<i>Prunus serotina capulli</i>	Rosaceae	33	16	5	AF, FH, FFS, ML, SS
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	7	30	5	AF, SC, SS
Agave	<i>Agave spp.</i>	Agavaceae	60	10	73	ML, SCS, OAP
Nopal	<i>Opuntia spp.</i>	Cactaceae	7	20	ne	AF
Pitaya	<i>Hylocereus spp.</i>	Cactaceae	7	40	ne	AF
Cardón	<i>Stenocereus weberi</i>	Cactaceae	7	40	ne	AF
Guaje silvestre	<i>Leucaena spp.</i>	Fabaceae	7	50	ne	AC, FH, ML, MM, MPM
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Mimosaceae	7	60	ne	ML
Sotolín	<i>Dasylium palmeri</i>	Agavaceae	7	30	ne	MPM
Encino	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	27	22.5	ne	ML
Cedro blanco	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cupresaceae	20	11.6	10	ML, SR, SCV
Sauco	<i>Sambucus mexicana</i>	Caprifoliaceae	7	5	ne	SCV, SCS
Escobilla	<i>Bacharis conferta</i>	Asteraceae	13	7.5	ne	ML, SCV, SCS
Jarilla	<i>Senecio salignus</i>	Asteraceae	7	5	ne	SCV, SCS

AF: Alimento-frutos, **AC:** Alimento-condimento, **FH:** Forraje-hojas, **FFS:** Forraje-frutas/semillas, **ML:** Madera-leña, **MM:** Madera-madera, **MPM:** Madera-postes/material, **SR:** Servicios-rompevientos, **SCV:** Servicios-cerco vivo, **SCS:** Servicios-conservación de suelo, **SFN:** Servicios-fijador de N, **SS:** Servicios-sombra, **OM:** Otros-medicinal, **OAP:** Otros-aguamiel/pulque.

Las especies con mayor presencia son el agave, el aile y el capulín; ello se debe a que son especies muy tolerantes a diferentes condiciones edáficas (agave, capulín), así como son de las primeras especies que aparecen para la regeneración natural o sucesión ecológica en un acahual de zona templada con bastante tiempo de descanso (aile), por lo que los campesinos dejan unos cuantos ejemplares entre los cultivos.

La pitaya, cardón, guaje silvestre y huizache, tienen edades entre 40 a 60 años, debido a que son de clima semiárido, y sólo se encontraron en la zona de Tlakotla; y entonces tampoco se tiene calculada la densidad o cantidad de plantas que se encuentran en los cultivos. En la región templada, los agaves están en mayor proporción en cada familia ya que sirve para la conservación de suelo al estar plantados en curvas de nivel y porque de ellos obtienen el aguamiel para autoconsumo o su fermentación en pulque para la venta local. El pino y el aile aparecen también con un gran número de ejemplares, debido a que estas tierras eran áreas forestales con bosque de pino-encino (con presencia de aile), así que los campesinos los conservan en las parcelas para uso de leña o material de construcción.

El arreglo en el que están plantados es al azar, sólo los agaves y ailes quedan a veces intercalados entre los surcos a nivel (Figura 21), o en las orillas de los riachuelos y afluentes.

Por su mayor frecuencia, el aile, el capulín y el encino son los más utilizados para la leña o combustible doméstico (estas tres especies representan el 60% en esta categoría para este uso), seguidos del pino y el agave. Así mismo, del capulín se aprovecha su fruto comestible. En la Figura 22 se grafica los diferentes usos que las familias dan a estas especies leñosas que se encuentran en sus parcelas; los porcentajes vienen del concentrado final de especies por uso, así por ejemplo, 14 % de los entrevistados usan los frutos de estos árboles o arbustos como alimento.

El destino de estos productos es para las necesidades en la vivienda o autoconsumo, y sólo en el caso del agave (pulque), el nopal (fruto) y la pitaya son comercializados o intercambiados por otros productos agrícolas de otros lugares (ambientes) a través del trueque en el tianguis regional.



Figura 21. Árboles y arbustos dispersos con el sistema milpa, en la zona de transición.

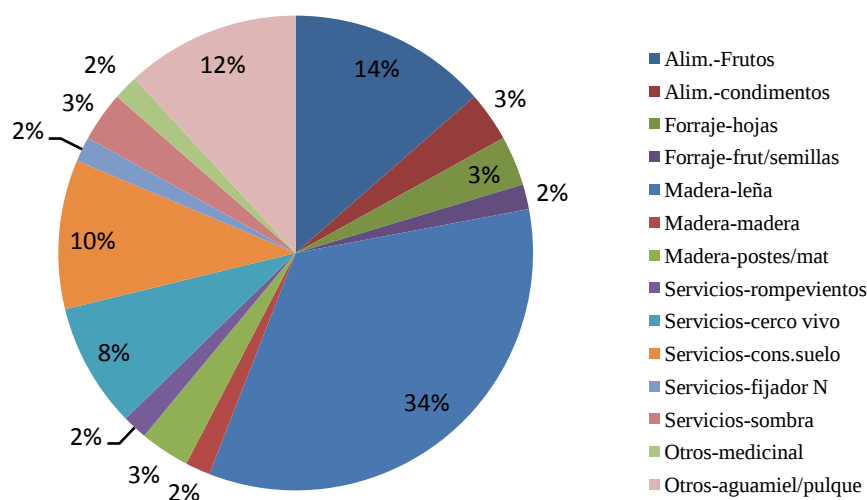


Figura 22. Gráfica de los principales usos/productos de los árboles y arbustos en cultivos agrícolas.

Para el uso como servicios, sólo 20% de los entrevistados estableció estos árboles y arbustos, principalmente el cedro blanco para rompevientos o cerco vivo, y el agave en curvas de nivel para conservación de suelo y producción de aguamiel (Figura 23). Ya sea que permitieron que se desarrollaran estos árboles en medio de las parcelas, o que una o dos generaciones anteriores fueran quienes los plantaron, el único manejo que les dan actualmente es el de poda y/o limpia (83%), básicamente en el ciclo agrícola cuando

se va a trabajar el predio. Eligen estas especies perennes por ser de plantación barata, no requiere de muchos cuidados, duran muchos años y se obtienen varios productos/usos.

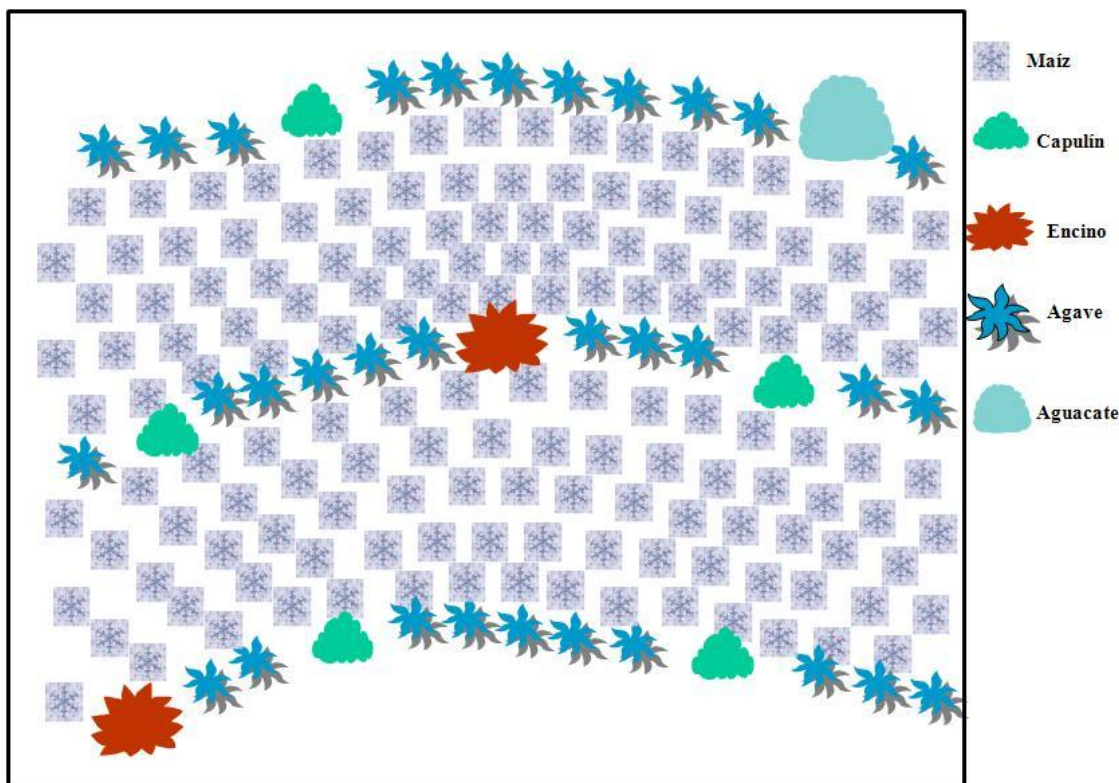


Figura 23. Representación horizontal de árboles y arbustos con el sistema milpa.

6.3.2. Árboles frutales con cultivos agrícolas

Los árboles encontrados en los predios son los que comúnmente se cultivan en las regiones de clima templado, que son manzana, durazno, ciruela y pera (Cuadro 6). Cabe aclarar que en 40% de los predios no se encontraron ningún tipo de árboles frutales en los cultivos; algunas de las razones son que se encuentran en el centro de la localidad y no hay espacio para las actividades agrícolas en extensión, o bien en sus parcelas no tienen plantados ningún frutal, esto es, sólo se cultiva la milpa con el sistema año y vez.

En la edad de los frutales, en diferentes predios se encontraron que el durazno, manzana, ciruela y pera llevan cerca de 20 años plantados, y aunque ninguno de los campesinos mencionó los rendimientos, puesto que no llevan ninguna contabilidad, se puede inferir que son muy bajos, ya que la comercialización la hacen con intermediarios en el tianguis

regional o practican el trueque, o simplemente para autoconsumo. Los que están en plena producción son los que no rebasan los 10 años, en el caso de durazno, que rinde alrededor de 45 kg/planta/ciclo de producción de fruto. En la Figura 24 se muestra la cantidad de árboles frutales que se observaron en el 60% de los predios visitados.

Cuadro 6. Especies frutales con los cultivos agrícolas.

Especies	Frecuencia (%)	Edad promedio (años)	Cantidad promedio (plantas)
Durazno	53	10	87
Manzana	20	15	32
Ciruela	20	11	6
Pera	26	15	26
Limón	6	5	2

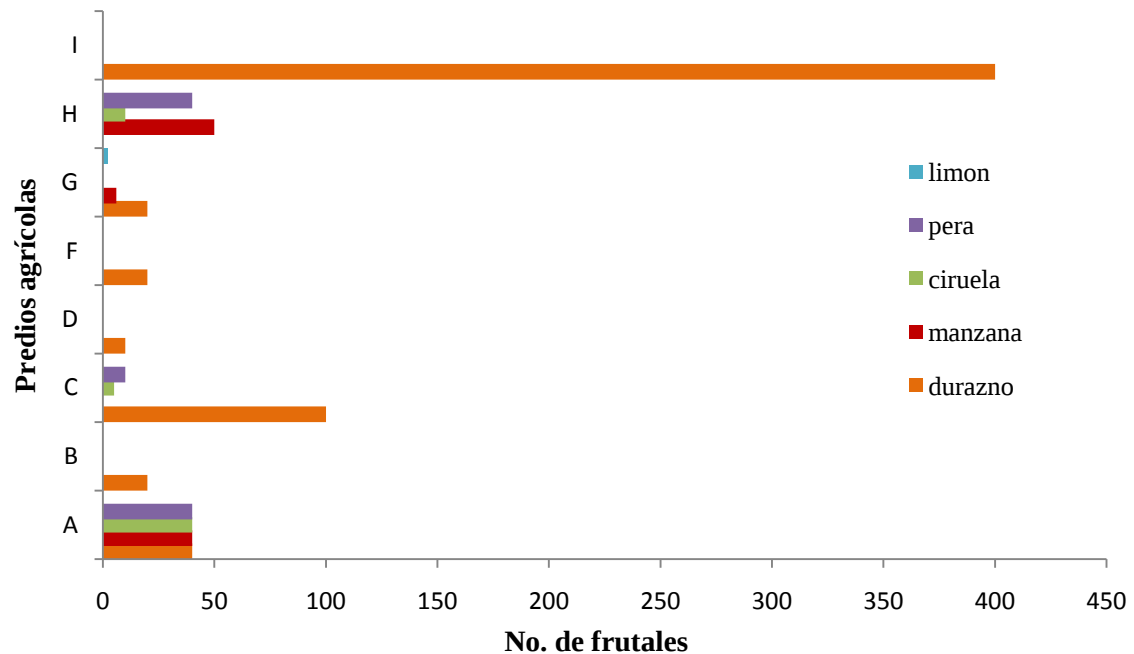


Figura 24. Gráfica del total de frutales por especies encontradas en los predios.

Uno de los campesinos con duraznos de nueve años, tiene plantado en marco real orientación Norte-Sur, que por cierto es el único de los entrevistados que recibió asesoría técnica en el año 2003, y aunque la producción frutal es buena, no hay métodos de conservación de suelo, y la labranza la hace de forma manual, trayendo consigo un mayor costo de producción de los cultivos básicos. El limón sólo apareció en una familia (predio G), y básicamente es para autoconsumo.

Las plantaciones de durazno y manzano hechos en los años 90's, siguen este arreglo Norte-Sur, como se muestra en las Figuras 25 y 26. Esto se aplicó tanto en terrenos relativamente planos como aquellos con pendientes pronunciadas.



Figura 25. Árboles frutales (durazno) en el sistema milpa.

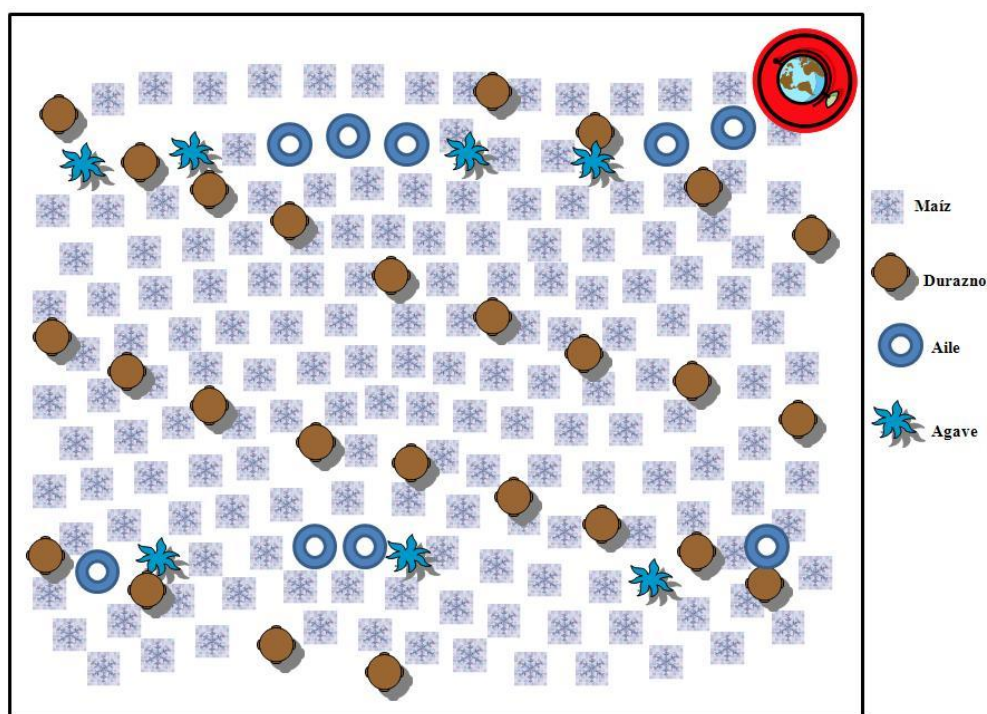


Figura 26. Representación horizontal de frutales con el sistema milpa.

Todas las especies frutales son no nativas, fueron introducidas a través de nuevas plantaciones o injertos. Aun se conservan algunas variedades de durazno y manzana criollas, pero se están cambiando por las más cotizadas en el mercado y que ofrecen un incremento en su producción.

El manejo básicamente consiste en la poda o limpia, y de ahí hasta la cosecha (Cuadro 7). Sólo una familia comentó que también fertilizan y riegan. La poca atención se debe a la falta de capital y la escasez de agua en la época de sequía, puesto que las corrientes de agua disminuyen su volumen, apenas alcanzando para el consumo humano y animales de traspatio. La mano de obra viene de los integrantes de la familia, aunque otro de los entrevistados comentó que emplea 15 jornales para la poda [\$60.00/jornal], y 40 durante la cosecha [\$50.00/jornal] en su predio, los costos, que básicamente es el manejo, alcanzan los \$2,900.00/ciclo de producción, pero obtiene unos 300 empaques de durazno al año, que dependiendo de la fluctuación de los precios, obtiene buenas ganancias.

Cuadro 7. Manejo de frutales durante el año (las celdas con mayor resalte son los meses de mayor actividad).

Manejo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Poda												
Fertilización												
Riego												
Cosecha												

Manejo del sistema milpa entre los frutales

Con el sistema año y vez se deja descansar la parcela por uno o dos años, para nuevamente ser cultivada. El sistema milpa es el que comúnmente se siembra entre los frutales, aunque por rotación de cultivos se llega a integrar haba o chícharo (cobertera), y en ocasiones se cultiva tomate de cáscara con riego en modalidad de monocultivo.

Las actividades que se llevan para el cultivo de la milpa son varias, y están distribuidas en los diferentes meses de forma irregular, dependiendo de donde se localizan los predios visitados. Por ejemplo, la labranza o arado de la parcela (Figura 27) para los que están en la zona de Tlakotla y en el área de transición, el barbecho o arado de la tierra es

en junio, la siembra en julio, y el aporque en octubre para que esté lista la cosecha en diciembre. Mientras que en la zona centro y parteaguas el calendario de actividades se alarga, y entonces se tiene un ciclo de producción que requiere estar más al pendiente en casi todo el año (Cuadro 8).



Figura 27. Arado de la parcela con plantación de frutales en marco real.

Cuadro 8. Calendario de actividades del sistema milpa en las unidades muestreadas (las celdas con mayor resalte son los meses de mayor actividad).

Zona	Manejo	Forma	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tlaxotla- Transición	Barb./labranza	Yunta												
	Siembra	Manual												
	Deshierbe	Manual												
	Aporque/fert.	Manual												
	Cosecha/pizca	MF												
Centro- Parteaguas	Barb./labranza	Yunta												
	Siembra	Manual												
	Deshierbe	Manual												
	Aporque/fert.	Manual												
	Cosecha/pizca	MF												

MF: Manual-familiar

Dependiendo de la superficie laborable, serán los jornales necesarios. Por ejemplo, los que cultivan 0.25 ha, utilizan unos 16 jornales; los de 0.75 ha ocupan entre 35-37, y los de 1.50 ha alrededor de 44 jornales. Muchos de los campesinos entrevistados dieron

respuestas fuera de estos promedios, debido a que no contemplaron la mano de obra familiar, que se combina con los peones o jornaleros en determinadas actividades. El pago del jornal es de \$50.00; sin embargo, por usos y costumbres de la comunidad, se practica el sistema de *mano-vuelta*, esto es, ‘te ayudo y luego me ayudas’, y esto ha hecho posible que en las épocas de crisis se cumpla con el ciclo agrícola gracias al apoyo mutuo de los habitantes, sin que medie el dinero.

Las actividades que llevan mayor número de días/trabajo es el aporque, ya que normalmente se hace junto con la fertilización; la proporción de jornales entre estas labores es de 4:1. El barbecho o arado de la tierra, si se utiliza yunta hay una relación de 1:4 con la siembra (un día de yunta por 4 días o jornales de siembra), pero si el barbecho es manual (por ejemplo, en donde están sembrados los frutales en orientación Norte-Sur o en marco real) la proporción es de 1.5:1 (un jornal y medio de labranza por un jornal de siembra).

Al realizar los cálculos de costos, un día de yunta representa tres jornales, por lo que es más productivo trabajar la primera actividad del ciclo agrícola con yunta, ya que la relación con la siembra será de 0.75:1; de ahí el interés que las plantaciones de frutales tengan un arreglo en curvas de nivel, para que pueda entrar la yunta, y así disminuir los costos, y con ello también solucionar parte del problema de escasez de mano de obra, por el cual a veces es necesario traer jornaleros de otras localidades para cubrir estas tareas agrícolas.

En cuanto a la producción de maíz en milpa con árboles frutales, y en agricultura de ladera, sólo se tuvo acceso a una parcela de una familia con cinco integrantes, para calcular el rendimiento de dicho grano. En esta unidad familiar se cultivó 1.0 ha de milpa en el ciclo primavera-verano del 2009. Los datos proporcionados son los siguientes. En todo su proceso de producción de la milpa intercalada con árboles de durazno o manzano, se lleva 60 jornales, con un costo total de \$3,000.00; otros \$200.00 se gastan en zacate para los bovinos de la yunta; también hay que sumarle los fertilizantes, que en total son \$1,200.00; la comida y bebida de los jornaleros asume a \$1,700.00. La suma total de los costos de producción asciende a \$6,100.00.

En cuanto a la producción de maíz de esta parcela, se hizo una sola toma muestral entre las orillas y la parte media de la parcela, de 10x10 m dentro del sistema milpa con frutales de manzano. Se obtuvieron los siguientes datos: 35 kg de maíz en grano (es decir, la pura biomasa del grano, sin incluir el *olote* o raquis de la mazorca), así que tenemos un rendimiento de 3.5 t/ha. El maíz que se vende en las tiendas Diconsa-SEDESOL de la Sierra Negra está en \$3.50/kg, mientras que en las tiendas o tendejones de las localidades, su precio sube a \$3.70/kg [datos de diciembre 2009 y enero 2010]. Tomando el precio de Diconsa como referencia, así que la producción de la familia en cuestión es de \$12,250.00/ha/ciclo agrícola de maíz en grano.

De esta forma se obtiene una utilidad de \$6,150.00/ha/ciclo agrícola, con una relación Beneficio-Costo de 2.0; a ello hay que sumarle que en esos 100 m² de la unidad muestral se obtuvieron 10 rollos o manojos de zacate (rastroyo) del maíz, el cual su precio mínimo es de \$10.00/rollo; extrapolando este número y agregándolo a la utilidad que se obtuvo del maíz en grano, se tiene \$10,150.00/ha de utilidad neta del cultivo de maíz. Sin embargo, esta producción se va casi en su totalidad a cubrir las necesidades alimenticias de la familia, así como asegurar que existan insumos para el siguiente ciclo agrícola, y entonces este posible ingreso monetario se transforma en seguridad alimentaria.

No se obtuvo información de la producción frutal del manzano, ya que no era época de cosecha cuando se visitó el predio. De igual manera, no se pudo contabilizar la producción absoluta del sistema milpa, ya que los productos como frijol, ayocote, haba, quelites, miltomate, epazote, cilantro, calabazas, chilacayotas, entre otras especies, se van cosechando o cortando a lo largo de las diferentes etapas de crecimiento del maíz, y las familias de subsistencia no llevan registros de qué recolectan en su milpa: Pero si sumamos toda la producción del sistema milpa-árboles frutales, en donde se incluya las especies cultivadas como el maíz, frijol y haba, y las arvenses que crecen de forma no intencionada, los kg de alimentos obtenidos suben aún más.

Sin compararnos estos datos con un estudio realizado por Martínez (2003) del sistema milpa en la Sierra Mazateca del estado de Oaxaca, bajo las mismas condiciones de ladera y altitudinales, los rendimientos son similares. Según dicho autor, en la práctica

de R-T-Q, hay un intervalo de rendimiento de maíz del sistema milpa de 1,045 hasta 2,659 kg/ha en el municipio de Ocopetatillo, en un rango altitudinal de 1400 a 2000 msnm. Con la práctica de roturación, en el municipio de Santa María Teopuxco, a una altitud de entre 1800 y 2200 msnm, se obtuvo un promedio de 2,615 kg/ha, con un mínimo de 1,641 y un máximo de 3,710 kg/ha. En Ocopetatillo con la misma práctica y una altitud de 1700-2000 msnm, los rendimientos son: el promedio es de 2,637 kg/ha, presenta un mínimo de 2,042 y máximo de 3,550 kg/ha de grano cosechado.

