



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SUELOS

**MAESTRÍA EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**SUCESIÓN ECOLÓGICA EN BARBECHOS DE AGRICULTURA
MIGRATORIA Y SU ASOCIACIÓN CON HONGOS
ECTOMICORRÍPICOS Y COMESTIBLES
EN SANTA CATARINA ESTETLA, OAXACA**

TESIS

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



**DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES**

PRESENTA:

FAUSTINO HERNÁNDEZ SANTIAGO



CHAPINGO, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2010



**SUCESIÓN ECOLÓGICA EN BARBECHOS DE AGRICULTURA
MIGRATORIA Y SU ASOCIACIÓN CON HONGOS ECTOMICORRICICOS Y
COMESTIBLES EN SANTA CATARINA ESTETLA, OAXACA**

Tesis realizada por el C. **Faustino Hernández Santiago**, bajo la dirección del comité asesor indicado; aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

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

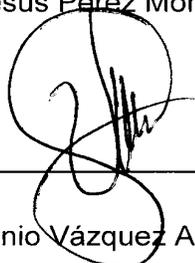
H. JURADO EXAMINADOR

DIRECTOR: _____



Dr. Jesús Pérez Moreno

CODIRECTOR: _____



Dr. Antonio Vázquez Alarcón

ASESOR: _____



Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo

DEDICATORIA

Con respeto y admiración a mis padres:

Domingo Hernández Zúñiga y **Epifania Santiago Pérez**, por darme la vida y ser el motivo para superarme cada día.

A mi tía y madrina:

Eusebia Hernández Zúñiga, quien ha sido un invaluable apoyo a lo largo de mi existencia, que de una u otra manera y en diferentes circunstancias y etapas de mi vida, ha contribuido a forjar lo que ahora soy como persona y como profesional.

A mis hermanos, especialmente a **Lucio** por su apoyo incondicional y a **Fabián** por su apoyo en las visitas y recolectas en campo.

A mis primos, por su apoyo.

A mis sobrinos, especialmente a *Rodolfo, Mayra, Alondra* y *Obdulia*, quienes a pesar de su corta edad participaron activamente en las visitas de campo y recolectas de especímenes.

A mi gente de Santa Catarina Estetla, esperando que el presente trabajo los motive para empezar a cambiar las cosas en nuestra comunidad.

A mis compañeros de la generación de la Maestría en Agroforestería (*Alex, Vicky, Fidel, Ambrosio, Poncho, Johena, Sergio, Yadira* y *Daniel*) y amigos (*Bibi, Julia, Estrella, Abigail, Adriana, Elizabeth, Norberto*), con quienes he compartido tantas vivencias y momentos agradables durante la estancia en la Maestría y en el INEGI.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por todos los conocimientos adquiridos en la Maestría.

A la Coordinación de la Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, por todas las facilidades brindadas en la culminación de la presente tesis y termino de la Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado durante mis estudios de posgrado.

A las autoridades de los Bienes Comunales y campesinos de la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca, por compartir la valiosa información y experiencias que se plasman en la presente investigación.

Al Dr. Jesús Pérez Moreno, por la dirección del presente trabajo, la sencillez de su trato, la amistad y apoyo brindado en todo momento.

Al Dr. Antonio Vázquez Alarcón, por la codirección del presente trabajo y sus acertadas sugerencias al mismo.

Al Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo, por el apoyo brindado en la revisión y estructuración del trabajo, principalmente en la parte de manejo integral del fuego, por sus acertadas sugerencias al mismo.

A la M.C. Bertha Rodríguez Castañeda del Herbario del Departamento de Zootecnia y a la M.C. Margarita Díaz Garduño, del Herbario de Preparatoria Agrícola, ambas de la Universidad Autónoma Chapingo, por su invaluable apoyo en la identificación de los especímenes recolectados.

A todos aquellos que de alguna manera participaron en las distintas etapas del proceso, especialmente a Lolita y a Rocío por el apoyo brindado.

A todos ustedes, GRACIAS.

DATOS BIOGRÁFICOS

El **C. Faustino Hernández Santiago** nació el 15 de febrero de 1974 en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca, México. La educación básica le fue impartida en la escuela bilingüe de su comunidad y en la comunidad de Reyes Mantecón, Oaxaca. En 1989 ingresa a la Universidad Autónoma Chapingo para realizar sus estudios de nivel medio superior en la Preparatoria Agrícola y posteriormente de nivel superior en el Departamento de Fitotecnia, desarrollando su tesis sobre cultivos de cobertura en el istmo oaxaqueño y con financiamiento de la Fundación Rockefeller. Desde su egreso ha participado en diversos despachos y consultorías dedicados a la elaboración de proyectos de plantaciones forestales comerciales, ecoturismo, Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), producción orgánica de alimentos, educación ambiental, entre otros. Es miembro fundador de Mater Natura A.C. y ha colaborado con diversas asociaciones civiles e instituciones gubernamentales. Es hablante de la lengua indígena mixteca y en el 2008 fue acreditado en lectoescritura de su lengua por el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI) y la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

En el 2009 finalizó sus estudios en el programa de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma Chapingo, realizando la investigación sobre Sucesión Ecológica en Barbechos de Agricultura igratoria y su asociación con hongos ectomicorrícicos y comestibles en su comunidad de origen.

“Sucesión ecológica en barbechos de agricultura migratoria y su asociación con hongos ectomicorrizicos y comestibles en Santa Catarina Estetla, Oaxaca”

“Ecological succession in fallow land in migratory agriculture and its association with ectomycorrhizal and edible mushrooms in Santa Catarina Estetla, Oaxaca”

Faustino Hernández Santiago

(Bajo la dirección de J. Pérez-Moreno, A. Vazquez-Alarcón y D. A. Rodríguez-Trejo)

RESUMEN

En México, uno de los sistemas de mayor importancia que utiliza fuego para desarrollar sus actividades productivas es la roza, tumba y quema (RTQ) o agricultura migratoria. Los objetivos del presente estudio fueron describir el manejo del fuego, la composición de diversidad vegetal y de hongos en los barbechos y los hongos comestibles silvestres en Santa Catarina Estetla, Oaxaca. La cantidad de combustibles que se queman en la comunidad fue de 233 Mg ha⁻¹ para *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* y de 670 Mg ha⁻¹ para *Q. glaucoides*. Especies de los géneros *Lantana*, *Desmodium*, *Phaseolus*, *Agave*, *Calliandra*, *Diphysa*, *Eynsehardtia* y *Acacia* se registraron en las diferentes fases de sucesión (6 a 90 años). Se identificaron 13 especies de hongos silvestres comestibles. *Diphysa floribunda*, *Leucaena* spp. y algunos hongos como *Pseudofistulina radicata* tienen potencial de adoptarse en las prácticas agroforestales, por sus múltiples beneficios para los habitantes de la comunidad.

Palabras Clave: Roza, Tumba y Quema (RTQ), Agricultura Migratoria, Manejo del fuego, barbechos, hongos silvestres comestibles, sucesión, prácticas agroforestales.

ABSTRACT

In Mexico, one of the most important systems that uses fire to develop its productive activities is the slash-and-burn or migratory agriculture method. The objectives of this study were to describe the fire management, the composition of plant and fungal diversity in the fallow land and the edible wild mushrooms in Santa Catarina Estetla, Oaxaca. The amounts of fuel burned in the community were 233 Mg ha⁻¹ for *Quercus magnoliifolia* and *Q. peduncularis* and 670 Mg ha⁻¹ for *Q. glaucoides*. Species of the genus *Lantana*, *Desmodium*, *Phaseolus*, *Agave*, *Calliandra*, *Diphysa*, *Eysenhardtia* and *Acacia* were recorded at different stages of succession (6 to 90 years). In total, 13 species of edible wild mushrooms were identified. *Diphysa floribunda*, *Leucaena* spp. and some mushrooms such as *Pseudofistulina radicata* have the potential to be used in agroforestry practices, for their multiple benefits for people in the community.

Key Words: Slash-and-Burn, migratory agriculture, fire management, fallow land, edible wild fungi, succession, agroforestry practices.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General.....	3
1.2. Objetivos Específicos	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. La agricultura migratoria o de Roza, Tumba y Quema (RTQ) en México.....	4
2.1.1. Descripción de los sistemas de agricultura migratoria o RTQ y Milpa	5
2.1.2. La problemática del sistema tradicional de agricultura migratoria o de RTQ	16
2.1.2.1. Impacto en los recursos naturales.....	18
2.1.3. Alternativas para mejorar el sistema tradicional de RTQ	20
2.2. Manejo Integral del Fuego (MIF) en la agricultura migratoria o de RTQ y el cambio climático.....	23
2.2.1 Manejo integral del fuego en la agricultura de RTQ	23
2.2.2. El cambio climático global.....	24
2.3. Sucesión vegetal	26
2.3.1. Tipos de sucesión vegetal	27
2.3.1.1. Progresiva y regresiva	27
2.3.1.2. Primaria y Secundaria.....	28
2.3.1.3. Autogénica y alogénica	29
2.3.1.4. Cíclica	29
2.4. La etnomicología y la importancia de las micorrizas en los ecosistemas.....	30
2.4.1. Las micorrizas y su importancia en la sucesión vegetal.....	31
2.4.1.1. Tipos de micorrizas	33
3.1. Área de estudio	36
3.1.1. Los Mixtecos: La gente de las nubes o de la lluvia.....	36
3.1.2. Los recursos naturales de la Mixteca.	38
3.1.3. El Municipio y la comunidad de estudio	39
3.1.4. Características biofísicas del área de estudio.....	42
3.1.5. Características socioeconómicas del área de estudio	45
3.2. Métodos	47
3.2.1. Caracterización de la agricultura migratoria o de RTQ y Manejo Integral del Fuego (MIF) en terrenos de la comunidad	50
3.2.1.1. Inventario de materiales combustibles leñosos en terrenos con RTQ.....	51
3.2.1.2. Inventario de materiales combustibles finos u hojarasca en terrenos con RTQ.....	56
3.2.2. Estudio de la sucesión ecológica y presencia de hongos silvestres.....	57

3.2.2.1. Criterios para la selección de los barbechos	57
3.2.2.2. Criterios para la selección de las áreas de inventario en los acahuales.....	58
3.2.2.3. Inventarios y medición de la vegetación.	59
3.2.2.3.1. Inventario.....	59
3.2.2.3.2. Recolectas e identificación taxonómica del material vegetativo.....	59
3.2.2.4. Inventario de hongos silvestres	61
3.2.3. Estudio etnomicológico para identificar y describir el uso local (comestible, micorrizico u otro) de especies de hongos silvestres presentes en el área de estudio	61
3.2.4. Alternativas agroforestales que se proponen para reducir la RTQ en la comunidad.	62
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1. El uso tradicional del fuego y la caracterización de la agricultura migratoria o de RTQ en la comunidad de estudio	63
4.1.1. Condiciones del medio natural en el sistema roza, tumba y quema (RTQ).....	67
4.1.2. Importancia del sistema de agricultura migratoria o de RTQ	68
4.1.3. La dinámica de uso del suelo bajo el sistema agrícola de RTQ o agricultura migratoria.....	70
4.1.3.1. El papel de la vegetación	70
4.1.4. El periodo de cultivo y barbecho en los terrenos de cultivo	76
4.1.5. Las etapas de la agricultura migratoria o sistema RTQ en la comunidad de estudio.....	78
4.1.6. Perspectivas del sistema RTQ en la comunidad de estudio	99
4.1.7. Inventario de combustibles leñosos y ligeros de dos especies de encino en terrenos de RTQ en la comunidad de estudio	101
4.2. Estudio de la sucesión ecológica y presencia de hongos ectomicorrizicos en barbechos de RTQ	104
4.2.1. Hongos silvestres ectomicorrízicos identificados en las etapas sucesionales o barbechos	111
4.3. Estudio etnomicológico en la comunidad de estudio	115
4.4. Alternativas agroforestales para reducir la agricultura migratoria o de RTQ en la comunidad de estudio.....	153
4.4.1.1.1. Descripción taxonómica de <i>Diphysa floribunda</i> Peyr ..	170
4.4.1.1.2. El Potencial agroforestal del Guachipílin (<i>Diphysa floribunda</i> Peyr.) en la zona de estudio	175
4.4.1.1.3. El hongo de Guachipilín (<i>Pseudofistulina radicata</i> (Schwein.) Burdsall. (<i>Fistulina radicata</i>)	178
4.4.1.1.4. Registros de <i>Pseudofistulina radicata</i> (Schwein.) Burdsall en Centroamérica	179

4.4.1.1.5. Descripción taxonómica de <i>Pseudofistulina radicata</i> (Schwein.) Burdsall	182
5. CONCLUSIONES	183
6. RECOMENDACIONES.....	191
7. LITERATURA CITADA	193
8. ANEXOS.	207

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Efecto de la quema sobre la disponibilidad de nutrimentos en dos tipos de suelo donde se práctica el sistema milpa.	19
Cuadro 2. Características de los terrenos de RTQ en donde se realizó el muestreo de combustibles leñosos.....	50
Cuadro 3. Longitud de la línea de muestreo utilizado en el inventario de combustibles.....	52
Cuadro 4. Fórmulas utilizadas en el cálculo del peso seco total de los combustibles leñosos.....	55
Cuadro 5. Características de los barbechos en donde se realizó el estudio de sucesión ecológica.....	58
Cuadro 6. Características de las personas entrevistadas sobre RTQ y manejo tradicional del fuego en la comunidad.....	68
Cuadro 7. Rendimiento promedio de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) en terrenos de RTQ en la comunidad de estudio.	95
Cuadro 8. Cuantificación de combustible leñoso y ligero en un terreno de RTQ con encino de hoja ancha (<i>Tnuyaa nta'á nt++</i>) (<i>Quercus magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i>) en el área de estudio.	102
Cuadro 9. Cuantificación de combustible leñoso y ligero en un terreno de RTQ con encino redondo (<i>Tnunchikute</i>) (<i>Quercus glaucoides</i>) en el área de estudio.	103
Cuadro 10. Densidad de pilas de combustible leñoso y ligero en terrenos de RTQ en la comunidad de estudio.	103
Cuadro 11. Datos del número, diámetro y altura promedio de individuos de <i>Quercus magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i> en los sitios de muestreo.	104
Cuadro 12. Especies herbáceas asociadas con <i>Quercus magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i> en los barbechos de agricultura migratoria en la comunidad de estudio.....	109

Cuadro 13. Especies arbustivas asociadas con <i>Quercus magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i> en los barbechos de agricultura migratoria en la comunidad de estudio.....	110
Cuadro 14. Especies arbóreas asociadas con <i>Quercus magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i> en los barbechos de agricultura migratoria en la comunidad de estudio.....	110
Cuadro 15. Cantidad y peso de hongos silvestres recolectados e identificados en los sitios de muestreo.....	111
Cuadro 16. Clasificación de los seres vivos y hongos silvestres según la gente de la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.....	120
Cuadro 17. Registro de nombres de hongos comestibles presentes en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca, México.	132
Cuadro 18. Características que son utilizadas por los habitantes para designar el nombre común de las especies de hongos silvestres presentes en la comunidad.....	133
Cuadro 19. Patrones fenológicos y grupo trófico de hongos silvestres en el área de estudio.	135
Cuadro 20. Nombres comunes de los hongos tóxicos presentes en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.	147
Cuadro 21. Especies de árboles y arbustos con potencial para ser utilizados en las alternativas agroforestales en la comunidad.....	168
Cuadro 22. Características de la madera de <i>Diphysa robinoides</i>.....	177

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Glifo toponímico de Santa María Peñoles o <i>Yucu Inia</i>	40
Figura 2. Localización del área de estudio.	41
Figura 3. Glifo toponímico de Santa Catarina Estetla o <i>Ñuu tiiña</i>	42
Figura 4. Diagrama ombrotérmico de referencia, Santiago Tlazoyaltepec, Oax....	43
Figura 5. Principales interacciones ecológicas en el sistema agroforestal de roza, tumba y quema en Santa Catarina Estetla, Oaxaca.....	48
Figura 6. Esquema de la marcha metodológica seguida en el presente trabajo...	49
Figura 7. Características del calibrador para el muestreo de combustibles leñosos.....	54
Figura 8. Medición por clases de tamaños de los diámetros de los combustibles leñosos.....	54
Figura 9. Muestreo del material combustible fino u hojarasca	57
Figura. 10. Perfil esquemático de la agro biodiversidad en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.....	72
Figura 11. a). Vista panorámica de la mixteca, b) Perturbación de la vegetación por actividades antropogénicas.	77
Figura 12. Terrenos en donde se realiza la actividad agrícola: a) Sistema Milpa (Maíz (<i>Zea mays</i>)-Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)-Calabaza (<i>Cucurbita</i> spp.)), b) Monocultivo (Frijol de mata (<i>Phaseolus vulgaris</i>)).....	77
Figura 13. Terrenos de agricultura migratoria o barbecho.....	79
Figura 14. Roza y tumba en terrenos con vegetación	88
Figura 15. Apertura de guardarraya o brecha cortafuego en terreno de RTQ y daños a vegetación contigua cuando no se realiza guardarraya.	88
Figura 16. Quema de combustibles en terrenos de roza y tumba.	88
Figura 17. Actividades en el terreno después de la Quema	93
Figura 18. Actividades previas y siembra en terrenos de RTQ.....	93
Figura 19. Siembra de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y cultivo establecido.....	93
Figura 20. Desarrollo del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	94
Figura 21. Renuevos de <i>Quercus glaucooides</i> después de la RTQ.	94

Figura 22. Vistas del terreno después del primer ciclo de cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) en terrenos de RTQ.....	94
Figura 23. Modelo de la dinámica del ecosistema forestal con RTQ en Santa Catarina Estetla (Modificado por el autor de FAO (1994)).	98
Figura 24. Calendario de actividades en terrenos de RTQ o agricultura migratoria en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.	99
Figura 25. Comportamiento del número de individuos presentes en los diferentes años de barbecho.	105
Figura 26. Comportamiento del diámetro en los individuos presentes en los diferentes años de barbecho.....	105
Figura 27. Comportamiento de la altura en los individuos presentes en los diferentes años de barbecho.....	106
Figura 28. Comportamiento del número de individuos y peso seco de los hongos silvestres en los sitios de barbecho.....	112
Figura 29. Tendencias de cambios de diversidad de especies vegetales y fúngica en barbechos de RTQ en clima templado.....	113
Figura 30. Etapas sucesionales después de la RTQ y hongos silvestres asociados.....	114
Figura 31. Lámina del Códice Vindobonensis en donde se describe los orígenes míticos del universo mixteco	116
Figura 32. La diosa “1 águila” ó <i>Sitña Yuta</i> , “la abuela de los ríos” o diosa de la fertilidad	116
Figura 33. El dios Nueve Viento “Quetzalcóatl” (la serpiente emplumada), carga en sus hombros a la deidad “11 Lagartija”	117
Figura 34. El dios Nueve Viento “Quetzalcóatl” tiene un encuentro con el dios solar y de la música Siete Flor “ <i>Piltzintecuhtli</i> ”	117
Figura 35. Cabeza de un hombre que lleva hongos en el cabello representado en el Lienzo de Zacatepec.....	118
Figura 36. Descripción de las partes del hongo reconocidos por los habitantes de la comunidad de estudio.....	121
Figura 37. a) y b) Características generales del área de estudio; c) y d) recolecta de hongos por la población nativa; e) y f) características de vivienda y transporte en la comunidad y, g) y h) algunas formas de preparación de	

los hongos silvestres: amarillo (<i>Ndeyu xi'i</i>) y asado en el comal (<i>Chi'o nuu xiyo</i>).....	154
Figura 38. Hongos comestibles presentes en la comunidad de estudio: a) <i>Amanita caesarea</i> , b) <i>Boletus edulis</i> , c) <i>Cantharellus cibarius</i> d) <i>Hypomyces lactiflorum</i> , e) <i>Lactarius volemus</i> , f) <i>Marasmius oreades</i> , g) <i>Neolentinus lepideus</i> , h) <i>Pseudofistulina radicata</i> , i) <i>Ramaria aff. botrytis</i> y j) <i>Russula aff. lepida</i>	155
Figura 39. Hongos presentes en la comunidad de estudio con potencial lúdico: a) <i>Lycoperdum perlatum</i> , b) <i>Lycoperdum aff. spadiceum</i> , c) <i>Pisolithus tinctorius</i> d) <i>Astreus hygrometricus</i> , e) <i>Scleroderma aff. aerolatum</i> ; potencial farmacológico: f) <i>Cantharellus cinabarius</i> , g) <i>Pycnoporus sanguineus</i> , h) <i>Ganoderma lucidum</i> ; y con potencial micorrízico: c) <i>Pisolithus tinctorius</i>	156
Figura 40. Especies comestibles en otras partes de México, pero no consumidos en la región: a) <i>Amanita crocea</i> , b) <i>Amanita fulva</i> , c) <i>Amanita rubescens</i> d) <i>Helvella aff. lacunosa</i> , e) <i>Hypomyces aff. macrosporus</i> , f) <i>Lactarius indigo</i> , g) <i>Russula delica</i> , h) <i>Russula aff. cyanoxantha</i> , i) <i>Laccaria lacata</i> y j) <i>Suillus flavidus</i>	157
Figura 41. Representación esquemática de las relaciones de nutrimentos y ventajas de un sistema agroforestal “ideal” en comparación con sistemas forestales y agrícolas	161
Figura 42. Especies con potencial agroforestal.....	169
Figura 43. El árbol de guachipilín (<i>Diphysa floribunda</i>).....	173
Figura 44. Consumo de la flor del guachipilín (<i>Diphysa floribunda</i>) en la comunidad.....	174

1. INTRODUCCIÓN

En extensas regiones de México donde se practica el cultivo de temporal, cada año cientos de miles de productores recurren al fuego para desarrollar sus actividades productivas, principalmente la quema de pastizales y la práctica de roza, tumba y quema (RTQ), la cual se aplica para desmontar y remover la vegetación natural y dar espacio a cultivos (monocultivos y/o milpas) o a áreas de pastoreo, con el beneficio adicional de incorporar nutrientes al suelo que provienen del material orgánico calcinado.

El fuego puede ser beneficioso o perjudicial, según cómo, dónde, cuándo y por qué ocurre. Existe una necesidad de integrar las realidades socioculturales y las exigencias ecológicas con los enfoques tecnológicos para lograr un Manejo Integral del Fuego (MIF), de tal forma se lleven a enfoques ecológica y socialmente adecuadas para el manejo del mismo. La identificación y la comprensión de las necesidades de la comunidad, así como las limitaciones ecológicas de un área, servirán como guía para el diseño y la aplicación de programas del manejo del fuego más eficaces (Myers, 2006).

En la comunidad de Santa Catarina Estetla, la producción de maíz y frijol se lleva a cabo bajo el sistema de monocultivo ó milpa permanentes, manejados con la tecnología de roza, tumba y quema (RTQ), y en su mayoría realizándose en laderas pronunciadas, lo que ocasiona que los suelos estén degradados y el

rendimiento de los cultivos cada vez sea más bajo, esto origina que cada año se abran más terrenos al cultivo. Los sistemas de cultivo mencionados juegan un papel importante en la vida cotidiana de los habitantes de la comunidad, ya que son la base de la seguridad alimentaria familiar, aportan forraje para el ganado y parte de la generación de fuentes de ingresos. Sin embargo también disminuyen las áreas para la recolección de especies silvestres, entre ellos los hongos silvestres, que desde la época prehispánica se tiene el conocimiento sobre los mismos y han sido parte importante en la dieta de los mixtecos.

Cuando una vegetación primaria es destruida o profundamente modificada, se puede desarrollar también, a partir en que el agente de perturbación es eliminado, una sucesión de comunidades, la cual es una secuencia de remplazamientos de plantas o tipos de vegetación en diferentes comunidades (Granados y López, 2000). Es importante definir las tendencias sucesionales (cambios fisonómicos y estructurales en las comunidades vegetales), asociadas a los distintos patrones de perturbación humana o aprovechamiento, con la finalidad de generar alternativas para el aprovechamiento sostenido y para la rehabilitación de suelos y bosques en la región. Lo anterior con base en las premisas de la agroforestería que implica una integración aceptable, en términos sociales y ecológicos, de árboles con cultivos y/o animales, con lo que se puede mejorar la calidad de vida y el paisaje rural, al tiempo que genera riqueza y conserva los recursos naturales. De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo General

Conocer la dinámica de la sucesión ecológica en barbechos de agricultura migratoria o de roza, tumba y quema (RTQ), su asociación con el manejo tradicional del fuego y la etnomicología en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.

1.2. Objetivos Específicos

- Conocer el uso y manejo tradicional del fuego en la apertura de terrenos con fines agrícolas en la comunidad de Santa Catarina Estetla.
- Definir las etapas sucesionales y las especies vegetales que se presentan en barbechos de 6 a 90 años donde se realizó agricultura migratoria o de roza, tumba y quema (RTQ).
- Realizar un estudio etnomicológico para identificar y describir el uso local (comestible, micorrízica u otro) de especies de hongos silvestres, con el fin de contribuir al conocimiento sobre estas especies en México.
- Identificar y comparar la diversidad de especies de hongos silvestres ectomicorrizicos en barbechos con sucesión vegetal.
- Proponer alternativas de manejo agroforestal para reducir la agricultura migratoria o de RTQ en la comunidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La agricultura migratoria o de Roza, Tumba y Quema (RTQ) en México

La agricultura migratoria o de roza-tumba y quema (RTQ) ha existido por siglos, constituye el sistema de aprovechamiento del suelo más generalizado en las zonas tropicales y sigue siendo la práctica de uso de la tierra en un 30% de los suelos arables del mundo (Andriessse y Schelhass, 1987). Históricamente, la agricultura migratoria no se ha limitado al trópico, desde el período neolítico, las comunidades agrícolas de todo el mundo la han utilizado para cultivar el monte. A medida que los primeros agricultores pasaban por Asia, Europa, África y América, iban desbrozando los bosques y creando campos de cultivo. El sistema de corte y quema se seguía empleando, hace algunos años, en los bosques de abeto falso en Europa del Norte (Russell, 1968; Vaillant, 1973; Cox y Atkins, 1979; Ruddle y Manshard, 1981). En México tuvo su origen hace unos 3000 a 2000 años con los Olmecas y los mayas la practicaban siglos antes del arribo de los españoles.