Es necesario señalar que las estimaciones de producción del autor Martínez fueron en campo, igual que en la presente investigación, aunque para éste caso, no se puede generalizar los datos a nivel comunidad o regional, ya que no son suficientes las unidades muestrales que se tomaron dentro de la parcela, así como de otras parcelas, por lo que puede haber mucho sesgo en la interpretación de los datos.

En el predio de otra familia, aunque no se contabilizó la producción del sistema milpa, por la condiciones del cultivar, los rendimientos son similares al anterior. Lo que se rescató aquí fue la producción de durazno, que en 1 ha caben aproximadamente 400 plantas, y según la información del entrevistado, en los años o ciclos de cosecha normales, se alcanza una producción de 18 t, que representa un ingreso monetario anual de \$50,000.00. A ello hay que agregarle que debajo de algunos duraznos se planta chile manzano, y de éste último producto al año se obtiene \$4,000.00. De esta forma los ingresos son mayores en la plantación frutal; aunque falta descontar los gastos en el manejo de estas especies, pero no son considerables, pues no sobrepasan el 10% del ingreso total.

Lo que queda entonces es combinar una buena producción frutícola con el sistema milpa, pero aplicando prácticas conservacionistas de suelo, como es la plantación de árboles frutales siguiendo las curvas de nivel, experiencias similares desarrolladas en regiones con idénticas características por instituciones y centros de investigación.

6.3.3. Huertos caseros

Los huertos caseros producen una gran variedad de alimentos en áreas pequeñas, los cuales estarán disponibles en diferentes meses durante el año. Son seguros y convenientes por estar cerca de las viviendas, aunque hay que tener cuidado con los animales de traspatio; permiten la diversidad genética, y sobre todo garantizan a las familias un suministro seguro y regular de alimento, ingreso monetario y/o productos para comerciar (trueque).

Como se mencionó antes, los huertos templados en las regiones con deficiente luz solar, utilizan una distribución horizontal y un cultivo dual o simple con algunos árboles bien espaciados; aunque su diversidad no es igual que los de la región tropical, en los huertos caseros de la comunidad de Boca del Monte, se encontraron varias especies.

La superficie promedio es de 283 m², aunque oscilan desde los 50 hasta los 525 m². La distribución espacial es muy compleja, puesto que donde hay árboles o arbustos, se podría pensar que abajo no hay otras especies; lo que se observó es que varias enredaderas como el chayote y la granadilla aprovechan estos leñosos como tutores para crecer en busca de la radiación solar, y así cumplir con su ciclo productivo.

Sólo 7% de los huertos visitados tienen más de la mitad de las especies encontradas [cerca de 61% respecto al total], es decir, es un enorme complejo de diversidad genética y de uso; el 27% sólo cuenta con una cuarta parte de esta variedad, y una tercera parte de los entrevistados cuenta con el 11% de la diversidad total que se encontró en todos los huertos de la comunidad. El Cuadro 9 muestra la suma total de diversidad de especies identificadas en los huertos caseros.

Un 33% de las familias visitadas usan los productos de su huerto familiar para comercializarlo, ya sea en venta o a través del trueque en los tianguis regionales, y de ahí obtienen ingresos alrededor de \$1,000.00/año. El resto de la producción es de autoconsumo, y por lo tanto no tienen contemplado cuánto se produce o cuál es el rendimiento de cada especie, ni tienen preferencia por alguna en particular (Figura 28),

sólo en el caso de chile manzano y la granadilla, porque tiene un precio considerable en el mercado regional.

Cuadro 9. Relación de árboles, arbustos y herbáceas en los huertos caseros de Boca del Monte.

Comp.	Nombre común/local	Nombre científico	Familia	Usos/productos
Árboles	Durazno	<i>Prunus persica</i>	Rosaceae	AF
	Ciruela	<i>Prunus spp.</i>	Rosaceae	AF
	Manzana	<i>Malus spp.</i>	Rosaceae	AF
	Pera	<i>Pyrus spp.</i>	Rosaceae	AF
	Aguacate/aguacatl	<i>Persea spp.</i>	Lauraceae	AF, AC, SS
	Capulín/capulí	<i>Prunus seroti-capulli</i>	Rosaceae	AF, ML, SS
	Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	Rosaceae	AF
	Zapote negro/tliltzapotl	<i>Diospyros spp.</i>	Ebenaceae	AF
	Chicozapote/xikotzapotl	<i>Cassimiroa edulis</i>	Rutaceae	AF
	Higo	<i>Ficus carica</i>	Moraceae	AF
	Limón	<i>Citrus limón</i>	Rutaceae	AF
	Sauco/xometl	<i>Sambucus mexicana</i>	Caprifoliaceae	SS, OM
	Pirul/couhvino	<i>Schinus molle</i>	Anacardaceae	ML, SS, OM
	Izote/ikzotl	<i>Yucca elephantipes</i>	Agavaceae	AF, SS
	Sotolín/zotoli	<i>Dasylirion palmeri</i>	Agavaceae	SCS
	Encino/ahuatl	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	ML, SS
	Fresno	<i>Fraxinus spp.</i>	Oleaceae	SS
	Cedro blanco	<i>Cupressus spp.</i>	Cupresaceae	ML, SS
Arbusto	Nopal/nopali	<i>Opuntia spp.</i>	Cactaceae	AF, AC
	Higuerilla/kohuayohuaxihuitl	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	OM
	Floripondio/monti	<i>Brugmancia candida</i>	Solanaceae	SS, OM
	Jarilla/yoyotli	<i>Senecio salignus</i>	Asteraceae	OM
Herbáceas	Plátano/tzapotl	<i>Musa spp.</i>	Musaceae	AF
	Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	Passifloraceae	AF
	Chile manzano/canario	<i>Capsicum pubensens</i>	Solanaceae	AF
	Chilacayota/tzilikayotli	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Cucurbitaceae	AF
	Calabaza/ahuayotli	<i>Cucurbita pepo</i>	Cucurbitaceae	AF
	Chayote/huetzeyotli	<i>Sechium edule</i>	Cucurbitaceae	AF
	Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiaceae	AC
	Miltomate/miltomatl	<i>Physallis psp.</i>	Solanaceae	AC, OM
	Fresa	<i>Fragaria spp.</i>	Rosaceae	AF
	Hoja santa/tlanehpakilitl	<i>Piper auritum</i>	Piperaceae	AC
	Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	AC
	Epazote/apazotl	<i>Teloxis ambrosiodes</i>	Chenopodiaceae	AC
	Epazote silvestre/chichikapazotl	<i>Teloxis graveolens</i>	Chenopodiaceae	OM
	Ruda	<i>Ruta chalapensis</i>	Rutaceae	OM
	Rosa de Castilla	<i>Rosa centifolia</i>	Rosaceae	OM
	Romero	<i>Rosmarinus officinales</i>	Lamiaceae	AC, OM
	Toronjil	<i>Agastache mexicana</i>	Lamiaceae	AC, OM
	Hierbamestra	<i>Artemisia absintium</i>	Asteraceae	OM
	Hierbabuena	<i>Mentha spicata</i>	Lamiaceae	AC, OM
	Marrubio	<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiaceae	OM
	Manzanilla	<i>Matricaria recutita</i>	Asteraceae	AC, OM

Cuadro 9. (continuación)

Santamaría/amozo	<i>Tanacetum parthenium</i>	Asteraceae	OM
Sábila	<i>Alloe barbadensis</i>	Liliaceae	OM
Milenrama	<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	OM
Estafiate-ajenjo/iztahuitl	<i>Artemisia ludoviciana</i>	Asteraceae	OM
Mirto	<i>Salvia microphylla</i>	Lamiaceae	OM
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	OM
Zoapatle/zihuaxihuitl, zihuapatli	<i>Montanoa tomentosa</i>	Asteraceae	OM
Mikaxihuitl	-	-	OM
Bejuco	-	-	OO
Alcatraz/cartucho	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Araceae	OO
Rosa	<i>Rosa spp.</i>	Rosaceae	OO
Azucena	<i>Lilium candida</i>	Liliaceae	OM, OO
Encaje	-	-	OO
Campechana	-	-	OO
Cempoalxóchitl	<i>Tagetes erecta</i>	Asteraceae	OM, OO
Gladiola	<i>Gladiolus communis</i>	Iridaceae	OO
Tulipán	<i>Tulipa gesneriana</i>	Liliaceae	OO
Digital-flor de arete	<i>Digitalis pupurea</i>	Scrophulariaceae	OO
Hortencia	<i>Hydrangea macrophylla</i>	Saxifragaceae	OO
Dalia	<i>Dhalia pinnata</i>	Asteraceae	OO
Geranio	<i>Pelargonium hortorum</i>	Geraniaceae	OO

AF: Alimento-frutos, **AC:** Alimento-condimento, **ML:** Madera-leña, **SCV:** Servicios-cerco vivo, **SCS:** Servicios-conservación de suelo, **SS:** Servicios-sombra, **OM:** Otros-medicinal, **OO:** Otros-ornamentales



Figura 28. Huertos caseros en la zona de transición.

La limpieza y el deshierbe se hace todo el año, el riego se aplica en la época de sequía (febrero-mayo), la poda es en invierno (noviembre-enero), y quienes fertilizan lo hacen en abril. La mano de obra es familiar, y es donde toda la familia participa, sobre todo

mujeres, niños y ancianos [80% de los huertos]; sólo un 7% de respondió que usa en promedio dos jornales por actividad o labor en el manejo del huerto.

6.3.4. Árboles y arbustos del bosque

Para adentrarse en este tema, fue necesario regionalizar la comunidad en dos zonas, tal como se hizo en el cuadro de calendario de actividades del sistema milpa, en el apartado 6.3.2. Se hizo un recorrido para identificar las especies de árboles y arbustos que se encuentran en los bosques cerca de los predios agrícolas, y con el apoyo de un especialista en ciencias forestales, se identificaron en campo con ayuda de diversas guías para su clasificación botánica, y los que no fueron posible determinar su nombre científico en campo, se colectaron para después identificarlos en el herbario.

En la zona centro y el parteaguas de Boca del Monte se encontró el bosque de pino-encino, con predominancia de las especies *Pinus patula*, *P. montezumae*, *P. oaxacana*, *P. teocote*, *P. pseudostrobus*, así como *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. crassifolia*. Otras especies presentes en este estrato arbóreo son el *Arbutus xalapensis* (madroño), *Prunus seroti-capulli* (capulín). Como parte de programas de reforestación de hace una década, actualmente existe también *Cupressus lindleyi*, y algunos ejemplares de *Abies religiosa*. En las riberas de los arroyos y microzonas con mayor humedad, este bosque de pino-encino se asocia con *Alnus jorullensis*.

En el estrato arbustivo se identificó principalmente *Arctostaphylos pungens* (manzanita), *Bacharais conferta* (escobilla), y con menor presencia *Sambucus spp.* El nivel herbáceo es más variado, pues va desde pastos como las del género *Muhlenbergia spp.* (zacatón), *Stipa spp.* (zacate), así como *Adiantum spp.* (culantrillo), *Teloxis graveolens* (epazote silvestre), *Senecio salignus*, *Plantago spp.*, *Achillea millefolium* (milenrama), entre otros. También hay diversas especies de *Agave spp.* en los bosques.

En la zona zona de transición y sobre todo en Tlakotla, la vegetación cambia a bosque de encino-pino y de táscate, caracterizado este último por la presencia de matorral xerófilo. En el nivel arbóreo se identificaron, *Quercus rugosa*, *Q. affinis*, *Q. candicans*, *Q. laurina*, *Pinus teocote*, *P. oocarpa*, *Ceiba parviflora* (pochote), *Schinus molle* (pirul),

Los arbustos presentes son: *Acacia macrocantha*, *Lippia graveolens* (orégano), *Bursera spp.* (copal), *Leucaena spp.* (guaje), *Cercidium spp.*, *Plumeria rubra*, *Myrtillocactus spp.*, *Tecoma stans*, entre otros. Así mismo hay agaves y varias especies de *Opuntia spp.*; también se puede encontrar, *Opuntia decumbens*, *Ferocactus robustus*, *Heliabravoa spp.*, *Neomammillaria spp.*, *Cephalocereus spp.* *Helliabravoa schende*, *Ipomoea arborescens*, *Beucarnia spp.*, *Lippia graveolens*, *Gymnosperma glutinosum*, entre otras.

Varias especies, tanto de la zona templada como la semiárida, son utilizadas para la fabricación de herramientas, como mangos para azadón, para hacha, así como para los aperos de la yunta (arado, fuste o timo, yugo). Este uso viene desde épocas prehispánicas, y no sólo en las culturas mesoamericanas, también con los incas se usaban varias de estas especies como árboles de uso múltiple. Como lo menciona Ansion (1986), ‘el molle (*Schinus molle*) [pirúl] se usaba los frutos para hacer *chicha*, con los mismos hacían miel y vinagre. La resina servía para curar heridas, y era además utilizada para embalsamar los cuerpos de los Incas. La misma resina servía también como purgante, y cocida con la corteza servía para curar el ‘mal del valle’. Las hojas cocidas deshinchaban las piernas, curaban la sarna y heridas. Las hojas verdes ahuyentaban los mosquitos. De las ramas tiernas se hacía palillos de dientes. La madera se usaba también como combustible’.

En México, lo que se conoce del pasado prehispánico es el uso de plantas medicinales, en donde a la llegada de los españoles, los jardines botánicos de Netzahualcoyotl en el cerro de Tezcutzingo, el de Moctezuma en Tenochtitlán, y el más conocido el de Oaxtepec, eran los centros donde se podía conseguir un sinnúmero de especies medicinales, que después fueron documentadas por algunos franciscanos (Aguilar *et al.*, s/a).

En la Sierra Negra de Puebla también hay plantas de uso múltiple, tanto para herramientas como para utilizarlos en la medicina herbolaria que se pueden encontrar en los bosques. En el Cuadro 10 se enlistan las especies que se encontraron en los bosques cercanos a las viviendas entrevistadas.

Cuadro 10. Árboles y arbustos de los bosques en las cercanías de las viviendas de Boca del Monte.

Nombre común/local	Nombre científico	Familia	Usos/productos
Pino	<i>Pinus spp.</i>	Pinaceae	ML, MM, MPM, SS
Encino	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	FH, FFS, ML, MPM
Aile	<i>Alnus jorullensis</i>	Betulaceae	ML
Cedro blanco	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cupresaceae	ML
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	Ericaceae	ML
Capulín	<i>Prunus seroti-capulli</i>	Rosaceae	ML
Fresno	<i>Fraxinus spp.</i>	Oleaceae	OM
Acacia	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae	ML
Guaje/huaxi	<i>Leucaena spp.</i>	Fabaceae	AF, FH, FFS, FF
Guaje silvestre/tepehuaxi	<i>Leucaena spp.</i>	Fabaceae	FH, FFS, FF, OM
Ceiba-pochote/pochotl	<i>Ceiba parviflora</i>	Bombacaceae	AF, FH, FFS, FF
Copal/kopalli	<i>Bursera spp.</i>	Burseraceae	OM, OC
Chupandilla	-	-	AF
Kosahuiko	-	-	AC, FH, FFS
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Mimosaceae	AC
Nanche	<i>Byrsonimia crassifolia</i>	Malpighiaceae	AC
Órgano	<i>Stenocereus spp.</i>	Cactaceae	AC
Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	OM
Coatillo	-	-	OM
Cuachalalate/ kuauhchalalatl	<i>Amphiteryngium adstringens</i>	Julianaceae	OM
Floripondio	<i>Brugmancia spp.</i>	Solanaceae	OM
Cazahuate	<i>Ipomoea arborescens</i>	Convolvulaceae	OM
Sotolín	<i>Dasylirion palmeri</i>	Agavaceae	MPM
Agave comestible/kakaya	<i>Dasylirion spp.</i>	Agavaceae	AF, FH, FFS, FF, ML
Agave pulquero	<i>Agave spp.</i>	Agavaceae	OAP
Escobilla	<i>Bacharis conferta</i>	Asteraceae	ML, SDB, SN
Manzanita	<i>Arctostaphylus pungens</i>	Ericaceae	AF, ML
Tentzontlakotl	-	-	FH, ML
Tototzintlakotl	-	-	FH
Hongos/nanakatl	-	-	AC
Pápalo/papalokilitl	<i>Porophyllum macrocephalum</i>	Asteraceae	AC
Pipitza/Zacapipitza	<i>Porophyllum spp.</i>	Asteraceae	AC
Orégano	<i>Lippia graveolens</i>	Crassulaceae	AC
Tomarreal	-	-	OM
Zihuaxihuitl	-	-	OM
Payanaltzi	-	-	OM
Tzopixihuitl	-	-	OM

AF: Alimento-frutos, **AC:** Alimento-condimento, **FH:** Forraje-hojas, **FFS:** Forraje-frutas/semillas, **FF:** Forraje flores, **ML:** Madera-leña, **MM:** Madera-madera, **MPM:** Madera-postes/material, **SDB:** Servicios-domésticos/barrer, **SN:** Servicios-nodriza, **SS:** Servicios-sombra, **OM:** Otros-medicinal, **OAP:** Otros-aguamiel/pulque.

La cercanía de estas especies a las viviendas es de gran importancia por los diferentes y variados usos que tienen estas leñosas. En la zona de Tlakotla se incluyó al pápalo y al pipitza, y en la zona templada a los hongos, ya que aunque son anuales, se recolectan en

el matorral o el bosque para consumirlos con diferentes guisos o comercializarlos en el tianguis regional a través del trueque, ya que en la temporada de las primeras lluvias (hongos) y a finales de la época de lluvias (pipitza) son muy apreciados.

De las familias entrevistadas, no todas cuentan con la variedad de todas las especies registradas (Figura 29), por la situación de microclimas en ciertos lugares crecen un mayor número de leñosas, como es el caso de la zona de Tlakotla, mientras que en la parte alta de la comunidad el bosque de pino-encino es más homogéneo, lo que no permite una mayor biodiversidad vegetal en árboles y arbustos.

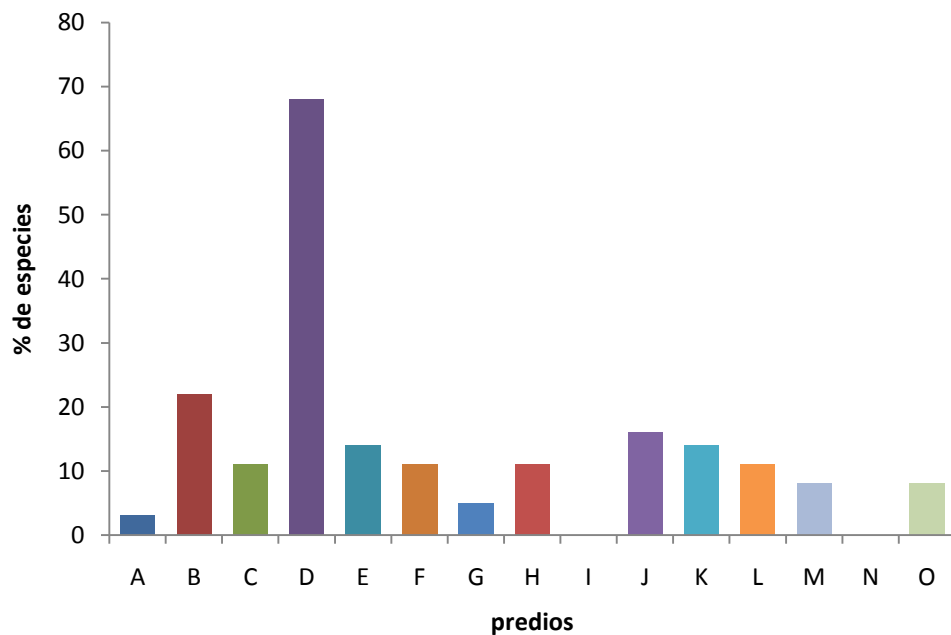


Figura 29. Frecuencia de leñosas presentes en los bosques por predio, con respecto a las 37 especies en total.

Conforme a la información proporcionada de los entrevistados, todas las especies son para uso doméstico/familiar, sólo en el caso de servicios de nodriza, la escobilla ayuda a la regeneración natural de los bosques, y en el aguamiel/pulque un 75% es para venta local o en el tianguis. En cuanto al aprovechamiento del bosque, éste se realiza con el fin de obtener leña y demás recursos no maderables (Figura 30). En poca proporción se utiliza como madera para construcción y empaques para transporte de fruta (Figura 31).



Figura 30. Aprovechamiento para leña de árboles y arbustos del bosque

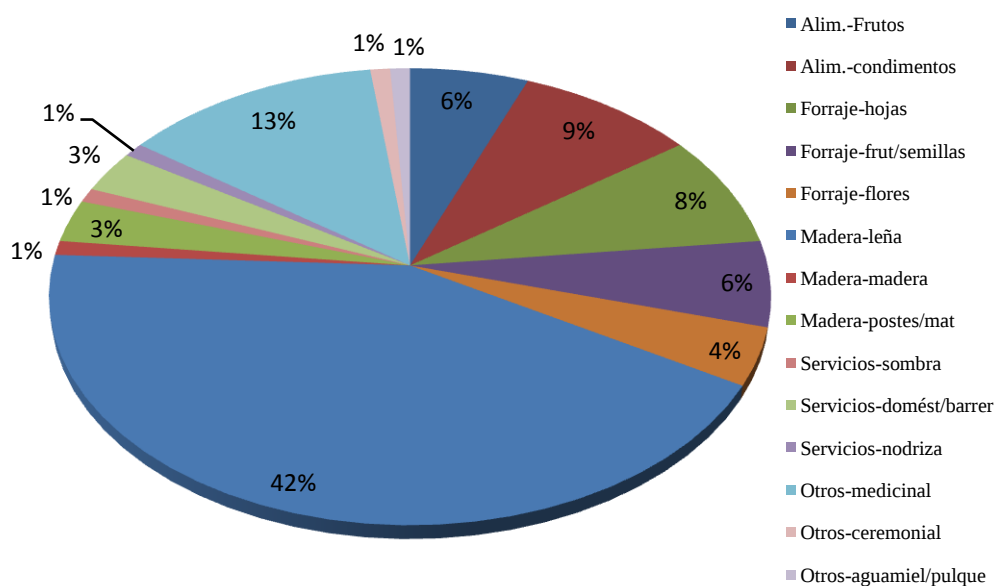


Figura 31. Frecuencia de uso con respecto al total de especies.

6.3.5. Agostadero

Esta práctica es común en las zonas rurales, ya que proporciona beneficios seguros y oportunos a las familias que viven de la agricultura de subsistencia. En la localidad se identificaron dos modalidades de ganadería, la de solar/parcela, y la mixta trashumante

La práctica ganadera de solar se refiere a que los animales permanecen todo el año en el mismo lugar, y dependen exclusivamente de los pastos que brotan en la temporada de lluvias en la parcelas en descanso o acahuals (Figura 32). Sufren de escasez de alimentos en la época de sequía, pero la población amortigua este inconveniente suplementándole el rastrojo de maíz, frijol o chícharo de la cosecha pasada. Un 67% de las familias entrevistadas que cuentan con ganado mayor o menor, comentó que el pastoreo en acahuals es la única fuente de alimentación de sus ovinos y/o caprinos. Para el caso de bovinos de yunta, raramente pastan en los terrenos en descanso, los tienen en un sitio determinado dentro del predio, y ahí se les proporciona los esquilmos. Esto obedece también al poco espacio disponible o las superficies mínimas de bosque, pues el promedio en la zona centro-parteaguas no rebasa los 5 ha de terreno ejidal.



Figura 32. Práctica silvopastoril con especies menores en clima templado.

El manejo del ganado menor presenta instalaciones rústicas; los corrales de trozas y tablas de madera se establecen en o cerca de las parcelas agrícolas, cuenta con un

techado de lámina de cartón o tablas sobrepuestas. Esta táctica ofrece muy bajos costos, así como el aprovechamiento directo del estiércol, pues cuando no se recoge y se almacena para las labores agrícolas de siembra y/o fertilización de la milpa, se esparce en las áreas aledañas del corral para el mejoramiento del suelo, y esto es notable en el siguiente ciclo agrícola, pues se observa física y productivamente el incremento de la cantidad de maíz o el cultivo que se haya sembrado en ese espacio en particular.

La ganadería extensiva trashumante se practica en la zona de transición-Tlakotla, pues los campesinos tienen bosques o matorrales con mayor superficie, lo que pueden aprovechar para el pastoreo de bovinos, ovinos y caprinos. Así, el bosque o matorral es utilizado través del pastoreo y ramoneo en la época seca, y cuando los acahuales ya recuperaron su vegetación, se reincorporan los animales en las cercanías de la vivienda, tanto para su cuidado como para su uso en las labores agrícolas de labranza. El 27% de los entrevistados practica esta doble modalidad de pastoreo, y sólo un 8% lleva a cabo en forma casi exclusiva el sistema de ganadería extensiva.

Durante el pastoreo en el bosque, las especies leñosas y herbáceas que consumen con frecuencia los animales son los siguientes: pinos (*Pinus spp.*) recién sembrados o brotados, encino (*Quercus rugosa*), encino de hoja angosta o ahupitzaktli (*Quercus spp.*), tototzintlakotl, guaje (*Leucaena spp.*), tentzontlakotl, kozahuiko, pochote (*Ceiba spp.*), agave silvestre, agave comestible, papalometl, y raspadilla. El encino como árbol y el tototzintlakotl como hierba, son los más palatables para el ganado.

La mayoría de los animales se encuentran en las cercanías de la vivienda, y tienen interacción con el sistema agroforestal de huerto familiar y árboles frutales con cultivos agrícolas, pues en ocasiones ocupan el mismo espacio; es una práctica común con las ventajas de cuidar a los animales, así como vigilarlos.

El número de animales por unidad familiar es relativamente homogéneo para todas las especies (Figura 33), excepto en las aves de corral y caprinos. En el caso de gallinas y guajolotes, los datos oscilan desde aquellos que tienen sólo cuatro ejemplares, hasta las familias con 40 aves; de igual forma sucede con los chivos, pues hay familias que cuentan con tres cabezas, y otras que llegan a tener rebaños de hasta 40 cabras.

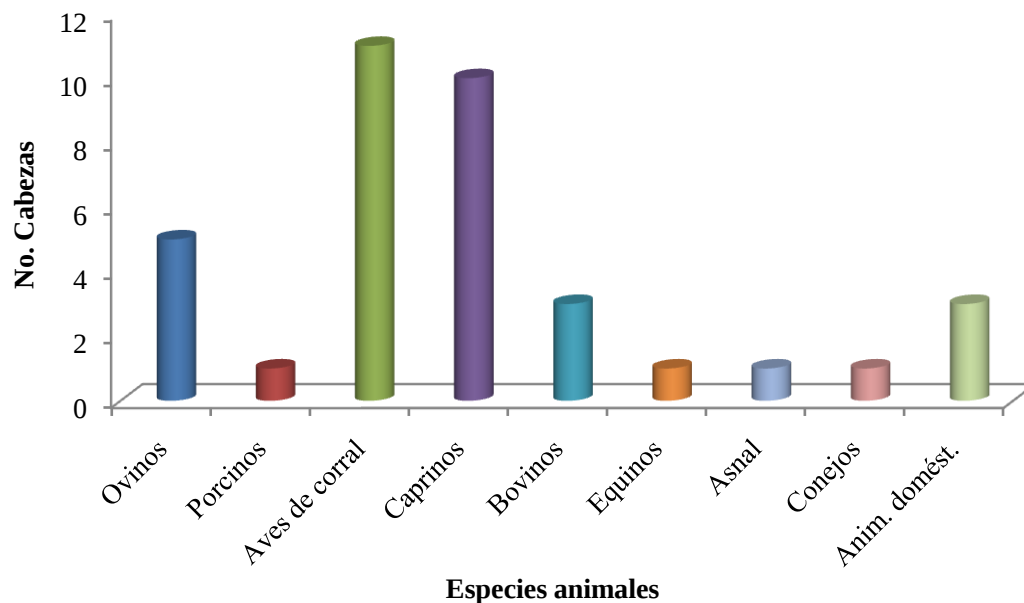


Figura 33. Promedio de especies animales por unidad familiar.

Por animales domésticos se entiende, para este estudio, a los gatos y perros, que en las regiones rurales son más que mascotas, pues sirven de guardián, vigilante o apoyo para el cuidado del ganado, así como para el control de roedores y otros animales ‘peligrosos’ (algunos reptiles), tanto en las habitaciones de la vivienda como en las parcelas agrícolas. Por esa razón se incluyeron en esta clasificación, aunque no tienen una relación directa con los sistemas agroforestales, pero la importancia que representan para cada familia es trascendente, debido a las circunstancias de vivir cerca de zonas boscosas o con mucha y variada vegetación, a tal grado que el 100% de las familias cuentan con estos felinos y canes.

No todas las familias tienen animales o ganado en sus traspatios o parcelas; quienes viven en el centro de la localidad, les prohíben tener gallinas y guajolotes, ya que si andan en libertad ensucian las calles, y no existe personal ni servicio público de limpia. Los caprinos se tienen principalmente en la zona de transición y Tlakotla, ya que las extensiones de bosque y matorral son considerables, y no hay presión demográfica como en la zona centro (Figura 34).

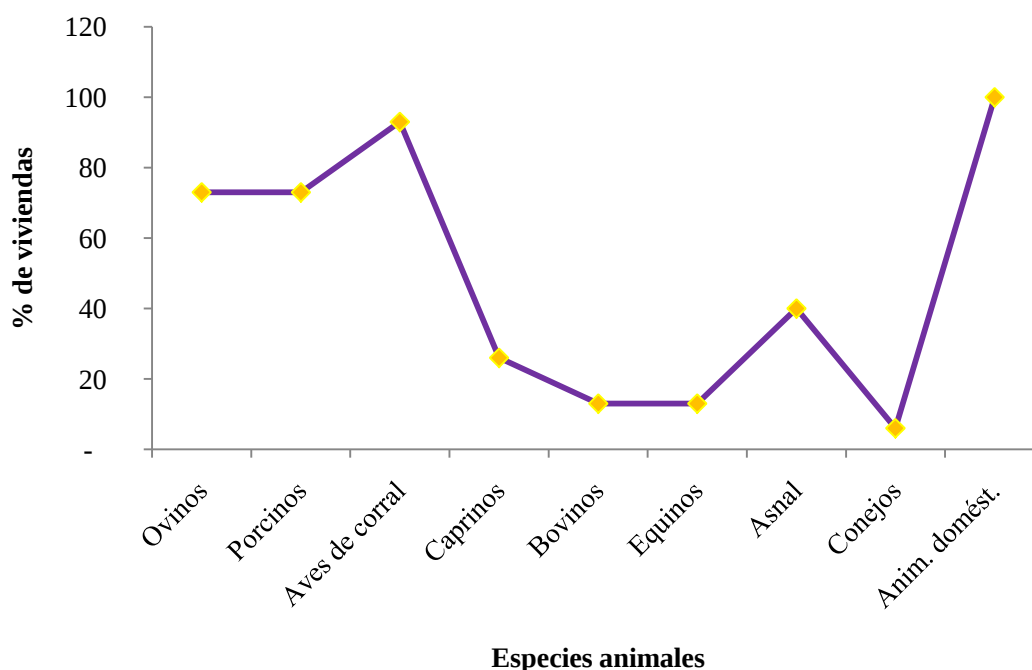


Figura 34. Porcentaje de unidades familiares por especie de animal.

En cuanto a los usos y/o productos que se obtienen de esta práctica, las aves de corral se utilizan casi exclusivas para autoconsumo, o de intercambio por otra especie, así como préstamo por un determinado tiempo. En éste último caso, es común ‘prestarse’ guajolotes para las fiestas familiares en caso de bautizos, graduaciones o bodas, o para las festividades de la comunidad, sobre todo los mayordomos que tienen que dar de comer a los feligreses que asisten a las misas. Sólo 6% de los entrevistados mencionaron que obtienen ventas de no más de \$500.00/año por los aves de corral.

También son de autoconsumo los ovinos, porcinos, caprinos y conejos; aunque en el caso de los tres primeros hay venta local en mínima escala, pues una o dos cabezas se venden anual o bianualmente, obteniendo ingresos que no rebasan los \$500.00. Aunque hubo una familia que mencionó obtener ingresos de cuatro veces más del dato anterior por la venta de ovinos, y en otra vivienda sus integrantes mencionaron obtener ingresos de \$3000.00/año por concepto de venta de caprinos.

La vacunación de la mayoría de las especies animales es anual; para los perros y gatos reciben el apoyo gubernamental de las jornadas de vacunación antirrábicas, pero de las especies aprovechables, el campesino tiene que costear el medicamento para la vacunación, aplicación de vitaminas y pastillas palatabilizadoras, aunque no tenga ventas de este ganado. Dependiendo del número de cabezas de ganado es cuanto gastará en estos fármacos, hay quienes desembolsan desde \$100.00 a \$300.00, y otros que le invierten cerca de \$1,500.00 anuales.

El trasquilado de ovinos lo realizan principalmente las mujeres, y en ocasiones rentan su fuerza y habilidad de trabajo en otras familias, por lo que obtienen una remuneración mínima. El castrado o capado de bovinos, ovinos, caprinos y porcinos es común ya en la edad adulta o reproductiva del animal, y son muy pocos los campesinos que poseen esta destreza, por lo que ellos también ofrecen sus servicios a cambio de un pago monetario o algún otro tipo de apoyo para las labores agrícolas.

6.4. Interacciones entre los sistemas de producción

Con la descripción de los sistemas agroforestales que se identificaron en la comunidad de Boca del Monte, se puede observar que una familia siempre tiene algún arreglo de los tres componentes agroforestales (árbol, cultivo, animal), ya que de esta forma asegura su subsistencia a través de la combinación o asociación de estos elementos.

La mayoría de las unidades familiares tienen estos tres componentes en sus huertos caseros o parcelas aledañas a su vivienda (Figuras 35 y 36). En estas últimas se puede notar la interacción de los tres componentes de la agroforestería, pues aparte de que se van rotando, asociando o intercalando los cultivos anuales, también se tiene presencia de frutales aunque sean de variedades criollas para autoconsumo. Así mismo, en estas parcelas cuando están en descanso se puede observar al ganado menor (ovinos y caprinos) pastando con la cobertura herbácea que crece en estos acahuales. No hay que olvidar el componente forestal para cerco vivo o lindero, como es el caso del aile, cedro blanco y el sauco. Este ejemplo es una muestra de la interacción entre los sistemas agroforestales de árboles forestales y/o frutales con cultivos agrícolas, con el agostadero.



Figura 35. Huerto casero y aves de traspatio en la zona centro.



Figura 36. Animales de traspatio (porcino) en las inmediaciones del sistema árboles y arbustos del bosque y del huerto casero, en la zona de transición.

La interacción de estos componentes, ya sea para alimentación, comercialización o protección, coadyuva a un mejor aprovechamiento de las pequeñas unidades de

producción, pues se aprovecha la máxima la superficie del predio, y los factores abióticos como la radiación solar y la precipitación.

Los frutales intercalados con agaves, plantados en surcos siguiendo las curvas de nivel, ofrecen una protección al suelo, que cada dos o más años se remueve o se rotura con el arado para la preparación de la siembra de los cultivos básicos y/ o anuales, bajo el sistema año y vez. El frutal aparte de ofrecer alimentación, también puede disponerse para la venta El maguey se conserva para la producción de pulque, bebida con un significado cultural enorme para la población de Boca del Monte, y para algunas familias representa la mitad de su ingreso anual, al comercializarlo en las comunidades aledañas (Chichicapa, San Antonio Acatepec); estos agaves también funcionan como cercos vivos.

Cuando llega a haber sobreproducción de frutales o el mercado se sobresatura y ofrece míseros precios, especies como la manzana se ofrecen al ganado con el fin de no desperdiciar completamente la producción. De esta forma se reciclan los nutrientes, pues los borregos y cabras depositan sus heces en las mismas parcelas donde están plantados los frutales.

Al trabajar una parcela con plantación de frutales para la siembra del sistema milpa, se limpia y deshierba también al frutal, así como durante la fertilización del maíz, algunos campesinos le proporcionan también el químico o abono orgánico a la planta perenne. Esta situación es común en muchos predios, ya que los campesinos al no dedicarle el tiempo suficiente para un manejo adecuado de las especies frutales, sólo se realizan dichas labores cuando se utiliza esa parcela para la siembra de la milpa, que viene programado conforme a los ciclos del sistema año y vez.

Los campesinos que establecen almácigos para la plantación o renovación de frutales, granadilla y chile manzano, usan aserrín y la tierra de monte del bosque de su predio, cuidando no dejar desprotegido el suelo, al reintegrar el mantillo de hojas caedizas que todavía no se descomponen. De esta forma, el sistema agroforestal árboles y arbustos del bosque interactúa con el sistema árboles frutales con cultivos agrícolas y el huerto casero.

6.5. Análisis socioeconómico de los sistemas de producción agroforestal

Todo sistema productivo está relacionado con el entorno sociocultural y económico. Ante ello, es necesario tomar en consideración los procesos y agentes externos a la hora de analizar y proponer alternativas productivas, con el fin de tener un sustento del factor humano, que en ocasiones es determinante para el éxito de los nuevos sistemas agroforestales que se vayan a implementar, a fin de cumplir con el desarrollo rural sostenible.

6.5.1. Características de la unidad familiar

Aunque en el marco de referencia se expuso el tema de población y su densidad a nivel comunitario, en este apartado se exponen las particularidades que se encontraron en las 15 unidades familiares que conformaron la muestra.

Si se toma o acota el significado de ‘jefe de familia’ en los hogares como aquel que aporta principalmente el ingreso para los gastos, se tiene que 27% de los entrevistados son los ejidatarios y jefes de familia; 13% fueron a las madres y jefas de familia, 7% al ejidatario-hijo soltero-jefe de familia, 20% es hijo soltero-jefe de familia, 13% es ejidatario-hijo casado, 13% es ejidatario-hijo casado-jefe de familia, y 7% es el hijo casado-jefe de familia quien proporcionó la información. Esta situación muestra el abanico de diferencias de quienes trabajan y representan a las unidades familiares.

En los entrevistados hay un intervalo de 21 a 67 años de edad, con un promedio de 37 años. Su escolaridad va desde el no saber leer ni escribir, hasta quien tiene bachillerato terminado; el promedio escolar es de 6.5 años, esto es, la mayoría tiene primaria terminada.

El número de integrantes por unidad familiar (hogar-vivienda) es de 5.7, hay quienes la conforman sólo tres, y otros hasta nueve. Sobre cuántos y quiénes trabajan y aportan ingresos a la casa, son los mismos datos en el apartado de ‘gastos y aportaciones’.

El 20% de las familias cuentan con una estructura compleja, ya que en la misma vivienda habitan la madre, el (la) o los (las) hijos, el yerno o la nuera, así como los

nietos. En 46% no hay jefe o padre de familia, ya sea por defunción o abandono. El 6% no cuentan con la madre ni con el padre, principalmente por defunción. Un 40% de las familias los acompañan personas de la tercera edad, principalmente abuelas, que algunas cuentan con más de 85 años de edad.

Un 46% mencionó que no contrata peones o jornaleros para las diversas actividades agrícolas, ya que si los integrantes de la familia son varios, lo hacen ellos, o bien lo resuelven por medio de la práctica de mano-vuelta. En promedio cada campesino emplea cuatro jornaleros asalariados durante cada labor del proceso de producción agrícola.

La tenencia de la tierra en Boca del Monte es ejidal, aunque la distribución es muy inequitativa, pues algunos poseen hasta 50 ha de predio(s), hay quienes sólo tienen un $\frac{1}{4}$ ha, o sólo el solar donde cabe la vivienda. En esta temática, la muestra arrojó un promedio de 4 ha de predio ejidal, y una superficie cultivada de 1.1 ha.

En la situación de aquellos con predios pequeños, muchos practican la *mediería* (26 % de los entrevistados), que en esta región consiste en que el poseedor del terreno agrícola dispone este medio o recurso, y el mediero corre por su cuenta la roturación o arado de la parcela; la siembra lo hacen juntos, así como la compra de fertilizantes, el deshierbe, el aporque y la pizca; y al final la cosecha se la reparten exactamente a medias.

Un 7% es arrendatario, cuando las condiciones de negociación para llegar a trabajar en mediería no satisfacen al arrendador de tierras, o simplemente éste no los quiere trabajar, las pone en renta, y los ejidatarios que sólo tienen su solar o lote para su vivienda, y no tiene parcelas o demás predios como medios de producción, se adaptan a esta decisión y toma en arrendamiento las tierras.

6.5.2. Fuerza de trabajo en los sistemas productivos

La fuerza de trabajo utilizada es familiar (padre, hijos, hermanos, abuelo), y en pocos casos se hace de mano de obra extra. Las familias que no cuentan con superficies grandes, o apenas tienen para su vivienda, rentan su fuerza de trabajo como jornaleros en

las etapas de producción que más se requiere, como es el caso de la siembra, y el deshierbe y aporque.

Para el arado de la tierra, se contratan a los *yunteros*. En el caso de que ellos no puedan cubrir la demanda de trabajo, y si tienen dos o más yuntas, acuden con sus conocidos que sepan trabajar con la yunta para que ellos se hagan cargo de una de ellas, y así poder satisfacer los contratos para el arado de la tierra que se circunscribe entre los vecinos. En el caso de parcelas con alta pendiente o con presencia de frutales plantados de orientación Norte-Sur [lo cual limita el uso de la yunta], la labranza de la tierra se hace con mano de obra, usando azadones y zapapico.

En la época de deshierbe y aporque también se echa mano de la fuerza de trabajo de los vecinos y demás gente, para limpiar y aporcar la milpa en tiempo y forma. Actualmente las mujeres también participan en esta labor, que apenas hace una década era exclusivo de los varones.

La pizca y la cosecha de frutales es una actividad familiar, rara vez se usa mano de obra extra, y si se llegase a contratar se tiene que pagar como un jornal normal, algo que anteriormente se retribuía un día de pizca con sólo una canasta de mazorcas. En la cosecha de tomate de cáscara, cultivo comercial, ahí sí se usa mano de obra contratada, y se paga un jornal normal.

La disponibilidad de la fuerza de trabajo se ha venido reduciendo, debido a la migración de los jóvenes hacia las ciudades y al extranjero, trayendo de esta forma una participación femenil cada vez más notable en las actividades agrícolas. La participación de la mujer no sólo se limita a las labores del hogar, actualmente se ha extendido a los trabajos del campo, y también a cargos públicos dentro de la administración de la comunidad. Esta emancipación de la mujer es una resultante de la migración de los hombres en busca de trabajo, y ellas, quienes estaban relegadas solamente a las labores domésticas, tienen hoy en día un espectro de participación muy amplia. Como ejemplo, un grupo de mujeres de la comunidad vecina de Tepepa de Zaragoza, renta su fuerza de trabajo para las labores de siembra y de deshierbe y aporque en Boca del Monte, y de esta forma se satisface la demanda de mano de obra para las labores agrícolas.

Otra fuente de mano obra temporal son los adolescentes varones en edad escolar, quienes en sus vacaciones se emplean en las parcelas rentando su fuerza de trabajo, y de esta forma obtienen un ingreso extra para las necesidades de material didáctico en la escuela. La agricultura tiene que competir con esta fuerza de trabajo contra las actividades de aprovechamiento forestal, pues éste último absorbe un buen porcentaje de la mano de obra en edad escolar, ya que en el ensamblaje o clavado de huacales [empaques de madera para fruta], muchos de los niños y adolescentes optan por esta actividad, la cual es menos desgastante y obtienen igual o un poco más de ingreso.

El jornal que se paga en la comunidad es de \$50.00, aunque hay campesinos que pagan hasta \$65.00 con el fin de tener jornaleros en actividades agrícolas con mayor demanda. El pago de la yunta es igual al pago es de \$150.00/día. Dependiendo de las características del suelo y de la parcela, 1 ha de parcela a roturar requiere de tres días [o jornales] de yunta.

6.5.3. Servicios y organización comunitaria

En muy pocas actividades hay organización de los campesinos a nivel comunidad. Aunque hay que destacar que algunos años atrás hubo actividad organizativa para determinados proyectos o actividades productivas. Así por ejemplo, de 1988 a 1994 todos los ejidatarios de la comunidad de Boca del Monte se organizaron para la producción piscícola, con lo que se hizo posible establecer un estanque circular con una profundidad media de 2.5 m por 20 m de radio; así como abrir el canal de conducción del agua de unos 700 m de longitud desde un manantial. Se obtuvo producción de trucha por varios años, con la participación de todos los ejidatarios en la limpieza del estanque, la alimentación de los peces, y la cosecha final.

En otro caso, entre el año 1995 y 2000, un grupo de 20 ejidatarios conformaron un vivero forestal, con producción de varias especies de pinos y oyamel. Así mismo, un grupo de 15 mujeres con el apoyo de SEDESOL conformaron un grupo de artesanas de bordado y costura de huipiles y blusas tradicionales, esto en los años de 1998 y 1999; las mujeres participantes no llegaron a buen término con este proyecto, por lo que se disolvió en poco tiempo esta asociación, debido a desentendimientos y diferencias entre

ellas. En el año 2004 se formó otro grupo de 10 ejidatarios para establecer un Vivero de producción de frutales portainjertos. Aunque funcionó unos dos años, al no encontrar mercado de venta se disgregó la agrupación. Actualmente está en funcionamiento un grupo de ejidatarios que retomaron la producción piscícola en el estanque comunitario.

Algunos factores que determinan o limitan la organización entre los ejidatarios, son la desigualdad que existe en los servicios públicos (brechas, carreteras), así como la participación en los programas como Procampo y Oportunidades.

La población de la comunidad de Boca del Monte está dispersa en toda su extensión territorial, por lo que muchas viviendas se encuentran alejadas del centro administrativo o núcleo central, que es donde se localizan las oficinas de la Presidencia Auxiliar Municipal, con su cuerpo de semaneros (también llamados mensajeros o serviciales), la capilla católica, los centros educativos (preescolar, primaria, secundaria y bachillerato), la clínica IMSS-Oportunidades y el salón público de usos múltiples, así como la mayoría de los comercios.

De la población total, 98% de las viviendas cuentan con energía eléctrica; hay, sin embargo, hogares que no cuentan con este servicio, que son quienes habitan en las partes más apartadas del centro administrativo (Figura 37). El 23% de las unidades familiares, que son quienes habitan en el núcleo central de la comunidad, sólo ellos tienen el servicio de drenaje y agua potable, también cuentan con calles de terracería, y la principal está adoquinada. Un 40% se comunican con brechas, o por lo menos se encuentran a menos de 100 m, pero al ser caminos de tierra, en las épocas de lluvia se vuelven intransitables y peligrosos tanto para los vehículos como para las personas y animales de carga, por lo que a veces prefieren los caminos de herradura, pero ya quedan pocos o están traslapados con las brechas. Muy pocas viviendas se encuentran a orillas de carretera.



Figura 37. Vivienda sin energía eléctrica en la zona de Tlakotla.

El promedio de distancia de las viviendas muestreadas al centro de la comunidad, es de 2110 m, aunque están dispersas de manera irregular, ya que el relieve accidentado determina considerablemente el establecimiento de las unidades familiares. En la Figura 38 se grafica la distancia con respecto al centro, de viviendas agrupadas en porcentajes a nivel comunidad, es decir, cubriendo las 105 viviendas de Boca del Monte. Por ejemplo, las viviendas más alejadas suman tan sólo 2% y se encuentran entre 7000 y 7500 m de distancia al centro administrativo de la comunidad.