En las comunidades rurales de Yucatán, bajo este sistema se produce la mayor parte del maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* y *P. lunatus* L.) y calabaza (*Cucurbita argyrosperm*, Huber y *C. moschata*, Duch), base de su alimentación y del ganado de patio (Cuánalo y Uicab, 2005).

Krisnamurthy y Ávila (1999) denominan a este tipo de agricultura como agricultura migratoria, la cual es uno de los tradicionales sistemas de producción de alimentos practicado durante siglos, siendo la base de subsistencia, valores culturales y estabilidad social de unos 350 a 500 millones de personas, la mayoría de quienes viven en los trópicos.

La SEMARNAT (2002) indica que Yucatán (2,536,960 ha.), Campeche (1,758,339 ha), Quintana Roo (1,003,593 ha), Michoacán (392,148 ha), Oaxaca (335,842 ha), Chiapas (335,778 ha.) y Guerrero (278,093 ha.), son los estados con mayor superficie dedicada a la agricultura de roza, tumba y quema a nivel nacional.

2.1.1. Descripción de los sistemas de agricultura migratoria o RTQ y Milpa

En el sistema de RTQ, la tierra bajo vegetación natural es limpiada mediante la quema para obtener un suelo rico en nutrimentos, en donde se practica el cultivo de maíz solo o asociado a granos y hortalizas de temporal por un periodo corto (dos a tres años) hasta que el suelo, víctima de la erosión y de la pérdida de nutrimentos por lixiviación o por remoción a través de la cosecha de cultivos, disminuye su fertilidad y comienza a verse fuertemente invadido por malezas de difícil control, entonces, es más provechoso abandonar el terreno para permitir una rápida regeneración de la vegetación; el campesino puede

regresar al mismo terreno después de 5 a 20 años, limpiándolo una vez mas y repitiendo el ciclo (Nair, 1997; Torquebiau, 1993).

Hernández (1985) y la FAO (1994) menciona que el ciclo de corte y quema se realiza en varias etapas, en cada una de las cuales el agricultor deberá adoptar decisiones críticas sobre la ubicación, cronograma, cultivos y aporte de mano de obra: la selección del terreno, medición del terreno, el desbroce o la roza, la tumba, la pica, el cercado o protección, la guardarraya, aprovechamientos forestales, la quema, la siembra o plantación, la semilla, los deshierbes, la dobla, la cosecha, el granero, el desgrane y el barbecho. Si la decisión es errónea en cualquiera de estas etapas, el resultado podría ser una cosecha reducida o nula:

A. Selección del terreno. El agricultor indígena tiene un conocimiento íntimo de las tierras, dentro del radio ordinario de sus actividades agrícolas. A través de los años, desde su infancia, llega a acumular la siguiente información básica: 1) los derechos de propiedad de la tierra; 2) la fase de la rotación en que se encuentra cualquier terreno en un momento dado, es decir, último año de explotación y número de años en barbecho; 3) la calidad de los suelos, por las características del mismo, por la vegetación existente y por los rendimientos unitarios obtenidos; 4) la mayor o menor necesidad del cercado para proteger la milpa de las invasiones del ganado; y 5) la asequibilidad del agua para su consumo

personal. La FAO (1994) menciona que la selección no solo depende de los requerimientos de la fertilidad del suelo, sino también de su distancia desde la casa o poblado, la accesibilidad del sitio durante todo el año, de los cultivos a establecer y la mano de obra disponible, así como de las limitaciones sobrenaturales. Los agricultores de corte y quema reconocen que la fertilidad del suelo está vinculada al crecimiento del bosque, por lo tanto, un bosque maduro tendrá suelo bueno para los cultivos (Warner, 1981). Esto es confirmado por las investigaciones edafológicas que vinculan los elementos nutrientes con la biomasa existente en el ecosistema del bosque tropical; cuando mayor sea la biomasa, mayor será la cantidad de nutrientes disponibles para los cultivos.

B. Medición del terreno. Una vez escogido el terreno, se procede a su medición, lo cual consiste en señalar el número de mecatres (25 mecatres equivale a una hectárea) que se van a cultivar. El tamaño del terreno estará determinado por factores tales como el tiempo que puede dedicar un hombre al desbroce sin sacrificar otras actividades económicas, y la extensión que una familia podrá mantener deshierbada y protegida. Pocos agricultores de corte y quema tratan de cultivar más de dos o tres hectáreas, aunque pueden tener barbechos del mismo tamaño o más grandes, los cuales deshierban y cosechan esporádicamente.

C. La roza o desbroce. Hay una relación entre el régimen pluvial y la época de desbroce. En zonas donde existen precipitaciones pluviales más o menos constantes, los terrenos se desbrozan durante todo el año. Cuando existe una mayor variación en la precipitación pluvial o una marcada estación seca, los campesinos tratan de aprovechar esa temporada para obtener una buena quema. En lugares donde la estación seca es muy marcada y dura de dos a tres meses, los agricultores de corte y quema talan el bosque durante los últimos días de lluvia y dejan que se seque el campo. Ellos tratan de calcular bien el tiempo de desbroce para optimizar la quema posterior; si los árboles se cortan muy pronto y continúan las intensas lluvias, la vegetación se pudrirá en vez de secarse y no se quemará bien, pero si el bosque se corta muy tarde podría no secarse a tiempo para la quema y plantación (Carneiro, 1983; Johnson, 1983).

D. La tumba. Una vez terminada la roza, se lleva a cabo la tumba, que consiste en cortar con hacha los árboles y arbustos más grandes. Esta tarea está también calculada para coincidir con la fase más jugosa de la vegetación. La tala de árboles grandes requiere tiempo y pericia, los propios agricultores de corte y quema integral consideran que la tala de árboles es una tarea peligrosa para la cual hay que tener experiencia. La corta selectiva constituye una técnica normal de manejo para mantener la sucesión forestal, por lo que en algunos casos se respetan las especies

valiosas o se cortan de manera que rebrote o a la altura de la cintura (Fosbrooke, 1974). Se acostumbra proteger los árboles que sirven para madera, nueces, aceite y fruta, ya sea en el borde del bosque o dentro del mismo campo.

E. La Pica. Al mismo tiempo que se va haciendo la tumba, se cortan las ramas y se distribuyen estas y la hojarasca en forma más o menos uniforme sobre el terreno. Esta actividad, tiene como objeto conseguir una quema uniforme sobre todo el terreno.

F. Cercado o protección. Consiste en la construcción del cercado con troncos y ramas de la vegetación que se ha tumbado, escogiéndose de preferencia las especies provistas de púas y espinas. Esto tiene la finalidad de proteger el cultivo del ganado y la fauna silvestre. Los sitios de cultivo en bosques maduros, preferidos por los agricultores, brindan una buena cubierta para los animales y permiten que entren a los campos cuando no hay nadie para ahuyentarlos. A fin de combatir a los depredadores, el agricultor de corte y quema construye casetas de vigilancia, coloca trampas, confecciona espantapájaros, tala los árboles que albergan nidos y construye cercas.

G. La guardarraya. Esta se refiere a las franjas de varios metros de ancho del terreno que se limpian con cuidado a lo largo del perímetro del

desmante, y en posición interior del cercado, con el propósito de proteger éste, y la vegetación en pie en terrenos de barbecho, contra el fuego de la quema. En la actualidad es raro ver que se lleve a cabo esta actividad.

H. Aprovechamientos forestales. Estos aprovechamientos pueden extenderse durante un periodo que inicia antes de la tumba y termina después de la quema, entresacando troncos de tamaño regular para su aprovechamiento en construcciones rurales, leña o carbón vegetal.

I. La quema. Cuando quemar – quemar o demorar la quema- es el problema anual más difícil de resolver cuando se utiliza el sistema de RTQ. Para esta operación se escoge un día o noche con poco viento; se inicia el incendio y se le mantiene activo y uniforme con el uso de teas. En ciertas ocasiones se tiene a un individuo preparado con haces de ramas húmedas para evitar incendios fuera de los límites del desmante. Una “buena quema” debe realizarse una vez que esté seca la madera, pero antes del inicio de las lluvias. Si se realiza demasiado pronto después del desbroce, la vegetación no se habrá secado lo suficiente y la maleza podría comenzar a establecerse en el campo quemado. Si la quema es pobre requerirá una segunda quema, para lo que se apilará la vegetación parcialmente quemada para volver a quemarla. En la mayoría de las sociedades que practican esta agricultura, la quema es realizada por los hombres. Si el campo está en la ladera de un cerro y rodeada por bosques, se suele emplear la técnica de comenzar el fuego desde abajo

para ir quemando hacia arriba. Si un campo colinda con un campo cultivado se suele iniciar el fuego en el lindero común, para luego dirigirlo hacia el campo rozado.

La quema es indispensable para obtener una buena cosecha con un mínimo de trabajo. La quema tiene seis efectos benéficos (Rambo, 1981).

1. *La limpieza de la vegetación indeseable del terreno.* La alteración de la estructura edáfica, que facilita la siembra y plantación; El calor del fuego modifica la textura del suelo y lo hace más desmenuzable.
2. *Mejoramiento de la fertilidad del suelo con las cenizas.* Cuando se quema la vegetación se depositan grandes cantidades de cenizas, ricas en nutrientes, en la superficie del suelo, con lo cual los cultivos recién plantados reciben los beneficios de la biomasa que ha crecido en el sitio.
3. *Disminución de la acidez del suelo.* Puesto que las cenizas vegetales suelen ser alcalinas, la quema incrementa el pH del suelo. Esto ayuda a superar uno de los problemas más graves de los suelos tropicales, la toxicidad de aluminio, por cuanto un incremento en el pH del suelo reduce el aluminio intercambiable.
4. *Mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo.* El calentamiento del suelo permite que los nutrientes almacenados estén más accesibles para las plantas.

5. *Esterilización de los suelos y reducción de las poblaciones de microbios, insectos y malezas.* El calentamiento de los suelos controla la maleza y reduce las poblaciones de insectos, nemátodos y diversos patógenos. La eliminación de las semillas de las malezas significa que habrá que deshierbar menos; por ello, los agricultores de corte y quema asocian el bosque alto y las buenas quemas “calientes” con poco deshierbe y altos rendimientos.

J. La siembra o plantación. Una vez que se ha quemado el campo desbrozado, es de importancia vital decidir cuándo y qué se va a cultivar. Después de la quema, los campos contienen una capa de nutrientes que serán arrastrados rápidamente por la lluvia. En las zonas húmedas, el agricultor de corte y quema plantará enseguida en el campo quemado. En aquellas zonas donde hay una estación seca es necesario plantar apenas comiencen las lluvias, para que las plantas puedan aprovechar los nutrientes antes de que se pierdan en el sistema.

K. La semilla. Durante la cosecha, se seleccionan las mazorcas que servirán como fuente de semilla para la próxima temporada. Esta selección se hace, en general, sobre la base de las características morfológicas de la planta y de la mazorca, más observaciones generales de precocidad y rendimiento. Con frecuencia se mezcla la semilla de

maíz con la de frijol y calabaza, dando como resultado una siembra asociada o milpa.

L. Los deshierbes. Los mismos nutrientes creados por la quema y que tanto benefician a las plantas cultivadas, también son sumamente provechosos para las plantas silvestres. Se ha estimado que el deshierbe bien realizado puede incrementar la producción en las zonas tropicales y subtropicales casi en un 100 % (Ashby y Pfeiffer, 1956). Muchos investigadores mencionan que la infestación de los campos con hierbas, más que el decaimiento de la fertilidad del suelo, lleva a la decisión de dejar de trabajar un terreno de corte y quema. Aunque la quema beneficia al suelo con nutrientes, éstos comienzan a disminuir rápidamente hasta decaer al nivel inicial antes de la quema (Nye y Greenland, 1964; Andriessse, 1977). La disminución de los nutrientes, primero rápida y luego progresiva, no se considera un elemento tan importante en la decisión de desbrozar otro terreno, como sí lo es la mayor necesidad de mano de obra para deshierbar. Mientras la necesidad de brazos sigue aumentando, a la vez que otras plantas compiten con los cultivos por los nutrientes, va decayendo la producción y, por ende, disminuyendo el periodo de cultivo (Greenland, 1974).

M. La dobla. Una vez que las mazorcas han alcanzado casi su total maduración, se hace la dobla, que consiste en quebrar la planta de maíz

a la altura del entrenudo inmediatamente debajo de la mazorca, dejando la parte superior de la planta inclinado hacia el suelo. Esta operación tiene los siguientes objetivos: 1) disminuir el daño causado por el ataque de pájaros; 2) evitar la entrada de agua a la mazorca por el ápice de las brácteas, y disminuir el daño por las enfermedades fungosas; 3) facilitar la pixca reduciendo la altura a la que se encuentra la mazorca. La fecha de pixca depende de las necesidades específicas del campesino, pero el intento es demorar esta tarea con el propósito de que la cosecha sufra menores mermas por insectos. Mientras, el agricultor sigue visitando la milpa con frecuencia para cosechar los cultivos asociados.

N. La pixca. Salvo que las mazorcas se vayan a desgranar de inmediato para su consumo o su venta, son cosechadas con la mayor parte de las brácteas envolventes (totomoxtle) para que tengan mayor protección contra los insectos al ser almacenado en los graneros. El pixcador recorre la milpa siguiendo las hileras, arrancando las mazorcas y recogéndolas en un canasto que cuelga de su cabeza por medio de un mecapal. Las mazorcas se envasa en costales de tamaño más o menos uniformes, con capacidad de unos 40 kilos, que sirven de medida, aproximada de los rendimientos unitarios. Este detalle es de gran interés al agricultor, por lo que siempre tiene una idea precisa de su producción. Si el campo de corte y quema ha sido plantado con diversos cultivos, cada uno se cosechará a medida que vaya madurando.

O. El desgrane. En la región maya, cuando hay necesidad de separar el grano de maíz del raquis central de la mazorca, esta se hace con frecuencia en estructuras que consisten de cuatro paredes con un piso emparrillado, todo esto elevado en horcones de un metro a metro y medio de altura.

P. El barbecho, la sucesión y rotación. Esta es una de las fases más importantes del sistema de RTQ. Consiste en dejar sin disturbio de cultivo a la vegetación para que se restablezca durante un periodo variable de años. Al complementar el ciclo, el periodo de barbecho y el periodo de cultivo forman dos partes fundamentales de una rotación a largo plazo. Es por esto que Hernández (1985) considera que el sistema de RTQ, visto en su totalidad, equivale a un **sistema nómada de rotación**. La fase directamente productiva de la rotación queda limitada por el descenso de la producción en relación con el trabajo invertido: la duración del periodo de barbecho depende de la presión de la población sobre el área cultivada y la rapidez de restablecimiento de la vegetación. Uhl (1983) estimó que en algunos casos debían transcurrir unos 100 años para que los campos cultivados vuelvan a constituir un bosque primario, y recalcó la importancia de los micrositios con árboles y troncos para el restablecimiento del proceso.

Desde sus orígenes, la agricultura migratoria es un excelso sistema agroforestal, pues a la fecha no hay sistema que implique una mayor producción de maíz sobre las laderas pronunciadas y pedregosas del trópico.

Desde antes de la llegada de los españoles, el aprovechamiento de los recursos naturales renovables por los mixtecos de la comunidad de Santa Catarina Estetla, gira en torno al sistema agrícola de roza-tumba y quema, el cual se basa en la renovación natural del bosque de clima templado y el restablecimiento de los niveles de fertilidad de los suelos, mediante largos periodos de barbecho (descanso), algunos de más de 90 años. Durante el barbecho se realizan aprovechamientos forestales para autoconsumo (materiales para la construcción, artesanías, recolecta de plantas comestibles, hongos silvestres, medicinales, curtientes y ornamentales) y de fauna silvestre; complementando al sistema la producción pecuaria familiar bajo pastoreo y de traspatio. Las etapas que se presentan son muy similares a las descritas anteriormente por Hernández (1985) y la FAO (1994), con la diferencia que en la comunidad no se realiza la dobla de la milpa.

2.1.2. La problemática del sistema tradicional de agricultura migratoria o de RTQ

El uso continuo de la quema para la siembra de la milpa produce una drástica disminución de su rendimiento, esto debido al efecto combinado de la

disminución de los nutrientes disponibles para los cultivos, el incremento de arvenses y a la pérdida del mantillo. Los nutrientes disponibles disminuyen porque se presenta un decremento en la cantidad y velocidad de mineralización de la materia orgánica del suelo, liberándose menor cantidad de nutrientes. El incremento en la incidencia de arvenses genera una competencia por luz, agua y nutrientes entre los cultivos y las arvenses, disminuyendo el rendimiento del cultivo (Cuanalo y Uicab, 2005).

Cuando la presión sobre el uso de la tierra es baja existe un equilibrio con el ambiente natural, pero cuando esta es alta debido a la falta de otros terrenos, la duración de los periodos de barbecho se reducen drásticamente y el sistema degenera, resultando en una seria erosión del suelo y en un descenso de su fertilidad y productividad, por lo que es notoria la importancia que juega la duración del periodo del barbecho sobre la regeneración de la productividad del suelo, aunque también debe ser considerada la naturaleza de la vegetación, las propiedades del suelo y la intensidad de manejo. El éxito del sistema de roza, tumba y quema está basado en el reciclaje de nutrientes y en la supresión de malezas y plagas durante el periodo de barbecho, de ahí que las sugerencias al mejoramiento y/o alternativas deben enfatizarse hacia la importancia de retener o incorporar la vegetación leñosa en la fase de barbecho y/o en la fase de cultivo, como la clave para el mantenimiento de la productividad del suelo (Nair, 1997).

La agricultura migratoria era sostenible cuando la tasa de población era baja y la tierra abundante como para dejarla en un largo periodo de barbecho. Con el aumento de la población local y la población migrante sin ninguna experiencia tradicional, se aumenta el ciclo de cultivo y se disminuye el periodo de barbecho con la consecuente producción no sostenible. Esta tendencia contribuye a la deforestación acelerada en las regiones tropicales, emisión incrementada de carbono a la atmósfera, pérdida de la biodiversidad y baja productividad de la tierra (Krisnamurthy y Ávila, 1999).

2.1.2.1. Impacto en los recursos naturales

Krisnamurthy y Ávila (1999) mencionan que la velocidad de deforestación por efecto de la RTQ se estima en alrededor de unos 14 millones de hectáreas en bosques primarios por año a nivel mundial. La América tropical y el Asia tropical son responsables de la mayor parte de la deforestación, con 40 y 37% respectivamente. La deforestación y la subsiguiente quema de la biomasa forestal es el mayor contribuyente de los gases de invernadero. Se estima que casi el 25% del calentamiento global es atribuido a la quema de los bosques, sobre todo los tropicales (EPA, 1990). Para el caso de México, Cairns *et al.* (1995) y Masera *et al.* (1992) citado por Hagar *et al.* (2000) indican que entre 18 y 24 millones de hectáreas de bosques han sido clasificados como perturbados o cubiertos con vegetación secundaria.

Una vez que se pierde el mantillo que cubre al suelo, queda al descubierto las capas superficiales del suelo disminuyendo su infiltración, aumentando la evaporación e incrementando la magnitud de los cambios de temperatura del suelo. Una alternativa que se propone para reducir los problemas descritos, es el uso combinado de cultivos de cobertera y fertilizantes químicos, con ello se mantiene la disponibilidad de nutrimentos, compite con arvenses y forma un mantillo (Cuanalo y Uicab, 2005).

Uribe (2006) citado por Petit y Uribe (2006), al evaluar el efecto de la quema sobre la disponibilidad de nutrimentos en suelos en el estado de Yucatán, observó un incremento en la materia orgánica, una disminución en el pH y un incremento en fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la quema sobre la disponibilidad de nutrimentos en dos tipos de suelo donde se practica el sistema milpa.

Característica	<u>Suelo Litosol</u>		<u>Suelo Cambisol</u>	
	Sin quema	Con quema	Sin quema	Con quema
pH	8.1	7.5	7.8	7.3
M.O. (%)	18.9	58.1	10.0	26.1
P (mg kg⁻¹)	2.0	17.1	4.0	6.3
K (mg kg⁻¹)	242	1055	225	899
Ca (mg kg⁻¹)	24,125	7,360	2,552	5,100
Mg (mg kg⁻¹)	312	951.6	222	707.6
CaCO₃ (%)	25	34.1	7	6.5

2.1.3. Alternativas para mejorar el sistema tradicional de RTQ

La agricultura migratoria o de roza, tumba y quema (RTQ) es un sistema agroforestal, que puede ser sustancialmente mejorado con tecnologías agroforestales y otras innovaciones tecnológicas. Los barbechos mejorados, el uso de leguminosas como coberteras vegetales, se presentan como buenas opciones alternativas con potencial para reducir la problemática de la producción en la comunidad. Aunado a lo anterior, innovaciones tecnológicas como el uso racional de herbicidas y fertilizantes, variedades mejoradas y especies nativas de usos múltiples, pudieran ser incluidas en las tecnologías o sistemas agroforestales, con el fin de potenciar los beneficios.

El mejoramiento de estos sistemas deberá incluir el uso de árboles de madera de valor comercial y de crecimiento rápido; con intercalación de cultivos de valor de valor medicinal u otros usos como los árboles fijadores de nitrógeno, o bien la transformación de estos sistemas secuenciales en sistemas simultáneos que consiste en la integración simultánea y continua de cultivos anuales y perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, ganadería y/o huertos caseros mixtos (CATIE, 1986).

Krisnamurthy y Ávila (1999) mencionan que la agroforestería tiene una capacidad inherente para contribuir a la sostenibilidad de la familia campesina en cualquier ciclo de cultivo, así como también a largo plazo y en una escala

espacial mayor. La libertad de seleccionar especies, sus arreglos, la estrategia flexible para el manejo de los componentes de la producción y el programa controlado para comercializar los productos agroforestales, son algunos de los elementos de la sostenibilidad de la familia campesina en el corto plazo. Por otra parte, los siguientes cuatro procesos son importantes atributos de los sistemas agroforestales a largo plazo y sobre una escala espacial mayor que contribuya a la sostenibilidad:

- a) **Control de la erosión del suelo.** Puede controlarse eficazmente con un buen diseño y un manejo apropiado de los sistemas agroforestales. La agroforestería tiene un gran alcance y potencial para controlar la erosión del suelo, especialmente en tierras de ladera en donde la magnitud de pérdida de suelo se reporta muy alta.

- b) **Restauración de la fertilidad del suelo.** Los nutrientes del suelo se extraen continuamente debido al crecimiento de los cultivos, y la fertilidad se ve disminuida por las cosechas y por la remoción de las tierras de cultivo. Hay muchas maneras de restaurar la fertilidad del suelo a través de los sistemas agroforestales, entre ellas usar ciclos cortos de barbecho de árboles o arbustos de leguminosas de crecimiento rápido como la *Sesbania*, *Tephrosia*, *Crotalaria* y el uso de abonos verdes.

c) Conservación de la biodiversidad. La agroforestería puede servir como una opción viable para la conservación de la diversidad ya que los sistemas agroforestales son más diversos estructuralmente que los monocultivos y que las plantaciones de árboles, facilita el mejoramiento de la biodiversidad al restaurar las tierras abandonadas y degradadas, y generalmente se considera el enfoque más práctico para imitar la sucesión natural e incrementar la biodiversidad, y por último la más importante al reducir la deforestación.

Schroeder (1993) citado por Krisnamurthy y Ávila (1999), indica que por cada hectárea en donde se practica la agroforestería, se podría haber prevenido de la deforestación de 10 ha.

d) Secuestro de carbono. El potencial de la agroforestería para la remoción del carbono ha sido recientemente identificado. Debido a que los árboles secuestran el bióxido de carbono de la atmósfera a través del proceso de la fotosíntesis, los sistemas agroforestales con árboles de rápido crecimiento pueden ser parte del remedio. Schroeder (1994) citado por Krisnamurthy y Ávila (1999), estimó que el almacenamiento medio de carbono por prácticas agroforestales era de 9, 21 y 50 toneladas de carbono por hectárea en ecozonas semiáridas, subhúmedas y húmedas respectivamente.

2.2. Manejo Integral del Fuego (MIF) en la agricultura migratoria o de RTQ y el cambio climático

2.2.1 Manejo integral del fuego en la agricultura de RTQ

El fuego es un fenómeno natural o asociado a las actividades del hombre, ha sido un factor ambiental presente durante mucho tiempo en los ecosistemas y ha jugado un papel muy importante en la dinámica y conformación de los mismos (Rodríguez, 1996). Sin embargo, cuando se altera el régimen de fuego, se convierte en un factor de deterioro de las áreas forestales. Esta manifestación antrópica del fuego ha sido constante, desde que el hombre lo dominó, ocasionando que muchos regímenes de fuego y ecosistemas se hayan transformado en paisajes antropogénicos.