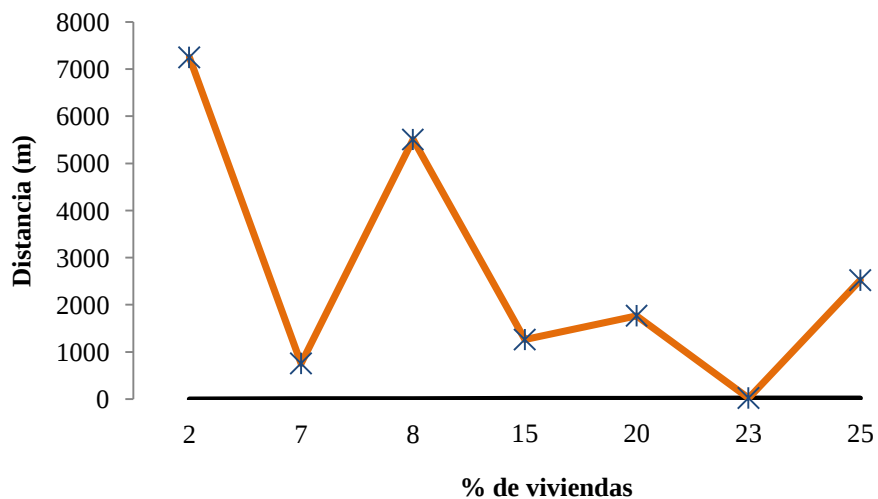


Figura 38. Distancias promedio al centro por grupos de porcentaje de las viviendas.

De la muestra, se obtuvo que un 80% de los ejidatarios cuentan con el apoyo federal de Procampo, mientras que sólo un 60% de las unidades familiares reciben ayuda con el programa de Oportunidades. En este último caso, muchas familias con escasos ingresos económicos no reciben dicha subvención, y son quienes tienen varios hijos en las escuelas de educación básica y media superior, así como familiares empleándose en trabajos domésticos o en la industria maquiladora del valle de Tehuacán, ya que las actividades agrícolas no les reditúa para solventar los gastos cotidianos; en cambio algunas familias con un modesto o mediano poder adquisitivo y con medios y recursos de producción suficientes muy por arriba del costo de vida de la región, están empadronados en este programa. Esas son las ironías y contrariedades de la realidad.

El 100% de la población cuenta con el servicio de salud de la clínica rural o Unidad Médica Rural IMSS-Oportunidades, y como el personal de enfermería es bilingüe (náhuatl-español), no hay dificultad para la comunicación, aunque el médico sólo hable el español, ya que la totalidad de la población es hablante del náhuatl, con un grado de monolingüismo considerable, y mucha gente adulta y de la tercera edad sólo y practican y usan frases básicas del español.

Los cargos o servicios comunitarios son obligatorios para todo habitante varón de la comunidad, sea o no ejidatario, así como para madres solteras o jefas de familia (ejidatarias). La diferencia entre ser o no ejidatario para los cargos, es que si sólo eres habitante cumples un periodo de servicio (uno o tres años) y te vuelven a elegir hasta los siguientes dos periodos, en cambio, los ejidatarios sólo descansan un periodo igual al cargo que tienen o ejercen. La elección para estos cargos es libre y directa en las asambleas, donde las y los ejidatarios le confían y seleccionan a una persona para que cumpla con esa responsabilidad. Esto es la base de la organización del pueblo, a través de usos y costumbres que eligen a sus autoridades, y así estos ejidatarios se encargan de la impartición de justicia y dirección de la organización común en la edificación de infraestructura de la comunidad (Figura 39).

En las familias visitadas, uno o dos integrantes tienen cargos en la comunidad; 26.5% tienen que ver con la iglesia (mayordomos, madres –mujeres que atienden la vestimenta

de las imágenes religiosas-), otro tanto con las actividades que se realizan en los centros escolares (vocal, comité de padres de familia), 34% se desempeña en la administración central de la Presidencia Auxiliar Municipal, y un 13% restante en los servicios de salud.



Figura 39. Inauguración del drenaje sanitario en el centro de la comunidad.

El tiempo que dedican a las actividades del cargo es de nueve días/mes en promedio, aunque algunos de los que están en la Presidencia Auxiliar les absorbe hasta 16 días. Los mayordomos gastan alrededor de \$4,000.00 al año, en algunos de los demás puestos desembolsan cerca de \$600.00/año. Ninguna de las actividades es remunerada, por eso se le llama cargo o servicio comunitario, es parte de los usos y costumbres de los pueblos originarios.

6.5.4. Gastos y aportaciones

En cualquier sociedad o grupo organizado siempre hay impuestos o aportaciones que la población hace para el buen funcionamiento y gobernabilidad de su entorno. En Boca del Monte se coopera con unos \$2,400.00/año en promedio por ejidatario para las diferentes obras o servicios en la escuela, clínica, capilla o en la presidencia. Un 40% de los entrevistados opina que no rebasa los \$2,000.00 anuales en cooperaciones, pero el

resto menciona que hay años que llegan a desembolsar hasta \$5,000.00 o \$6,000.00. En algunas unidades familiares hay dos ejidatarios, y por ende los gastos aumentan, aunque no directamente proporcional.

Las faenas o trabajos comunitarios (tequio) son necesarias para atender las obras en construcción, el mantenimiento de caminos, los arreglos para las festividades, y emergencias que puedan surgir. Por lo general al año se realizan 20 faenas, aunque en años con varias obras de beneficio común se llegan a realizar varios más. Si el ejidatario o algún familiar suyo mayor de edad no pueden asistir a la faena, tienen que contratar a alguien más, o pagar una cuota en la Presidencia Auxiliar; el monto de desembolso se fija en consenso durante las asambleas, que se aplica también para las inasistencias en las reuniones de la comunidad.

Los gastos anteriores están los relacionados a las aportaciones para la construcción de obras y servicios públicos a nivel comunidad. Si se contemplan juntos los gastos familiares y las aportaciones comunitarias, el desembolso se incrementa considerablemente, así que se tiene un promedio de \$12,800.00/año de egresos por unidad familiar; un 27% opina que dichos gastos totales son menores de \$10,000.00, mientras que el 20% calcula alrededor de \$20,000.00. Se entiende por ‘gastos familiares’ los destinados para alimentación, vestido e higiene, pasajes o combustible, material didáctico, medicamentos o tratamientos, manejo de animales de traspatio y/o ganado, entre otros conceptos. Sobre los egresos dirigidos como financiamiento, capitalización o inversión en negocios o comercios, o el mantenimiento de la maquinaria o herramientas de producción no se contemplan en este rubro, y de ellos no se obtuvo información.

6.5.5. Comercialización e ingresos

Por la condiciones de agricultura de ladera que se practica en la comunidad de Boca del Monte, las cosechas que se llegan a obtener sólo satisfacen las necesidades de autoconsumo, principalmente en lo que se refiere a granos básicos. En cuanto a los frutales, normalmente su finalidad es la venta, aunque comúnmente se puede intercambiar con otros productos con las otras familias; por ejemplo se puede llevar aguamiel, calabazas, chayotes y algunos granos como chícharo, frijol, trigo o cebada, y a

cambio se ofrece frutas como manzana, durazno, pera o capulín (Figura 40). Esto hace posible que sin mediar a través del dinero se puede conseguir alimentos que no se cultivan en el huerto o en las parcelas.



Figura 40. Práctica de trueque en el tianguis regional de Acatepec, Zoquitlán, Puebla.

Los mercados donde se venden los productos agrícolas como granos, leguminosas y frutales, se localizan en el centro de la comunidad de San Antonio Acatepec, y las cabeceras municipales de San Miguel Eloxochitlán, Zoquitlán, San Sebastián Zinacatepec y la del municipio de Ajalpan, así como de los municipios vecinos del estado de Veracruz (Figura 41). En estos mercados se puede vender o intercambiar con otros productos a través del *trueque*, así que mientras los campesinos o sus mujeres de Boca del Monte traen productos de clima templado, en estos mercados lo cambian por otros productos agrícolas de clima cálido o semiárido, como plátano, mango, jitomate, pitahaya, chicozapote, naranja, mandarina, limón, y algunas especias y condimentos.

Si hay venta, los precios varían de acuerdo a la oferta y la demanda. En el Cuadro 11 se muestran los precios de los principales productos agrícolas comercializados. En el caso de frutales, de marzo a mayo se llega a vender de \$15.00 a \$20.00/kg en durazno, y de \$10.00/kg la manzana [variedad *golden*]. Después de esta época, bajan los precios.

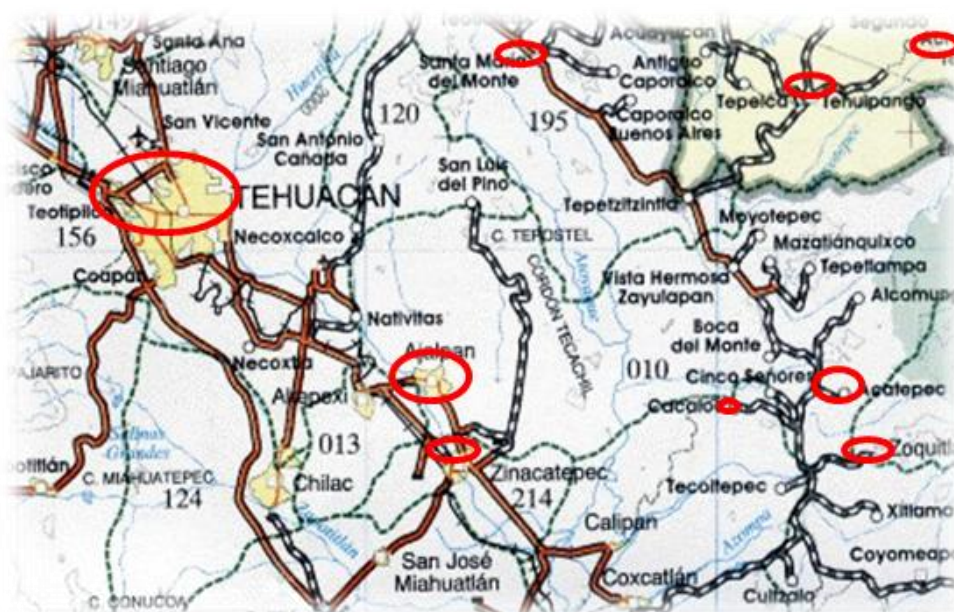


Figura 41. Mercados y/o tianguis en la región de la Sierra Negra y valle de Tehuacán (elaboración propia, en base a INEGI, 2000).

Cuadro 11. Épocas y precios de comercialización de los productos agrícolas (datos de 2008 y 2009)

PRODUCTO AGRÍCOLA	TEMPORADA	PRECIO (\$)	
		Unitario (\$/kg)	En empaque (\$/huacal)
Durazno	Marzo-mayo	15.00—20.00	150.00—200.00*
	Junio-agosto	6.00—10.00	80.00—120.00*
Manzana	Abril-junio	8.00—10.00	100.00—120.00*
	Julio-agosto	4.00	40.00—50.00*
	Septiembre-octubre	5.00—6.00	50.00—70.00*
Ciruela	Mayo-julio		40.00—70.00*
Chile manzano o canario	Febrero-marzo		150.00—200.00**
	Agosto-octubre		40.00—60.00**
	Resto del año		70.00—120.00**
Granadilla	Octubre-noviembre		150.00—200.00**
	Diciembre-abril		50.00—100.00**
Tomate de cáscara	Diciembre-febrero		120.00—150.00**
	Marzo-julio		40.00—70.00**

* Huacal de aprox. 20 kg

** Huacal de aprox. 10 kg

No todos los campesinos obtienen ingresos monetarios de las actividades agropecuarias en sus predios. La muestra arrojó que sólo el 46% logró alguna entrada por la cosecha y venta de sus cultivos y/o frutales, aunque la mayoría no rebasó los \$1,200.00, pues su producción destinada a la venta es muy baja, y principalmente la comercializó a través del trueque; el 13% obtuvo ganancias cercanas a \$3,000.00; sólo una familia mencionó

obtener 18 veces más del dato anterior por la venta de sus productos agropecuarios al año. Aproximadamente 54% de las familias consiguen algún ingreso por la venta de las especies animales que tienen en su sistema silvopastoril o como aves de corral; de este dato, un 50% recibe cerca de \$450.00/año, el 25% logra únicamente \$100.00/año, y el resto entre \$2,600.00 y \$3,000.00/año.

Los campesinos que poseen bovinos, obtienen otro ingreso más por concepto de yunta, pues si trabajan un mes perciben un ingreso cercano a \$4,500.00, pero sólo 7% del total cuentan con este ganado, y el tiempo acumulado máximo de demanda de trabajo para el roturado o arado de la tierra, no sobrepasa el mes y medio.

De todos estos ingresos, sólo aproximadamente el 7% de los ejidatarios les es suficiente para costear los gastos familiares, los demás tienen que complementar con otras actividades realizadas en la localidad y/o apoyarse de los familiares que se encuentran trabajando fuera. La principal actividad dentro de la comunidad es la de jornalero, como se muestra en la Figura 35, con los datos obtenidos en base a las entrevistas realizadas.

Las actividades de peluquería, servicio eléctrico, docencia, y asistente y auxiliar de salud, sólo dos, uno, uno y dos personas, respectivamente, ejercen estas labores en toda la comunidad, es decir, son valores absolutos. Aunque la muestra haya arrojado los datos de la gráfica, era menester aclarar esta situación, ya que aleatoriamente coincidió con ellos las unidades muestrales.

Del apoyo de otras personas o integrantes de la casa para solventar los gastos, un 13% lo recibe de jornaleros familiares que trabajan en el interior de la localidad, otro 13% de actividades locales no agropecuarias (Figura 42), y un 27% de migrantes familiares que trabajan en las industrias maquiladoras u otros empleos en las ciudades de Tehuacán; México, D.F.; o en el extranjero, ilegales la mayoría de estos últimos. También aprovechan los periodos de poda o cosecha en los campos agrícolas del Noroeste del país (principalmente al estado de Sonora), yendo a trabajar como jornaleros agrícolas, o en la zafra de los ingenios azucareros del valle de Tehuacán y algunos del estado de Veracruz.

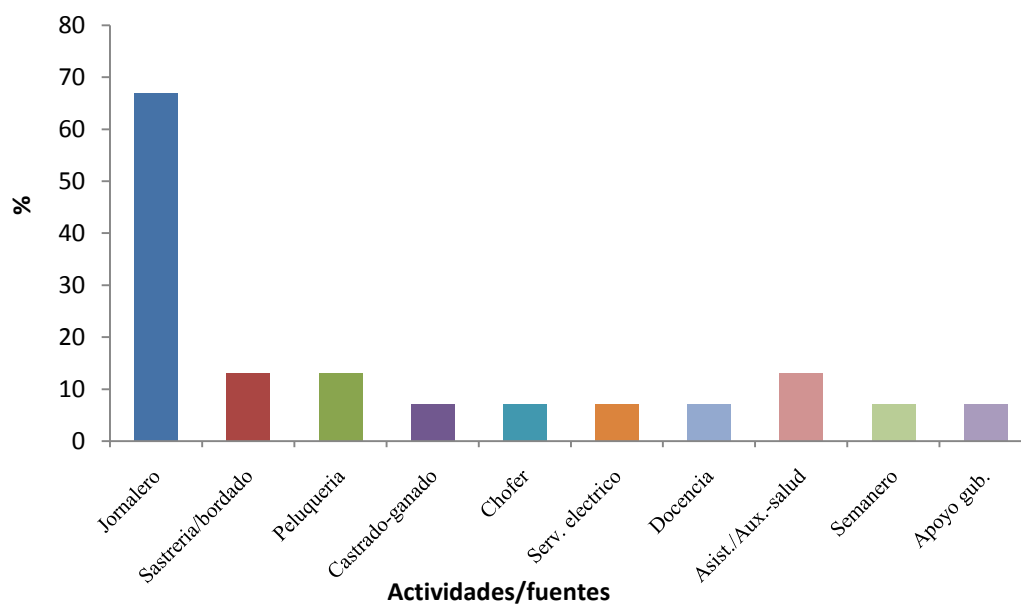


Figura 42. Porcentajes de actividades complementarias en el interior de la localidad, resultado de la muestra.

Este apoyo depende del número de miembros del hogar, ya que el 46% sólo el jefe o jefa de familia aporta económicamente, y un 33% se apoyan con sus hijos o hermanos. Cerca del 20% de los jefes de familia no ingresan dinero a la casa, debido a que son adultos mayores o por problemas de alcoholismo, entonces los hermanos o los hijos son quienes trabajan para el sostenimiento familiar.

6.5.6. Dificultades productivas

En algunos procesos de producción agrícola llegan a haber externalidades, que aunque se contemplen al inicio, no siempre pueden ser manipulados. En la comunidad de Boca del Monte, varios son los factores que inciden, y en ciertas ocasiones determinan, en la producción del sistema milpa y los árboles con algún fin comercial que estén dentro de las parcelas. Entre los más comunes son los factores naturales (meteorológicos) y los económicos.

Los campesinos de subsistencia de la agricultura de ladera no llegan a recibir sistemas de créditos. El minifundio o las unidades pequeñas de producción, o los pocos bienes

que se tienen, no sirven como respaldo o como aval para solicitar algún crédito en el banco ni a las instituciones gubernamentales, por lo que optan por los préstamos que algunos familiares y vecinos pueden facilitar. Los préstamos en efectivo, fertilizantes o gallinaza fiados, que los comerciantes ofrecen a los campesinos en la época de siembra y aporque de la milpa, se cobran cuando llega Procampo.

En cuanto a la asesoría técnica, es raro que el campesino la haya recibido, y si alguno la recibió fue quizá menos del 5%, esto en el año 2004. Salvo esta excepción, los demás nadie ha podido apoyarse de estos servicios. Algunas organizaciones o despachos de asesoría técnica agropecuaria llegan a ofrecer sus servicios, pero al ver que no pueden obtener buenas retribuciones por tratar con campesinos de una agricultura de subsistencia, se alejan al poco tiempo.

Al cuestionarles de programas gubernamentales actuales que apoyen las actividades agropecuarias, sólo comentaron del Procampo federal, y los microinvernaderos de la SDR estatal, que a través de una ADR y el PESA han llevado estos proyectos, junto con el de huertos familiares (semillas), los taques de ferrocemento y estufas lorena. También reciben el Programa de Pago de Servicios Ambientales por parte de SEMARNAT.

Como en todo proceso de producción agropecuaria, hay obstáculos para obtener los rendimientos y cosechas planeadas. En la agricultura tradicional temporalera esta situación se ahonda debido a la dependencia con la humedad de las lluvias, así como por los bajos insumos que se aplican en los terrenos agrícolas, y los problemas de degradación y erosión de los suelos.

La población opina que para ciertas limitantes hay soluciones, por ejemplo, 40% comenta que hay escasez de mano de obra para los diferentes labores agrícolas en las diversas etapas de la milpa, pero un 7% menciona que lo resuelve contratando jornaleros de las localidades vecinas, o el 20% lo hace a través de la práctica cultural de mano-vuelta; la falta de una buena comercialización la solucionan parcialmente vendiendo sus productos a bajos precios con los intermediarios. Sin embargo, los problemas como fenómenos meteorológicos o naturales nadie sabe qué hacer para enfrentarlos o atenuar sus devastaciones; de igual forma con los altos precios de fertilizantes y demás insumos,

no hay una organización de los campesinos para comprar por mayoreo, los pocos dueños de los comercios son quienes distribuyen estos bienes, y ellos establecen los precios de venta. En la Figura 43 se grafican éstas y otras limitaciones.

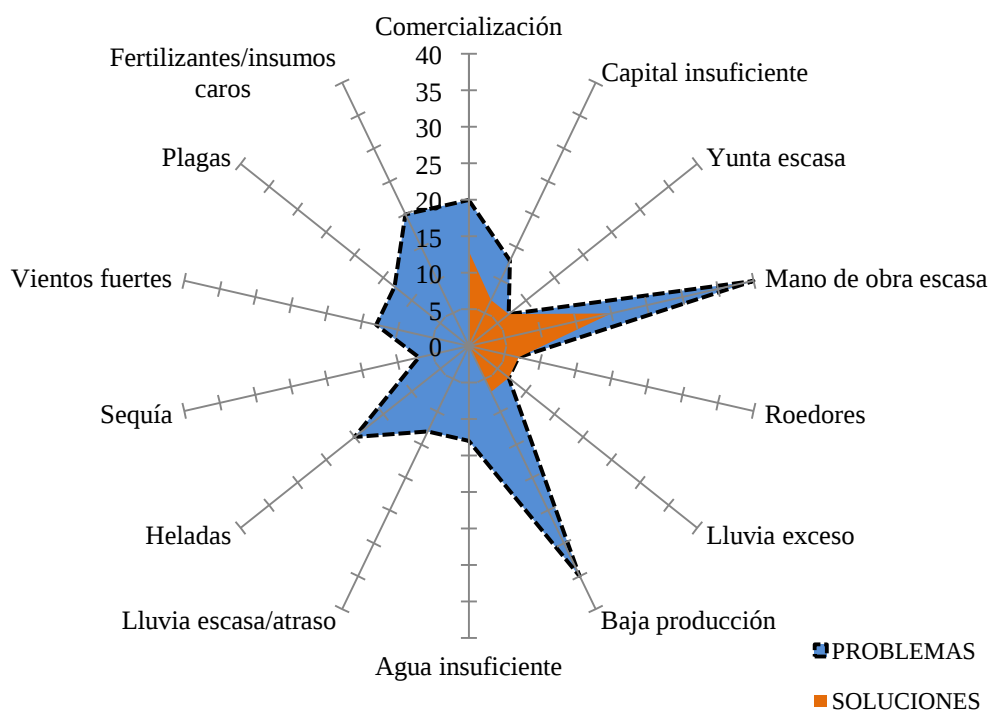


Figura 43. Porcentajes de opiniones respecto a los problemas identificados y sus soluciones, en los sistemas de producción de Boca del Monte.

Al preguntar a los campesinos qué opciones o propuestas plantean para mejorar o diversificar la producción, la mayoría no supo cómo articular su opinión. Los pocos que expresaron sus ideas (13%), mencionaron la introducción de frutales con mayor potencial comercial, así también cultivos con mayor demanda como tomate de cáscara y chile manzano. Un 13% quiere usar gallinaza para la siembra, y fertilizante en el aporque, por lo que el 7% esperan que se abarate este agroquímico. Una proporción igual a este último propone utilizar composta o abonos orgánicos, estiércol de ganado menor y aves de corral, recibir asesoría técnica para diferentes cultivos potencialmente comerciales, y todo ello para mejorar la fertilidad del suelo.

De las experiencias que conocen o en lo que han trabajado de los lugares donde se emplean como jornaleros, el 27% propone a los frutales (manzana y durazno) y el jitomate como alternativas de diversificación productiva; para los primeros basados en la producción que se tiene en el estado de Washington, EU, y para la solanácea y también los frutales en las prácticas productivas que realizan comunidades cercanas, tanto del municipio de Ajalpan, como de los aledaños (Coxcatlán y Coyomeapan).

6.6. Limitaciones y oportunidades del sistema de uso de la tierra

Algunas de las restricciones o limitaciones que se encontraron en las unidades de producción o sistemas de uso de la tierra (SUT), tienen como denominador común el que los predios agrícolas son pequeños, por lo que no se puede proyectar diversificación productiva a gran escala e incluir varios componentes y sistemas agroforestales. Los problemas principales son:

- **Insuficiente producción agrícola [básicos].** Ocasionado porque las unidades de producción son pequeñas (minifundio), esto trae como consecuencia que no sea suficiente las cosechas para abastecer el autoconsumo en los granos básicos, lo que se agrava por la baja productividad en dichas parcelas; esto obliga a los ejidatarios a comprar el maíz en las tiendas locales y regionales con un costo mayor al de las tiendas Diconsa, que en ocasiones éstos no tienen suficiente abasto. Este problema lo enfrentan los campesinos de toda la comunidad.
- **Problemas potenciales de erosión del suelo.** La condición de ladera de los terrenos agrícolas y su producción tradicional en milpa sin la inclusión de agaves o frutales, hace que las parcelas presenten una significativa pérdida de suelo en cada ciclo agrícola que se siembra.
- **Escasez de mano de obra.** Las principales restricciones que se encuentran en la siembra, y durante el deshierbe y aporque es la falta de mano de obra, la cual se debe a la escasez de fuentes de empleo seguros y constantes en la región, razón por la cual muchos jóvenes y adultos tienen que migrar a las ciudades maquiladoras de textiles como Tehuacán, y a la Ciudad de México, así como a Estados Unidos para

la búsqueda de empleos e ingresos mejor remunerados. Esto ocasiona también el abandono de los terrenos agrícolas temporal y a veces definitivamente.