En muchos lugares, los usos tradicionales del fuego perduran en un ambiente en el cual la población crece cada vez más y el actual nivel de quema está superando la capacidad de mantenimiento del ecosistema o están siendo reducidos mediante esfuerzos de prevención de incendios, supresión y cambios en el uso del suelo que ya no requieren el fuego o no lo toleran. Un componente importante del Manejo Integral del Fuego (MIF) es reconocer y comprender el papel importante que el fuego de origen humano ha jugado en un paisaje determinado. Las prácticas de quema actuales pueden o no estar en desacuerdo con las metas de conservación. En cualquier caso, en vez de trabajar en contra de estos usos mediante la prevención, puede ser más

práctico buscar maneras de modificar el uso actual del fuego, ya sea mitigando los impactos negativos actuales o, en algunos casos, explotando los usos existentes para facilitar el logro de los objetivos de manejo del fuego y de las metas de conservación. Por ejemplo, las quemas iniciadas por comunidades locales para fines diferentes a la conservación pueden realizarse en lugares o en momentos estratégicos a fin de contener la propagación de incendios forestales más tarde, durante la estación seca, o para evitar que los incendios ardan dentro de las reservas. Este tipo de cooperación requiere sobreponerse a las dificultades ocasionadas por diferentes visiones de mundo, lenguajes y perspectivas culturales entre los encargados de la conservación, los pueblos indígenas y las poblaciones rurales no indígenas. La colaboración con los usuarios locales del fuego es especialmente crítica en lugares en los cuales grandes extensiones de tierras para la conservación y sus zonas de amortiguamiento se encuentran bajo la propiedad directa y/o el control de pueblos indígenas, o son tierras comunales de comunidades rurales (Myers, 2006).

2.2.2. El cambio climático global

Los factores antrópicos son responsables de un incremento brusco de la temperatura en los últimos 200 años. De entre los gases que producen el efecto invernadero, el CO₂ es responsable de casi el 50% de dicho efecto, y una

fuentes de emisión importantes de este gas son los incendios forestales y las quemas agropecuarias (PNUMA, 1992).

La temperatura media de la superficie terrestre aumentó entre 0.3 y 0.6° C con respecto a la época preindustrial, y el mayor aumento ha ocurrido en los últimos 40 años. A escala mundial, 1998 fue el año más caluroso y la década de 1990 la más calurosa de la historia (World Rainforest Movement, 2003). Asimismo, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) confirma que 1998 fue el año más catastrófico en incendios forestales en la historia de México (CONAFOR, 2004). Los modelos climáticos predicen que si las tendencias de emisión actuales continúan, para el año 2100 la temperatura aumentará entre 1.4° C y 5.8° C. (World Rainforest Movement, 2003). Las consecuencias para muchas especies, incluida la humana, podrían ser catastróficas.

Los expertos en clima predicen que los fenómenos extremos como tormentas, huracanes, inundaciones, sequías, incendios forestales e inviernos severos, serían cada vez más frecuentes, con consecuencias graves para las condiciones de vida humana. Estos cambios se manifiestan en la corriente de “El Niño” al haber aumentado su intensidad, su frecuencia y la gravedad de los daños causados. Cada tres o siete años, un acontecimiento de “El Niño” puede durar por muchos meses y tiene consecuencias económicas y atmosféricas significativas en todo el mundo. Durante los últimos cuarenta años, se han presentado diez acontecimientos importantes de “El Niño”, de los registrados el

peor fue el del período de 1997 a 1998 (Department of Atmospheric Sciences, 2003).

La presencia de “El Niño” en 1998 ocasionó en México oleadas de calor, falta de lluvias y propició la peor temporada de incendios forestales en la historia nacional. Los años en que se ha presentado este fenómeno se han incrementado los períodos de sequía y elevado las temperaturas, lo cual ha impactado negativamente a la economía y al ambiente.

2.3. Sucesión vegetal

Los ecosistemas están sujetos a una serie de factores que limitan o promueven su desarrollo, tales como el clima, el suelo o la recurrencia de la perturbación natural. Sin embargo, algunas comunidades ecológicas son utilizadas por el hombre de forma variable, que incluye la completa destrucción de la vegetación para el establecimiento de cultivos agrícolas, la destrucción parcial de la cubierta vegetal mediante pastoreo de animales domésticos, o la simple recolección de productos animales y vegetales del ecosistema. Estos factores modifican la secuencia de reemplazo de especies en la comunidad y en la mayoría de los casos se desconocen las posibilidades de recuperación, el tiempo requerido para ello o la tendencia que seguirá el desarrollo de la comunidad después de la perturbación (Granados y López, 2000).

Al remplazamiento de una comunidad por otra, guiado por fuerzas ambientales que conducen hacia una comunidad madura estable y dinámica, se conoce como sucesión ecológica. Esto se entiende como el camino hacia la formación en el cual se establecen los fenómenos de competencia, establecimiento, supervivencia y dominancia, aunado a una dependencia de las interacciones y de las influencias modificadoras de los organismos vivientes que constituye la comunidad (Granados y López, 2000).

2.3.1. Tipos de sucesión vegetal

Los intentos por estudiar los patrones, procesos y mecanismos asociados con la sucesión ecológica han llevado a los investigadores a reconocer en el desarrollo de la vegetación los tipos de sucesión que se describen a continuación:

2.3.1.1. Progresiva y regresiva

Clements (1916) citado por Levi (2000), menciona que la sucesión progresiva o sucesión vegetal, es lo que comúnmente se asocia a cambios estructurales que se presentan en la vegetación con el desarrollo de la comunidad. Progresión implica una dirección, percibida como una serie de etapas o un continuo de una comunidad inicial hacia una comunidad bien desarrollada, madura y probablemente estable (Glenn-Lewin y Van der Maarel, 1992; citados por Levi,

2000). Cuando existen disturbios crónicos (contaminación del aire, contaminación por sustancias tóxicas, pastoreo, erosión y compactación del suelo), el ecosistema cambia gradualmente, generalmente hacia la declinación de la biomasa, suelo y cubierta vegetal, de una manera inversa a la sucesión y es llamado también retrogresión (Granados y López, 2000).

2.3.1.2. Primaria y Secundaria

La sucesión primaria se define como aquella desarrollada por la vegetación a partir de una superficie terrestre nueva, la cual se caracteriza por su baja fertilidad especialmente en nitrógeno (Gorham *et al.*, 1979, citado por Levy, 2000). Gleason y Tilman (1990) sugieren que la sucesión primaria es un proceso regulado por el desarrollo edáfico.

La sucesión secundaria consiste en el reemplazo de la vegetación preexistente después de ser destruida por un disturbio, y se caracteriza por desarrollarse sobre un suelo desarrollado y con la herencia biológica de la vegetación previa (reservorio de semillas o por el arribo de éstas desde áreas vecinas). Este tipo de sucesión generalmente se origina a partir de un disturbio del ecosistema. La sucesión secundaria presenta tasas de desarrollo y recuperación muy rápidas debido a las modificaciones hechas por la vegetación antes del disturbio, en cuanto al suelo y los disemínulos que persisten en el mismo (Gleason-Lewin y Van der Maarel, 1992; citados por Castañeda, 2007).

2.3.1.3. Autogénica y alogénica

La sucesión autogénica se presenta cuando los cambios en la vegetación se deben al efecto de las interacciones bióticas, así como a las modificaciones que producen en el medio. Así, los cambios autogénicos dependen directamente de las condiciones internas del ecosistema al modificarse la estructura y química del suelo por efecto de las raíces y la adición de materia orgánica, así como al cambiarse la cantidad de luz y humedad debido al desarrollo de vegetación (Barbour *et al.*, 1980).

La sucesión alogénica se presenta cuando los factores dominantes del cambio provienen del medio físico en forma regular (tormentas, incendios, áreas abiertas al cultivo), estas perturbaciones devuelven el desarrollo sucesional a una fase anterior o alteran de diversas formas la trayectoria de los estadios sucesionales.

2.3.1.4. Cíclica

La presencia de un claro dentro de las comunidades vegetales puede promover el desarrollo de una sucesión secundaria en escala muy local. Este tipo de eventos puede repetirse una y otra vez en toda la comunidad, dando pauta a una sucesión cíclica, la cual forma parte de la comunidad. Los cambios cíclicos no solo repiten fases sucesionales, sino también presentan una secuencia definida en el reemplazo de especies dentro de un contexto de perturbaciones

recurrentes en un área dada. La amplitud y persistencia de los cambios cíclicos en la sucesión está en función de la naturaleza, magnitud y frecuencia del disturbio (Van der Maarel, 1992).

2.4. La etnomicología y la importancia de las micorrizas en los ecosistemas

El conocimiento tradicional de los hongos en México como un recurso alimenticio o medicinal, ha sido estudiado en diversas regiones del país, así como el concepto de los campesinos en relación con la ecología, fenología y distribución de los mismos. Sin embargo, en la región mixteca del estado de Oaxaca poco se conoce sobre este tema, a pesar que se tienen registros desde la época prehispánica, como lo indica el código Vindobonensis.

México es un país con una alta diversidad fúngica, con más de 200,000 especies, de las cuales, 300 son comestibles y silvestres (Guzmán, 1998; Garibay-Orijel *et al.*, 2006). La preferencia por el consumo de determinadas especies, depende tanto de su presencia y abundancia en los ecosistemas, como del gusto particular de cada comunidad que vive en estrecha relación con estos organismos. Los hongos son considerados alimentos importantes en muchas culturas. Si bien es cierto que no satisfacen la demanda nutricional del organismo, son un complemento que aporta cantidades significativas de proteínas, grasas, fibras, minerales y carbohidratos (González-Juárez *et al.*, 2003).

León y Bautista (2009) mencionan que los hongos son reconocidos como recursos para la gente de las comunidades rurales en Oaxaca, por lo que deben estudiarse por representar una oportunidad como alimento, medicina, ritual, ceremonial o sagrado; se trata de una posibilidad de generación de ingresos económicos, de un producto no maderable esencial para el uso y manejo de los bosques, entre otras muchas aplicaciones. El acceso a las especies por bioprospección, alimenta un mercado global de materiales genéticos con ganancias importantes para la industria farmacéutica y alimentaria. El quehacer etnomicológico en Oaxaca deberá guiarse y reconocerse como una totalidad cultural.

2.4.1. Las micorrizas y su importancia en la sucesión vegetal

Villareal (1996) menciona que los hongos comestibles silvestres pueden representar una alternativa real en el manejo sustentable de los bosques de México, ya que son un recurso forestal no maderable que puede constituir una fuente económica y productiva para las comunidades rurales que habitan las regiones boscosas del país. Asimismo, éstos son muy abundantes en los bosques templados, principalmente en los de pino y de encino y no se pueden cultivar debido a que viven en estrecha relación con las raíces de los árboles, en una asociación que se le denomina *micorriza* (Guzmán *et al.*, 1993).

El término *micorriza* define una relación simbiótica entre determinados hongos y las raíces de la gran mayoría de las plantas verdes terrestres. En esta relación simbiótica el hongo obtiene el exceso de azúcares de reserva, básicamente almidón, de las raíces de la planta. Sin embargo permite a su vez a la planta, a través de la unión del micelio a las raíces, aumentar enormemente la ya impresionante extensión del aparato radical, que representa la superficie de absorción de las sales minerales y del agua del suelo (Pacioni, 1982).

Durante milenios, las relaciones entre las plantas y los microorganismos del suelo y agua han sido fundamentales para el éxito biológico de ambos grupos. Se sabe que muchas plantas del grupo de las leguminosas, gramíneas y otras familias han tenido éxito evolutivo por las relaciones simbióticas que tienen con organismos bacteriales y hongos que les permiten fijar nitrógeno y asimilar fósforo a cambio de nutrimentos orgánicos (Sprent y Sprent, 1990; Solórzano, 1992; Arroyo y Martínez, 1997 citados por Sánchez *et al.*, 2000). Los principales beneficios de los hongos micorrícicos para las plantas verdes son (Gilbertson, 1984):

- 1) Incrementar el área fisiológicamente activa en las raíces.
- 2) Incrementar la captación de las plantas de agua y nutrientes como fósforo, nitrógeno, potasio y calcio del suelo.
- 3) Incrementar la tolerancia de las plantas a las temperaturas del suelo y acidez extrema causadas por la presencia de aluminio y azufre.

Asimismo. proporcionan cierta resistencia a la alta concentración de iones metálicos en el suelo.

- 4) Proveen protección contra ciertos hongos fitopatógenos y nemátodos.
- 5) Inducen relaciones hormonales que producen que las raíces alimentadoras permanezcan fisiológicamente activas por periodos mayores que las raíces no micorrizadas.
- 6) Confieren mayor resistencia a la planta ante salinidad.

Alexander (1980) citado por Tarango *et al.* (2004) menciona que dadas las necesidades nutrimentales de la micorriza, esta restringe su hábitat a la raíz y al suelo vecino a ella, y sólo se reproduce cuando esta colonizando una raíz.

Boucher *et al.* (1999) citado por Rivera (2007) menciona que las ectomicorrizas están ampliamente dispersas en la naturaleza y se estima que el 10% de la flora mundial presenta este tipo de asociación. Principalmente las familias Pináceas, Betuláceas, Fagáceas, Ericáceas, algunas Mirtáceas, Juglandáceas y Salicáceas. Muchos de los hongos asociados pueden ser cultivados en cultivo puro, aislados de su planta huésped, pero no pueden formar carpóforos en su ausencia.

2.4.1.1. Tipos de micorrizas

El 95% de las plantas desarrollan micorrizas, las cuales se clasifican en ectomicorrizas y las endomicorrizas, aunque en ocasiones se pueden encontrar

un grupo poco común con unas propiedades intermedias, llamadas micorrizas ectoendotróficas (Salisbury y Ross, 2000).

Campbell (1987) y González (1993) citados por Tarango *et al.* (2004) indican que la ectomicorriza se forma en las raíces cortas y en las raicillas alimentadoras, modificando su forma, tamaño y a veces su color. El hongo micorrízico crece en la superficie de la raíz, formando un manto compacto de hifas; luego forma un vaina que penetra la epidermis y las hifas crecen entre las células corticales para formar la “red de Hartig”. Las hifas del manto fúngico se prolongan hacia el suelo, donde forman rizomorfos; ambas estructuras absorben, transportan agua y nutrimentos minerales. Asimismo, Castellano y Molina (1989) citados por Tarango *et al.* (2004), mencionan que en la zona de la raíz que abarca la red de Hartig ocurre el intercambio: el hongo trasloca a la raíz agua y nutrimentos, y la raíz pasa al hongo carbohidratos y otras sustancias nutritivas. Son diversas las formas y colores que puede tener una ectomicorriza, siendo las más comunes la pinnada, piramidal, coraloide, dicotómica e irregular (Ferrera, 1993).

Los hongos ectomicorrízicos forman cuerpos fructíferos llamados “carpóforos”, los cuales pueden verse en el piso de los bosques en la época de lluvias; dichas estructuras producen y liberan las esporas con las cuales el hongo se propaga (Alarcón y Ferrera, 2000, citados por Tarango *et. al.*, 2004). Estos hongos pertenecen principalmente a los basidiomicetos (que forman setas y

bejines) y a los ascomicetos (que forman trufas); aunque también hay algunos que son Deuteromicetos o Zigomicetos (Wilcox, 1994, citado por Tarango *et al.*, 2004).

Las endomicorrizas forman tres subgrupos, pero el más común de ellos, es el de las micorrizas vesículo arbusculares (MVA), los cuales pertenecen a la familia *Endogonaceae* y generan una red interna de hifas entre las células corticales que se extienden hasta el suelo, desde donde las hifas absorben agua y sales minerales. Aunque parece que los hongos MVA penetran directamente el citosol de las células corticales (creando estructuras denominadas vesículas y arbusculos, de donde han tomado su nombre); las hifas están rodeadas por una membrana plasmática invaginada desde las células corticales. Las MVA aparecen en la mayoría de las especies angiospermas herbáceas, tanto si son monocotiledóneas como dicotiledóneas, cultivos anuales o perennes o bien especies nativas o introducidas (Salisbury y Ross, 2000). Los mismos autores mencionan que quizás el beneficio más importante que proporcionan las micorrizas es el aumento de absorción de los iones que normalmente se difunden con lentitud hacia el interior de las raíces o bien los que son muy necesarios, especialmente el fósforo, NH_4^+ , K^+ , y NO_3^- .

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El estudio se realizó durante el 2008 y 2009 en la comunidad de Santa Catarina Estetla, una de las principales localidades del Municipio de Santa María Peñoles y en la cual el 100% de su población todavía habla la lengua mixteca. Su organización social y política se basa en usos y costumbres y los conocimientos son heredados de padres a hijos. La vías de acceso a esta comunidad son muy restringidas, sólo existen dos autobuses particulares y los horarios de salida de la Ciudad de Oaxaca son a las 5:00 am y a las 14:30 pm, de lunes a viernes, los fines de semana únicamente hay un transporte que sale a las 14:30 pm. El tiempo de traslado es de aproximadamente de 4 a 5 horas por camino de terracería. En el interior de la comunidad, aunque existen brechas de terracería que comunican a las rancherías, no existen vehículos de alquiler y por lo regular se transita a pie o con la ayuda de animales de carga y en un tiempo estimado de 2 a 3 horas entre rancherías.

3.1.1. Los Mixtecos: La gente de las nubes o de la lluvia

La palabra *mixteca* viene de la lengua náhuatl que quiere decir “habitantes del lugar las nubes”; *mix-mixtli*-nube, *teca*-habitantes. En la lengua nativa de los mixtecos lleva el nombre de *Yucu ñuu dau* o *davi*, ó *ñuu savi* que significa “lugar

de la lluvia o pueblo de lluvias”; *yucu*-montaña, *ñuu*-lugar o pueblo, *dau*, *davi* ó *savi*-lluvia (Alavez, 1988).

La Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2002) mencionan que el mixteco es la cuarta lengua indígena por el número de hablantes en México, después de los nahuas, los mayas y los zapotecos, con un total de 446, 236 individuos mayores de 5 años, aunque no contempla como indio hablantes a los menores de cinco años; por otra lado, la CDI, calcula la población mixteco hablante en más de medio millón y la ubica como la tercera más hablada en el país.

La lengua mixteca es de la familia otomangue y en realidad se trata de un complejo de dialectos y lenguas regionales que en muchos casos son ininteligibles entre sí. Esta situación ha existido por varios siglos. Algunos de los cronistas de la conquista y posteriores indicaron que las variedades del mixteco pasaban de la docena. En la actualidad, se reconocen más de 60 lenguas mixtecas repartidas en diferentes nichos geográficos (INALI, 2008). ¹El mayor número de hablantes de esta familia se localiza en el estado de Oaxaca, donde sólo el zapoteco y el mixteco son hablados por alrededor de un millón y medio de personas (cerca de la tercera parte de la población oaxaqueña).

Los antepasados de los actuales mixtecos se asentaron en un vasto territorio que abarca el noroeste del estado de Oaxaca, el extremo sur del estado de Puebla y una franja en el oriente del estado de Guerrero (Mindek, 2003).

3.1.2. Los recursos naturales de la Mixteca.

Con una superficie aproximada de 40,000 km², la región mixteca presenta un relieve abrupto y desigual y, por consiguiente, una variedad de microclimas y ecosistemas. Aunque en su mayoría es montañosa, la mixteca comprende tres zonas ecológicas: la Mixteca alta o del sierra, la Mixteca baja y la Mixteca de la costa.

Los mixtecos se asumen como agricultores, sin embargo, su agricultura es de autoconsumo y marginal. El cultivo de maíz, frijol, calabaza y chile, base de la alimentación mixteca, se practica en pequeñas unidades de suelos erosionados y depende del temporal de lluvias, razón por la que sus rendimientos son bajos: la cosecha familiar sólo asegura la alimentación durante seis u ocho meses del año. De ahí que la alimentación de los mixtecos sea por lo general deficiente y deba complementarse con productos de recolección y caza. La recolección de plantas silvestres era el principal complemento de los alimentos cultivados desde la época prehispánica y se sigue haciendo hasta el día de hoy, por lo que insectos como los chapulines, ranas, peces, crustáceos, hongos silvestres,

quelites, liebres y venados, cada uno en su temporada, aparecen en la dieta de los mixtecos (Mindek, 2003).

En el estado de Oaxaca, la región mixteca ocupa 189 municipios de los distritos de Silacayoapan, Huajuapán, Juxtlahuaca, Coixtlahuaca, Nochixtlán, Teposcolula, Tlaxiaco, Putla y Jamiltepec; y 14 municipios más que pertenecen a ocho a distritos de Cuicatlán, dos al de Zaachila, uno a Sola de Vega, dos a ETLA y uno a Juquila (Alavez, 1988).

3.1.3. El Municipio y la comunidad de estudio

La comunidad de estudio se encuentra dentro del Municipio de Santa María Peñoles en el distrito de ETLA. Los primeros pobladores de este pueblo vinieron de *Ñuu Tnuu* (Tilantongo) y, en el año 1000 aproximadamente, fundaron el pueblo en el cerro denominado *Yucu Inia*; “Cerro de perro pequeño”. A su llegada, los mexicas llamaron al pueblo en lengua náhuatl *Itzcuintepec* que significa “en lugar del cerro pequeño”, posteriormente le asignaron el sobrenombre de “Peñoles” por la topografía del lugar. Actualmente se conoce como *Ñuu inia* que significa “pueblo de perro pequeño” (del mixteco *ñuu*-pueblo e *inia*-perro pequeño) (Figura 1) (Alavez, 1988).

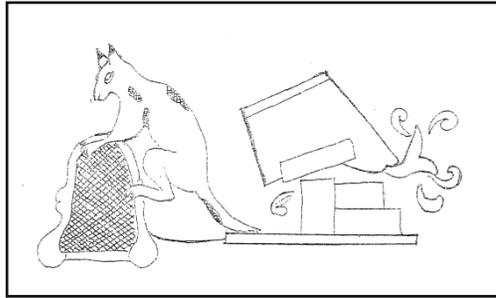


Figura 1. Glifo toponímico de Santa María Peñoles o *Yucu Inia* (Tomado de Alavez, 1988).

El municipio pertenece al distrito de ETLA y se localiza en las coordenadas extremas $97^{\circ} 16' - 96^{\circ} 90' O$ y $16^{\circ} 96' - 17^{\circ} 15' N$ (Figura 2), a una altitud de 2,156.24 msnm y con una extensión territorial de 236 km². Colinda al norte con el municipio de Santo Domingo Nuxaá, al noroeste con los municipios de San Andrés Zautla y Santo Tomás Mazaltepec, al este con los municipios de San Felipe Tejalápam y Santiago Tlazoyaltepec, al sur con los municipios de San Miguel Peras y San Antonio Huitepec, y al oeste con el municipio de San Juan Tamazola (INEGI, 2005). El municipio comprende, además de la cabecera municipal homónima, las localidades de San Mateo Tepantepec, San Pedro Cholula, Contreras, El Duraznal y Santa Catarina Estetla que significa “lugar donde abunda la piedra ensangrentada” (del náhuatl *es-eztli*-sangre, *te-tetl*-piedra y *tla*-lugar abundante, en alusión a la abundancia de óxidos de Fe,) ó *Ñuu Tiiña* que significa “pueblo de sangre” (del mixteco *ñuu*-pueblo y *tiiña*-sangre) (Figura 3) (Alavez, 1988).

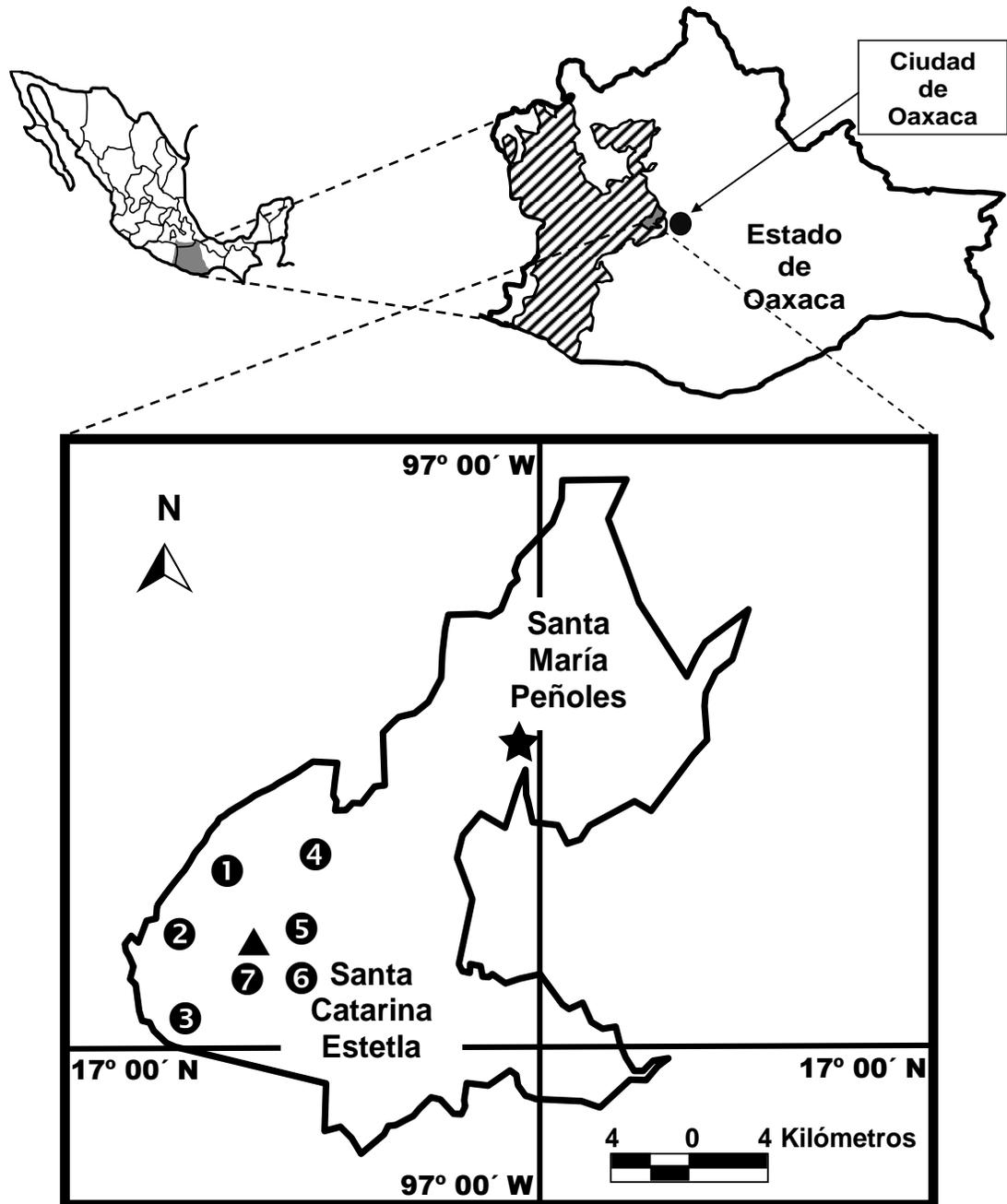


Figura 2. Localización del área de estudio. En el mapa del estado de Oaxaca está marcada la región mixteca con achurado. En el mapa del municipio de Santa María Peñoles se marca con una estrella la cabecera municipal, con un triangulo la agencia municipal y con números las rancherías estudiadas: ①Corral de piedra, ②Los Sabinos, ③Rio V, ④Rio Hondo, ⑤Progreso, ⑥Buenavista Estetla y ⑦Centro Estetla.

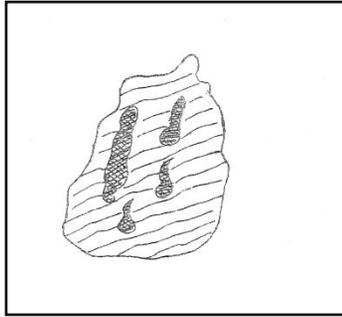


Figura 3. Glifo toponímico de Santa Catarina Estetla o *Ñuu tiiña*. (Tomado de Alavez, 1988).

3.1.4. Características biofísicas del área de estudio

El municipio y la comunidad se encuentran en la provincia fisiográfica de las Sierras Centrales de Oaxaca, en la Mixteca Alta, y el relieve se caracteriza por ser montañoso, con lomeríos y cañadas profundas (INEGI, 1990).

Los climas presentes son el (A) C (w_1) y C (w_1) (10.28% y 89.72% de la superficie municipal respectivamente). Predomina el clima templado subhúmedo, con temperatura media anual de 18° C. La precipitación media anual es de 1,200 a 1,550 mm anuales (Figura 4). Se presenta sequía durante los meses de noviembre a mayo, la temporada de lluvias comienza a partir del mes de Junio, en forma intermitente, regularizándose conforme avanza el temporal hasta octubre; estas lluvias suelen ir acompañadas de vientos y neblinas (CONABIO, 1998).

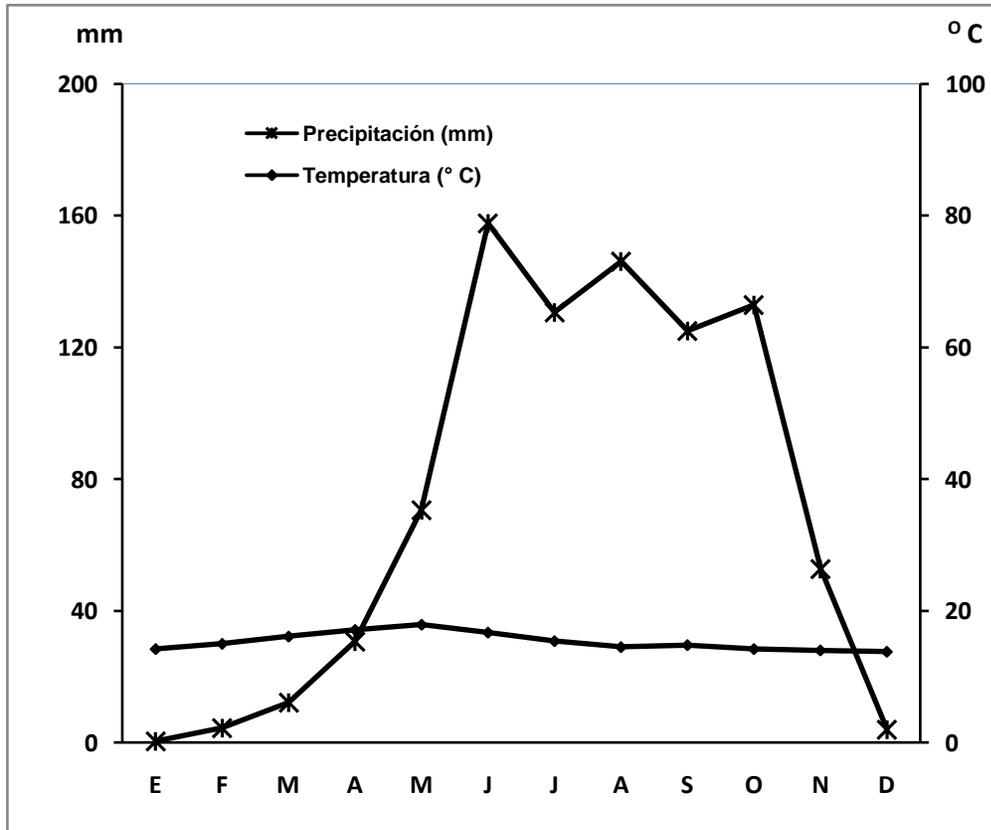


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de referencia, Santiago Tlazoyaltepec, Oax. En base a los datos del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) (Normales climatológicas 1971-2000).

La vegetación representativa del municipio la constituye:

- a) Bosque de Pino.** Se extienden desde poco menos de los 1,500 hasta poco más de 3,000 msnm; en algunos de estos lugares predomina *Pinus teocote* en asociación con varias especies del mismo género que integran el estrato superior entre 15 y 20 m de altura; el estrato arbóreo inferior está integrado por árboles bajos hasta 10 m con *Quercus magnoliifolia* (encino negro), *Q. peduncularis*, *Q. urbanii* (encino de cucharón), *Q. crassifolia* y *Arbutus glandulosa* (madroño) y; en el estrato

arbustivo hasta de 3.5 m: *Arctostaphylos pungens* (manzanita o pingüica), *Baccharis* sp., *Vaccinium* sp. y existe arbolado juvenil de *Pinus* spp., *Pinus teocote*, *Arbutus glandulosa* (madroño), *Alnus* sp. (aile ó ilite) y *Quercus magnoliifolia*; en el estrato entre 1 y 1.5 m: renuevos de *Pinus* spp. y *Quercus* sp.

b) Bosque de Pino- Encino ó Encino-Pino. Ocupan las laderas intermedias desde los 1,600 hasta los 2,400 msnm, conformada por diferentes especies de pinos (*Pinus* spp.) y encinos (*Quercus* spp.), en donde, de acuerdo al dominio de unos y otros puede denominarse: pino-encino, cuando rebasan en número las coníferas y encino-pino, cuando lo hacen las latifoliadas. Predominan encinares de *Quercus castanea* y *Q. magnoliifolia* en asociación con *Pinus oocarpa* y *P. teocote* con portes de hasta 15 m, los encinos alcanzan alturas de hasta 8 metros, donde destacan: *Quercus crassifolia*, *Q. laeta* y *Q. urbanii*; en el estrato arbustivo menor de 4 m: *Arctostaphylos pungens*, arbolado juvenil de *Arbutus* sp. y *Quercus magnoliifolia*; en estrato inferior, entre 0.5 y 1.0 m: *Panicum bulbosum*, *Arctostaphylos* sp., *Penstemon campanulatum*, *Bouvardia ternifolia* y *Lamourouxia rhinanthifolia*.

c) Bosque de Encino. Está constituido por diversas especies de encinos (*Quercus* spp.) cubriendo las laderas intermedias de las sierras. Predominan las especies de *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis*, la asociación de *Q. acutifolia*-*Q. castanea*-*Q. obtusata*, los cuales son acompañados por elementos de *Juniperus flaccida*, *Arbutus xalapensis*

(madroño), *Quercus crassifolia*, *Q. rugosa*, *Q. glaucoides* y *Q. obtusata*. En varios lugares domina *Q. magnoliifolia* en asociación con *Q. acutifolia* (INEGI, 2004).

De acuerdo al INEGI modificado por la CONABIO (1996), 56% de la superficie del municipio corresponde a la agricultura de temporal y bosque de pino con vegetación secundaria, 21.30% a la agricultura de temporal y bosque de pino-encino con vegetación secundaria, 20.30% al bosque de pino-encino, 1.50% de pastizal inducido y agricultura de temporal y el resto a bosque de pino, pastizal inducido y bosque de encino con vegetación secundaria (0.90%).

3.1.5. Características socioeconómicas del área de estudio

De acuerdo a los indicadores socioeconómicos del 2002 de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI, 2002) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2002), el 98% de la población del municipio de Santa María Peñoles es indígena. El INEGI (2005) reporta que el 93.80% de los habitantes hablan una lengua indígena, el Mixteco, e informa que la población municipal registrada fue de 7,640 habitantes, la mayor parte jóvenes y adultos con edades que van de los 15 a 64 años. El 51.06 % son mujeres y 48.94 % son hombres; 57% de las mujeres mayores de 15 años son analfabetas, mientras que en hombres la cifra es 85%. Cuenta con

15 escuelas para el nivel preescolar, 14 primarias, 6 secundarias y 1 bachillerato, distribuidas en sus agencias municipales.

El CONEVAL, con base al II Censo de Población y Vivienda menciona que 72.44% de la población municipal tiene pobreza alimentaria, 79.84% pobreza de capacidades y el 92.23% pobreza de patrimonio, lo que origina que la población se encuentre en un muy alto grado de rezago social, ubicándolo en el lugar 39 a nivel estatal (INEGI, 2005). El 99.41% de las viviendas no cuentan con servicio de drenaje, el 78.71% tienen piso de tierra; el 82.70% de las viviendas no tienen agua entubada, el 2% tiene techo de loza; el 38% tiene energía eléctrica y el 98 % aún cocina con leña (INEGI, 2005).

En cuestiones de salud, el municipio cuenta con tres unidades de consulta externa y el 99.01% de la población sin derechohabiencia en los institutos de salud del Estado. La infraestructura de caminos y carreteras en el municipio es: camino de brecha (0.19 km), camino de vereda (17.06%) y carretera de terracería (48.18%), lo que arroja un total de 65.42 km de infraestructura vial que conecta con la ciudad de Oaxaca y con sus cinco agencias municipales, entre ellas la de Santa Catarina Estetla, la comunidad de estudio (INEGI, 2005).

Se cuenta con los siguientes medios de comunicación: un canal de televisión, cuatro estaciones de radio, una caseta telefónica satelital y dos teléfonos satelitales particulares. No existe sector primario, secundario y terciario bien

definidos y la aportación del municipio a la Producción Bruta Total del estado es del 0.0001%. (INEGI, 2004). La población económicamente activa (PEA) total es de 1,656 habitantes, de los cuales 1,567 tienen ocupación, 89 no, 2,543 corresponden a población económicamente inactiva y siete a no especificada (INEGI, 2000). La población ocupada en el sector primario de agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza es de 1,239 personas; 3 personas en el sector secundario (minería), 91 personas en el sector de la construcción, 90 en el sector de industrias manufactureras y, en el sector terciario, 19 corresponden al sector educativo, 31 en el sector de servicios, excepto gobierno, 28 en el sector de actividades del gobierno y 28 en el sector de comercio (INEGI, 2000).

3.2. Métodos

Existen diversas definiciones sobre el concepto de agroforestería. Nair (1997) la define como 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 cuando no se cuenta con insumos tecnológicos y se trabaja en tierras marginales”. Los sistemas agroforestales, es decir, los sistemas de producción de alimentos con cultivos de árboles en combinaciones interactivas con animales y/o cultivos, tienen la característica de proporcionar productos y funciones de servicios múltiples. Los beneficios de

estos sistemas resultan de complejas interacciones entre los componentes de la producción y el medio ambiente circundante (Figura 5). La agricultura migratoria es un ejemplo de sistema agroforestal y es el objeto de estudio, tal como se muestra en la marcha metodológica empleada para el presente trabajo (Figura 6).

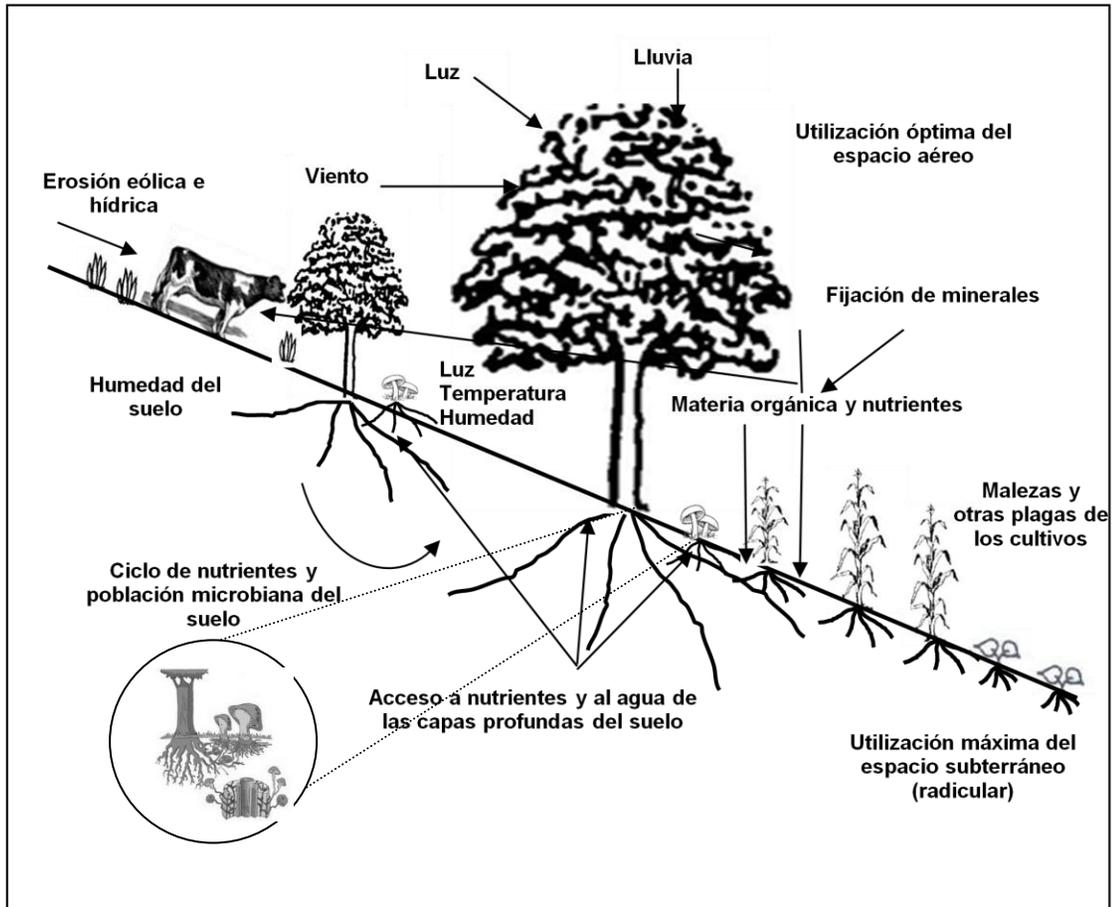


Figura 5. Principales interacciones ecológicas en el sistema agroforestal de roza, tumba y quema en Santa Catarina Estetla, Oaxaca (Modificado por el autor de Torquebiau, 1993).

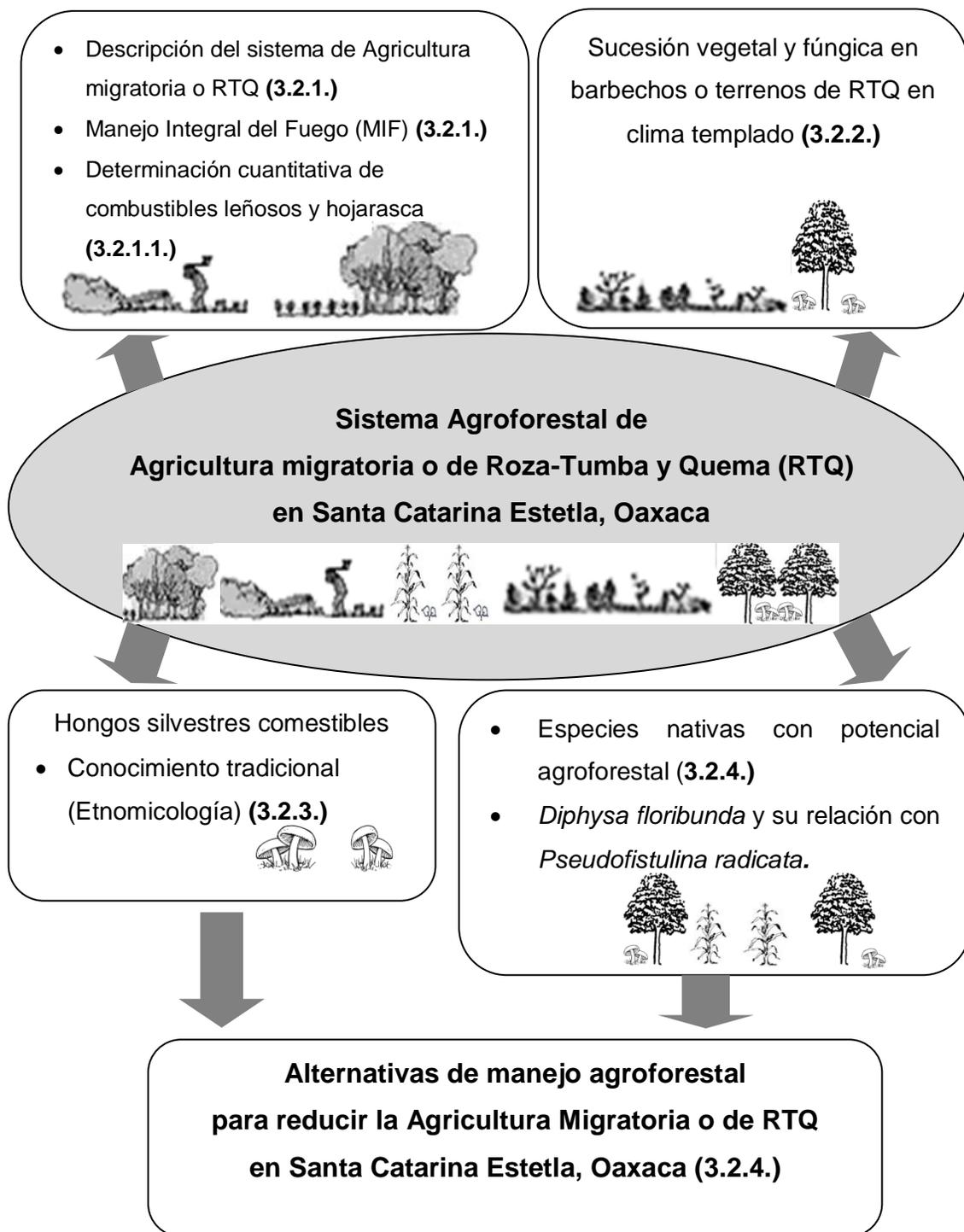


Figura 6. Esquema de la marcha metodológica seguida en el presente trabajo. En la parte central del esquema se muestra el objeto de estudio y en los cuadros los enfoques seguidos y los capítulos en los que se tratan.

3.2.1. Caracterización de la agricultura migratoria o de RTQ y Manejo Integral del Fuego (MIF) en terrenos de la comunidad

Mediante recorrido y entrevistas se ubicaron terrenos en donde se practicó la agricultura migratoria o de roza, tumba y quema (RTQ) en el ciclo agrícola 2008-2009. Posteriormente, se visitó a los propietarios de los terrenos para solicitar su consentimiento para realizar un inventario de combustibles en sus predios, así como para conocer el uso y manejo de dichas parcelas. Asimismo, se realizaron 30 entrevistas a las autoridades de los Bienes Comunales y productores de la comunidad que practican agricultura migratoria o de RTQ con el fin de conocer el proceso y el manejo tradicional del fuego y de los terrenos o parcelas en los meses de mayo, septiembre y diciembre del año 2009. Se localizaron dos terrenos de RTQ en donde los propietarios otorgaron el consentimiento para realizar el muestreo de combustibles, estos predios presentaron las siguientes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de los terrenos de RTQ en donde se realizó el muestreo de combustibles leñosos.

Propietario	Ubicación	Coordenadas	Vegetación	Pendiente	Altitud (msnm)
Domingo Hernández	Ranchería "Rio V"	17 00 54.0 LN 97 08 41.6 LW	<i>Quercus glaucooides</i>	> 45%	1,878
Martin Rojas	Ranchería "Centro"	17 01 04.5 LN 97 07 02.6 LW	<i>Quercus magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i>	40-45%	2,097
	<i>Xio Yuu naña</i>				

3.2.1.1. Inventario de materiales combustibles leñosos en terrenos con RTQ

Se utilizó el método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca de Brown (1971) y Brown y Roussopoulos (1974); que especifica que el inventario de volúmenes y pesos de los combustibles se basa en la técnica de intersecciones planares, la cual tiene la misma base teórica que la técnica de intersecciones en una línea, que fue descrita por Van Wagner (1968) (Sánchez y Zerecero, 1983).

La técnica consiste en el conteo de las intersecciones de las piezas leñosas en planos de muestreos verticales, como si fueran guillotinas que cortan los combustibles caídos. Con base en este muestreo, se estiman los volúmenes y el peso seco se calcula con base en el volumen y la aplicación de estimadores de la gravedad específica de los materiales leñosos. Estos últimos contribuyen al peligro de incendio forestal. El método se adaptó para calcular la cantidad de combustibles que se cortan, apilan y queman por efecto de la roza y tumba en árboles de encino de hoja ancha (*Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis*) y encino redondo (*Q. glaucoides*).

1. Procedimiento de muestreo:

- a) Marcar el sitio de muestreo.** El sitio de muestreo se realizó en 18 montones ó pilas de combustibles leñosos en cada terreno de muestreo.

En promedio las pilas tuvieron 4 m de longitud y 3 m de anchura y se asumieron en forma elipsoidal. En cada uno de ellos se estableció una línea de muestreo marcada con una estaca y se evitó perturbar el material cercano, ya que las mediciones requieren hacerse en material no alterado.

b) Determinación de la dirección y el número de líneas de muestreo.

Una vez elegido el sitio (montón) de muestreo, la dirección de la línea en el mismo se fijó mediante un sistema al azar. Para este caso fue conveniente delimitar en forma permanente y con dirección fijas las líneas de muestreo, la cual fue de E-W. En forma general y para cualquier área, se sugiere realizar el inventario de 15 a 20 líneas de muestreo, intensidad que producirá estimaciones con un porcentaje de error del 20% o menos.

c) Longitud de la línea de muestreo. En función de la cantidad, disposición y diámetro del material leñoso se utilizaron las siguientes longitudes (Cuadro 3):

Cuadro 3. Longitud de la línea de muestreo utilizado en el inventario de combustibles.

Clases (diámetros)	Longitud de la línea (M)
0 – 0.6 cm	1.0
0.6 – 2.5 cm	1.0
2.5 – 7.5 cm	2.0
Mayor a 7.5 cm	3.0

d) Determinación de la pendiente. Cuando existía pendiente en el sentido de la dirección de línea, fue necesario hacer la corrección de la pendiente a una base horizontal y el factor de corrección se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$C = \sqrt{1 + (\% \text{ de pendiente})^2 / 100}$$

e) Medición de los combustibles leñosos. Este representa el corte virtual de un plano vertical sobre los materiales, representado por la línea de muestreo y que en el terreno se delimitó extendiendo una cinta métrica. Consecuentemente, en el conteo de las intersecciones fue importante visualizar el plano que “cortaba” sobre la cinta hasta la superficie del suelo.

Para la medición de los diámetros, se fabricó y utilizó un calibrador para reconocer en forma rápida los tamaños de cada clase (Figura 7). Las piezas leñosas menores de 7.5 cm de diámetro, fueron medidas por clases de tamaños y las piezas de 7.5 cm y mayores se registraron por sus diámetros con la ayuda de flexómetro ó escalímetro y se registraron por separado las medidas de las piezas que tenían pudrición de las que estaban en buen estado físico (Figura. 8).

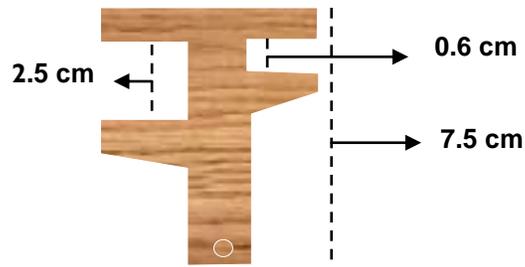


Figura 7. Características del calibrador para el muestreo de combustibles leñosos.

En los formatos de campo (ver anexo), se registran los datos o frecuencias de las intersecciones por tamaño de clase o diámetro de las piezas pequeñas.



Figura 8. Medición por clases de tamaños de los diámetros de los combustibles leñosos: a) 0-0.6 cm; b) 0.6-2.5 cm y c) 2.5-7.5 cm.

f) Cuantificación de pilas o montones. Para realizar el cálculo de la cantidad de pilas o montones por hectárea para cada sitio de muestreo se determinó en base a las siguientes formulas:

$$\bar{W} = \sum_{i=1}^n r_i^2 / n$$

$$W = \bar{W} / n$$

$$T = ((n-1)/ (n) (w)) (FA)$$

Donde:

ri= Distancia al i-esimo punto al montón más cercano.

n=Numero de puntos de muestreo.

w=Distancia al cuadrado medio de punto a montón

T=Densidad ha⁻¹

FA= Factor de ajuste equivalente a 3183.099

2. Cálculo del peso seco de los combustibles leñosos.

Para el cálculo del peso seco total de los combustibles leñosos por hectárea, se utilizaron las siguientes fórmulas:

Cuadro 4. Fórmulas utilizadas en el cálculo del peso seco total de los combustibles leñosos.