- **Alto costo de fertilizantes.** En el último lustro se ha venido incrementado el precio de los fertilizantes químicos, lo que ha significado una reducción en su uso, que para la producción sostenible es dañino, desde el punto de vista ecológico, pero para el ingreso y la alimentación de las familias es un problema, ya que no se puede contar con la fertilización a los cultivos, lo que se traduce en baja producción y deficiencia en la seguridad alimentaria.
- **Baja producción ganadera.** Esta condición se agudizó con la reforestación de áreas boscosas, y se prohibió rígidamente el pastoreo extensivo de estas zonas para los diferentes ganados (bovino, ovino y caprino). Solamente quedó la zona de Tlakotla para esta práctica, pero también se limitó debido a la introducción de parcelas agrícolas para diversos cultivos comerciales.
- **Deforestación por tala inmoderada.** Aunque la tasa de deforestación se ha reducido en la última década, varias hectáreas de bosques se encuentran en recuperación natural lenta, por lo que es importante actuar en este rubro de manera inmediata para evitar que se erosionen los suelos forestales, así como proteger esta restauración frente al avance de la frontera agrícola (apertura de nuevas parcelas) y/o del ganado extensivo.
- **Accesos inadecuados de vías de comunicación.** Aunque existe una red de brechas que comunican el centro con los diferentes barrios de la comunidad, así como con la carretera estatal Azumbilla-Coxcatlán (Circuito Sierra Negra), estos caminos se encuentran en mal estado, y en época de lluvias se tornan intransitables debido a que no están revestidos ni con asfalto o ni siquiera con grava, lo que se convierte en un lodazal inaccesible. Esto dificulta el tránsito de vehículos y las personas, y por lo tanto el traslado de mercancías y productos para su venta (Figura 44).
- **Falta de organización.** Los campesinos y ejidatarios en general nunca se han organizado para proyectos de mediano y largo plazo, debido a las diferencias socioeconómicas y al tamaño inequitativo de los predios. Ello hace que algunos no se quieran integrar a ciertos proyectos productivos y programas gubernamentales, por lo que la organización endógena es débil.



Figura 44. Condiciones de la carretera estatal Circuito Sierra Negra (a), y de una brecha en la zona centro-parteaguas de Boca del Monte (b).

En el Cuadro 12 se presenta el análisis FODA, como resultado de la sistematización de la información obtenida tanto de los recorridos y las entrevistas informales con algunos campesinos en la primera etapa, como también durante la aplicación del cuestionario a las 15 unidades muestrales realizado en la segunda fase del trabajo de campo. Así mismo, se retomaron algunos lineamientos que se enmarcan en el Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable de Ajalpan, Puebla (2006 & 2009).

Cuadro 12. Análisis FODA de la comunidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Recurso humano Áreas boscosas Cuerpos de agua permanentes Áreas con microclimas Biodiversidad vegetal y animal	Baja producción ganadera Problemas de erosión del suelo significativos Insuficiente producción agrícola [básicos] Falta de organización productiva Poca diversificación productiva, sobreproducción de frutales Vías de comunicación intransitables en épocas de lluvias
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Demanda de productos agropecuarios Apoyos gubernamentales para proyectos productivos Procampo, Oportunidades, Empleo Temporal Mercados locales y regionales Nuevos mercados para frutas exóticas Sistemas agroforestales mejorados	Alto costo de fertilizantes Escasez de mano de obra, por alta migración Bajos precios de los productos agropecuarios en épocas de mayor producción Riesgo al cambio en los sistemas de producción

6.7. Propuestas agroforestales mejoradas

Para encontrar las soluciones a los problemas que se mencionan en el apartado anterior, y los que se deducen del análisis FODA, hay que considerar varios elementos dentro de las fortalezas y oportunidades, y articularlas de manera tal que sean funcionales en la búsqueda de respuestas de solución a estas debilidades y amenazas. Para ello, la participación de la gente es primordial, ya que ellos mismos establecen sus prioridades.

Una buena organización interna de la comunidad, puede traer grandes beneficios para todos, y resolver parte de los *problemas socioeconómicos*. Si se arreglan las brechas o caminos vecinales a través del revestimiento con grava, se puede sacar los productos agrícolas y frutales hacia el mercado, aún en épocas de lluvia. Así mismo, con una buena organización de los campesinos, se puede solicitar a las autoridades municipales y estatales una profesionalización de los cuerpos de seguridad pública y de agentes de tránsito, para que no limiten el libre transporte de productos agropecuarios a los mercados regionales, sobre todo de las ciudades de Ajalpan y Tehuacán.

En el caso de programas asistenciales como el de Oportunidades, que solamente cubre la mitad de la población de Boca del Monte, se puede solicitar su ampliación para una cobertura total. Así mismo, para una justa distribución del recurso a las familias, se tiene que modificar el padrón de beneficiarios, ya que algunos reciben este apoyo, y son los comerciantes más acaudalados de la comunidad; mientras que otras familias necesitadas, con problemas de abandono o de alcoholismo de jefes de familia, y/o con viviendas carentes de servicios ubicados hasta 7000 m de distancia con respecto al centro de la población, no cuentan con este programa gubernamental.

Para disminuir la migración y atenuar el problema de escasez de mano de obra, se pueden implementar talleres de industrialización artesanal de los productos agropecuarios, y de esta manera se le añaden un valor agregado para un mejor precio de venta. También se pueden implementar cursos y talleres para elaboración de muebles y artesanías, con un mercado seguro, para disminuir la presión sobre los recursos forestales maderables y no maderables, tanto de la zona templada como en la semiárida.

De igual forma, hay que aprovechar eficientemente los programas institucionales como Empleo Temporal y Proárbol, entre otras, para construir obras de conservación de suelo, bajo una buena dirección técnica, en las áreas donde en verdad se necesitan, y con ello atacar los *problemas ambientales* como la erosión del suelo en los acahuales y áreas forestales. Con estas acciones, se conservarán las zonas boscosas en general, y la diversidad de especies vegetales y animales silvestres en particular, y así mismo se recargarán los nacimientos de agua. Con esta perspectiva, se podrá seguir recibiendo el Programa de Pago de Servicios Ambientales.

De cualquier forma, el eje central para la solución de estos problemas y la mejora de las condiciones de vida, tiene que partir de la gente, de su interés por organizarse y trabajar juntos, y de aprovechar sustentablemente sus recursos naturales; ya que la principal fortaleza dentro de una comunidad rural, es su propia gente.

Al cuestionarles a los campesinos entrevistados sobre cómo mejorarían sus sistemas de producción, el 13% sugirió utilizar abonos orgánicos, 7% especificó usar gallinaza (adquirido en las granjas avícolas), y el 20% también recomendó específicamente el uso de estiércol de ovinos, caprinos y aves de corral que se producen en los predios. Así mismo, el 7% de los ejidatarios muestreados expresaron su interés por reforestar las áreas boscosas, para recuperar el volumen de agua de las corrientes fluviales, y aprovecharlo para el riego de cultivos con mayor potencial comercial (durazno, manzana, granadilla, chile manzano). Otro porcentaje similar opinó sobre la importancia de dar valor agregado a los productos pecuarios, a través de su industrialización; con ese fin, se puede obtener productos cárnicos y lácteos y demás derivados, para incluirlos en la dieta alimenticia y así mejorar la nutrición de la población.

Otra de las preguntas planteadas en esta temática, fue la opinión sobre las especies arbóreas y el tipo de arreglo de plantación que les interesaría establecer en sus parcelas. El 13% dio a conocer sus interés por plantar árboles frutales en los terrenos agrícolas, a través de surcos en contorno o a curvas de nivel; un 7% sugirió plantar nopal comestible y tunero también en contorno, para diversificar su parcela; y otro cantidad porcentual

igual opinó plantar aguacate de variedades locales, para después injertar con variedades mejoradas y con mayor demanda comercial.

La última pregunta respecto a qué especies recomendaría para los sistemas agroforestales que le interesaría establecer en su predio, el 27 % de los campesinos expresó su interés por plantar árboles frutales de durazno, 13% los frutales de ciruelo y manzano, 7% aguacate, y el 13% chile manzano. En cuanto a los cultivos agrícolas anuales, el 7% opinó sembrar tomate de cáscara. De igual forma, un 13% recomendó plantar agaves en curvas de nivel dentro de las parcelas, y el 7% nopal comestible y tunero dentro de un área determinada del predio.

Las especies pecuarias de interés son: el 13% opinó que se pueden adoptar e incrementar los rebaños de caprinos, 7% prefieren a los ovinos, y también un 7% sugirió introducir bovinos de leche, con el fin de industrializar sus productos, aunque sea de forma artesanal, y también consumirlos directamente. Para ello, el 7% de los campesinos sugiere sembrar y/o cuidar los pastizales con grama (*Poa spp.*) y zacatón (*Stipa spp.*), para la alimentación del ganado, tanto en acahualas como en el bosque.

Aunado a estas sugerencias y opiniones, y en base al análisis FODA, se clasifican los problemas identificados en las debilidades y amenazas, de la siguiente forma: problemas productivos, socioeconómicos, y ambientales. A partir de esto, se plantean algunas propuestas agroforestales de solución, para atenuar dichos limitantes, y aprovechar las oportunidades que ofrece el entorno biofísico y socioeconómico.

A manera de ejemplo, en los *problemas productivos* como la baja producción ganadera, se pueden establecer pequeñas unidades de sistemas silvopastoriles, con razas más productivas (como el caso de la raza pelibuey en los ovinos) a fin de una explotación semi-intensiva, y de esta forma se obtendrán mayores ganancias sin perjudicar la regeneración natural de los relictos del bosque y las áreas en reforestación. Capistrano *et al.* (1990) mencionan ciertas prácticas que se pueden implementar en la agricultura de ladera para una mayor productividad y conservación de suelo y agua: 1) rotación de cultivo, 2) siembra asociada, 3) plantación y cultivo en contorno, 4) uso de materia orgánica, 5) reincorporación de residuos de los cultivos a lo largo del contorno, 6)

diversificación de la producción incluyendo cultivos de árboles, 7) mantenimiento o establecimiento de los bosques en la parte superior de la pendiente, 8) protección de la tierra con cultivos de cobertera durante los periodos de barbecho o descanso, y 9) confinamiento de animales en establos o corrales.

Algunas de estas prácticas se detallan a continuación, sobre todo aquéllas que se pueden establecer en condiciones de ladera de clima templado y transición al semiárido.

6.7.1. Sistemas silvoagrícolas o agrisilvícolas

La insuficiente producción agrícola de granos básicos (maíz), se puede remediar a través de técnicas como la incorporación de abonos orgánicos (estiércol de aves de corral y ganado menor) en las parcelas y el uso de compostas, con estas acciones se ataca paulatinamente también el problema de los altos costos de los fertilizantes químicos. Un manejo más cuidadoso en las primeras etapas del cultivo (resiembra, deshierbe temprana, deshierbe intermedia), así como aprovechar eficientemente el uso de los recursos de Procampo para aplicarlos en el proceso productivo del cultivo, puede dar buenos resultados. Los sistemas agroforestales mejorados y adaptados a las condiciones de agricultura de ladera, también son prácticas satisfactorias para el incremento en la producción de maíz.

Un ejemplo es la aplicación de **barbechos mejorados**, aprovechando la práctica cultural del *sistema año y vez*, se puede dejar descansar las parcelas el doble del periodo que se cultivan. Esto es, como comúnmente se siembra el sistema milpa, al término del ciclo agrícola de temporal, se puede sembrar algún cultivo de cobertera, y cuando se coseche esta última, dejar la parcela en descanso, y utilizarla nuevamente hasta dentro de dos ciclos agrícolas siguientes. Con ello se puede incrementar los rendimientos de la milpa, ya que el suelo tendría más tiempo para recuperar su fertilidad, pues no habría cultivos que le estuvieran extrayendo los nutrientes.

En los barbechos mejorados o acahuals, muchas de las especies pioneras (las primeras que salen en el periodo de descanso), que tienen rápido crecimiento y abundante producción de hojarasca pueden ayudar a la recuperación del suelo y a la cosecha de

algunos productos como madera liviana o leña en un plazo relativamente corto [por ejemplo, el aile]. Algunos árboles tienen la característica de brotar de manera espontánea por la abundancia de sus semillas, y se pueden manejar tolerándolos. Otros, los que rebrotan fácilmente, pueden mantenerse desde el periodo de cultivo bajo podas, dejando los tocones a ras del suelo hasta 2 m de altura, evitando la competencia y favoreciendo el rebrote en la fase de descanso.

Para ello, su manejo consiste en cortar y depositar los residuos postcosecha sin quemar, lo que ayuda a conservar niveles adecuados de humedad y disminuye la producción de biomasa de arvenses [Figura 45], mejorando la producción de maíz, influyendo en el balance positivo entre el ingreso total y los costos de producción. Es recomendable no quemar después de cortar el acahual o barbecho; lo mejor es extraer el material grueso para usarlo como leña o madera y dejar secar las hojas y ramas cortadas por dos semanas antes del siguiente ciclo de cultivo (Soto *et al.*, 2008). Es necesario programar un periodo de descanso considerable, para que los árboles puedan crecer y así evitar la competencia por el uso del suelo con los cultivos anuales. Ante ello, el campesino debe tener otras parcelas donde sembrará su milpa, para que permita el crecimiento de los árboles, así como la recuperación del suelo.

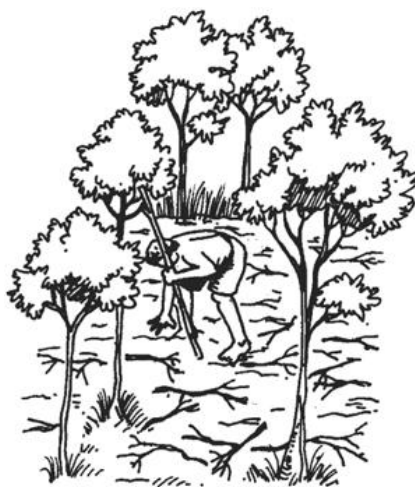


Figura 45. Práctica de barbecho mejorado en el sureste asiático. Fuente: www.idrc.ca/openbooks/302-x/.

Las especies arbóreas que se dejen en los acahuals, deben ser de crecimiento inicial rápido, fuste recto, poca ramificación, autopoda y una copa estrecha y alargada, y que no

tenga efectos alelopáticos. En el caso de zonas templadas, el aile es la especie que más cumple con estas características, aunado a que es mejorador del suelo a través de la fijación del nitrógeno atmosférico.

La sobreproducción de frutales se debe a que la mayoría de las familias tienen los mismos árboles (durazno, manzana o pera) y variedades, por lo que la época de cosecha es similar, y los mercados locales y regionales se saturan, trayendo consigo bajos precios. Esta debilidad y amenaza puede contraatacarse con una diversificación de los cultivos frutales, aprovechando las áreas con microclimas y la disposición de agua, para introducir otras especies y/o variedades, con el fin de aprovechar los mercados también con frutas exóticas.

Para ello, se propone plantar árboles frutales en surcos a nivel, de diferente especie o variedad en cada surco, y en medio sembrar el sistema milpa (Figura 46). Es algo similar al **cultivo en callejones** (alley cropping), sólo que es adaptado a las condiciones de ladera, en donde una franja del sistema milpa es bordeada o intercalada con árboles frutales que tengan un buen potencial comercial, como es el caso de durazno, ciruelo, manzano, aguacate, entre otros más. Perpendiculares a estos surcos a nivel, se pueden plantar árboles fijadores de nitrógeno, para que mejoren la fertilidad del suelo, así como sirvan de sombra y leña; las especies prometedoras para clima templado son aile y eritrina, y para el caso de zonas semiáridas la gama es más amplia, pero principalmente pueden ser leucaena y acacia.

Dicho diagrama es una mera propuesta, ya que las distancias entre surcos de frutales tienen que ser de acuerdo a la inclinación del terreno, pues mientras mayor sea el porcentaje o el grado de la pendiente, estas distancias se acortan, hasta llegar al punto de formar terrazas individuales continuas (laderas con más del 45% de inclinación), siguiendo las curvas de nivel.

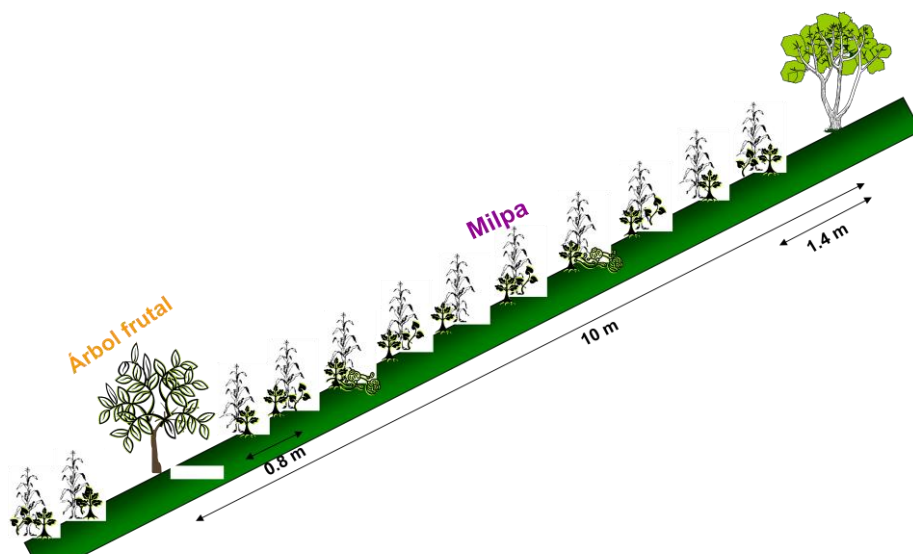


Figura 46. Propuesta de milpa con frutales en la agricultura de ladera (elaboración propia).

A esta práctica, Capistrano *et al.* (1990) lo denominan ‘agricultura de contorno’ (contour farming), que es la modalidad del cultivo en callejones, pero que se practica en las tierras en pendiente y está diseñada fundamentalmente para reducir la erosión del suelo y la escorrentía del agua. Por lo tanto, la agricultura de contorno puede implicar el uso de acequias o zanjas, canales de control de agua, trampas del suelo, represas y otras prácticas de conservación del suelo, así como setos vivos. La diversidad y el sistema multiestrato tradicional se refleja en la integración de la agricultura de contorno con los cultivos de alimentos, hortalizas, animales y setos y/o cercos vivos de varias especies vegetales. Como resultado, se tiene un sistema que se asemeja a las características de los bosques naturales, con una rotación de la plantación y la extracción de diferentes nutrientes del suelo, aunado a que proporciona una variedad de ingresos sostenibles. En las Figuras 47 y 48 se ejemplifica esta práctica.

Para la construcción y formación de las curvas de nivel o contornos, se utiliza el aparato A, que consiste en dos maderos o palos del mismo largo (entre 1.5m y 2.50m), se clavan en una punta, dejando salir la punta del clavo para colgar la plomada (puede ser un fierro, una piedra, una botella con agua, que sea ligeramente pesado). Un tercer travesaño se clava a la mitad de los dos palos de tal manera, que la distancia entre las dos patas del aparato es exactamente de uno o de dos metros. Después hay que

calibrarlo; en una superficie más o menos plana, se marcan dos puntos para colocar el aparato: en el travesaño se marca con un lápiz la posición de la plomada, después se voltea el aparato, si coincide la postura de la plomada con la marca anterior, esto es el nivel, de otra manera el centro se encuentra exactamente en el medio de la primera y la segunda.

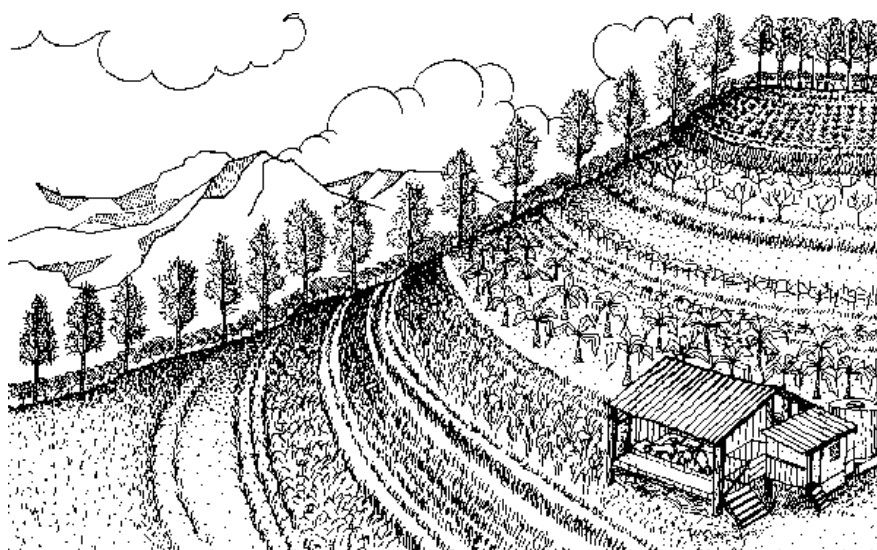


Figura 47. Esquema de agricultura de contorno en ladera. Fuente: www.fao.org/docrep/T3550E/t3550e01.gif.

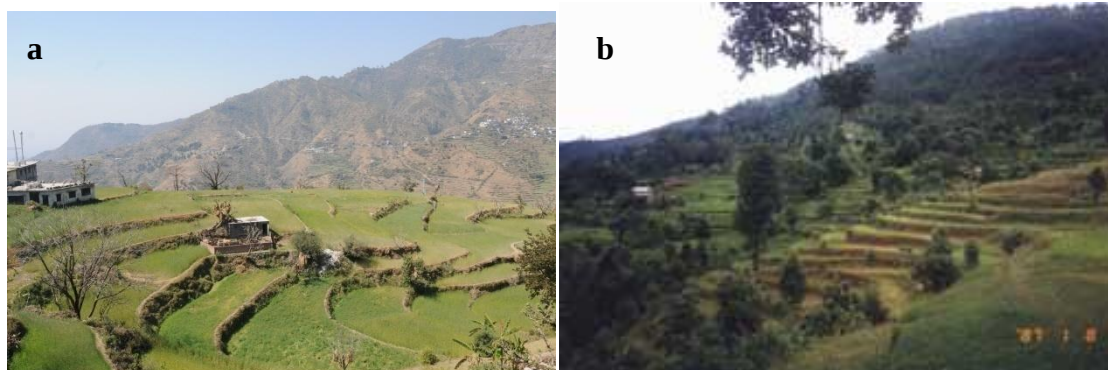


Figura 48. Agricultura de contorno en climas templados y/o fríos de Asia: (a) norte de la India; fuente: www.panoramio.com/photos/original/20238471.jpg. (b) Nepal; fuente: www.ica-japan.org/virtualtoure/99NepalAgTechE.htm.

Después de construir el aparato A, los siguientes pasos son: calcular el porcentaje de la pendiente del terreno, trazar la línea madre, trazar a nivel o desnivel, corregir los trazos, construir las zanjas (también llamadas acequia de ladera) y por último construir las terrazas (Figura 49).



Figura 49. Uso del aparato 'A'. Fuente: www.tierramor.org/permacultura/suelos&agua.htm.

Dado que el cultivo excesivo de las tierras montañosas provoca la erosión del suelo durante los días lluviosos, se recomienda la labranza cero o siembra directa para los terrenos inclinados (Capistrano *et al.*, 1990). Es por ello que si se plantan frutales en contorno, en las franjas intermedias donde se cultive la milpa debe hacerse las labores de roturación o arado de la tierra con precaución, sobre todo en parcelas con mucha pendiente, para evitar la erosión del suelo; en la medida de lo posible practicar la labranza mínima.