Tamaño de la clase (Diámetro en cm)	Fórmula	Factor de ajuste para <i>Quercus</i> spp. *
0 - 0.6	$P = 0.484 \times F \times C / N1$	1.525
0.6 - 2.5	$P = 3.369 \times F \times C / N1$	1.525
2.5 - 7.5	$P = 36.808 \times F \times C / N1$	1.525
> 7.5 (sin pudrición)	$P = 1.46 \times d^2 \times C / N1$	1.520

* El factor se obtiene dividiendo la gravedad específica de la madera de encino entre la del pino para cada clase de tamaño.

Donde:

P = Peso de los combustibles, expresado en Mg ha⁻¹.

F = Frecuencia o numero de intersecciones.

C = Factor de corrección por pendiente.

d² = Suma de los cuadrados de los diámetros de las ramas y trozas.

N1 = Longitud total de la línea de muestreo o suma de las longitudes de las líneas y expresado en pies lineales.

Factor de ajuste = Calculado en base al promedio de la gravedad específica (g cm^{-3}) de especies de *Quercus* presentes en la zona de estudio.

Las cargas obtenidas son para las pilas (con dimensiones promedio de 4x 3 m), mismas que fueron multiplicadas por el número de pilas para obtener la carga por hectárea.

3.2.1.2. Inventario de materiales combustibles finos u hojarasca en terrenos con RTQ

Estos combustibles comprenden aquellos materiales que se acumulan por caída y constituyen la hojarasca y el humus del piso del terreno. El conocimiento de la cantidad de combustibles finos, es recomendable determinarlo en Mg ha^{-1} , al igual que los combustibles leñosos. El procedimiento en campo para realizar esta estimación, consistió en coleccionar en bolsas de papel la hojarasca y el humus contenidos en un tubo de aluminio de 10 cm de diámetro, el cual fue introducido sobre los montones de combustible hasta el ras del suelo. Se realizaron 3 colectas por línea de muestreo (Figura 9). El material coleccionado se llevó a laboratorio para determinar peso húmedo y posteriormente se secó en la estufa o mufla a 70°C , hasta lograr peso constante y, determinar el peso seco de las muestras para referirlo posteriormente a una hectárea, a partir de la superficie de muestreo (78.54 cm^2).



Figura 9. Muestreo del material combustible fino u hojarasca

3.2.2. Estudio de la sucesión ecológica y presencia de hongos silvestres

3.2.2.1. Criterios para la selección de los barbechos

Con apoyo de los campesinos, se realizaron recorridos por los terrenos de la comunidad, para reconocer acahuals de diferentes periodos de barbecho y áreas con vegetación madura o clímax pertenecientes a los tipos de vegetación reconocidos por los habitantes de la comunidad. Posteriormente, se visitó a los propietarios de los acahuals preseleccionados para solicitar su consentimiento para realizar los muestreos en sus predios, así como su cooperación para conocer el historial de uso de sus parcelas con los acahuals elegidos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características de los barbechos en donde se realizó el estudio de sucesión ecológica.

Años de Barbecho	Nombre del predio	Coordenadas	Vegetación primaria	Orientación	Altitud (msnm)
6	<i>Nu ka'va knuu</i>	17° 00' 36'' N 97° 08' 34'' W	<i>Quercus magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i>	sur	1,945
20	<i>X+k+ daba d+k+ yuu</i>	17° 00' 49'' N 97° 08' 39'' W	<i>Quercus magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i>	oeste	1,862
40	<i>X+k+ tnu yaa (1)</i>	17° 00' 44'' N 97° 08' 39'' W	<i>Quercus magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i>	norte	1,872
70	<i>D+k+ xikot+ nt+y+</i>	17° 00' 54'' N 97° 08' 44'' W	<i>Quercus magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i>	norte	1,885
90	<i>X+k+ tnu yaa (2)</i>	17° 00' 43'' N 97° 08' 40'' W	<i>Quercus magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i>	oeste	1,877

3.2.2.2. Criterios para la selección de las áreas de inventario en los acahuales

Los terrenos se seleccionaron en base a la asociación vegetal que prefieren los productores para realizar la RTQ, que en este caso es *Quercus magnoliifolia* (encino de hoja ancha lisa) y/o *Q. peduncularis* (encino de hoja ancha pubescente), suelo, orientación geográfica y altitud similar, así como diferentes años de barbecho. Una vez seleccionadas, se recorrieron para conocer sus límites y elegir las áreas probables de muestreo. Estos recorridos se realizaron en compañía de los informantes y/o de los propietarios de los predios.

3.2.2.3. Inventarios y medición de la vegetación.

Para diseñar y optimizar los muestreos, los acahuales se agruparon de acuerdo a su tiempo de barbecho, definiéndose cinco edades de la vegetación (6 años, 20 años, 40 años, 70 años y mayor de 90 años o bosque clímax) y se realizó el muestreo en cinco cuadrantes por cada barbecho o terreno.

3.2.2.3.1. Inventario.

En cada sitio se realizó el inventario de la vegetación a finales del mes agosto del año 2009, durante la temporada de lluvias, y las variables evaluadas por estrato fueron las siguientes:

- a) Herbáceo:** Sitios de muestreo de 1 m² (1 m x 1 m) y se identificaron las especies presentes.
- b) Matorral:** Sitios de muestreo de 16 m² (4 m x 4 m) y se identificaron las especies presentes.
- c) Árboles:** Sitios de muestreo de 100 m² (10 m x 10 m) y se contaron los individuos de encino de hoja ancha presentes, el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura de las especies dominantes.

3.2.2.3.2. Recolectas e identificación taxonómica del material vegetativo

En cada muestreo se realizaron recolectas de material botánico durante la temporada de lluvias. Estas recolectas se llevaron a cabo obteniendo material

completo, para el caso de árboles y arbustos se colectaron ramas con flor y/o fruto y de ser posible con semillas, mientras que para herbáceas se colectaron ejemplares con raíz, flor y/o fruto y semillas.

Cada ejemplar recolectado se prensó por triplicado y posteriormente se llevó a la secadora del herbario de Preparatoria Agrícola, de la Universidad Autónoma Chapingo, con el fin de completar el proceso de herborización. Una vez procesado, se sometió a determinación taxonómica mediante el uso de claves para familias, géneros y especies. Se revisaron floras generales, listados florísticos parciales y monografías especializadas generados por las instituciones nacionales e internacionales, así como ejemplares de cotejo depositados en el herbario citado anteriormente, con el fin de determinar la identidad de los ejemplares colectados con mayor certidumbre y recopilar información de utilidad para cada especie. Asimismo, se enviaron ejemplares para determinación y cotejo a los siguientes herbarios: Herbario Nacional (MEXU) de la Universidad Autónoma de México (UNAM), Herbario del Departamento de Zootecnia y Herbario Hortorio “Biól. José Espinoza Salas” de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

Los datos de campo registrados durante la colecta fueron: nombre de la institución y proyecto, nombre común y científico de la especie (género, especie y autor), localidad (sitio de colecta y referencias geográficas), hábitat y características de la planta, nombre del colector, número y fecha de colecta (Lot y Chiang, 1986).

3.2.2.4. Inventario de hongos silvestres

En los terrenos o barbechos donde se realizó el estudio de sucesión ecológica, también se estudió qué tipo de hongos silvestres se encontraban presentes o asociados a la vegetación. Para esto, se delimitaron cuadros de 100 m² (10 m x 10 m) y se evaluaron las siguientes variables: a) Especies de hongos silvestres presentes, b) frecuencia de los hongos silvestres, c) abundancia y d) fenología.

3.2.3. Estudio etnomicológico para identificar y describir el uso local (comestible, micorrizico u otro) de especies de hongos silvestres presentes en el área de estudio

La información sobre hongos silvestres se obtuvo mediante 40 entrevistas no estructuradas y semiestructuradas a informantes locales de diversas edades y de las siete rancherías que conforman la comunidad (Figura 2). Al mismo tiempo, se efectuaron recorridos en campo para fotografiar, recolectar e identificar especies de hongos silvestres con la ayuda de estas personas. Durante las entrevistas, se mostraron fotografías y especímenes frescos recolectados para preguntar a los informantes los nombres mixtecos de los hongos y datos sobre su comestibilidad, su método de preparación y su época de recolecta. Asimismo, se les cuestionó sobre otros hongos comestibles y el hábitat donde crecen.

Los hongos silvestres colectados fueron fotografiados e identificados usando la clave de determinación empleadas por Guzmán (1977), Pacioni (1982) y Philips (1981), posteriormente se deshidrataron para su almacenamiento. Las especies deshidratadas se etiquetaron y se encuentran depositados en la Colección Micológica del Área de Microbiología del Colegio de Posgraduados.

3.2.4. Alternativas agroforestales que se proponen para reducir la RTQ en la comunidad.

El método de Diagnóstico y Diseño (D&D) está basado en la premisa de que, incorporando a los agricultores en las actividades de investigación y extensión, las recomendaciones e intervenciones subsecuentes serán más fácilmente adoptadas. Durante las etapas del estudio se interactuó con los agricultores y otros usuarios de la tierra. Estos ejercicios son usados para caracterizar las prácticas agroforestales comunes, identificar otras formas económicas, agronómicas y sociales de restricciones de la producción y discutir la producción alterna y las estrategias de manejo. Una vez que se obtuvo la caracterización del sistema de producción por RTQ, la identificación de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas, fúngicas y el análisis de las diferentes formas de aprovechamiento, se plantean alternativas para reducir la RTQ en la comunidad de estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. El uso tradicional del fuego y la caracterización de la agricultura migratoria o de RTQ en la comunidad de estudio

Desde tiempos ancestrales, la comunidad de Santa Catarina Estetla hace uso del fuego en las actividades de siembra de cultivos anuales, principalmente maíz y frijol, a través del sistema roza–tumba–quema (RTQ) o agricultura migratoria. Este sistema trata de aprovechar los elementos que provee la naturaleza en zonas de bosques, selvas y de escasa vegetación. Entre las ventajas de esta técnica están que no requiere inversión en la compra fertilizantes, ya que la propia técnica actúa para la fertilización del suelo, así como en la mano de obra. Actualmente la RTQ es cuestionada porque en el momento de usar el fuego muchas veces éste se ha salido de control a los campesinos y ha dado lugar a incendios forestales lo que da como resultado un deterioro ecológico. Sin embargo, la mayoría de las comunidades que utilizan el fuego como una herramienta para sus actividades agropecuarias, viven en la pobreza y no cuentan con opciones económicas y alternativas tecnológicas que tengan un equilibrio en la relación costo/beneficio, lo que muchas veces les impide pagar a jornaleros o ayudantes para la actividad.

El impacto de los incendios forestales en los ecosistemas de la comunidad no ha sido estudiado, sin embargo si llegan a presentarse con poca frecuencia y

las áreas afectadas requieren ser evaluadas y monitoreadas para documentar el proceso de recuperación natural. Lo que es innegable y más visible al quemarse las zonas agropecuarias y forestales en su conjunto es la proliferación de gases, polvos y partículas a la atmósfera, que cubre una gran parte de la zona, observándose en los meses de quema (abril y mayo) una especie de neblina.

Actualmente se ha incrementado la visión respecto al rol natural de los incendios en los ecosistemas, como ejemplo, un estudio realizado sobre la vegetación de la zona Maya (Gómez-Pompa, 2004) menciona que debido a la ocupación ancestral de las tierras por grupos humanos “el uso del fuego para desforestar y preparar los suelos para el cultivo debió tener una enorme influencia en la evolución de muchas especies y en la conformación de la vegetación natural. Es posible que en este proceso se extinguieran muchas especies de organismos, aunque será difícil probarlo. Lo que sí sabemos es que muchas especies sobrevivientes están bien adaptadas a procesos de perturbación y al fuego. Los ecosistemas naturales que hoy queremos proteger de una nueva ola de perturbaciones humanas son quizá el producto precisamente de perturbaciones del pasado reciente o remoto...”.

Rodríguez-Trejo y Fulé (2003) y Myers y Rodríguez-Trejo (2009) mencionan que al menos 35 de las especies mexicanas de pino (*Pinus* spp.) tienen adaptaciones al fuego, mientras que para el caso de encinos (*Quercus* spp.) la

información o estudios son limitados. En diversos ecosistemas el fuego es un factor importante en la creación de ciertos hábitats, al abrir doseles del bosque o de los arbustos, iniciando una sucesión y manteniendo la vegetación de transición (Myers, 2006).

Las diferentes combinaciones de pino-encino requieren distintos regímenes de fuego. Hay tres categorías generales de regímenes de fuego: 1) frecuentes, de baja intensidad, incendios de superficie (hojarasca y pastos). Los pinos más grandes y los encinos tienen adaptaciones en el grosor de la corteza, estructura de la corona y altura para sobrevivir el calor del fuego; 2) relativamente poco frecuentes (por lo menos varias décadas), incendios de alta intensidad que provoca un fuerte impacto en las coronas de árboles o arbustos. Los pinos y encinos se han adaptado, teniendo una capacidad de regeneración después del fuego al caer los conos al suelo o un prolífico rebrote del cuello de la raíz, y 3) mixta, que son una combinación de los incendios de superficie y los de copa, en función de la estructura espacial de los combustibles, la topografía, y las condiciones ambientales. El régimen mixto de gravedad produce una variedad de estructuras de edad, distribución de las especies y paisaje. Estos tres regímenes de fuego pueden estar ocurriendo, lo que favorece una gran variedad de s asociaciones de vegetación y hábitats (Rodríguez-Trejo y Myers, 2010).

Flores y Escoto (2001) mencionan que de acuerdo a la hipótesis de la perturbación intermedia (HPI), se puede encontrar un número mayor de especies, o condiciones de hábitat, en un área que ha sido perturbada por incendios de alta frecuencia y baja intensidad. Lo anterior, partiendo de la clasificación de que en un bosque se puede encontrar las siguientes tres condiciones: a) sin perturbación; b) con perturbación intermedia (incendios de baja frecuencia y alta intensidad); y c) perturbación intensa (incendios de alta frecuencia y baja intensidad).

Resulta de gran importancia reconocer y comprender el papel que juegan los usos y necesidades tradicionales en torno al fuego. Bajo la perspectiva del manejo integral, más allá de trabajar en contra de éstos, puede ser más práctico modificar el uso que actualmente hacen de él las comunidades, ya sea al mitigar los impactos negativos o incluso si se explotan las prácticas existentes para facilitar el logro de los objetivos de manejo del fuego y de las metas de conservación. Se trata de una herramienta cada vez más importante en el mantenimiento y en la restauración de ecosistemas dependientes del fuego, dentro de las áreas naturales protegidas, en la protección de la infraestructura humana, en paisajes propensos al fuego y en el manejo de operaciones agrícolas y forestales de gran escala.

Por otra parte, el fuego se aplica también en forma de quemas prescritas y controladas. La quema prescrita involucra la elaboración de un plan escrito que

incluye una prescripción de la quema, esto último es una estimación del comportamiento del fuego (lo cual puede hacerse desde empíricamente hasta con el uso de modelos). En la quema controlada no hay plan escrito. En ambos casos se toman en cuenta los factores que gobiernan el comportamiento del fuego, recursos humanos disponibles, seguridad, etc.

4.1.1. Condiciones del medio natural en el sistema roza, tumba y quema (RTQ)

El sistema agrícola de RTQ o agricultura migratoria en el área de estudio, se practica fundamentalmente en zonas de ladera, cuyas pendientes van de 15 a 45%, o inclusive mayores a esta; con altitudes que varían de 1,600 a 2,200 msnm. Estas características de relieve, aunado a la pedregosidad del suelo con afloramientos rocosos, dificultan el trabajo manual y limita el trabajo con tracción animal en las labores agrícolas. Los suelos al estar bajo estas condiciones topográficas, son delgados, poco fértiles, altamente erosionables, y cuando se les elimina la cubierta vegetal se exponen a la acción directa de las fuertes lluvias, viento y ganado de pastoreo.

El régimen de precipitación anual en la región es de carácter estacional, concentrándose en una sola época del año, específicamente durante el verano y parte del otoño (junio a octubre), periodo en el cual se presenta más del 90% de la precipitación, siendo los meses de julio, agosto y septiembre los más

lluviosos (Figura 4). La producción agrícola de la zona es fundamentalmente de temporal, sólo en pequeñas áreas en la ribera de los ríos es posible realizar otro ciclo agrícola en el ciclo invierno-primavera (marzo-agosto), aprovechando el agua de las corrientes perennes para su riego.

4.1.2. Importancia del sistema de agricultura migratoria o de RTQ

Se realizaron entrevistas semiestructuradas y abiertas a 30 campesinos o comuneros de las siete rancherías que se encuentran en la comunidad con la finalidad de realizar la caracterización del sistema de agricultura migratoria o de RTQ, así como conocer el uso y manejo tradicional del fuego en las actividades agrícolas para evitar incendios forestales. Los informantes que nos proporcionaron la información presentan las siguientes características (Cuadro 6):

Cuadro 6. Características de las personas entrevistadas sobre RTQ y manejo tradicional del fuego en la comunidad.

Ranchería	No. de personas	Escolaridad		Edades		Hablantes de Mixteco	Hablantes de Español
		Básica	Media Básica	20-40	40-80		
Río "V"	7	4	3	3	4	7	7
Sabinos	5	4	1	2	3	5	5
Progreso	3	3	-	1	2	3	3
Río Hondo	3	3	-	.	3	3	3
Corral de Piedra	3	1	2	1	2	3	3
Centro	4	4	-	2	2	4	4
Buenavista	5	4	1	3	2	5	5
Total	30	23	7	12	18	30	30
%		76.7	23.3	40	60	100	100

En la comunidad de estudio se encuentran registrados 290 comuneros, avalados por la asamblea comunitaria y registrada en el Registro Agrario Nacional (RAN). De estos, 10% practicaron RTQ en el año 2009, principalmente para el monocultivo de producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*), aunque cabe mencionar que dicho sistema también es utilizado en menor proporción para el sistema milpa y practicado por la mayoría de las unidades de producción familiar en la comunidad.

La actividad de RTQ en la comunidad de estudio siempre se ha realizado por usos y costumbres, aunque en años anteriores con mayor frecuencia, hoy en día esta ha disminuido debido a factores ambientales como la escasez de lluvia, la migración de los jóvenes hacia lugares con oportunidades de trabajo remunerado, así como la legislación ambiental y forestal promovida por instituciones gubernamentales como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional forestal (CONAFOR).

Para realizar la apertura de un terreno con fines agrícolas por RTQ, el productor o comunero debe solicitar y pagar un permiso al Comisariado de Bienes Comunales, indicando la superficie desmontar o rozar, la ubicación del predio y el día previsto para realizar la quema de los combustibles con el fin de que las autoridades acudan al terreno para apoyar y vigilar la quema, de esta manera puedan auxiliar al productor y evitar o disminuir el riesgo de un incendio forestal.

En el ciclo otoño del año 2008 y primavera del 2009, doce productores, que corresponde al 4.14 % del total de comuneros, solicitaron permiso para realizar la actividad, cada uno con una superficie estimada de una hectárea o su equivalente a cuatro almudes¹, lo que indica que se desmontaron alrededor de 12 ha de vegetación en la comunidad de estudio.

El sistema de RTQ adquiere gran importancia por la función que cumple al interior de las unidades familiares, ya que proporciona los granos básicos (maíz y frijol) que se destinan para el autoconsumo, recursos económicos por la venta de estos granos, leña para combustible y construcción, alimentos de recolección (quelites, hongos), cacería de fauna silvestre (conejos, liebres y venados) y forraje para el ganado. Además, mantiene ocupados a los miembros de la familia la mayor parte del año, e históricamente ha formado parte de la cultura agrícola de los campesinos de la región mixteca desde la época prehispánica.

4.1.3. La dinámica de uso del suelo bajo el sistema agrícola de RTQ o agricultura migratoria

4.1.3.1. El papel de la vegetación

En la comunidad de estudio se definieron varios tipos de vegetación en distintas fases de sucesión vegetal, resultado del proceso de perturbación a la que ha

¹ Un almud equivale a 4 kilogramos de semilla de maíz o frijol.

sido sometida la vegetación nativa debido a la actividad agrícola, pecuaria y de extracción forestal que se ha realizado desde la época prehispánica. En este sentido se lograron diferenciar y caracterizar las siguientes comunidades vegetales (Figura 10 y Figura 11):

a) Bosque de Pino (*Pinus* spp.)

Esta comunidad vegetal se localiza principalmente en las partes altas de la sierra, a los 1,800 a 2,200 msnm. Las especies predominantes la constituyen especies de *Pinus*, como el *P. teocote*, *P. leiophylla* y *P. oaxacana*. En muchos casos se entremezclan con el bosque de encino ó *Quercus* y a pesar de varios siglos de aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal, aun conserva sus rasgos de fisonomía y composición específica, muy similares a la vegetación natural. Estas comunidades vegetales se utilizan como áreas de reserva forestal, donde los productores realizan extracción forestal con fines maderables y dendroenergéticos, recolección de plantas comestibles, medicinales, hongos silvestres, cosecha de miel, pastoreo y para realizar la caza de animales silvestres.

	Selva baja caducifolia, vegetación a orilla de los ríos	Selva baja caducifolia, bosque de encino	Bosque de encino, selva baja caducifolia, monte alto y bajo	Boque de encino, encino-pino, monte alto y bajo	Bosque de encino y pino	Altitud
Suelos	Suelos de aluvión, arenosos y arcillosos, color amarillo, rojo y negro, pedregosidad superficial, pocos afloramientos rocosos.	Suelos arenosos y arcillosos, color amarillo, rojo y negro, pedregosidad superficial, pocos afloramientos rocosos.	Suelos arenosos y arcillosos, color amarillo, rojo y negro, pedregosidad superficial, se pueden encontrar afloramientos rocosos en terrenos de RTQ	Suelos arenosos y arcillosos, color amarillo, rojo y negro, pedregosidad superficial, se pueden encontrar afloramientos rocosos en terrenos de RTQ	Suelos de aluvión, arenosos y arcillosos, color amarillo, rojo y negro, pedregosidad superficial.	2200
Tipo de vegetación	<i>Alnus jorullensis</i> , <i>Lysiloma acapulcensis</i> , <i>Diphysa floribunda</i> , <i>Bursera</i> sp. y <i>Opuntia</i> sp.	<i>Quercus glaucoides</i> , <i>Q. magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i> , <i>Lysiloma acapulcensis</i> , <i>Diphysa floribunda</i> y <i>Bursera</i> sp.	<i>Quercus magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i> , <i>Q. urbanii</i> , <i>Pinus</i> sp., <i>Diphysa floribunda</i> y <i>D. suberosa</i>	<i>Quercus magnoliifolia</i> , <i>Q. peduncularis</i> , <i>Q. urbanii</i> , <i>Quercus glaucoides</i> , <i>Pinus</i> sp., <i>Diphysa floribunda</i> y <i>D. suberosa</i>	<i>Quercus rugosa</i> , <i>Q. urbanii</i> , <i>Pinus</i> spp.	1800
Aprovechamiento y uso de suelo	Agricultura de riego y de temporal (maíz criollo, calabaza y frijol) Huertos familiares (frutales de clima cálido) Pastoreo extensivo de ganado bovino, ovino y caprino Recolección de plantas medicinales y comestibles (Chepil) Extracción de leña	Agricultura de RTQ y de temporal (maíz criollo, frijol) Recolección de plantas medicinales y comestibles y de hongos silvestres Huertos familiares (frutales de clima semicálido) Pastoreo extensivo de ganado bovino, ovino y caprino Extracción de leña	Agricultura de RTQ y de temporal (maíz criollo y frijol) Huertos familiares (frutales de clima templado) Pastoreo extensivo de ganado bovino, ovino y caprino Recolección de plantas medicinales y comestibles y hongos silvestres Extracción de leña	Agricultura de RTQ (maíz criollo, calabaza, frijol, haba, trigo y chícharo) Huertos familiares (frutales de clima templado). Pastoreo extensivo de ganado bovino, ovino y caprino, recolección de plantas medicinales y comestibles y de hongos silvestres. Extracción de leña y madera de aserrío	Agricultura de RTQ y de temporal (maíz, frijol, trigo y haba), huertos familiares (frutales de clima templado). Pastoreo extensivo de ganado bovino, ovino y caprino Recolección de plantas medicinales y comestibles, y hongos silvestres Extracción de leña, ocote y madera de aserrío	1400
Problemática	Sobrepastoreo, inundación de terrenos y pérdida de terreno por la creciente de los ríos. Baja el nivel de las fuentes de agua durante el estiaje.	Erosión de suelos por RTQ y sobrepastoreo, cacería furtiva. Escasez de fuentes de agua durante el estiaje	Erosión de suelos por RTQ y sobrepastoreo, cacería furtiva, escasez de fuentes de agua durante el estiaje	Erosión de suelos por RTQ y sobrepastoreo, tala clandestina y elaboración de carbón sin planes de manejo, cacería furtiva y alteración de los regímenes de fuego y escasez de fuentes de agua durante el estiaje.	Sobrepastoreo, tala clandestina y elaboración de carbón sin planes de manejo, cacería furtiva y alteración de los regímenes de fuego y escasez de fuentes de agua durante el estiaje.	1000
Posibles soluciones	Diversificación de cultivos, obras de conservación de agua y riego, Agroforestería, cultivos forrajeros.	Barbechos mejorados, bancos de proteína, manejo holístico de áreas de pastoreo, obras de conservación de suelos y agua, plantaciones agroforestales.	Manejo integral del fuego para potenciar sus efectos positivos y abatir los negativos, barbechos mejorados, bancos de proteína, manejo holístico de áreas de pastoreo, obras de conservación de suelos y agua, plantaciones agroforestales.	Manejo integral del fuego para potenciar sus efectos positivos y abatir los negativos, barbechos mejorados, bancos de proteína, manejo holístico de áreas de pastoreo, obras de conservación de suelos y agua, plantaciones agroforestales.	Manejo integral del fuego para potenciar sus efectos positivos y abatir los negativos, UMA's, reglamentar la cacería y aprovechamiento forestal, agroforestería, diversificación de frutales y ordenamiento territorial.	600
	<i>Alnus jorullensis</i> <i>Lysiloma acapulcensis</i>	<i>Quercus magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i> <i>Bursera</i> sp.	<i>Pinus</i> spp. <i>Diphysa floribunda</i>	<i>Quercus rugosa</i> y <i>Q. urbanii</i> Sistema de agricultura migratoria y Milpa	<i>Opuntia</i> spp. Hongos silvestres	

Figura. 10. Perfil esquemático de la agro biodiversidad en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.

b) Bosque de Encino (*Quercus* spp.) de hoja ancha, Encino (*Quercus* spp.)-Pino (*Pinus* spp.)

Las comunidades vegetales se localizan desde los 1,600 a los 2,000 msnm y se utilizan como áreas de reserva forestal, en donde los productores realizan extracción forestal, recolección de plantas comestibles, medicinales, hongos silvestres, cosecha de miel, para pastoreo extensivo y para realizar la caza de animales silvestres. Al realizar RTQ en estas comunidades no se cortan los pinos ya que estos son utilizados para madera de aserrío que se utiliza por los productores de la comunidad. Se observan áreas o manchones con *Quercus magnoliifolia* (encino de hoja ancha lisa), *Q. peduncularis* (encino de hoja ancha pubescente), y *Q. urbanii* (encino de cucharón), en ocasiones entremezclados con algunas especies de *Pinus*, *Diphysa floribunda* (Guachipilín) y otras leguminosas arbóreas.

c) Bosque de Encino (*Quercus* spp.) de hoja angosta

La especie predominante la constituye *Quercus rugosa* (encino negro), *Q. urbanii* (encino de cucharón) y en ocasiones entremezcladas con especies de *Pinus*, se localiza desde los 2,000 a los 2,200 msnm y se utilizan como áreas de reserva forestal, en donde los productores realizan extracción forestal, recolección de plantas comestibles, medicinales, hongos silvestres, cosecha de miel, utilizados para pastoreo extensivo y para realizar la caza de animales silvestres.

d) Selva Baja Caducifolia

Las comunidades vegetales se localizan desde los 1,600 a los 1,800 msnm, en las partes más cálidas como son cañadas, barrancas, arroyos y ribera de los ríos, las especies que se encuentran son *Quercus glaucoides* (encino redondo o chaparro), *Alnus jorullensis* (aile, ilite o palo de águila), *Lysiloma acapulcensis* (Tepehuaje), *Diphysa floribunda* (Guachipilín) y *Bursera* sp. (Copal). Debido a la accidentada topografía de los sitios, las áreas con este tipo de vegetación se utilizan como áreas de pastoreo y para realizar la caza de animales silvestres.

e) Monte bajo (áreas utilizadas por dos ciclos agrícolas)

Se denomina monte bajo a la vegetación que crece en terrenos que se han dejado en descanso o barbecho por periodos que varían de 2 a 20 años. Este tipo de vegetación se establece sobre el terreno a partir de la última cosecha y forma parte de la dinámica de crecimiento de la vegetación secundaria, es decir, representa fases iniciales del proceso de sucesión vegetal y en otros, fases más avanzadas. En las fases iniciales de crecimiento, predominan malezas herbáceas, arbustivas de hoja ancha (por lo general espinos negro (*Acacia pennata*)), nopales (*Opuntia* spp.), agaves o magueyes, así como gramíneas nativas. En las fases más avanzadas aparecen especies arbustivas y más tarde especies arbóreas similares a los de la vegetación aledaña, que al desarrollarse empiezan a formar una especie de “techo vegetal”. La mayoría de árboles y arbustos son derivados del crecimiento de los “tocones” (troncos) que resistieron el efecto de las quemadas y desramas realizados durante el ciclo de cultivo y de RTQ. Conforme transcurre el tiempo, las especies arbóreas se

desarrollan, el techo vegetal impide el crecimiento y desarrollo de plantas herbáceas y pastos nativos, así como una competencia entre los mismos árboles empezando un decrecimiento en la cantidad de estos últimos.

Estos terrenos juegan un papel fundamental en la expansión de la ganadería extensiva, durante todo el año los productores pastorean sus animales en los terrenos que se encuentran en descanso para aprovechar los pastos y herbáceas nativas, así como las especies arbustivas y arbóreas forrajeras mediante ramoneo de las partes tiernas de las mismas, sobre todo en la época de sequía en donde escasean los pastos. También se utilizan como áreas de reserva forestal, en donde los productores realizan extracción forestal, recolección de plantas comestibles, medicinales, hongos silvestres, cosecha de miel y para realizar la caza de animales silvestres. De los terrenos en descanso se extrae madera para construcción de viviendas, para fabricar alguna herramienta útil para el trabajo agrícola o en la vida cotidiana, como son mangos para hacha, azadón o coa, espeques, ganchos, horquetas, así como postes o madera para los corrales del ganado.

f) Monte alto

El monte alto sucede a la vegetación del monte bajo y representa las fases más avanzadas del proceso de sucesión vegetal. En esta fase, aparecen plántulas de especies forestales de crecimiento lento y tolerantes a la sombra. El bosque secundario al principio está constituido por individuos de la misma edad y de una sola especie, después de una generación es reemplazada por otras

especies, sin embargo, conforme avanza el tiempo el bosque se vuelve más variado en especies y edad de estas, adquiriendo generalmente una fisonomía y composición similar al bosque original o clímax. De la misma forma que en el monte bajo, los terrenos con monte alto se utilizan como áreas de reserva forestal, en donde los productores realizan extracción forestal, recolección de plantas comestibles, medicinales, hongos silvestres, cosecha de miel, para pastoreo extensivo y para realizar la caza de animales silvestres.

4.1.4. El periodo de cultivo y barbecho en los terrenos de cultivo

En el sistema agrícola de agricultura migratoria o de RTQ los terrenos de cultivo no se trabajan o cultivan de manera continua, sino por periodos cortos de uno a tres años que se alternan con periodos de descanso o barbecho. Durante el periodo de cultivo, el campesino siembra y cosecha una o varias especies y cuyos ciclos agrícolas son anuales y de temporal. El periodo productivo de un terreno está en función de su fertilidad, tipo de vegetación, grado de incidencia de malezas y del periodo de descanso que influye en la recuperación de la fertilidad del suelo, que por lo general son mayores a los que se utilizó para cultivar. Cuando los productores o comuneros siembran fríjol (*Phaseolus vulgaris*), utilizan el terreno nada mas durante dos ciclos agrícolas, debido a que a partir del tercer año el rendimiento disminuye y el cultivo se “ahoga” por la alta incidencia de malezas. El terreno se deja descansar por un periodo mayor a 20 años o cuando exista el suficiente combustible para ser cortado y quemado nuevamente para que logre “calentar” la tierra, lo que según el conocimiento empírico de los productores, se verá reflejado en un mejor desarrollo y

rendimiento del cultivo. Por el contrario, cuando se destina para el sistema milpa (maíz-frijol ejotero-calabaza), estos terrenos pueden ser utilizados por más de dos años o ciclos de cultivos y los barbechos pueden ser más cortos (5 a 10 años), lo cual ocasiona que la recuperación y la sucesión ecológica en estos terrenos ocurran en un plazo más largo (Figura 12).

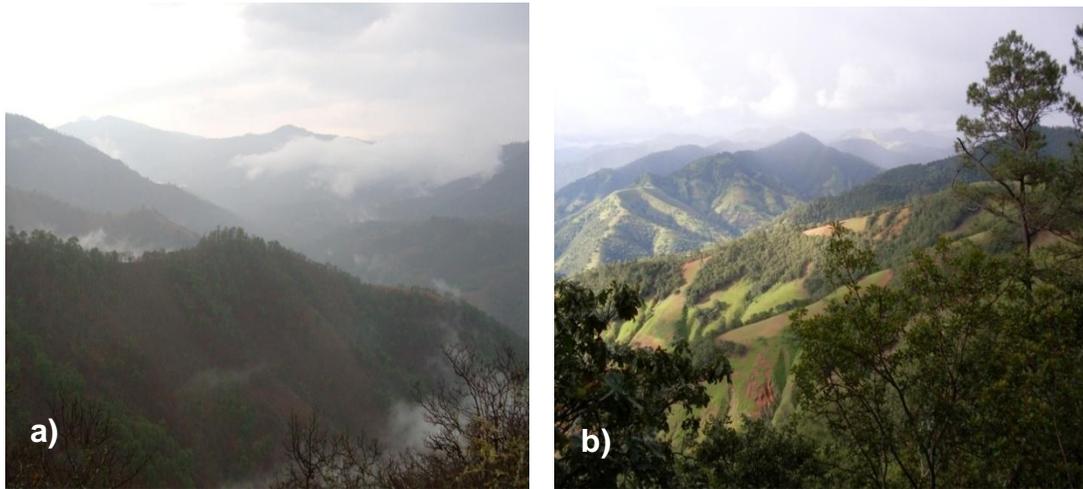


Figura 11. a). Vista panorámica de la mixteca, b) Perturbación de la vegetación por actividades antropogénicas.



Figura 12. Terrenos en donde se realiza la actividad agrícola: a) Sistema Milpa (Maíz (*Zea mays*)-Frijol (*Phaseolus vulgaris*)-Calabaza (*Cucurbita* spp.)), b) Monocultivo (Frijol de mata (*Phaseolus vulgaris*)).

4.1.5. Las etapas de la agricultura migratoria o sistema RTQ en la comunidad de estudio

Aunque no existen antecedentes acerca de la antigüedad de la comunidad de estudio, se sabe que las prácticas agrícolas que se realizan en el sistema de RTQ, están basadas en el conocimiento empírico que los mismos productores han acumulado y heredado a lo largo de varias generaciones a través de su actividad productiva. Las prácticas agrícolas que se llevan a cabo en el sistema de RTQ por los campesinos de la comunidad de estudio se describen a continuación y son muy similares a las descritas por Hernández (1985):

a) Selección del terreno.

Los terrenos comunales han sufrido un proceso de parcelamiento natural, es decir, los productores han ido reconociendo como de su propiedad aquellos terrenos que desde generaciones anteriores han sido utilizados o comprados por la familia, de tal manera, en la actualidad cada productor o comunero, considera como parte de su patrimonio familiar una determinada extensión de tierra donde trabaja cada ciclo agrícola.

La selección del terreno se realiza cuando el productor cuenta con suficiente superficie y los criterios que toman en cuenta para su selección son el tipo de vegetación, tiempo de barbecho, color del suelo, grado de pedregosidad, relieve, pendiente y calidad del suelo. Por lo general, se busca terrenos en

donde exista vegetación alta o densa, terrenos con 20 o más años de barbecho, mediana o baja pedregosidad, color de suelo amarillo, suelo profundo con materia orgánica y pendientes menores a 40% y adecuados para trabajar con tracción animal o yunta. Cuando esto no es posible, el productor utiliza cualquier terreno con vegetación en donde pueda trabajarse en forma manual, esto ocasiona que los terrenos tengan periodos de barbecho más cortos, mayor erosión y mayor pérdida de fertilidad (Figura 13).

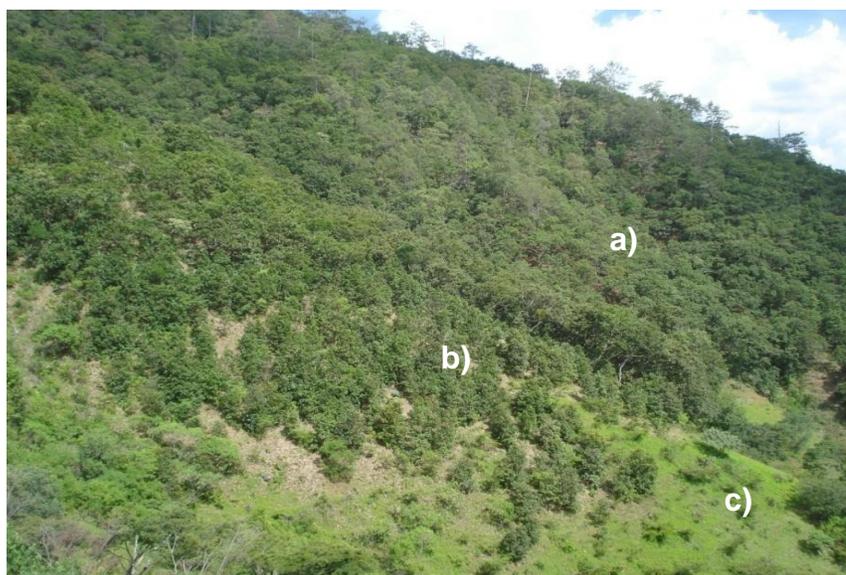


Figura 13. Terrenos de agricultura migratoria o barbecho: a) Bosque sin perturbación (bosque clímax), b) Terreno utilizado únicamente para dos ciclos de cultivo con frijol (*Phaseolus vulgaris*) y con 6 años de barbecho y c) Terreno utilizado para la milpa (maíz-frijol ejotero-calabaza) con 10 años de uso y con 20 años de barbecho.

Los campesinos prefieren realizar la RTQ en terrenos con pendiente moderada y con vegetación de encino (*Quercus* spp.), ya que estos generan mayor cantidad de cenizas y calientan mejor el suelo. Comentaron que se obtienen mejores rendimientos de frijol en terrenos donde se corta y quema encino de

hoja ancha (*Tnuyaa nta´a nt++*) (*Quercus peduncularis* y *Q. magnoliifolia*) y encino redondo (*Tnunchikute*) (*Quercus glaucoides*), mientras que en donde se corta y quema encino negro (*Tnunchu´u*) (*Quercus rugosa*) se obtienen mejor producción con el sistema milpa, ya que los terrenos son más profundos y hay mayor cantidad de materia orgánica para el maíz. Por esta razón, más que una selección de terrenos, los campesinos practican una rotación de los mismos, considerando únicamente los periodos de barbecho o descanso. Cada productor conoce perfectamente las características de su terreno, su periodo de descanso y cuando puede ser utilizado nuevamente para cultivar (Figura 14).

b). Medición del terreno.

El productor recorre el terreno y determina el área a desmontar, tomando en cuenta factores como el tipo de suelo, pedregosidad, pendiente, tipo y edad de la vegetación y lindero o limite del terreno. La extensión del terreno a desmontar va a depender de la mano de obra y tiempo con el que cuenta el productor para realizar esta actividad.

c). Roza, pica y tumba

La roza y pica consiste en eliminar con machete el estrato inferior del monte, constituido principalmente por especies herbáceas y arbustivas; la tumba consiste en derribar los arboles de mayor dimensión o el monte grande utilizando herramientas como hacha, machete o motosierra. Cuando los arboles se derriban, éstos no son cortados a ras del suelo, generalmente se dejan

tocones de 30 a 40 cm, esto permite el rebrote y con ello la regeneración del bosque en menos tiempo (Figura 21).

La actividad de roza y tumba se realiza durante los meses de agosto a diciembre, cuidando realizarlo antes de que los árboles tiren las hojas de manera natural (caducifolios), esto garantiza que las hojas formen una alfombra depositada en la parte inferior de las pilas o montones, lo que permite que al momento de la quema el combustible leñoso de mayor diámetro arda con mayor facilidad. Durante los meses de agosto y septiembre se roza y tumba la vegetación de los terrenos que van a ser utilizados para sembrar milpa (maíz-frijol ejotero-calabaza) y, de octubre a diciembre aquellos terrenos utilizados para cultivar frijol (monocultivo). Una vez derribada y troceada la vegetación, ésta se deja secar por un periodo de 4 a 6 meses para que puedan arder con facilidad y no queden muchos restos del combustible en el terreno, lo que implicaría realizar una requema y mayor trabajo, ya que los restos tendrían que ser removidos fuera del terreno para poder sembrar.

Anteriormente, la actividad de roza y tumba se realizaba con hacha y machetes, ésto hacía que la actividad fuera más lenta y se utilizara mayor mano de obra familiar. La roza y la tumba de la vegetación de una hectárea tardaba en realizarse hasta 15 días, esto contribuía de alguna manera a que las superficies taladas o desmontadas fueran menores, sin embargo, actualmente la actividad se realiza con motosierra para cortar los troncos de mayor dimensión y machete para cortar las ramas delgadas, lo que sin duda ha contribuido a que la

actividad sea más rápida, se utilice menos mano de obra familiar y puede desmontarse mayor superficie con vegetación, ya que una hectárea se puede rozar y tumbar en menos de una semana.

En los terrenos donde existe vegetación tupida o mayor densidad de árboles, éstos se cortan a matarrasa, se trocean y se dispersan en todo el terreno, mientras que en terrenos con vegetación rala, los árboles se cortan orientándolos para formar pilas o montones de 4 x 3 metros de dimensión aproximadamente. La orientación se realiza para que la copa de los árboles, ramas y hojas, cubran los troncos de mayor diámetro y estos puedan quemarse y no queden mucho restos o combustibles en el terreno lo que implica realizar la requema y mayor trabajo para los campesinos. Dependiendo de la densidad de la vegetación, se pueden llegar a formar entre 300 y 400 pilas o montones por hectárea y se tiene cuidado que aquellas que quedan en las orillas y cercanas a la vegetación aledaña exista una brecha sin combustibles de entre 8 y 10 metros de distancia con la finalidad de evitar un incendio forestal.

Por acuerdo de la Asamblea de Comuneros, está prohibido cortar los pinos (*Pinus* spp.) que se encuentren en los terrenos donde se realice RTQ, de lo contrario los productores deben pagar una cuota de \$20.00 por pino cortado, esto sin duda es un precio muy bajo considerando que se trata de árboles adultos y por esto algunos productores no les importa cortarlos y aprovecharlos o dejarlos que se pudran, como fue el caso de uno de los terrenos de muestreo

(Figura 14 inciso a). Sin embargo, la mayoría de productores están conscientes de la importancia de los mismos, por lo que respetan los árboles de esta especie dentro del terreno y para evitar que causen sombra al cultivo, se realiza una poda de las ramas hasta de $\frac{3}{4}$ del total de altura del mismo. Cabe mencionar que existen productores que no acatan. Asimismo, es costumbre dejar uno o dos árboles de encino dentro del terreno para ser utilizados por los campesinos para colgar sus artículos personales y de trabajo (mochila, bolsa de semilla, coyunta, agua y alimentos), almacenar el forraje o zacate de la cosecha y para que provean sombra a la hora de tomar sus alimentos y para protegerse de las lluvias.

Los productores o comuneros realizan la RTQ cada dos o tres años, debido a que los terrenos desmontados se utilizan únicamente para dos ciclos de cultivo de frijol en temporal y en ocasiones puede utilizarse a partir del tercer año para la milpa (maíz-frijol-calabaza) o bien se deja en descanso o barbecho con el objetivo de que se regenere la vegetación y en unos años pueda ser utilizado nuevamente para la RTQ. Cuando el terreno se utiliza nada más para dos ciclos agrícolas, la vegetación tiende a regenerarse rápidamente, ya que muchos de los tocones de los árboles cortados, sobretodo encinos (*Quercus* spp.), aun se mantienen vivos y emiten rebrotes (Figura 22).

Algunos productores al momento de trocear el árbol, apartan los troncos medianos para utilizarlos como leña en su hogar o bien, dependiendo del tipo

de encino presente en el terreno, para hacer carbón y comercializarlo en la ciudad de Oaxaca, lo cual es cada día más difícil, ya que se requiere una autorización por parte de la SEMARNAT.

d) Apertura de guardarraya o brecha cortafuego

Esta práctica la realizan todos los productores y consiste en limpiar de combustibles inflamables por toda la orilla del terreno, se quitan retoños, ramas, hierbas y hojarasca en un espacio de 5 a 6 metros de ancho entre la vegetación aledaña y las pilas o montones de la roza y tumba. La actividad se realiza con la ayuda de coas, rastrillos, machetes, ramas y fuego. Cuando se utiliza fuego, se hacen líneas negras como apoyo y por lo general se efectúa durante la mañana cuando hay humedad y vientos nulos o ligeros. La apertura de guardarraya es realizado por el campesino unos días antes de iniciar la quema de la roza y su objetivo es que cuando esta sea quemada, el fuego no pase a la vegetación aledaña y se produzca un incendio forestal de grandes dimensiones(Figura 15).

e) Quema

La quema consiste en prender fuego a los combustibles leñosos y hojarasca seca dispersa o apilada por montones en el terreno y se incorpore diversos nutrimentos al suelo a través de las cenizas, quedando disponibles casi de manera inmediata para el cultivo (Figura 16). Esta práctica no puede ser realizada solamente por una persona, ya que en caso de un incendio, le resultaría imposible controlar el fuego, por lo que antes de realizar la quema y por acuerdo de la asamblea comunitaria, se debe notificar al Comisariado de

Bienes Comunales para que los integrantes auxilien al productor durante la actividad, con esto se previene o puede controlar inmediatamente un incendio forestal antes de que adquiera mayores dimensiones. Aquellos productores que no realicen esta notificación y provoquen un incendio forestal, lo cual ya ha sucedido en la comunidad, son multados de acuerdo a la superficie que abarque dicho incendio y en caso de que no puedan pagar son encarcelados hasta que cubran la multa, lo cual puede tardar algunos días.

La quema de la roza en terrenos para el cultivo de la milpa se realiza antes del mes de marzo y para el cultivo del frijol durante los meses de abril y mayo, coincidiendo con los meses más calientes y secos del año. De preferencia la quema debe realizarse cuando esté próxima la temporada de lluvias o con las primeras lluvias, pero hay que tener cuidado que sea antes de que los combustibles se humedezcan por completo, ya que de lo contrario sería difícil conseguir que ardan. Con esta medida se reduce la probabilidad de causar un incendio forestal a la vegetación aledaña ocasionado por las altas temperaturas, viento seco y a que los combustibles aledaños están muy secos, lo que sin duda facilita rápidamente su combustión. Se realiza a tempranas horas del día, antes del mediodía (12:00 horas), o bien hay productores que lo realizan durante la noche, de las 20:00 horas en adelante, siempre cuidando que no haya viento. También se puede realizar la quema después de las 12:00 pero en días nublados, calculando que se tenga el tiempo suficiente para quemar la roza antes de que inicie la lluvia, de lo contrario se tendrá que amontonar nuevamente los combustibles que no se quemaron y esperar algunos días para

que se sequen. En terrenos con pendiente, la quema se debe realizar empezando por la parte superior del terreno hacia abajo y hacia los lados, en franjas de montones o montón por montón, con esto se evita sufrir algún accidente por efecto de rodamiento de las trozas incendiadas o de pavesas rodantes cuesta abajo. Por otro lado, siempre hay que tomar en cuenta la dirección del viento ya que las llamas de las pilas pueden alcanzar hasta 7 u 8 m de altura y con la orientación del viento éstas pueden cambiar de dirección constantemente (Figura 16). Para determinar la dirección del viento, los productores observan el movimiento de las hojas de la vegetación aledaña o de los árboles que dejaron en el terreno, así como el humo de la fogata o de las pilas. En los terrenos semiplanos, la quema se inicia de los lados hacia el centro y de acuerdo a la dirección del viento.

Cuando se realiza la quema de un terreno, los productores permanecen día y noche hasta que los combustibles se hayan consumido en su totalidad, o bien si hay fuentes de agua cercanas, acarrean agua para apagar los troncos de mayor diámetro y que tardan más en quemarse, ya que de lo contrario pueden rodar pendiente abajo e iniciar un incendio forestal en la vegetación aledaña que resulta muy inflamable pues abunda la hojarasca. La quema se realiza con la ayuda de cerrillos, encendedores, rajas de ocote, pasto seco, hojas secas de pino y encino. Algunos productores utilizan estiércol seco de vaca para evitar usar muchos cerillos, ya que su combustión es lenta y no se apaga fácilmente. Una vez que una pila o rozo haya encendido, es tal cantidad de calor que emite que una persona no puede acercarse a menos de 5 metros de distancia y las

llamas pueden alcanzar hasta 7 metros de altura. Una quema puede posponerse si se observa que los combustibles leñosos están muy húmedos, si llovizna, si está muy próxima la presencia de lluvias o si existe viento fuerte con cambios de dirección que ocasionen que no encienda el combustible o bien que representen riesgo de ocasionar un incendio forestal y un accidente al productor.

Durante la entrevista con las autoridades de Bienes Comunales, el presidente del Comisariado comentó que durante los años que han desempeñado su función (2007 al 2009), no se han registrado incendios forestales por RTQ debido a que han estado muy al pendiente de esta actividad, además que los productores tienen cuidado ya que está en peligro su vida y en caso de ocurrir un incendio tendrían que cubrir una determinada suma de dinero con la que no cuentan. Cabe mencionar que es nulo el equipamiento para comunicarse a las instancias gubernamentales de control de incendios, así como la infraestructura y la capacitación que se tiene para el control de incendios forestales. Los productores utilizan herramientas rusticas como la coa, palas, rastrillos, machetes, ramas de árboles o arbustos y cubetas para transportar agua en caso de existir un arroyo cercano. La falta de capacitación y equipamiento ha ocasionado accidentes fatales, como el ocurrido en abril del presente año en donde falleció un campesino en los límites de las comunidades vecinas de San Juan Yuta y San Antonio Huitepec al tratar de controlar un incendio provocado por la roza, tumba y quema.



Figura 14. Roza y tumba en terrenos con vegetación: a) *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis*, b) *Quercus glaucooides*.