La tecnología agroforestal de **cercos vivos**, se pueden implementar para controlar y/o proteger a los animales, y así evitar el daño a los cultivos, y sirven también para delimitar propiedades. De las especies que pueden utilizarse en la zona templada están: aile, cedro blanco, escobilla, sauco, jarilla, agaves y nopales, así como algunas enredaderas o trepadoras. En la zona semiárida es más rica la diversidad de especies aprovechables para esta práctica, está el orégano, casahuate, guaje, pochote, acacia y agaves, etc. Esta tecnología se puede implementar en áreas cercanas a los corrales y huertos caseros, así como en las orillas de caminos y brechas, para proteger los cultivos de milpa y frutales del ganado que llevan a pastorear o los animales de carga que

transitan, y que comúnmente ramonean y causan daño a las plantas que se encuentran a un costado de los senderos o caminos de herradura.

Así mismo, Soto *et al.* (2008) mencionan que esta tecnología sirve también para delimitar el solar; protegen a la casa, cultivos y animales contra fuertes vientos y de radiación solar intensa; sirven como barrera para detener la erosión, tienen un efecto beneficioso para el suelo y sirven como lindero; generalmente duran mucho tiempo; y tienen un costo relativamente bajo o ninguno; además de brindar alimento, leña, flores ornamentales, entre otros productos. Los cercos vivos se deben podar para evitar su crecimiento excesivo y que se ‘traguen’ al alambre, previniendo el problema de supervivencia de los postes vivos. En los solares donde la producción principal son las plantas comestibles, los cercos vivos deben ser muy densos para evitar la entrada de animales al solar y que dañen los cultivos.

6.7.2. Sistemas silvopastoriles

Por la condiciones de ladera, en las zonas montañosas y serranas es mejor promover la cría de ganado menor, ya que los animales cuestan menos al comprarlos y se reproducen más rápidamente que los grandes (bovinos). Capistrano *et al.* (1990) señalan que más animales pequeños pueden ser criados con la misma cantidad de alimento (por ejemplo, una vaca consume casi igual que siete u ocho cabras). El factor riesgo es reducido con ganado menor (si una cabra muere, la pérdida es menos que si muere una vaca), y un animal pequeño puede ser vendido más fácilmente si se necesita dinero o si hay una fiesta familiar. En el caso de las cabras, aún cuando llegan a ser destructivos, se les puede confinar para evitar el sobrepastoreo, utilizando la técnica de corte y acarreo de forraje producido en los huertos y/o **bancos forrajeros** y muros de contención en contorno que se establecen para ello.

Como mencionan Soto *et al.* (2008), el follaje comestible se cosecha y acarrea a los animales. El corte se efectúa manualmente sobre los rebrotes, con un machete común [o con tijera podadora]. La primera poda se realiza dependiendo del tamaño o diámetro de los tallos, tallos más gruesos permitirán mayor capacidad de rebrote y sobrevivencia de las plantas. La calidad del forraje va a depender de: 1) la especie, 2) la condición del

suelo en la que crece el árbol o arbusto, 3) la estación de consumo por el animal (lluvia o seca), 4) si la planta se consume cuando está con o sin flores, frutos o semillas (fenología) y 5) la parte de la planta consumida. Para el establecimiento de un banco forrajero se recomienda la cercanía con los animales, para reducir los costos y facilitar el uso de estiércol. Una práctica común en Filipinas es que faltando 60 ó 90 días antes de que el ganado se venda, se realiza la alimentación forzosa para su engorde. En la Figura 50 se muestra un esquema de la práctica de corte y acarreo de forraje.



Figura 50. Pastos y árboles en contorno para ganado confinado. Fuente: www.idrc.ca/openbooks/302-x/.

De esta forma, en la temporada de lluvias, el ganado come gramíneas y leguminosas frescas, y durante la época seca se alimentarán de forraje verde de árboles leguminosos suplementados con heno (rastrojo de maíz u otros cultivos). El sistema de forrajes debe tener tres componentes o estratos: gramíneas y leguminosas, arbustos, y árboles. El rastrojo de maíz, rico en proteína, debe protegerse de la lluvia, almacenándolo en un cobertizo de animales bajo techo o establo; y para que sea palatable al ganado, hay que salpicarlo con sal. Otras fuentes forrajeras son el maíz, caña de azúcar, piña y cacahuete (Capistrano *et al.*, 1990), que aún cuando no todos se encuentren en la zona templada, puede conseguirse en las zonas cálidas más cercanas.

Otra práctica común es el **pastoreo en acahuals y/o plantaciones**, aprovechando la regeneración natural. Con él se puede ayudar al mantenimiento del ganado, aprovechando los residuos de cultivos agrícolas, gramíneas, vegetación y frutos del acahual. Ésta práctica también funciona para el control del fuego, mediante el aprovechamiento racional de los pastos en áreas de agostadero forestal, el cual ayuda a la sucesión mediante la dispersión de semillas en las heces. En las plantaciones y huertos frutícolas los animales se comen el forraje de piso, residuos agrícolas y control de malezas; es por ello que deben entrar de preferencia bovinos jóvenes o rumiantes pequeños, principalmente borregos (Soto *et al.*, 2008).

En la región de la Sierra Negra de Puebla, la mayoría de la gente prefiere la carne de cerdo, y en segundo orden la de borrego y chivo. Aprovechando esta situación, se puede establecer un **módulo silvopastoril** con dos áreas, uno de producción con ovinos y uno con porcinos, mismos que van a estar cerca de la parcela silvopastoril, con el objetivo de acercar los forrajes a este ganado, así como llevar a los ovinos a pastoreo en la plantación del sistema silvopastoril (SSP), y en ciertas ocasiones a los porcinos. El módulo puede cubrir 1 ha, por lo que en base a ello se tendrá que diseñar la plantación y los módulos y corrales.

Con la identificación de las especies forrajeras se puede establecer un banco de forrajes, utilizando dos especies arbóreas intercaladas con pastos nativos de mayor palatabilidad y contenido proteico (manzana criolla y *Leucaena*). Otras especies forrajeras pueden ser el tejocote (*Crataegus mexicana*), mora, tulipán y/o algunas especies de encino, combinados con los pastos nativos. Con ello se aprovechará los frutos y el follaje de los árboles para conformar la dieta alimenticia de los borregos así como de los cerdos. Los pastos que se pueden establecer son el orchard grass (*Dactylis glomerata*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), rye grass (*Lolium multiflorum*), otate de hoja ancha (*Ottea fimbriata*), los zacates *Nassella mucronata*, *N. mexicana* y *N. lienarifolia* (SAGAR, 1995), entre otras, que sean aptas para las zonas templadas, como el caso de avena loca, alpiste, pasto lanoso, cebada, vara cohete, trigo, pasto aguja o zacatón, centeno, pasto ichu, cebadilla, cabezón o cortador, pata de gallina, kikuyo, trébol blanco, alfalfa negra, alfalfa, trébol amarillo, haba, frijol, y carretilla.

El pastoreo rotacional será la base del SSP (Figura 51), los pequeños potreros estarán delimitados con cerco de alambre de púas, todo ello para tener un control y cuidado de los animales. Los grupos de ovinos y tiempo de pastoreo en estos potreros será determinado a través de un muestreo para determinar la cantidad del forraje disponible, a través de la técnica de 1 m², y esto evitará la falta de alimento así como desperdicio por pisoteo. El excedente del forraje y de las áreas sembradas y manejadas para ello, se puede cortar en las épocas de mayor producción para ensilarlo y almacenarlo correctamente, y de esta forma tenerlo disponible para la época de estiaje, que es más crítico en los meses de marzo a mayo. El uso de cerco hará posible que se vayan modificando y habilitando fácilmente las áreas de pastoreo, principalmente para los borregos, ya que los cerdos tendrán un pequeño cercado en el bosque de encino con madera [costera], y así se aprovechará las bellotas como complemento alimenticio.

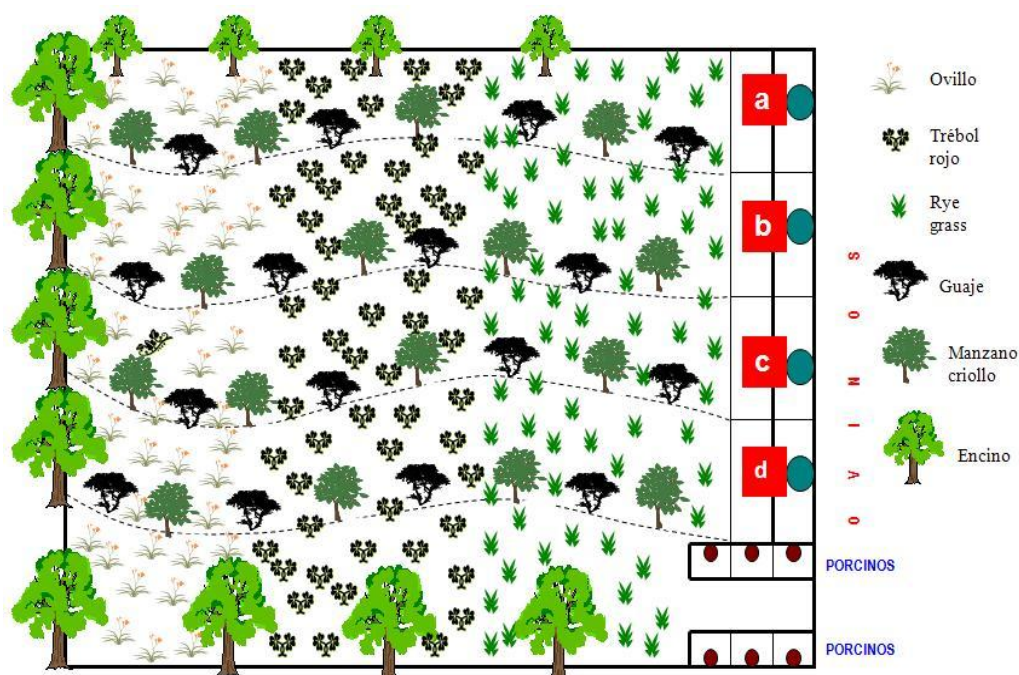


Figura 51. Diagrama del módulo silvopastoril propuesto para la zona de transición y media (elaboración propia).

Los borregos pastorearán un corto tiempo durante el día, y ya en la tarde se les completará su dieta con algunos rastrojos o esquilmos en base a maíz, frijol, chícharo, cebada o trigo. Los porcinos estarán en un establo, y tendrán un espacio mínimo al aire

libre en el bosque de encino cercado para ello, sacándolos dos o tres veces por semana, ya que esta especie no puede ni debe perder energía en caminatas grandes y distantes, pues es mucho su gasto energético al moverse. En la época de sequía, sobre todo para las ovejas, se puede sacar los animales a las parcelas en descanso, para alimentarse de los rastrojos y residuos de las cosechas, así como de la cobertura herbácea que sobrevive en estos meses, mientras se programa un riego en las parcelas del módulo silvopastoril.

Construcciones

Las estructuras de corrales será con malla ciclónica, ultramalla (malla electrosoldada), madera, horcones, vigas y/o polines, con las siguientes propuestas en sus dimensiones: 20 m de largo por 10 m de ancho. Se delimita el área de pastoreo con postes muertos o polines de encino. La distancia a utilizar entre cada poste será de 3 m, y deben tener una altura mínima de 1.50 m.

El módulo de ovinos tendrá las divisiones siguientes:

- Corral para borregas en gestación (a)
- Corral para borregas paridas (b)
- Corral para ovejas de engorda (c)
- Corral para ovejas de reemplazo (d)

Cada corral tendrá un comedero y bebedero de ferrocemento, una puerta de ultramalla para dar la suplementación. El techo del corral de manejo será de teja; el piso será de tablas de madera, como una tarima, para aprovechar el estiércol y evitar que se encharquen los orines. Todas las partes de madera que tengan contacto con humedad serán bañadas con grasa residual de vehículos para evitar la pudrición.

Las instalaciones que se tendrán pueden ser muy rústicas, debido a que sólo se utilizarán para que los animales duerman y no sean presas de coyotes y demás animales cazadores, tienen una capacidad doble, por lo tanto se confinarán los animales que se van a vender en la etapa de finalización, a fin de suplementarlos sólo unos días, dependiendo de la condición corporal de los mismos; esto para el caso de los ovinos. El objetivo es tener al

inicio 50 ovinos pelibuey, 40 hembras y 10 machos, por lo que en un año se tendrán alrededor de 170 ejemplares, pues son dos partos al año con dos crías cada preñez.

En el caso de los cerdos, las divisiones de los corrales son similares al de las ovejas, y los materiales de construcción para los chiqueros o corrales serán de cemento o tarima en el piso, costeras o block's para las paredes, y el techo de lámina de zinc o teja. Las dimensiones de los corrales será 5x5 m, en donde se albergará cinco cerdos por corral. Una alternativa es que los corrales sean más grandes que los comunes corrales solitarios, por lo que se puede establecer corrales más amplios donde quepan hasta cinco cerdos. Pueden tener paja como piso, para que les ayude a mantener una buena temperatura y con ello mejores condiciones del establecimiento, aparte de que al mezclarse con los purines se puede obtener composta.

Las cerdas que están a punto de parir se deberán apartar en otros corrales con mucha paja, para que al dar a luz puedan estar con buena temperatura; esto principalmente en las épocas de frío, de diciembre a febrero. Se tendrá que llevar una programación estricta de limpieza en los corrales, para evitar enfermedades e infecciones.

6.7.3. Sistemas agrosilvopastoriles

En estos sistemas se pueden establecer todo tipo tecnologías agroforestales (en el sentido universal del concepto), bajo cualquier arreglo de sus tres componentes (árbol, cultivo, animal). Estas plantaciones o tecnologías con sus combinaciones, señalan Soto *et al.* (2008), además de su importancia social y económica, tienen una relevancia ecológica y contribuyen a los servicios ecosistémicos, ya que incluyen una diversidad estructural, florística y de recursos genéticos. Su estructura y diversidad pueden tener importancia a nivel de sitio y paisaje, ya que permiten la conservación del suelo y su fertilidad, prevención de la contaminación, polinización, control de plagas, patógenos y arvenses, y pueden capturar carbono y conservar el agua. También pueden considerarse por su potencial para el ecoturismo por su valor estético.

En el caso de los **huertos caseros**, señalan los mismos autores, el tipo de clima y la edad del huerto determinan su estructura: diferentes portes y hábitos de las plantas (herbáceo,

arbustivo, arbóreo, enredaderas o epífitas) proveen distintos productos y servicios (frutas, medicinas, leña, madera, forraje, condimento, cercos vivos, ornamentales, ceremoniales, utensilios, entre otros). Mayor número de estratos de vegetación, mayor aprovechamiento del espacio y la luz, y mayor eficiencia en el reciclaje de nutrientes. Lo más común es que la estructura de los árboles frutales y de los cercos vivos brinde cobijo a hortalizas y sombra a animales como gallinas, patos, pavos, conejos, gansos, o cerdos.

Si el solar o predio de la vivienda es el único espacio de la familia para producir, su uso deberá ser más intensivo, sobre todo para asegurar alimentos nutritivos como frutas, tubérculos y legumbres, y arbustos o árboles para leña. En lo posible, se debe promover una alta diversidad de plantas y animales que garantice al hogar productos variados en todas las épocas del año. La selección de los genotipos depende de las preferencias de la población local y en menor medida de las fuerzas del mercado, los cambios en la dieta familiar, la influencia de los medios de comunicación y la importación de productos de otras regiones, a través de apoyos institucionales o iniciativa propia. La crianza de ganado menor (gallinas, conejos) requiere de cierto tipo de espacio e inversión monetaria para aportar regularmente huevo y carne a la dieta familiar; las terapias y acciones preventivas deben responder a las condiciones rústicas del solar, y no a las de confinamiento de granjas altamente tecnificadas (Soto *et al.* 2008).

En clima templado se puede plantar colorín (*Erythrina spp.*) como cerco vivo, ya que limitan la salida de los animales, y además brindan forraje de calidad para complementar su dieta. En los solares o huertos donde los animales pastorean libremente, plantas como las hortalizas o arbolitos deben ser cultivados en alto, ya sea en macetas o en camas de madera alzados. También se puede cercar áreas cultivadas dentro del huerto o para proteger árboles frutales cuando son pequeños, con varas de carrizo y retazos de madera, entre otros materiales reciclados.

La tarea en los huertos familiares, entonces, es diversificarlos, introduciendo un mayor número de especies, con el objetivo de aprovechar al máximo la radiación solar, así como el espacio entre los estratos o niveles. De igual forma, una propuesta es que se

ordene y se delimite bien los huertos en las viviendas, para que los diferentes especies vegetales, tanto arbóreas, arbustivas y herbáceas, puedan desarrollarse bien sin la intromisión y daños que ocasionen los animales, principalmente las aves de traspatio. Lo ideal sería conformar un huerto casero donde se pueda tener hortalizas, plantas medicinales, especies ornamentales, condimentos, árboles y arbustos frutales, enredaderas alimenticias, nopales, entre otras; así como especies animales: gallinas, guajolotes, pavos, conejos, cerdos, borregos, cabras y/o vacas (Figura 52).

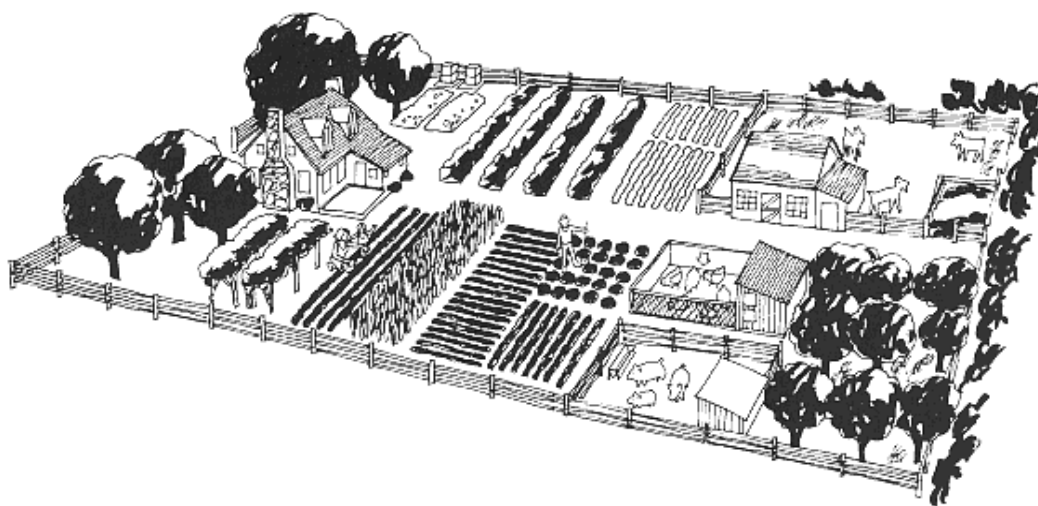


Figura 52. Huerto casero ideal. Fuente: www.eraecologica.org/revista_01/.

Las personas que tienen conocimientos herbolarios, que son en su mayoría mujeres adultas y de la tercera edad, habrá que rescatar, reforzar y documentar sus habilidades médicas tradicionales a través del establecimiento de huertos medicinales dentro o junto a los huertos caseros, con el fin de conformar una farmacia viviente, y con ello disminuir los gastos en medicinas de patente, para los malestares comunes que pueden ser controlados con la medicina tradicional.

La tecnología de **barreras rompevientos** o **cinturones de protección**, se puede combinar con cualquier otra tecnología y sistema agroforestal. Por ejemplo, en un módulo silvopastoril, es posible establecer los pastos así como cultivos forrajeros anuales, y dentro del sistema, se pueden plantar árboles, como el aile, la eritrina o el

guaje, que servirán como fijadores del nitrógeno atmosférico, así como servicios de sombra, material, leña, forraje (excepto el aile), entre otras muchas funciones. En la Figura 53 se esquematiza la protección que ofrecen las cortinas rompevientos.

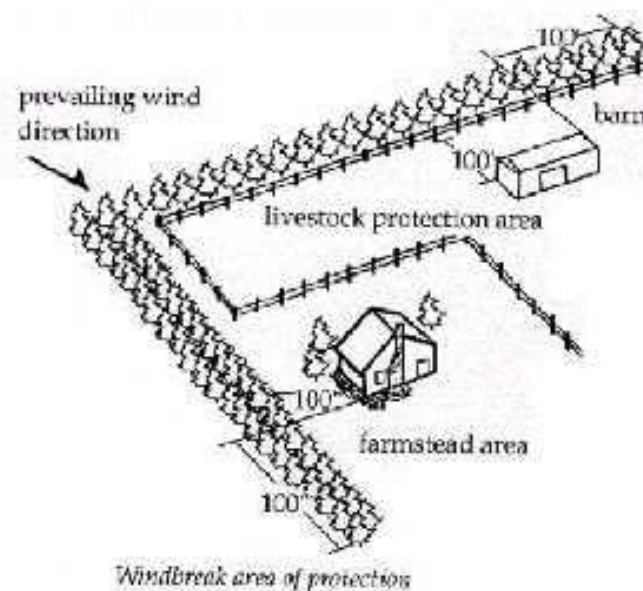


Figura 53. Ejemplo de cortinas o barreras rompevientos. Fuente: www.coopext.colostate.edu/Adams/sa/windbreak.htm.

En el caso de la región Sierra Negra, y particularmente en Boca del Monte, los vientos secos provenientes del valle de Tehuacán, afectan varios cultivos, principalmente el maíz, ya que con la fuerza que llevan golpean las plantas, y ese daño se nota posteriormente en la merma de la cosecha, y también queda el rastrojo sin utilidad para el ganado. De ahí la necesidad de establecer barreras rompevientos en las parcelas, con especies que no compitan con los cultivos, que es el caso de los tres árboles mencionados arriba. En acahuals también se necesita implementar esta práctica, ya que los animales pastorean en estas áreas, y los fuertes vientos representan un riesgo para su seguridad.

La **entomoforestería** se puede practicar principalmente en la zona de transición y semiárida (Tlakotla), ya que la presión demográfica es menor, por lo que los riesgos del

manejo de abejas, en este caso, serían mínimas. Aunado a ello, en la zona de Tlakotla hay mayor diversidad de especies vegetales, lo que significa un potencial mayor de árboles, arbustos y herbáceas melíferas. Las parcelas que se encuentran en predios alejados a la vivienda, pueden servir para establecer colmenas, y cuidar o plantar árboles melíferos de la zona, para potencializar la producción de miel (Figura 54). Esta práctica del cultivo de abejas, puede ayudar a recuperar la fabricación de cirios y velas en la comunidad, práctica que se perdió durante los años 90's.



Figura 54. Producción de miel de abeja en el bosque. Fuente: www.lesacacias.net/fotografia-225-colmenas-bosque.html.

La **acuaforestería** es otro sistema agroforestal potencial que actualmente es desaprovechado en Boca del Monte. Aunque en el centro de la localidad se cultivan peces en el estanque comunitario, se pueden implementar módulos de producción piscícola en los arroyos que corren por el pueblo, y obtener un ingreso con el uso racional de los recursos naturales. En la Figura 55 se muestra el uso de lagunas o estanques para la producción piscícola, dentro de las fincas y predios agrícolas, con el objetivo de que los campesinos y agricultores también practiquen el cultivo de los peces, para que diversifiquen su dieta, cocinando y comiendo pescado fresco por lo menos una vez a la semana.

En las corrientes de agua o arroyos se pueden acondicionar pequeños estanques, escalonados de tal forma que cada uno sirva de medio de crecimiento para las diferentes etapas de vida de los peces, y así programar su traslado al siguiente estanque conforme se vayan desarrollando. Esta práctica ha funcionado en el municipio de Tlaquilpa, Veracruz, en la Sierra de Zongolica (misma región fisiográfica que la Sierra Negra, junto con la Sierra Mazateca oaxaqueña), sin necesidad de desviar el flujo fluvial, cuidando de no contaminarlo llevando a cabo las actividades de forma cuidadosa, sobre todo en su manejo y alimentación.