Figura 15. Apertura de guardarraya o brecha cortafuego en terreno de RTQ y daños a vegetación contigua cuando no se realiza guardarraya.



Figura 16. Quema de combustibles en terrenos de roza y tumba.

f) Requema

La requema se hace cuando quedan restos de combustibles leñosos en el terreno y se realiza 8 o 15 días antes de la siembra, a mediados del mes de julio. La actividad consiste en amontonar los combustibles residuales, de preferencia en una zona del terreno donde no se haya quemado. El objetivo es que la mayor superficie del terreno se caliente y sea cubierta por cenizas, ya que esto se verá reflejado en un mayor rendimiento del cultivo. Los troncos que no se quemaron, que por lo general son los más grandes (diámetro mayor a 30 cm), se ruedan pendiente abajo o a los lados fuera del terreno o bien, se acomodan paralelos a las curvas de nivel en los arroyuelos dentro del terreno para evitar que el suelo sea erosionado por las precipitaciones o bien que se depositen sedimentos resultado de la escorrentía (Figura 17).

g) Los productos forestales de la roza y tumba

Entre los productos que resultan del proceso del desmonte de terrenos dedicados a la RTQ, se encuentra la leña, el carbón, postes, horcones y otros materiales que se utilizan para construcciones rurales y/o fabricación de ciertos instrumentos agrícolas. La leña constituye la principal fuente de combustible utilizada por las familias campesinas para preparar sus alimentos, aunque también representa una fuente de ingresos cuando se destina para la venta.

Los productores obtienen de estos terrenos la materia prima para fabricar algunos instrumentos agrícolas como los ganchos, mangos de hachas y coas, arado, yugos, timón del arado, entre otros. Los postes y los horcones se extraen

generalmente conforme se realiza el desmonte y se escogen aquellas especies que se consideran buenas por su dureza y consistencia, entre ellas del Guachipilín (*Diphysa floribunda*) y el árbol de fierro (*Eysenhardtia polystachya*). Por lo general, la leña, postes y horcones que se extraen, se acomodan en montones y en lugares donde no llegue el fuego, posteriormente son acarreados conforme se vayan utilizando.

h) Fabricación del arado.

Considerando que en los terrenos recién desmontados existe una gran cantidad de raíces, el campesino está conciente que esto va a dificultar el cultivo, por lo que tiene que elaborar un arado nuevo que resista el trabajo pesado. Para esto se da la tarea de recorrer los barbechos y buscar algún tronco que reúna las características (tamaño, grosor y especie de árbol). La madera más apreciada para este fin es de los géneros *Diphysa*, *Quercus*, *Lysiloma* y *Arbutus* (Figura 18).

i) Siembra en terrenos de RTQ

La siembra depende de la presencia de lluvias, por lo general la milpa se siembra con las primeras precipitaciones (abril-mayo) y el frijol en el periodo del 15 de julio hasta el 8 de septiembre cuando existe mayor precipitación, sobre todo el día de San Juan. Cuando se siembra la milpa en terrenos de RTQ, por lo general se hace en forma manual con la ayuda de un espeque con punta de fierro o un sembrador que está hecho con un muelle de carro. En lo que

respecta al cultivo del frijol, cuando la pendiente del terreno no es muy pronunciada (menor a 45°) se puede cultivar con la ayuda de la tracción animal (yunta de bueyes) y en terrenos mayores a 45° ésta se tiene que realizar en forma manual con herramientas como el sembrador o zapapico (Figura 18 y 19).

Los productores han observado que donde se quemaron los combustibles el cultivo y las hierbas desarrollan mejor, atribuyéndole a que “se calentó la tierra y a las plantas les gusta eso” y también a la fertilización por efecto de las cenizas (Figura 20). A partir del segundo año, se incrementa la presencia de malezas por lo que es difícil seguir utilizando el terreno, ya que esto “ahoga el frijol” y los rendimientos son cada vez menores. Debido a que el frijol se siembra al voleo, la mayoría de campesinos no realizan deshierbes ni aplican fertilizantes. Cuando llega a aplicarse fertilizante, lo realizan al momento de la siembra del frijol, pero debido a las pendientes de los terrenos y a la precipitación, éstos son lixiviados rápidamente y se reduce su efectividad hacia el cultivo.

j) Prácticas de cultivo

En la milpa se pueden realizar uno o dos deshierbes, lo cual depende de la pendiente del terreno, la distancia de ubicación del terreno y la cantidad de mano de obra familiar con la que cuentan. En pendientes moderados se realiza el deshierbe y la escarda con la ayuda de la yunta de bueyes, mientras que en pendientes pronunciadas estas actividades se realizan en forma manual con la

ayuda del azadón o la coa y solo se realiza una vez. Al momento de la escarda, si los productores cuentan con recursos pueden aplicar fertilizantes nitrogenados, pero la mayoría considera que no es necesario ya que el terreno esta fertilizado con las cenizas de la quema. Para el cultivo del frijol no se realiza ninguna práctica agrícola.

k) Cosecha (pixca y arranque de frijol)

La cosecha de maíz y frijol se realiza por lo general durante los meses de diciembre y enero, una vez que el grano este maduro. El maíz es cosechado con la mayor parte de las brácteas envolventes (totomoxtle) para que tengan mayor protección contra los insectos al ser almacenado en la troje o graneros. El pixcador recorre la milpa siguiendo las hileras, arrancando las mazorcas y recogéndolas en un costal o canasto que cuelga de sus hombros por medio de un mecapal de ixtle o cuero. Las mazorcas se apilan en un lugar plano y los protegen con plástico o mantas de las inclemencias del tiempo, posteriormente se envasan en costales de tamaño más o menos uniformes, con capacidad de unos 40 a 50 kilos, que sirven de medida aproximada de los rendimientos unitarios. Este detalle es de gran interés al agricultor, por lo que siempre tiene una idea precisa de su producción.



Figura 17. Actividades en el terreno después de la Quema: a) Requema y b) Apilamiento de combustibles que no se quemaron con el fin de evitar la erosión del suelo.



Figura 18. Actividades previas y siembra en terrenos de RTQ: a) Elaboración del arado, b) Siembra con tracción animal.



Figura 19. Siembra de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y cultivo establecido.



Figura 20. Desarrollo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*): a) Suelo con cenizas producto de RTQ, y b) Suelo sin cenizas producto de RTQ.



Figura 21. Renuevos de *Quercus glaucooides* después de la RTQ.



Figura 22. Vistas del terreno después del primer ciclo de cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en terrenos de RTQ.

La cosecha del frijol se realiza por la mañana (antes de las 10 de la mañana), aprovechando que las vainas están húmedas por el rocío o la helada, esto impide que se abra y caiga el grano. La actividad se realiza arrancando las plantas o matas y se hacen pequeños montones por melga o franja, las que posteriormente serán acarreadas con la ayuda de mantas hacia un lugar plano. Utilizando mantas o petates de palma se hace una cama en donde se depositan las plantas y con la ayuda de una vara o palo, éstas son apaleadas para extraer el grano. Una vez que se obtiene el grano, con la ayuda del viento, se limpia la basura y el grano es depositado en costales de 40 a 50 kilos para su traslado inmediato a la vivienda con la ayuda de mecapales o bestias de carga.

Los rendimientos promedio que se obtienen en el cultivo de frijol y maíz se indican en el cuadro 7.

Cuadro 7. Rendimiento promedio de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*) en terrenos de RTQ en la comunidad de estudio.

Año de cultivo	Cantidad de semilla utilizada en la siembra(Kg ha⁻¹)	Rendimiento (Kg ha⁻¹)
1	5 a 6 almudes (20 a 24 Kg) de frijol	100 a 200
2	5 a 6 almudes (20 a 24 Kg) de frijol	50 a 100
3	Terreno destinado para Milpa (maíz, frijol ejotero y calabaza) o bien se deja en descanso o barbecho	1000 a 1500

I) El rastrojo o zacate

Una vez que se realiza la cosecha, el propietario puede introducir el ganado (vacas, burros, caballos, cabras y borregos) en el terreno para que consuman el

rastrajo, zacate, pasto y hierbas. Sin embargo, la mayoría de campesinos cortan el zacate con la ayuda de una hoz, formando manojos amarrados con ixtle de maguey. Posteriormente son acarreados y acumulados en la base de algún árbol o bien son almacenados en un tapanco construido con troncos en las ramas gruesas de algún árbol cercano, que por lo general es el que dejan dentro del terreno. El rastrojo o zacate que se almacena se utiliza para alimentar al ganado en la época de secas cuando no hay pastura (Figura 22).

m) La troje o granero

El maíz se puede almacenar en las siguientes estructuras: 1) en la troje, con piso elevado de unos 50 a 100 cm sobre el nivel del suelo, construido con tablas o troncos y techado con lamina o tejamanil, 2) compartimiento especial construido dentro de la misma casa habitación, como puede ser un tapanco o una cama de varas o tablas. El problema en los graneros son los roedores y los insectos de los granos almacenados, los cuales pueden ser controlados con la aplicación de insecticidas o la aplicación de cal.

n) El barbecho

Esta es una de las fases más importantes del sistema de RTQ y consiste en dejar sin disturbio de cultivo a la vegetación para que se restablezca durante un periodo variable de años. La diferencia con las áreas tropicales, es que en los

climas templados es necesario mayor tiempo para que un área se regenere y tenga las características similares al original (más de 100 años).

En la comunidad de estudio, se identificaron dos tipos de barbecho: a) barbechos largos, el cual se basa en la renovación natural del bosque de clima templado y el restablecimiento de los niveles de fertilidad de los suelos, mediante largos periodos de descanso (más de 20 años e inclusive algunos mayores de 90 años); b) barbechos cortos (5 a 10 años), los cuales por el corto tiempo de descanso no permiten el restablecimiento de la fertilidad del suelo y de la vegetación. Esto significa que cuanto más prolongado sea el barbecho, mejor será la recuperación del suelo. El sistema será sustentable, siempre que se mantengan los barbechos prolongados. La reconstitución del suelo mediante el barbecho es una respuesta de los agricultores de corte y quema a la necesidad de producir alimentos sin recurrir al estiércol, fertilizantes o depósitos aluviales. El sistema funciona con un barbecho prolongado; pero si se acorta el tiempo de barbecho, la fertilidad del suelo disminuye (Figura 23).

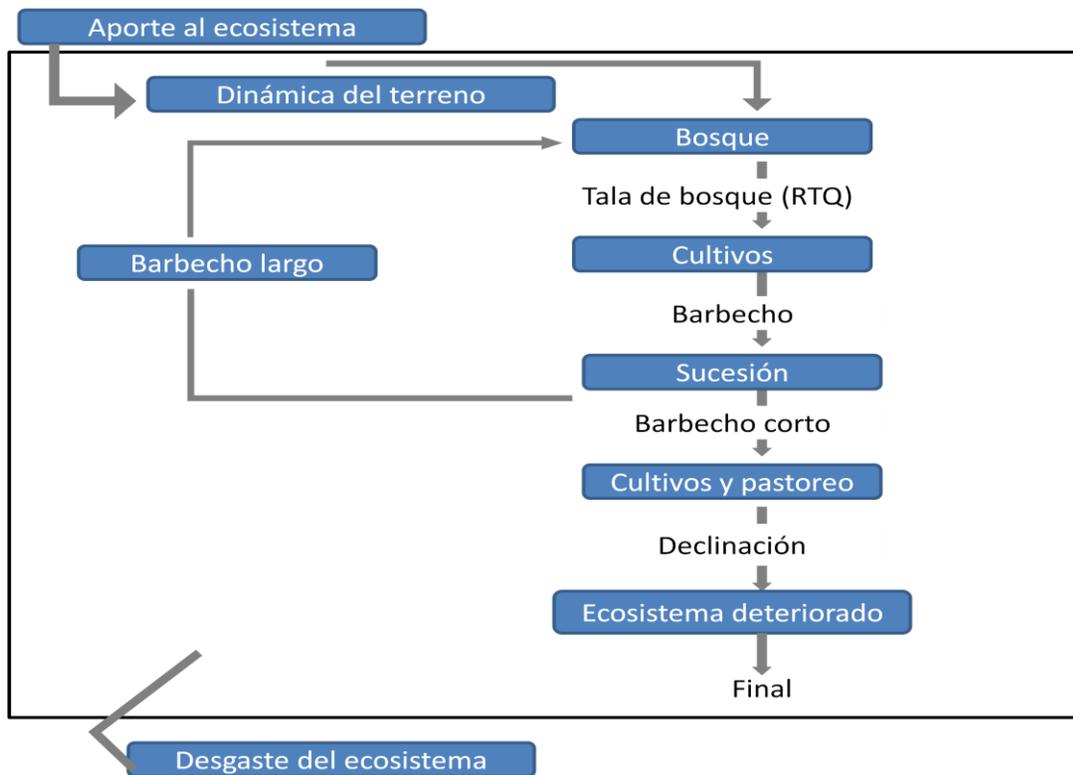


Figura 23. Modelo de la dinámica del ecosistema forestal con RTQ en Santa Catarina Estetla (Modificado por el autor de FAO (1994)).

Durante el barbecho se realizan aprovechamientos forestales para autoconsumo (materiales para la construcción, artesanías, recolecta de plantas comestibles, hongos silvestres, medicinales, curtientes y ornamentales) y de fauna silvestre; complementando al sistema la producción pecuaria familiar bajo pastoreo y de traspatio. En la Figura 24 se indica en forma generalizada los periodos en los que se realizan las actividades de RTQ y la siembra en terrenos de la comunidad de estudio.

situación, esto se debe principalmente a que mucha de la población, sobretodo los jóvenes, emigran a otras ciudades y al vecino país del norte en busca de mejores oportunidades de trabajo, sin embargo existe la necesidad de recuperar muchos de los terrenos que se encuentran deteriorado por un mal manejo en años anteriores.

Durante las entrevistas, campesinos de la comunidad expresaron que la actividad de RTQ debe continuar para que tengan terrenos en donde puedan seguir cultivando su alimento, aunque también están dispuestos a modificar el sistema si existieran alternativas viables, ya que están conscientes en la necesidad de conservar los recursos naturales que les otorgan beneficios como el agua, oxígeno y productos como leña, madera, plantas medicinales, alimentos de recolección como los hongos silvestres, la flor de guachipilín (*Diphysa floribunda*), el quiote (estípote de la inflorescencia) y/o flor de maguey (*Agave spp.*), animales para cazar, entre otros.

Hoy día los barbechos son más largos, de algunas décadas, lo que permite que el suelo y demás componentes del ecosistema se recuperen y estén listos para el siguiente periodo de cultivo, constituyendo un buen sistema agroforestal. Sin embargo existen terrenos con barbechos cortos haciendo que el sistema de agricultura migratoria sea un efecto degradador. Esto conlleva a problemas como la erosión de suelos, principalmente de las partes más altas, reduciendo la base natural de sustento de la producción, por lo tanto no permite procesos productivos sostenibles generando inequidad y pobreza, tanto local como

regional, y los sedimentos transportados hacia las partes bajas propician que los suelos disminuyan su fertilidad, ya que éstos son prácticamente lavados en su capa superficial.

De continuar el inadecuado aprovechamiento de los recursos naturales, vegetación y suelo, traerá consigo fuertes impactos en los sistemas productivos, principalmente que la infiltración del agua al suelo se vea reducida, por lo que la recarga de acuíferos y el almacenamiento superficial tenderán a ser cada vez menores, ocasionando que la disponibilidad de agua se vea disminuida y esto conllevará a un déficit en la producción de alimentos.

4.1.7. Inventario de combustibles leñosos y ligeros de dos especies de encino en terrenos de RTQ en la comunidad de estudio

4.1.7.1. Inventario de combustibles en las pilas

En los cuadros 8 y 9 se muestra la cantidad de combustible leñoso que se determinó para dos especies de encino y en los cuales es común que se realice la RTQ en la comunidad de estudio. En el caso de *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* (encino de hoja ancha) se calculó un total de 226.94 Mg ha⁻¹, y para *Q. glaucoides* (encino redondo) se calculó una cantidad de 664.25 Mg ha⁻¹ que se cortan y se queman para dar paso a la siembra de frijol (*Phaseolus vulgaris*) o milpa (*Zea mays*). La diferencia entre la cantidad de combustibles resultado del muestreo radica en el tipo de especie, tipo de crecimiento y la

cantidad de años de barbecho que tenía cada uno de los terrenos muestreados, 50 años para el encino de hoja ancha y más de 80 años para el de encino redondo, lo cual puede apreciarse en la cantidad de troncos con diámetros mayores de 7.5 centímetros. En *Quercus glaucooides* se presenta mayor ramificación. Para el caso de la cantidad de combustibles ligeros u hojarasca en las áreas en cuestión es muy similar, siendo de 6.30 y 6.69 Mg ha⁻¹ respectivamente.

Conocer el tipo y la cantidad de materiales inflamables, es indispensable cuando se piensa realizar acciones preventivas contra los incendios y en particular si estas están enfocadas a la aplicación de quemas controladas. La información generada sirve para estimar la biomasa en bosques de encino de la región de estudio.

Cuadro 8. Cuantificación de combustible leñoso y ligero en un terreno de RTQ con encino de hoja ancha (*Tnuyaa nta'á nt++*) (*Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis*) en el área de estudio.

Clase de tamaño (cm)	Carga de combustibles leñosos (Mg ha ⁻¹)	Carga por hectárea (Mg ha ⁻¹)*	Carga media por pila (Mg ha ⁻¹)	Carga de combustibles ligeros (Mg ha ⁻¹)	Carga Total (Mg ha ⁻¹)
0 - 0.6	2.36	-	-	-	-
0.6 - 2.5	9.65	-	-	-	-
2.5 - 7.5	45.03	-	-	-	-
Mayor de 7.5 (sin pudrición)	527.41	-	-	-	-
TOTAL	584.44	226.94	0.55	6.30	233.74

* Dato calculado aplicando el factor de corrección que equivale a 0.38830176 y es resultado de la fórmula: FC= (superficie del montón/superficie ha) Número de montones.

Cuadro 9. Cuantificación de combustible leñoso y ligero en un terreno de RTQ con encino redondo (*Tnunchikute*) (*Quercus glaucoides*) en el área de estudio.

Clase de tamaño (cm)	Carga de combustibles leñosos (Mg ha ⁻¹)	Carga por hectárea (Mg ha ⁻¹)*	Carga media por pila (Mg ha ⁻¹)	Carga de combustibles ligeros (Mg ha ⁻¹)	Carga Total (Mg ha ⁻¹)
0 - 0.6	6.97	-	-	-	-
0.6 - 2.5	19.48	-	-	-	-
2.5 - 7.5	70.11	-	-	-	-
Mayor de 7.5 (sin pudrición))	1569.61	-	-	-	-
TOTAL	1666.17	664.25	1.57	6.69	670.94

* Dato calculado aplicando el factor de corrección que equivale a 0.38830176 y es resultado de la formula: FC= (superficie del montón/superficie ha) Número de montones.

El Cuadro 10, nos muestra que aunque existe diferencia en la cantidad del combustible leñoso y ligero para cada una de los terrenos y especies de encino (*Quercus glaucoides*, *Q. magnoliifolia* y *Q. peduncularis*), el número de pilas o montones es muy similar, esto se debe a que los campesinos o productores al realizar la RTQ tratan de cubrir con vegetación cortada o combustible la mayor superficie del terreno para la quema, lo cual redundará en mayor superficie con cenizas y en un mayor rendimiento del cultivo.

Cuadro 10. Densidad de pilas de combustible leñoso y ligero en terrenos de RTQ en la comunidad de estudio.

Especie de encino	Longitud de la línea de muestreo (M)	Número de puntos de muestreo	Pilas de combustibles (Densidad ha ⁻¹)
<i>Q. magnoliifolia</i> y <i>Q. peduncularis</i>	30	21	412
<i>Quercus glaucoides</i>	60	27	423

4.2. Estudio de la sucesión ecológica y presencia de hongos ectomicorrizicos en barbechos de RTQ

En el cuadro 11 y en las figuras 25, 26 y 27, se observa que conforme transcurren los años de barbecho empieza un decremento en la densidad de individuos, esto por efecto de la competencia que se genera entre ellos. De igual forma, se observa un incremento en el diámetro a la altura del pecho (Dap) y en la altura y, por tratarse de especies de *Quercus*, éste es más lento en comparación con otras especies arbóreas de clima templado como el pino (*Pinus spp.*).

Cuadro 11. Datos del número, diámetro y altura promedio de individuos de *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* en los sitios de muestreo.

Sitio de Muestreo	Años de Barbecho	Promedio de árboles por ha	DAP	
			(Promedio) (cm)	Altura (Promedio) (m)
1	6	19	4.0	3.08
2	20	21	7.0	5.13
3	40	18	10.0	6.84
4	70	9	15.0	6.92
5	90	4	27.0	8.64

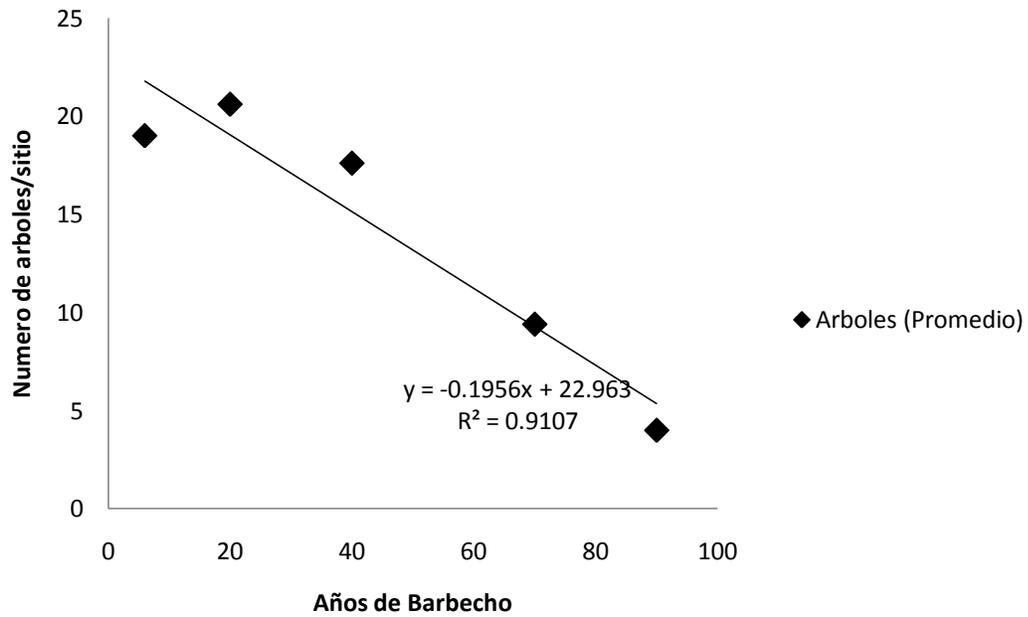


Figura 25. Comportamiento del número de individuos presentes en los diferentes años de barbecho.

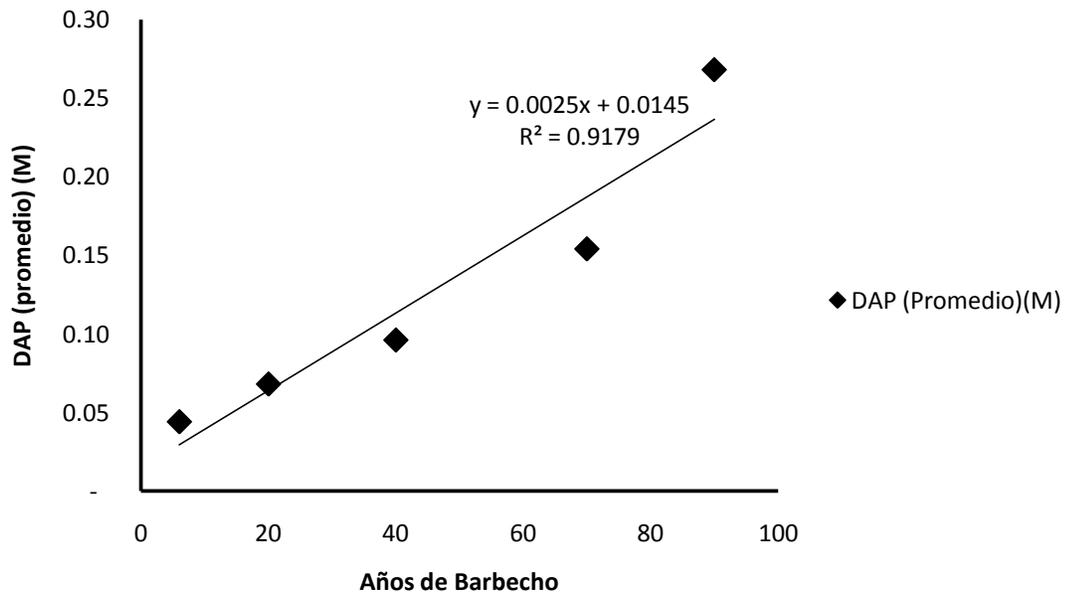


Figura 26. Comportamiento del diámetro en los individuos presentes en los diferentes años de barbecho.