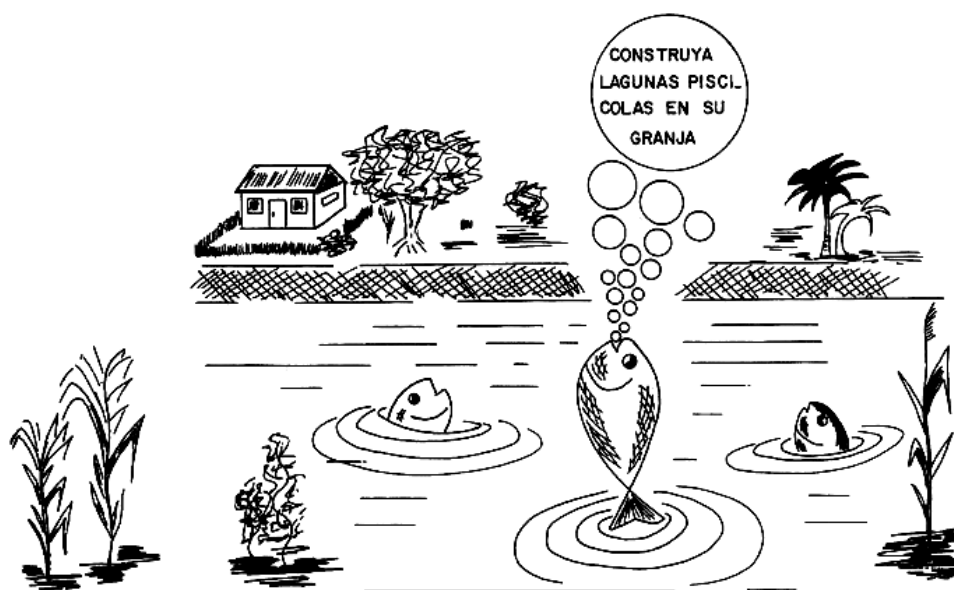


Figura 55. Agricultor o campesino puede también ser piscicultor. Fuente: www.fao.org/docrep/field/009/ag196s/ag196s01.htm.

Las tecnologías agroforestales mejoradas representan un sistema de producción idóneo para los pequeños campesinos y agricultores, por las siguientes características o prácticas a seguir (adaptado de Capistrano *et al.*, 1990):

- Uso mayor de recursos internos (lluvia, nitrógeno atmosférico, estiércol, semilla criolla, mano de obra familiar) que externos.
- Énfasis en una diversidad de empresas o actividades agrícolas.

- Reciclaje de residuos vegetales (paja, rastrojo) para composta, alimento de ganado e incorporación al suelo.
- Mínimo uso de insumos químicos (fertilizantes, pesticidas).
- Fijación de nitrógeno por cultivos de leguminosas en el ciclo anual.
- Siempre que sea posible (en tierras altas de temporal), deben fomentarse los cultivos intercalados basados en la combinación de cereal-leguminosa (maíz-frijol, simultáneamente).
- Colectar la mayor cantidad de agua de lluvia a través de pequeños estanques.
- La polinización abierta con el cultivo de variedades de alto rendimiento son preferibles que a los híbridos, para producción a pequeña escala. Los agricultores pueden conservar estas semillas para las temporadas de varios cultivos.
- Herencia o tradición de variedades vegetales que se plantan en los huertos caseros, como una manera de conservar dichas variedades para las generaciones futuras.
- Es fomentado la diversidad genética dentro de los cultivos; por ejemplo, se puede desarrollar dos o más variedades de cada cultivo en lugar de delimitar a una sola, a fin de reducir el riesgo de malas cosechas.
- El área con cultivos anuales es reducido, dando mayor espacio a cultivos perennes (frutales). El desarrollo mixto de especies de árboles sirve para maximizar el espacio vertical usando eficientemente la energía solar.
- La leña la generan los árboles de uso múltiple. Éstos se pueden cultivar de las siguientes formas: cortinas rompevientos, arboleda intensiva o agrobosque, y en las tierras de ladera con pendientes mayores al 60% a través de cultivos en fajas (hilera de árboles cada 4 m de distancia entre los cultivos anuales como maíz).
- Las arboledas intensivas de rápido crecimiento con árboles fijadores de nitrógeno, en zonas con pendientes son manejados en las partes altas de las parcelas, para explotar el potencial de generación de ingresos de árboles para materiales de construcción o incluso combustible, así como recarga de cuerpos de agua.
- Los huertos orientados al mercado son manejados a través del año. Tales huertos pueden garantizar flujos continuos de dinero en efectivo para las necesidades de

subsistencia diaria. Si los mercados son buenos y se aprovechan fuera de la temporada de producción común, los ingresos se incrementan hasta cinco veces.

- Las parcelas diversificadas permiten la venta de una gama de productos en lugar de grandes cantidades de uno solo. De esta forma, la comercialización se puede hacer a nivel local, reduciendo los costos de transporte e intermediarismo. Todo esto se traduce en una mayor rentabilidad para el agricultor.
- Añade valor a los productos agrícolas por el procesamiento de los cultivos, tanto como sea posible (mermeladas, ate, frutas secas, queso, yogurt).
- La labranza mínima se practica en el segundo ciclo agrícola inmediato, como una forma de conservar las reservas de humedad del subsuelo. Esto puede hacerse sembrando leguminosas directamente en el rastrojo o residuo de las cosechas del cultivo anterior.
- Alguna forma de piscicultura se puede practicar en la parcela. En condiciones de escasez de agua, se lleva a cabo el cultivo de peces de traspatio con algunas especies de manejo simplificado, que sean tolerantes al agua estancada; se realiza en contenedores como tambores o estructuras de hormigón. Si hay agua disponible, es ideal un estanque de 50 m².
- El control de plagas, parcial o total, se logra a través de: 1) la creación de un suelo sano, 2) diversidad de cultivos, 3) mantenimientos de especies depredadoras, 4) cultivo de variedades resistentes, 5) reducción de stress de los cultivos. Si las plagas persisten, la fumigación debe llevarse a cabo basado en la necesidad, no en el calendario.
- La mayoría de la mano de obra es provista por la familia campesina. La demanda se distribuye uniformemente en una parcela diversificada, contrario a lo que sucede en una empresa o granja donde ciertas actividades pico demandan trabajadores, y con ello aumentan los costos. Si los jornaleros han de ser contratados, entonces debe tener como fin la generación de empleo para los campesinos sin tierra/subempleados. Sin embargo, lo que es importante garantizar es que el trabajo contratado tenga sentido económico (costo-beneficio).

- La ganadería dentro de una operación integrada tiene sentido, en particular, si se proporciona una oportunidad para el reciclaje de nutrientes para la reintegración con el cultivo de cereales o peces. Las explotaciones ganaderas orientadas al comercio, deben contar principalmente con recursos internos de la granja (árboles forrajeros, salvado de cultivos) y menos de recursos externos.
- En el trabajo y planeación con los campesinos y agricultores para implementar nuevas prácticas y tecnologías, hay que escuchar y tomar en cuenta las opiniones de todos los participantes en forma equitativa.
- Si las costumbres y tradiciones locales así lo ameritan, trabajar en grupos separados, hombres y mujeres. En la medida de lo posible, buscar la participación conjunta.

Para llevar a cabo estos lineamientos, la presencia del elemento árbol es fundamental en los sistemas agroforestales (Figura 56). Soto *et al.* (2008) mencionan las especies de árboles usados en los sistemas agroforestales campesinos de clima templado en Chiapas, las cuales se pueden adaptar a otras regiones con las condiciones climáticas y fisiográficas similares. Las de rápido crecimiento son: aguacate (*Persea americana*), aliso o aile (*Alnus acuminata*), ciruela (*Prunus domestica*), colorín (*Erythrina chiapasana*), *Inga spp.*, *Eupatorium ligustrinum*, *Calliandria houstoniana*, durazno (*Prunus pérsica*), *Montanoa leucantha*, manzano (*Malus pumila*), níspero (*Eryobotria japonica*), pino (*Pinus pseudostrobus*), *P. montezumae*, *Cornus disciflora*, *Holodiscus argenteus*, y *Buddleia skutchii*.

Las especies con crecimiento medio son: capulín (*Prunus serotina*), *Cleyera theoides*, encino (*Quercus crassifolia*), *Q. laurina*, mameyito (*Saurauia scobrida*), pera (*Pyrus malus*), pinabete (*Pinus ayacahuite*), pino (*P. tecunumanii*), quebra hacha (*Acacia pennatula*), *Baccharis vaccinioides*, *Myrica cerifera*, y laurel (*Litsea glaucescens*). Por último, están las especies de crecimiento lento: manzanita (*Crataegus pubescens*), encino o roble (*Quercus rugosa*).

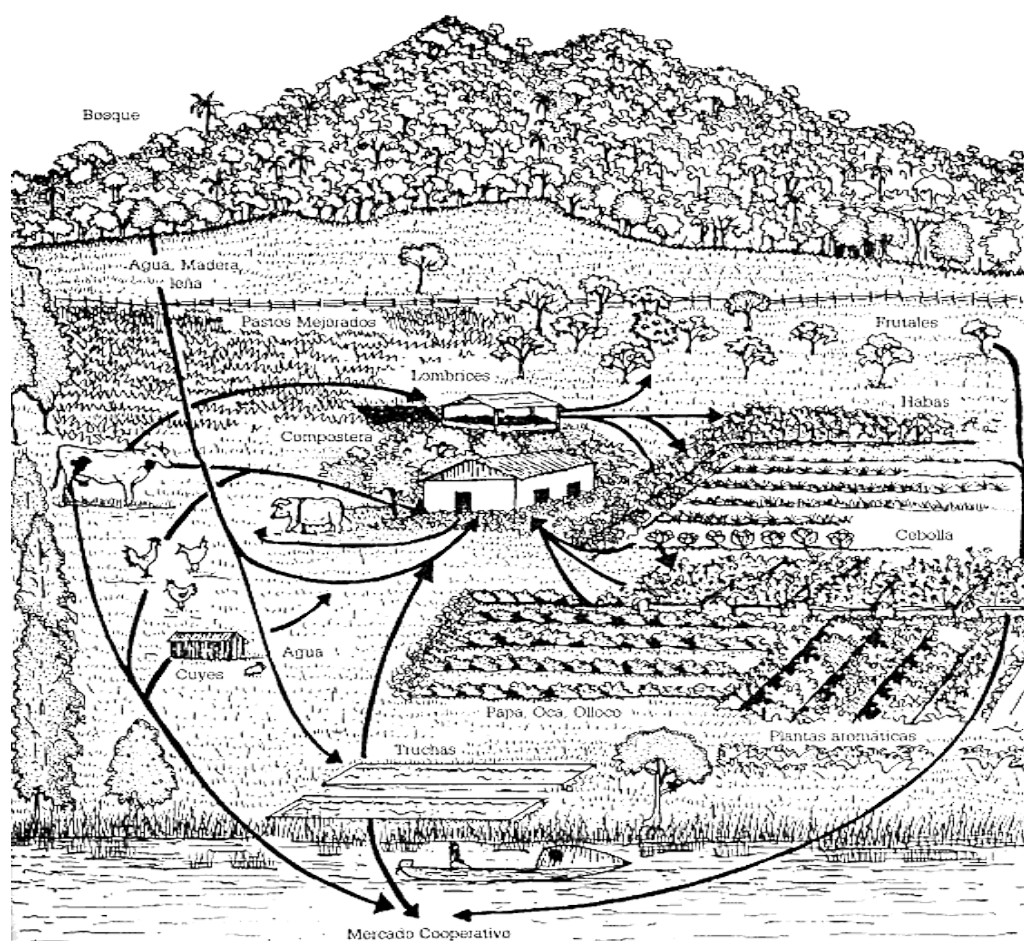


Figura 56. Finca o predio ideal con los diferentes sistemas agroforestales mejorados.
Fuente: www.eraecologica.org/revista_01/.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los terrenos en condiciones de ladera son limitantes para la producción agropecuaria, y sólo tienen potencial forestal. Bajo un sistema de manejo sostenible, estas tres áreas o actividades (forestales, agrícolas y pecuarias) se pueden conjugar integrándose los sistemas agroforestales. Los campesinos de la sierra alta del municipio de Ajalpan, Puebla han podido subsistir por varias generaciones gracias al conocimiento que tienen de la agricultura tradicional que se va transmitiendo a sus descendientes, pero cada generación va integrando, recomponiendo o hasta eliminando ciertos elementos, para dar cabida a nuevas especies o cultivos, cuidando ante todo el equilibrio de su entorno, ya que de éste sobreviven.

El presente trabajo se realizó como estaba planeado, y sólo algunos detalles se acotaron, especificaron y también se ampliaron conforme transcurrió la etapa de investigación. Al inicio estaba contemplado medir la erosión del suelo de los terrenos agrícolas con pendientes considerables, a través del establecimiento de parcelas de escorrentía; sin embargo, durante el trascurso no se desarrolló este objetivo, por lo que se acotó a la caracterización de los sistemas agroforestales.

Dicha caracterización se realizó sin mayores obstáculos, ya que en las 15 unidades muestrales o número de campesinos entrevistados, la información se obtuvo de primera mano y de forma directa de aquéllos que practican la agricultura de ladera. Se identificaron cinco categorías de prácticas agroforestales: 1) árboles forestales con cultivos agrícolas, 2) árboles frutales con cultivos agrícolas, 3) huertos caseros, 4) árboles y arbustos del bosque, y 5) agostadero. En éste último cabe mencionar que no es como tal para definirlo dentro de los sistemas silvopastoriles, ya que las especies animales en explotación son básicamente aves de corral y ganado menor (ovino, caprino).

El objetivo principal estudiado en cada una de ellas es la presencia e identificación de las especies arbóreas, que los definen y a la vez diferencian de los sistemas de producción tradicionales no agroforestales. Entre las unidades familiares (unidades muestrales) hay

semejanzas y particularidades, lo que enriqueció el análisis de los resultados, y en ciertos aspectos se puede generalizar a nivel comunidad y región.

En los árboles forestales se encontraron desde aquellos que proveen leña y/o madera, como el capulín y el huizache, hasta los de mayor uso múltiple como el aile y el guaje silvestre; la mayoría de estos perennes sirven para leña, alimentación, sombra y cercos vivos. Los frutales que interactúan con los cultivos son, por orden de frecuencia en las parcelas agrícolas: durazno, manzano, peral y ciruelo; su finalidad común es la comercialización, ya sea en venta o a través del trueque en los mercados locales y regionales.

Donde se encontró mayor diversidad tanto en arbóreas, arbustivas como herbáceas, fue en los huertos familiares, con un total de 63 especies vegetales diferentes. En un promedio de superficie de 283 m², se pueden encontrar desde 13 hasta 38 plantas diferentes. En total se observaron 18 árboles, cuatro arbustos y 41 herbáceas. En el agrobosque, que normalmente se encuentra cerca de la vivienda, se identificaron hasta 39 especies de leñosas; la mayor diversidad se encuentra en la zona semiárida de la comunidad, conocida como Tlakotla. Se aprovechan principalmente para leña, medicina herbolaria, condimentos y como forrajeras.

El agostadero como tal no existe en las unidades familiares, pues sólo 73 y 10% de las familias tienen ovinos y caprinos, respectivamente, y su manejo es a través de pastoreo semicontrolado en acahuals o parcelas de descanso, y en las épocas de sequía los alimentan con el rastrojo o esquilmos de maíz, frijol y chícharo. La reforestación en las áreas boscosas o acahuals que llevan más de 10 años en descanso, limitó mucho el pastoreo extensivo trashumante del ganado mayor con que contaban, por lo que en las últimas dos décadas se fue intensificando la crianza de animales en traspatio, a tal grado que en la actualidad 93% de las familias cuentan con aves de corral y 73% con algún ejemplar de porcino.

En base al diagnóstico biofísico, agroforestal y socioeconómico, se hicieron las recomendaciones de tecnologías agroforestales apropiadas para el desarrollo y la permanencia de la agricultura de ladera, particularmente en las condiciones de clima

templado, con referencia en este estudio a la comunidad de Boca del Monte, Ajalpan, Puebla. En el apartado 6.7 de propuestas agroforestales se detallan las opciones que se pueden implementar.

Las dificultades con que tropiezan los campesinos como falta de capital, escasez de mano de obra, precios bajos de los frutales, altos costos en fertilizantes o falta de asesoría técnica, las han superado gracias a la organización comunitaria con que han trabajado durante varias décadas, resaltando la práctica cultural de *mano-vuelta*, el *trueque* y el uso de estiércoles de su ganado y aves de corral. Los que aun siguen sin poder resolverse son aquellos obstáculos naturales. Fenómenos meteorológicos como las heladas, vientos y/o lluvias fuertes e intensas, así como sequías prolongadas y plagas, no han podido hacerles frente de una manera efectiva; es por ello que la introducción de sistemas agroforestales acordes a las condiciones de ladera y al clima templado, pueden atenuar los efectos catastróficos en la producción agropecuaria local.

Puesto que la producción agropecuaria y aprovechamiento forestal se destina particularmente a la subsistencia, el ingreso económico familiar adicional lo resuelven empleando sus habilidades en diferentes áreas, tanto las relacionadas con el campo (jornalero), como en otras actividades (sastrería, bordado, peluquería, etc.). Con ello complementan los gastos familiares y las aportaciones comunitarias obligatorias. Éstas últimas son necesarias para una buena convivencia y gobernabilidad de la comunidad.

Para la conservación de los recursos naturales se han tomado medidas correctivas, provenientes de las instituciones de gobierno, así como iniciativas de la comunidad. Desde los años 90's hasta la actualidad se ha forestado y reforestado áreas con *Cupressus lindleyi*, *Pinus patula*, y en menor medida *Abies religiosa*; y por otro lado, algunos campesinos han cesado de trabajar en parcelas con pendientes muy pronunciadas, que sobrepasan los 45° de inclinación, por lo que en ellos hay acahuales en recuperación.

Recomendaciones

El sistema milpa que se practica en la agricultura de ladera, ofrece una gran variedad de beneficios y productos, ya que de ahí se pueden obtener generalmente todos los elementos vegetales para la dieta alimenticia básica. No obstante, si se implementan sistemas agroforestales mejorados y adaptados a condiciones de ladera en clima templado y de transición al semiárido, como cultivos en fajas integrando árboles de uso múltiple como aile, eritrina, o los mismos agaves, se puede conservar el suelo en mayor medida, mejorar su fertilidad y al mismo tiempo se obtendrían mejores cosechas.

Otras alternativas es la adopción de sistemas agroforestales mejorados para potencializar la producción de la agricultura de ladera que se practica en la Sierra Negra, como son el cultivo en callejones conforme a curvas de nivel, terraceo, cercos de muro vivo, barrera rompevientos, sistemas silvopastoriles, módulos piscícolas en las corrientes de agua, colmenas en la zona de transición y Tlakotla de la comunidad, así como diversificar aún más los huertos caseros.

Las áreas en reforestación y restauración no deberán ser una limitante para la producción ganadera, ya que una alternativa puede ser el establecimiento de bancos de proteína para sistemas semiestabulados, aprovechando los residuos pecuarios para la recuperación, conservación y mejoramiento de los suelos, al reincorporar los estiércoles de los animales a las parcelas.

Un beneficio extra con el establecimiento de sistemas agroforestales, es que se obtienen un mayor número de productos agropecuarios y forestales, con lo que se puede arraigar y fortalecer el uso de tianguis locales y regionales, para el intercambio de dichos productos y bienes a través del trueque, con lo que se disminuye la dependencia con la moneda como medio de intercambio, ya que en épocas de crisis, al disminuir el poder adquisitivo y la posesión del dinero, el trueque puede seguir funcionando para la compra-venta tradicional de productos, y así coadyuvar a la seguridad alimentaria y social de los campesinos y habitantes de menores ingresos de comunidades de la región de la Sierra Negra como Boca del Monte.

Se deben buscar canales de comercialización, mediante la organización de los productores y contactar los consumidores directos, como podría ser el tianguis regional de Huixcolotla, Puebla, o las Centrales de Abastos de las ciudades de Puebla y de México, D.F. Con ello se resolverían los problemas de especulación de precios y el intermediarismo que ocurre con frecuencia en la mayoría de las comunidades de la Sierra Negra. Así mismo, con dicha organización se pueden solicitar ante las autoridades el buen trato en las carreteras y vialidades, así como en los mercados, por parte de los agentes de seguridad hacia los campesinos que comercializan sus productos agropecuarios, ya que muchas veces se inhibe el comercio e intercambio de estos productos, debido a las limitantes que ponen dichos encargados del orden público.

La administración local de la presidencia auxiliar y el municipio pueden solicitar ante las instituciones educativas del estado así como algunas a nivel nacional, para que sus alumnos realicen su servicio social, estancia preprofesional, y tesis en la región de la Sierra Negra, y de esta manera ir teniendo bases para la integración y formulación de proyectos y programas de mejora al campo, en particular, e incrementar el nivel socioeconómico en general. Las áreas o líneas de trabajo donde se requiere rescate y generación de conocimientos son: tecnologías de conservación de suelos y agua, manejo y aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables, diversificación productiva de huertos familiares, industrialización de productos agropecuarios para añadirles valor agregado, implementación de ecotecnias para una producción eficiente, control biológico y cultural de plagas, captación de agua de lluvia para el diseño de tecnologías de riego en pequeña escala, innovación y adaptación de equipos y maquinaria agrícolas para condiciones de ladera, diseño de sistemas de producción piscícola en espacios mínimos, así como mejoras en la organización productiva, y búsqueda y establecimiento de canales de comercialización.

Las políticas gubernamentales se deben de aprovechar eficientemente para el desarrollo y mejora del nivel de vida de los pobladores de la región. Las instituciones que apoyan directamente a las comunidades rurales e indígenas son varias, entre ellas están: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI); Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) estatal y federal; Secretaría de Desarrollo Rural (SDR)

estatal; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) federal; Secretaría de la Reforma Agraria (SRA) federal; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-SMRN) federal y estatal; entre otras. Para superar las limitaciones socioeconómicas, hay que trabajar con los programas que estas instituciones manejan, como Oportunidades y Procampo, con el objetivo de aplicar los recursos y apoyos que ofrecen hacia la mejora de la calidad de vida.

De igual forma, se puede establecer un convenio con algunas instituciones educativas estatales y nacionales, así también con organizaciones no gubernamentales (ONG's), para la implementación de una 'escuela campesina' en donde se conjuguen los esfuerzos académicos, institucionales y experiencias locales para aplicar metodologías participativas para la revaloración y la reafirmación de la identidad campesina e indígenas, donde con los recursos locales donde se pueda aprender y producir en las condiciones reales de existencia. Así se logrará la capacitación e intercambio de conocimientos sobre el diseño y manejo de tecnologías agroforestales que tienen potencial de aplicación en las zonas templadas de México, en particular con las condiciones de la región Sierra Negra de Puebla.

De esta forma, se puede contribuir al desarrollo sostenible de la agricultura de ladera o etnoagricultura, que se ha practicado durante cientos de años en este tipo de relieve y fisiografía, la cual seguirá siendo el sostén productivo y de cohesión social de los campesinos e indígenas de la zona montañosa.

Muchos cosas quedan por resolver, como mejorar los caminos, darle valor agregado a los productos agropecuarios y forestales a través de industrializadoras artesanales y comerciales, y en general, mejorar la organización comunitaria hacia un fin común: la reproducción de los usos y costumbres y una mejora en la calidad de vida. Lo que se persigue o el objetivo a alcanzar es un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales, con la meta de conservarlos para las generaciones que vienen, y participar en la toma de conciencia de revertir las acciones humanas que dañan y exterminan nuestro planeta, y ser protagonistas de un cambio hacia un mundo más saludable, productivo, equitativo y justo.

LITERATURA CITADA

- Abella, G. & R. Fogel. 2000. **Principios de intervención en la capacitación comunitaria**. PNUMA. México. 24 p
- Aguilar C. A., M. E. López V. & S. Xolalpa M. s/a. **La herbolaria en el centro de México: historia, cultura y tradición**. In: *Herbolaria mexicana*. México, D.F. Núm. 5. 14-16 p
- Alcántara G., D. A. 2001. **Topografía**. ICA-UAEMéxico-UAM. México. 138-139 p
- Alemán S., T. 2007. **Agricultura campesina amenazada: diversidad genética en riesgo**. In: *Ecofronteras*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. ECOSUR. Núm. 32, diciembre 2007. 10-15 p
- Altieri, M. & C. I. Nichols. 2000. **Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable**. PNUMA. México. 102-104, 182-191 p
- Ansion, J. 1986. **El árbol y el bosque en la sociedad andina**. FAO-INFOR. Perú. 44 p
- Baca, D.M., J., L. A. Luna G., & A. Rodríguez D. 2007. **El papel de las agencias de desarrollo rural, en el combate de la inseguridad alimentaria, en la región de la Mixteca y Sierra Negra de Puebla**. In: *Revista Textual*. Núm. 50. Chapingo, México. 161-180 p
- Ballesteros, P. W. 2002. **La agroforestería como alternativa para el desarrollo sostenible en Rosamorada, Nayarit**. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 142 p
- Becerra M., A. 2005. **Escorrentía, erosión y conservación de suelos**. 1ª reimpresión. UACH. México. 68, 79-80, 273-274 p
- Boege, E. 2003. **Protegiendo lo nuestro: manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina**. PNUMA-SEMARNAT. México. 69-71 p
- Bocco, G; A. Priego & H. Cotler. 2005. **La geografía física y el ordenamiento ecológico del territorio: experiencias en México**. In: *Gaceta ecológica*. INE-SEMARNAT. No. 76. México. 27-28 p
- Buggel, H. 1992. **Impacto de la agroforestería en el ambiente y en el desarrollo de las comunidades rurales**. UNEP-UNESCO. s/p. 23-24 p
- Cámara de Diputados. 2001 (modificación 2007). **Ley de Desarrollo Rural Sustentable**. México. In: www.congreso.gob.mx (27 enero 2009) *Passim*
- Campos P., P. 1994. **El valor económico total de los sistemas agroforestales**. In: *Agricultura y sociedad*. No. 71, abril-junio. México. 244-256 p

- Capistrano, L. N.; J. Duron & I. Moeliano. 1990. **Resource book on sustainable agriculture for the uplands**. International Institute of Rural Reconstruction. Filipinas. *Passim*
- Castillo M., L. E. 2005. **Elementos de muestreo de poblaciones**. 2ª edición. UACH. México. 30-77 p
- Coca L., S. 2004: **Agroecosistemas tradicionales con potencial agroforestal, en el municipio de San Pedro Coxcattepec, Oaxaca**. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 19-26, 86-93 p
- Colegio de Postgraduados. 1991. **Manual de conservación del suelo y del agua**. 3ª edición. COLPOST. México. 248, 330-341, 534-537 p
- Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable. 2006 & 2009. **Plan municipal de desarrollo rural sustentable**. H. Ayuntamiento de Ajalpan, Puebla. México. *Passim*
- Cortés A., B. 1984. **Diagnóstico socio-económico de una comunidad forestal: Xala, municipio de Ajalpan, Puebla**. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 15-18 p
- Cortés F., J. I. 2003. **Tecnologías alternativas sustentables: Proyecto Manejo Sustentable de Laderas (regiones cuicateca, mazateca y mixe, Oaxaca, México)**. In: www.colpos.mx/proy_rel/ladera/SubproyectoC.htm (29 febrero 2008)
- Díaz V., P., J. F. Cortés F., A. Turrent F., C. A. Ortiz S. & A. Martínez G. 2003. **La etnoagricultura en laderas de México y su reingeniería para su reconversión sustentable**. Colegio de Postgraduados. México. In: www.colpos.mx (28 febrero 2008)
- Espinosa A., F. 2004. **Erosión del suelo en un sistema silvopastoril bajo bosque de encino (*Quercus spp.*)**. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 32-46, 61-68 p
- Espinoza D., G. & L. Paz P. 2004. **Metodología participativa para el diagnóstico socioeconómico de regiones rurales**. UAM. México. 37-39 p
- FAO-SAGARPA. 2009. **Seguridad alimentaria**. PESA México. In: www.utn.org.mx/seguridad_alimentaria.html (8 diciembre 2009)
- _____. **Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria**. PESA México. In: www.sagarpa.gob.mx/v1/pesa/index.html (9 diciembre 2009)
- Gutiérrez V., B., A. Acevedo F., C. Bustamante, G. A. Corredor, C. J. Escobar, A. Navas C. & J. Plaza M. 1999. **Plan de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Sistemas Agroforestales**. Colombia. In: www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Gutierrz.htm (29 febrero 2008)

- Hernández S, R., C. Fernández C., P. Baptista L. 2003. **Metodología de la investigación**. McGrawHill. México. 270-278 p
- INEGI. 2000. **Síntesis cartográfica del Estado de Puebla**. INEGI. México. *Passim*, y anexo cartográfico.
- INEGI. 2005. **Conteo de Población y Vivienda: sección Puebla**. In: www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2005/ (23 septiembre 2009)
- Kirkby, M. J. & R. P. C. Morgan. 1984. **Erosión de suelos**. Limusa. México. 41-72 p
- Krisnamurthy, L. & M. Ávila. 1999. **Agroforestería básica**. PNUMA. México. *Passim*
- Krishnamurthy, L. & M. Uribe G. 2002. **Tecnologías agroforestales para el desarrollo rural sostenible**. PNUMA-SEMARNAT. México. 17, 183, 343 p
- Krisnamurthy, L., K. Krisnamurthy, I. Rajagopal & A. Arroyo G. 2003. **Alternativas productivas: introducción a la agroforestería para el desarrollo rural**. SEMARNAT. México. *Passim*
- Leff, E. 2004. **Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza**. Siglo XXI. México. 99-104 p
- Linck, T. 2005. **Tierras de uso común, regímenes de tenencia y transición agraria en México**. In: *Ganadería, sustentabilidad y desarrollo rural*. UACH. México. 105 p
- Lomelí V., L. 2001. **Breve historia de Puebla**. COLMEX/FCE. México. 25-45 p
- Macario M. S. 2004. **Evaluación de diez variedades de maíz (*Zea mays*) en el área baja de Cuetzalan, Puebla, ciclo P-V 2002-2003**. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 25-29 p
- Martínez B., I. 2003. **Caracterización del sistema de cultivo milpa, en dos municipios de la Sierra Mazateca alta, Oaxaca**. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 18-20, 95-100 p
- Montiel A., G. 2004. **Opciones agroforestales para el desarrollo sostenible de la agricultura en el estado de Michoacán**. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 19-23, 210-223 p
- Morales C., E. M. 2006. **Caracterización de sistemas agroforestales tradicionales en Coyuca de Benítez, Guerrero**. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 60-64 p
- Morgan, R.P.C: 1997. **Erosión y conservación del suelo**. Mundi-Prensa. España. 33, 165-171 p
- Presidencia de la República. 2007. **Plan Nacional de Desarrollo 2007-2011**. México. In: www.presidencia.gob.mx (23 septiembre 2009) 113-118, 199-209 p

- Ramírez D., M. 2001. **Producción de tres variedades de avena forrajera entre durazno: una opción agroforestal para clima templado.** Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 15-16 p
- Reynel, C. & C. Felipe M. 1987. **Agroforestería tradicional en los Andes del Perú.** INFOR-FAO. Perú. 17 p
- Ruiz F., J. F. (editor). 2000. **Agricultura bio-intensiva sostenible en el minifundio mexicano: una alternativa para la producción de alimentos y el manejo ecológico de suelos.** UACH. México. 4-5 p
- SAGAR. 1995. **Las gramíneas de México.** SAGAR. México. *Passim*
- SEDESOL. 2010. **Microrregiones.** Gobierno de la República. In: www.sedesol.gob.mx (25 enero 2010)
- SICOBÍ. 2008. **Planes comunitarios de ordenamiento territorial.** In: www.sicobi.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=1 (12 noviembre de 2008)
- Soto P. L.; G. Jiménez F. & T. Lerner M. 2008. **Diseño de sistemas agroforestales para la producción y la conservación: experiencia y tradición en Chiapas.** ECOSUR. México. *Passim*
- Torquebiau, E. 1990. **Conceptos de agroforestería: una introducción.** Edición en español (1993). UACH. México. *Passim*
- Torres T., F. 2003. **La visión retórica de la seguridad alimentaria como componente de la seguridad nacional.** In: **Seguridad alimentaria: seguridad nacional.** UNAM-Plaza y Valdés. México. 27-29 p
- Unidad Médica Rural IMSS-Oportunidades. 2008. **Censo de población de Boca del Monte.** Boca del Monte, Ajalpan, Puebla, México. (inédito) *Passim*
- Vargas H., N. D. 2005. **La etnoagricultura en el Centro de estudios Superiores Indígenas Kgoym, Huehuetla, Puebla.** Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 6-10 p
- Vargas M., A. 2008. **Ordenamiento ecológico del territorio.** INE-SEMARNAT. México. In: www.semarnat.gob.mx (12 noviembre de 2008)
- Young, A. 1997. **Agroforestry for soil management.** 2ª edición. ICRAF-CAB Internacional. Reino Unido. 19, 66-79 p

ANEXO 1: HERRAMIENTAS/EQUIPOS AGRÍCOLAS

Yunta. Fuerza de tracción animal en base a un par de bueyes, unidos a través de un yugo, un timón y una arado tipo egipcio. La reja o el arado metálico se compran en las tlapalerías, el timón y el yugo es manufacturado por el yuntero usando madera de encino o de pirúl.

Azadón. Es el apero más utilizado en la agricultura de ladera, por la facilidad en su manejo. La parte metálica se compra en las tiendas, y el mango es fabricado por cada campesino, usando principalmente madera de encino, madroño o de pirúl.

Coa o cavador. Herramienta utilizado para hacer pequeñas perforaciones en la tierra para estacas en cercos, y sobre todo se emplea para la siembra, cuando ésta es con yunta.

Zapapico. También conocido como pico o *tlalpico*, se utiliza para la labranza de áreas muy compactadas de las parcelas, donde la yunta no puede roturar.

Pala. Se usa principalmente en el cultivo de tomate de cáscara, para el control del riego. También se usa en la apertura de cepas donde se plantarán los árboles frutales y la siembra de granada china.

Aguja, gancho o pixcolli. Es un clavo grande o un pedazo de ocote seco en forma de aguja, que perfora las hojas de la mazorca y de esta forma se facilita su extracción. Es la herramienta más común para la pizca.

Hoz. Usado para segar o cortar la cebada, el trigo, y los cáñamos o caña del maíz [zacate].

Machete. Para el chapeo o corte de hierbas y arbustos, antes del uso de la yunta, así como el despenque o corte de pencas de los agaves, para que los bueyes no se lastimen al momento del arado. Esta herramienta con una cierta modificación también se utiliza para hacer la cepa dentro del piñón maguey y así extraerle el aguamiel, líquido base para el pulque.

Petates. Su uso es para la cosecha y limpieza del chícharo, la cebada y el trigo. Se busca o se acondiciona un lugar plano [2x3 m] dentro de la parcela, se cuelgan dos petates a ambos lados como retenedores o protectores, y se procede al *golpeteo* o apaleo del montón de paja o rastrojo en seco arrancado del cultivo, con una vara ligeramente rígida para que la vaina o contenedor pueda detonar y salga la semilla o grano.

Aspersores de rehilete por impulso. De mediano y pequeño alcance, son para el riego de las plantaciones frutales [durazno y manzano] y el sembradío de tomate de cáscara, así como las matas de granadilla, y de las especies ornamentales y medicinales que se encuentran en el huerto casero y parcelas cercanas a la vivienda.

Mochilas aspersoras. Solamente para el control de hongos, plagas y fertilización foliar en el cultivo de tomate de cáscara, y en poca proporción para aplicar fungicidas en los frutales.

ANEXO 2: CUESTIONARIO

GUÍA SEMIESTRUCTURADA PARA CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL Boca del Monte, Ajalpan, Puebla

Fecha:

Lugar:

I. DATOS GENERALES

I.1 Nombre del productor:

Edad:

I.2 Grado de escolaridad:

I.3 Estructura de la unidad familiar:

Nombre	Edad	Sexo	Escolaridad	Parentesco	Actividad			
					Estudia		Trabaja	
					Lo	Fu	Lo	Fu

I.4 ¿Cuántos de los integrantes de su familia trabajan de forma permanente con usted?:

¿Cuántos temporalmente?:

¿Cuántos peones emplea permanente o temporalmente?:

I.5 Además de trabajar en su propiedad usted desempeña algún otro oficio?:

1=Sí

2=No

¿Cuál?

I.6 Tipo de tenencia:

1=Ejidal

2= Mediería

3=Arrendatario

4=Otro (¿Cuál?)

I.7 Superficie total de la propiedad (ha):

I.8 Superficie que cultiva (ha):

I.9 Nombre local del suelo:

I.10 Pendiente:

Pedregosidad:

I.11 Historial o cronología de su parcela:

II. PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

Cómo se encuentran distribuidos los árboles en su propiedad: () () () ()

- A) Árboles forestales con cultivos agrícolas ----- 1
 B) Árboles frutales con cultivos agrícolas ----- 2
 C) En huertos familiares ----- 3
 D) Árboles y arbustos del bosque ----- 4
 E) Agostadero ----- 5
 F) Otro (¿Cuál?) -----

Si la respuesta fue 1

A. ÁRBOLES FORESTALES CON CULTIVOS AGRÍCOLAS

A.1 ¿Qué cultivos y árboles tiene asociados?

Especies de árboles	Edad	Cantidad (densidad)	Procedencia		Especies de cultivos	Arreglo
			Introducida	Nativa		

A.2 ¿Aprovecha usted los árboles?: ()
 1=Sí 2=No

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

Especies	Componente		Usos				
	Árbol	Arbusto	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/colorantes, 5.4 Ceremonial, 5.5 Ornamental

A.4 ¿Tiene algún destino el aprovechamiento de árboles (producción?): () ()
 1=Autoconsumo
 2=Venta local/regional
 3=Otro (¿Cuál?):

En el caso de Servicios...

¿Usted estableció estos árboles?: ()
 1=Sí 2=No

¿Qué especies prefiere o cuáles preferiría, en orden de importancia, para estos servicios?

¿Qué ventajas ve usted en estos árboles?: () () ()

- 1=Su instalación es barata
- 2=No requieren de muchos cuidados
- 3=Durabilidad
- 4=Obtiene productos
- 5=Otras (¿Cuáles?):

¿Qué desventajas?: () () ()

- 1=Su instalación es cara
- 2=Requieren de mucho trabajo
- 3=Tiran mucha basura (hojas)
- 4=Hay presencia de plagas
- 5=Otras (¿Cuáles?):

Además de los servicios que ofrecen estos árboles, ¿qué otro uso les da?: () () () ()

- 1=Leña
- 2=Madera para construcción
- 3=Forraje
- 4=Frutos
- 5=Sombra
- 6=Otros (¿Cuáles?):

¿Realiza algún manejo en estos árboles?: ()

- 1=Sí
- 2=No

¿Cuáles son las actividades que realiza para el mantenimiento de estos árboles?:

Especies usadas en cercos muertos: _____

Riesgos:

Si la respuesta fue 2

B. ÁRBOLES FRUTALES CON CULTIVOS AGRÍCOLAS

B.1 ¿Qué árboles se combinan con los cultivos?

Especies de árboles	Edad	Cantidad (densidad)	Procedencia		Especies de cultivos	Arreglo
			Introducida	Nativa		

MANEJO DE ÁRBOLES

B.2 ¿Qué tipo de manejo realiza en estos sistemas productivos?

	Labores culturales/ insumos	Especies	Forma		Jornales (días)	Costo por jornal	Costo total
			Manual	Tracción animal			
Enero							
Febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

B.3 ¿Qué tipo de manejo realiza en los cultivos agrícolas?

	Labores culturales/ insumos	Jornales (días)	Patrón de cultivo					Especies	Forma				Costo por jornal	Costo total
			Mono cultivo	Poli cultivo	Rotación	Perma nente	Otro		Manual		Tracción animal			
									Fam	Peone	Propi	Renta		
Enero														
Febrero														
Marzo														
Abril														
Mayo														
Junio														
Julio														
Agosto														
Septiembre														
Octubre														
Noviembre														
Diciembre														

Riesgos:

Si la respuesta fue 3

C. HUERTO FAMILIAR

C.1 ¿Cuánta superficie tiene su huerto (m²)?:

C.3 ¿Cuáles son los principales usos/productos que obtiene de su huerto?

[illegible]

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/colorantes, 5.4 Ceremonial, 5.5 Ornamental

C.4 ¿Cuál es el destino de la producción del huerto casero?: () () ()

1=Autoconsumo

2=Venta local/regional

3=Ambos (venta/autoconsumo)

4=Ninguno

Si la respuesta fue 1

C.5 Cantidad aproximada:

C.6 ¿De qué especie?:

Si la respuesta fue 2:

C.7 ¿Cuánto de ingresos obtiene del huerto?:

C.8 ¿Qué tipo de manejo realiza en el huerto?

C.9 ¿Qué especies prefiere para su aprovechamiento y porqué?:

C.10 ¿Quiénes y cómo participan?:

	Labores culturales/ insumos	Jornales	Costos
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			

Riesgos:

Si la respuesta fue 4

D. ÁRBOLES Y ARBUSTOS DEL BOSQUE

D.1 ¿Qué árboles y arbustos aprovecha del bosque?

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

1.2 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/colorantes, 5.4 Ceremonial, 5.5 Ornamental

D.2 De los árboles que aprovecha qué destino les da: ()

1=Autoconsumo

2=Venta

Si la respuesta fue 2

D.3 ¿Cuántos ingresos obtiene?:

Si la respuesta fue 5

E. AGOSTADERO

E.1 ¿Cuál es el sistema de manejo de alimento para el ganado (especifique el tipo de ganado)? ()

1=Pastoreo libre en el bosque

2=Pastoreo semicontrolado en los acahuals

3=El alimento se suministra en los corrales

E.2 ¿Utiliza forraje para el ganado?: ()

1=Sí

2=No

E.3 ¿Qué tipo de forraje utiliza para alimentar al ganado?

E.4 ¿Qué especies de árboles y arbustos ha observado que son preferidas o palatables como forraje para los animales, aparte de las que usted suministra?

E.5 ¿Existe alguna limitante o dificultad para producir forraje o para conseguirlo y en qué época del año?:

E.6 ¿Cuál es el costo de conseguir externamente el forraje?:

E.7 ¿Qué tipo de animales hay en el predio o propiedad?

	Cantidad	Aprovechamiento de los animales			Ingresos (\$)
		Autoconsumo	Venta local/reg.	Otras	
Ovinos					
Porcinos					
Aves					
Caprinos					
Bovinos					
Equinos					
Asnal					
Conejos					
Animales domésticos					

E.8 ¿Qué manejo les da a los animales?

	Especies/insumos, actividades									Costo
	Ovino	Porcino	Aves	Caprino	Bovino	Equino	Asnal	Conejo	Ani. dom.	
Enero										
Febrero										
Marzo										
Abril										
Mayo										
Junio										
Julio										
Agosto										
Septiembre										
Octubre										
Noviembre										
Diciembre										

Riesgos:

En general, para todas las actividades productivas...

¿Cómo consigue su fuente de energía o leña? ¿A qué distancia y/o costo?

¿Cómo maneja el agua?:

¿A qué distancia está su toma de agua potable y para uso agroforestal?:

¿Conoce alguna práctica de conservación de agua y suelo? ¿Cuál?:

¿Qué especies forestales y herbáceas existen en los manantiales y/o nacimientos de agua?:

¿Qué opina usted de la relación entre el aprovechamiento del bosque y la disponibilidad del recurso agua en la comunidad?:

¿Ha escuchado y/o participado del ordenamiento ecológico territorial?:

¿Le interesaría participar en un taller de ordenamiento territorial comunitario?:

III. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

III.1 Distancia de la vivienda al centro de la comunidad:

III.2 Acceso a servicios:

III.3 Apoyos gubernamentales:

III.4 Seguro social:

III.5 Sistema de cargos comunitarios

¿Tiene algún cargo en la comunidad? ()

1=Sí 2=No

¿Cuánto tiempo le dedica y/o cuánto gasta para este cargo?:

III.6 Gastos en cooperaciones (aportaciones) y/o trabajos comunitarios:

III.7 Asistencia técnica:

III.8 Orientación u organización a la producción y la comercialización:

III.9 ¿A cuánto asciende sus gastos?:

III.10 ¿Qué ingresos obtiene de la agricultura al año?:

III.11 ¿Qué ingresos obtiene de los animales al año?:

III.12 ¿Los ingresos que obtiene son suficientes para satisfacer sus necesidades?: ()

1=Sí 2=No

¿De qué otras actividades, u otras personas depende su ingreso familiar?:

III.13 ¿Cuáles son las principales dificultades que se les presenta en sus actividades productivas?:

III.14 ¿Cómo los ha solucionado?: _____

III.15 ¿Cuáles son las actividades que considera usted que puedan ser más prometedoras productivamente para que se desarrollen o mejoren dentro de la comunidad, y porqué?:

III.16 ¿Qué sugerencias propondría para mejorar su parcela? _____

III.17 ¿Conoce sobre algunas experiencias productivas que le hayan interesado para mejorar las actividades productivas?: _____

¿Cuáles?: _____

¿De qué lugar o localidad?: _____

¿De esas experiencias le interesa alguna que usted pueda implementar en su parcela y porqué?: _____

III.18 ¿Conoce algún programa del gobierno u otra institución en relación a actividades productivas?

III.19 ¿Qué sugiere usted para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales de la comunidad?:

IV. PROPUESTAS AGROFORESTALES

IV.1 ¿Qué sugerencias haría para mejorar los sistemas de producción?:

IV.2 ¿Qué especies arbóreas y qué tipo de arreglo recomendaría para los sistemas agroforestales?

IV.3 ¿Qué especies recomendaría para los sistemas agroforestales?

Árboles maderables: _____

Árboles frutales: _____

Árboles forrajeros: _____

Especies agrícolas: _____

Especies pecuarias: _____

Especies de pastos: _____

Otros:

BREVE RESEÑA DE LOS ASESORES DE TESIS

Laksmi Krisnamurthy. Dr. en Ecología por la Universidad de Saurashtra, India. Experiencia postdoctoral en Agroforestería en la Universidad de Florida, EU. Fundador y Director del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la UACH, México. Coordinador principal del Curso Internacional de Agroforestería para el Ecodesarrollo, que implementa anualmente desde 1992, dentro del marco de la Red de Formación Ambiental de PNUMA. Autor de numerosas publicaciones, destacando la coautoría en la obra de ‘Agroforestería Básica’ (1999), dentro de la Serie de Textos Básicos para la Formación Ambiental No. 3 del PNUMA; y el de ‘Introducción a la agroforestería para el desarrollo rural’ (2003), bajo el auspicio de SEMARNAT. Ponente en varios eventos nacionales e internacionales. Ha recibido varios premios y reconocimientos, incluyendo el *Lifetime of Scientific Achievement Award 2009*, Cambridge, Inglaterra. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Miguel Ángel Sámano Rentería. Doctorado en Historia Económica, y Maestría en Etnografía, ambos por la Universidad Humboldt de Berlín, Alemania; Ing. Agr. Esp. en Sociología Rural por la UACH, México. Coordinador del Centro Interdisciplinario de Investigación y Servicio para el Medio Rural [CIISMER] (2001-2004). Actualmente es coordinador del Programa de Investigación y Servicio en Regionalización Agrícola y Desarrollo Sustentable [PISRADES-CIISMER]; editor principal de la Revista ‘Textual: análisis del medio rural latinoamericano’ de la UACH; miembro del comité editorial de la Revista Ra Ximhai de la Universidad Autónoma Indígena de México; miembro del comité editorial de la Revista ‘Artículos y Ensayos de Sociología Rural’ de la UACH. Ponente en más de 50 eventos científicos en México, así como en Alemania, Brasil, Chile, España, Guatemala, Italia, Japón, Rusia y Perú. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I.

Antonio Becerra Moreno. Doctorado en Educación Agrícola Superior por la UACH, México; Maestría en Edafología por el Colegio de Postgraduados, México; Ing. Agr. Esp. en Suelos por la UACH, México. Colaborador en el Departamento de Experimentación de la ex-Comisión del Lago de Texcoco (1980-1988). Docente en la UACH desde entonces, fue comisionado para coordinar el inicio de la carrera de Ing. en Recursos Naturales (1993); ha publicado media docena de artículos científicos, y la obra ‘Escorrentía, erosión y conservación de suelos’ (1999). A fines de los 90’s cursó el Diplomado en Educación, y en 2009 el de Educación Ambiental.