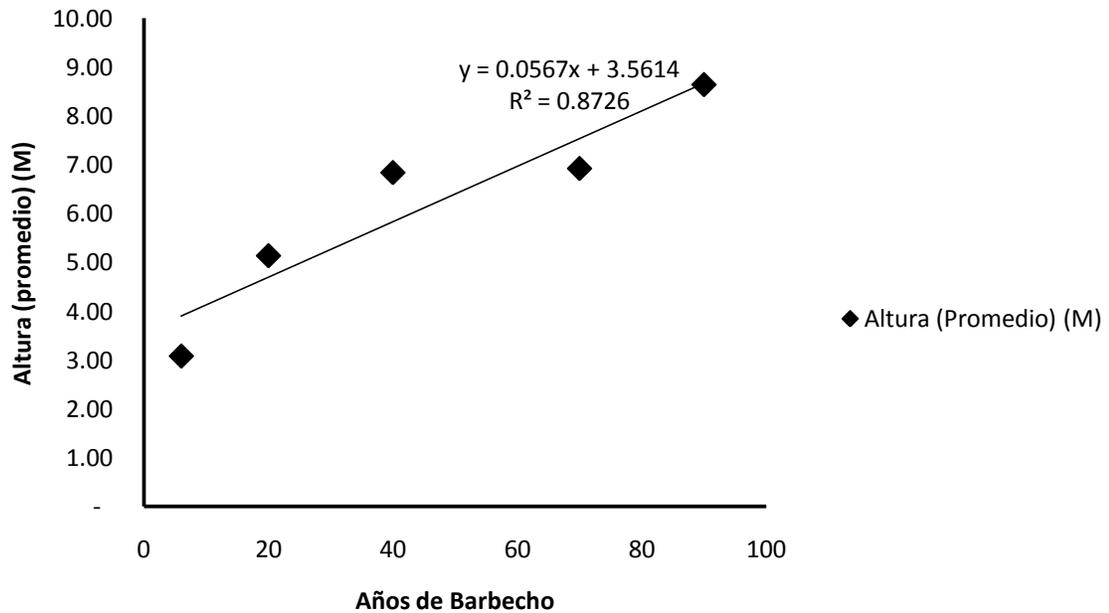


Figura 27. Comportamiento de la altura en los individuos presentes en los diferentes años de barbecho.

Diversos ecosistemas son mantenidos por el fuego, entre ellos la mayoría de pinares y encinares, pero el abuso del fuego en un ecosistema puede detener el avance normal de la sucesión, propiciando la proliferación de especies colonizadoras adaptadas y favorecidas por la acción del fuego. El fuego actúa como un factor de selección que tiende a simplificar la composición florística en las aéreas afectadas, pero que a su vez hace más complejas las formas de recuperación de la vegetación.

En el área de estudio se pueden observar que en los terrenos en donde el periodo de uso es corto (uno a tres años) las especies espontaneas se propagan principalmente de rebrotes y chupones, esto hace que la composición

florística de esta área permanezca estable en el tiempo. En cambio, en terrenos con un historial de aprovechamiento largo (más de tres años), las especies se establecen por semilla y la diversidad se incrementa con el tiempo, pero el retorno a la vegetación que originalmente existió puede tardar cientos de años.

Se observó que conforme se incrementa el uso para el cultivo por varios años en los terrenos de RTQ: a) Existe un agotamiento de las reservas de tocones que persisten con el disturbio; b) un incremento en la densidad y biomasa de los pastos o zacates; 3) la entrada de especies leñosas de rápido crecimiento; 4) un mejor desarrollo de las especies leñosas cuando crecen debajo de los árboles. La existencia de árboles silvestres tolerados dentro de los terrenos de barbecho, significa condiciones favorables o sitios seguros para el crecimiento de las especies leñosas sucesionales.

En los cuadros 12, 13 y 14 se observan las diferentes especies herbáceas, arbustivas y arbóreas que se presentan conforme transcurre los años de barbecho. En los primeros años de barbecho existe una proliferación de especies invasoras de las familias Leguminosae, Asteraceae y Gramineae, entre ellos especies de los géneros *Desmodium*, *Crotalaria*, *Aeschynomene*, *Phaseolus*, *Zornia*, *Tagetes*, *Bidens*, *Tithonia*, *Gnaphallium*, *Paspalum* y *Rhynchelytrum* principalmente, este último se considera como un indicador de suelos perturbadas y/o degradados. Asimismo, se presentan especies arbustivas de los géneros *Lantana*, *Calliandra*, *Mimosa*, *Wigandia*, *Agave* y plántulas de árboles del género *Acacia* y *Diphysa*. Conforme se empieza a

cerrar el dosel, las condiciones de sombra y humedad ocasionan una reducción en las especies herbáceas y arbustivas, dando lugar a otras especies que toleran las condiciones de sombreado, entre ellas especies del género *Phebodium*, *Sellaginella*, *Dahlia* y especies arbóreas como la *Leucaena* y la *Eynsehardtia*.

Sin embargo, existen especies que se les pueden encontrar en las diferentes fases de barbecho como la de los géneros *Lantana*, *Desmodium*, *Phaseolus*, *Agave*, *Calliandra*, *Diphysa*, *Eynsehardtia* y *Acacia*. Estas últimos cuatro géneros con especies con potencial para ser utilizadas en sistemas agroforestales o barbechos mejorados y que han sido utilizados con buenos resultados en otras partes del mundo.

Cuadro 12. Especies herbáceas asociadas con *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* en los barbechos de agricultura migratoria en la comunidad de estudio.

Familia	Especie vegetal		Años de Barbecho				
	Nombre común	Nombre Científico	6	20	40	70	90
Asteraceae	Flor de muerto	<i>Tagetes</i> sp.	X				
	<i>Ita nd+y++</i>						
	Anis Silvestre	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	X				
	<i>Yuku anis</i>						
	Hierba de hoja de cruz	<i>Smallanthus oaxacanus</i>					X
	<i>Yuku nta 'a cruxi</i>	Hatt. H. Rob.					
	Pega ropa blanco	<i>Bidens odorata</i> Cav.	X				
	<i>Y+ + kuixi</i>						
	Hierba de asma	<i>Gnaphallium</i> sp.	X				X
	<i>Yuku pasma</i>						
	Achual	<i>Tithonia tubeaformis</i>	X				
	<i>T+nu 'u</i>	(Jacq.) Cass					
	Dalia	<i>Dahlia</i> sp.					X
	<i>Ita kuendee</i>						
Gramineae	Cardón	<i>Cirsum</i> sp.				X	
	Pasto de seda	<i>Rynchelytrum roseum</i>	X	X			
	<i>Ite seda</i>	(Nees)					
	Pasto de espiga ancha	<i>Paspalum centrale</i> Chase	X	X			
	<i>Ite ya 'a</i>						
	Pasto de espiga larga	<i>Digitaria ternata</i> (Rich.)				X	
	<i>Ite ya 'a</i>	Stapf.					
	Pasto liviano	<i>Oplismenus</i> sp.			X	X	
	<i>Ite ñama</i>						
	Pasto	<i>Schizachyrum hirtiflorus</i>				X	
<i>Ite ya 'a</i>	(Ness) Kunth						
Otatillo	<i>Laciasis nigra</i> Davidse					X	
<i>Ite ñama</i>							
Pasto de hueso	<i>Aristida orcuttiana</i> Vasey				X	X	
<i>Ite y+k++</i>						X	
Leguminosae	Hierba de venado	<i>Desmodium sericophyllum</i>	X	X	X	X	X
	<i>Yuku tuchi idu</i>	Schldtl.					
	Hierba de cascabel	<i>Zornia thymifolia</i> Kunth	X	X			X
	<i>Yuku ntoko koo</i>	<i>Crotalaria sagittalis</i>	X				
	Frijolillo o frijol de monte	<i>Phaseolus leptostachyus</i>	X	X		X	
	<i>Y+ 'y+ daa</i>						
	Frijol de monte	<i>Clitoria</i> sp.					X
	Chepíl de monte	<i>Crotalaria pumilla</i>		X	X		
	<i>Yuku vidi yuku</i>						
	Mecate de peine	<i>Desmodium</i> aff. <i>nitidum</i> M.	X	X	X	X	X
<i>Yo 'o tikuka</i>	Martens & Galeotti						
Vergonzosa	<i>Aeschynomene americana</i>	X		X			
	<i>Cologonia grandiflora</i>		X	X			
Polypodiaceae	Helecho de nahual	<i>Phebodium aerolatum</i>				X	X
	<i>Yuku t+koto ni yuu</i>	(Humb & Bonpl. ex Will) J. Smith					
	Hierba que revive	<i>Sellaginella cuspidata</i>		X			X
<i>Yuku ntoto xi 'i</i>	Link.						
Cyperaceae	Zacatón (Yayu)	<i>Muhlebergia</i> sp.				X	X
Asclepidaceae	Bejuco	<i>Matelea</i> sp.				X	

Cuadro 13. Especies arbustivas asociadas con *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* en los barbechos de agricultura migratoria en la comunidad de estudio.

Familia	Especie vegetal		Años de Barbecho				
	Nombre común	Nombre Científico	6	20	40	70	90
Leguminosae	Flor de liendre	<i>Calliandra grandiflora</i>	X	X	X		X
	<i>Ita cha'u</i>	(L'Her) Benth					
	Garra de león	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl.	X		X		
	<i>Iñu nt+ka'a</i>						
	Huaje de monte	<i>Leucaena diversifolia</i>				X	
	<i>Ndua yuku</i>						
Verbenaceae	Hierba de hueso	<i>Lantana camara</i> L.	X		X	X	
	<i>Yuku y+k++</i>						
Onagraceae	Aretillo	<i>Fucsia michoacanensis</i>			X		X
		Sessé et. Mociño					
Agavaceae	Maguey de tobalá	<i>Agave potatorum</i>	X	X		X	
	<i>Yau t+vivi</i>						

Cuadro 14. Especies arbóreas asociadas con *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* en los barbechos de agricultura migratoria en la comunidad de estudio.

Familia	Especie vegetal		Años de Barbecho				
	Nombre común	Nombre Científico	6	20	40	70	90
Leguminosae	Espinal negro	<i>Acacia penatula</i>	X	X	X	X	
	<i>Tnuifnu tnuu</i>						
	Guachépil	<i>Diphysa floribunda</i> Peyr.	X	X		X	X
	<i>Tnuxikunta</i>						
	Guachépil de monte	<i>Dihpysa suberosa</i> S.	X				X
	<i>Tnuxikunta yuku</i>	Watson					
	Árbol de fierro	<i>Eysenhardtia polystachya</i>		X	X	X	X
	<i>Tnuyaka</i>	(Ortega) Sarg.					
Árbol de corazón	<i>Lysiloma acapulcensis</i>		X				
(Tepehuaje)							
	<i>Tnu ini</i>						
Hydrophileaceae	Hoja de hinchazón	<i>Wigandia caracasana</i>	X	X			
	<i>Vixi chuu</i>	H.B.K					

4.2.1. Hongos silvestres ectomicorrízicos identificados en las etapas sucesionales o barbechos

En el cuadro 15 se presentan los géneros y peso seco de los hongos silvestres identificados durante los muestreos realizadas en los sitios de muestreo.

Cuadro 15. Cantidad y peso de hongos silvestres recolectados e identificados en los sitios de muestreo.

Sitio	Años de Barbecho	Número de especímenes	Peso seco de hongos (KG)	Géneros presentes identificados
1	6	22	0.004	Hongos pequeños asociados a líquenes
2	20	63	0.025	<i>Russula, Lycoperdum, Agaricus, Scleroderma, Astreus, Lactarius, Rhizopogon</i> y hongos pequeños asociados a líquenes
3	40	27	0.040	<i>Russula, Lycoperdum, Scleroderma, Suillus, Lactarius, y Amanita</i>
4	70	36	0.104	<i>Russula, Amanita, Lactarius e Hypomyces</i>
5	90	73	0.113	<i>Russula, Amanita, Lactarius, Hypomyces, Ramaria, Bovista, Lycoperdum y Scleroderma</i>

Durante los primeros seis años de barbecho, después de la RTQ, se encontraron pequeños hongos asociados a líquenes en las bases de los árboles que empiezan a desarrollarse en el terreno, mismos que otorgan las condiciones de sombra y humedad para su desarrollo, pero la materia orgánica es insuficiente para el desarrollo de hongos silvestres de otros géneros. Asimismo se observa que a partir de los 20 años de barbecho es común

encontrar hongos de mayor tamaño y peso como lo son *Russula* spp. y *Lactarius* spp.; en los claros se pueden encontrar especies del genero *Agaricus*, *Scleroderma*, *Astreus* y *Lycoperdum*; y es a partir de los 40 años de barbecho donde se pueden encontrar especies comestibles y apreciadas por la gente de la comunidad como lo son *Amanita caesarea*, *Hypomyces lactifluorum* y *Cantharellus cibarius*, aunque individuos de este último no se encontraron en los sitios de muestreo. En algunos terrenos donde se eliminó vegetación de árboles de pino (*Pinus teocote*) y guachipilín (*Diphysa floribunda*) se pueden encontrar hongos de las especies *Neolentinus lepideus* y *Pseudofistulina radicata* creciendo respectivamente en troncos en descomposición.

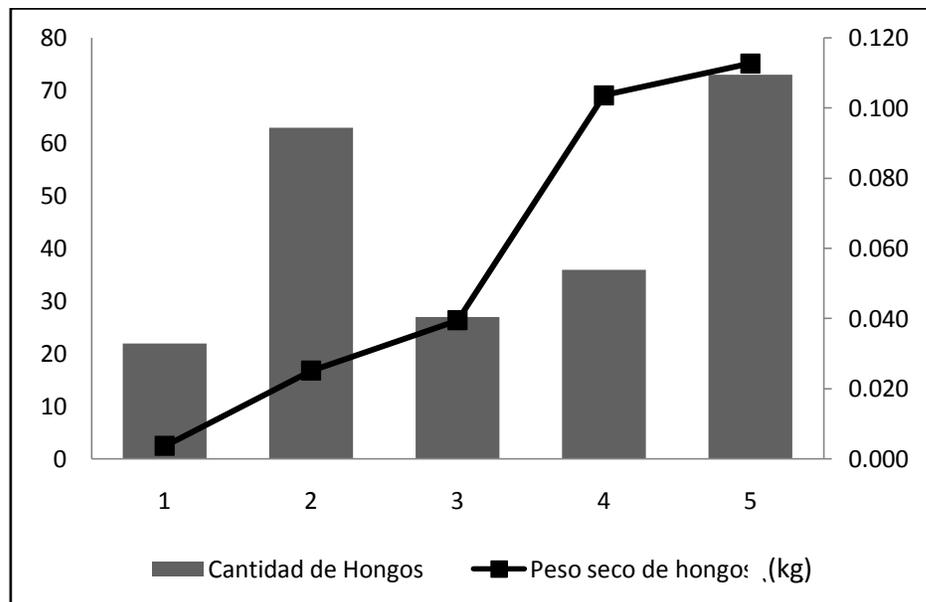


Figura 28. Comportamiento del número de individuos y peso seco de los hongos silvestres en los sitios de barbecho.

Conforme transcurren los años de barbecho las condiciones ambientales (humedad y temperatura) y edáficas (materia orgánica, pH) empiezan a

modificarse debido a que el dosel se va cerrando, lo que a su vez ocasiona que el estrato herbáceo poco a poco empiece a disminuir su diversidad. Lo anterior ocasiona que se tengan las condiciones adecuadas para la reproducción de una mayor cantidad y diversidad de hongos silvestres (Figuras 28 y 29).

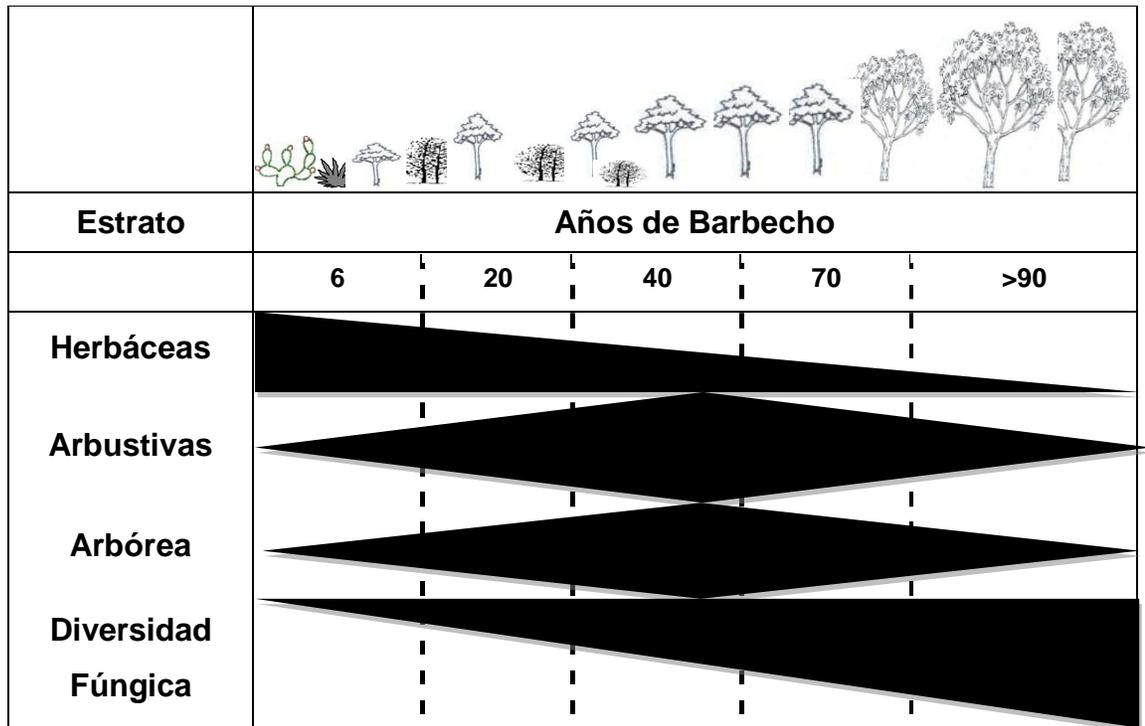


Figura 29. Tendencias de cambios de diversidad de especies vegetales y fúngica en barbechos de RTQ en clima templado.



Figura 30. Etapas sucesionales después de la RTQ y hongos silvestres asociados: a) y b) 6 años; c) y d) 20 años; e) y f) 40 años; g) y h) 70 años y i) y j) Mayor de 90 años.

4.3. Estudio etnomicológico en la comunidad de estudio

4.3.1. Evidencias previas de la importancia de los hongos en los mixtecos

El primer registro documental vinculado con la importancia cultural de los hongos en el grupo mixteco tiene una antigüedad de más de 500 años y está constituido por el Códice Vindobonensis. Éste constituye uno de los documentos prehispánicos de mayor valor en la comprensión de una cosmovisión ancestral relacionada con la creación del mundo según los mixtecos. A lo largo de 11 metros en piel de venado y 52 láminas, se relata de manera pictográfica los orígenes míticos del universo mixteco y los rituales que llevaron a su ordenamiento por los dioses creadores (Hermann, 2008). En las páginas 24 y 25 del Códice Vindobonensis existe un extraordinario relato relacionado con un ritual con hongos y con la primera salida del sol, en ella participan al menos siete deidades, dos dioses y cuatro diosas (Figura 31). La deidad mejor conservada, representada por el glifo “1 águila” a su derecha, la que se denomina *Sitña Yuta*, “la abuela de los ríos” o diosa de la fertilidad (Figura 32), sostiene un par de hongos en su mano, en la cual incluso se aprecian los colores originales. Esto es indicativo de una condición “técnica” del procedimiento de ingestión de los hongos, pues se deben consumir por pares, y recolectados de sitios diferentes, característica ritual que prevalece hasta nuestros días entre los habitantes de Oaxaca que consumen hongos (Velandia *et al.*, 2008).



Figura 31. Lámina del Códice Vindobonensis en donde se describe los orígenes míticos del universo mixteco (Tomado de Hermann y Libura, 2007).



Figura 32. La diosa “1 águila” ó *Sitña Yuta*, “la abuela de los ríos” o diosa de la fertilidad. Obsérvense los hongos en su mano (Tomado de Hermann y Libura, 2007).

En el relato contenido en las páginas citadas se incluyen también dos conmovedoras imágenes: a) en una de ellas el dios Nueve Viento “Quetzalcóatl” (la serpiente emplumada), carga en sus hombros una deidad, denominada “11 Lagartija” la cual tiene tres hongos sobre su cabeza y representa a los hongos

que van a ingerir las deidades en la ceremonia (Figura 33); y b) en otra imagen el dios Nueve Viento “Quetzalcóatl” tiene un encuentro con el dios solar y de la música Siete Flor “*Piltzintecuhtli*”. El primero entona cantos con ayuda de un *Omichicahuaztli*; esta música guía a los dioses en el trance. Frente a Nueve Viento, el dios Siete Flor sostiene dos hongos en su mano y llora al mismo tiempo, resultado del canto fúnebre o del trance (Figura 34). El pasaje contenido en las páginas citadas ha sido denominado recientemente como “La ceremonia de los hongos y la primera salida del sol” por Hermann y Libura (2007).



Figura 33. El dios Nueve Viento “Quetzalcóatl” (la serpiente emplumada), carga en sus hombros a la deidad “11 Lagartija”. (Tomado de Hermann y Libura, 2007).

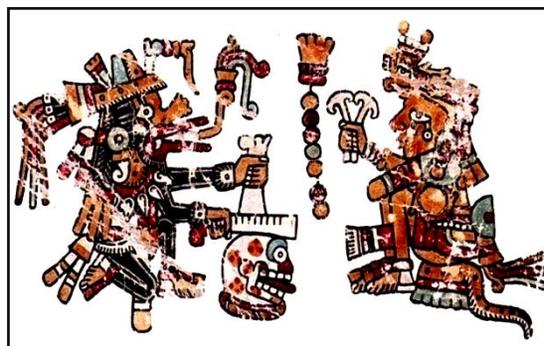


Figura 34. El dios Nueve Viento “Quetzalcóatl” tiene un encuentro con el dios solar y de la música Siete Flor “*Piltzintecuhtli*”. (Tomado de Hermann y Libura, 2007).

Adicional a este registro existe otra importante evidencia del uso de los hongos entre los mixtecos que data de la época colonial. A pesar de que se ha considerado que en épocas prehispánicas la utilización de los hongos constituía una práctica común en diversos grupos mesoamericanos, posterior a la conquista por los españoles fue una práctica perseguida por la Iglesia Católica. En este sentido, existe un relato muy antiguo documentado en el Códice Yanhuitlán, en el cual se describe cómo el 15 de octubre de de 1544, tres indios mixtecos convertidos al cristianismo, atestiguaron sobre su ostentosa adoración hacia los dioses prehispánicos. El más importante de ellos rindió su declaración en mixteco y al parecer había tomado hongos embriagantes para invocar el auxilio divino en diversas circunstancias (Wasson, 1983).

En el Lienzo de Zacatepec, que es posterior a la conquista y de origen mixteco, repite el mensaje de la mujer que lleva hongos en el cabello, aunque aquí se trata de la cabeza de un hombre, el cual es similar al utilizado en el Códice Vindobonensis. La cabeza descansa en la cima de un cerro (Figura 35), por lo que Wasson (1983) refiere que quizá pueda tratarse de un lugar sagrado en donde se celebraba el banquete fúngico.

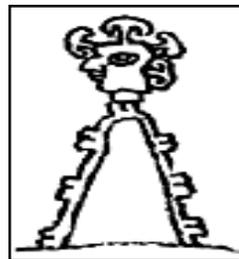


Figura 35. Cabeza de un hombre que lleva hongos en el cabello representado en el Lienzo de Zacatepec. (Tomado de Wasson, 1983).

Estos documentos constituyen sin lugar a dudas importantes evidencias que documentan la importancia de los hongos en el grupo mixteco desde épocas ancestrales y tres de las evidencias más antiguas conocidas en México relacionadas con el uso de los hongos en Mesoamérica (Caso, 1963; Wasson, 1983).

4.3.2. La importancia de los hongos en la comunidad de estudio

Muchas de las comunidades rurales son celosas de su conocimiento, es difícil el acceso a ellas como resultado de los engaños y saqueos que han sido objeto por parte de visitantes o la biopiratería. El ser originario de esta comunidad indígena mixteca de Santa Catarina Estetla (*Ñuu tiiña*), considerada en extrema pobreza, pero rica en conocimientos ancestrales, sin duda fue de gran utilidad para los resultados del presente estudio.

En la variante etnolingüística de Santa María Peñoles (*Ñuu inia*), a la cual pertenece la comunidad de estudio, se le denomina ***Xi'i*** a los hongos, que también puede traducirse como “**que muere**”, esto tal vez relacionado con la relativamente corta longevidad de los esporomas. A pesar de las múltiples variantes de la lengua mixteca, el término para llamar al hongo es el mismo en diversas comunidades (Beaty, 2004; Rodríguez, 2009).

4.3.3. Estructura general de los hongos silvestres identificado por los habitantes de la comunidad

El conocimiento tradicional es de gran exactitud desde la perspectiva taxonómica y ecológica occidental, de tal forma que los habitantes pueden distinguir, y nombrar las partes de los hongos en la lengua local (Figura 36), asignarle un nombre en mixteco a los hongos más comunes, comestibles o tóxicos y ubicar con exactitud el hábitat y la fenología en que se desarrollan las especies estudiadas. Asimismo, los separan como organismos distintos de las plantas y animales, tal como se indica en el cuadro 16.

Cuadro 16. Clasificación de los seres vivos y hongos silvestres según la gente de la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.

Ser vivo	Traducción al mixteco	Clasificación	Traducción al mixteco
Animal	<i>K+t+</i>	Animal de casa (domestico)	<i>K+t+ tata</i>
		Animal de campo (silvestre)	<i>K+t+ yuku</i>
Planta	<i>Y+´+</i>	Hierbas	<i>Ku´u</i>
		Arboles	<i>Yutnu</i>
Hongo	<i>Xi´i</i>	Hongo bueno (comestible)	<i>Xi´i va´a (xi´i saxio)</i>
		Hongo malo (venenoso)	<i>Xi´i kue´e (xi´i a tu va´a)</i>
		Hongo del tronco	<i>Xi´i kene nuu ntú´u</i>
		Hongo del árbol	<i>Xi´i kene nuu yutnu</i>
		Hongo de la tierra	<i>Xi´i kene nuu ñu´u</i>
		Hongo del estiércol	<i>Xi´i nuu ka´ava</i>
		Hongo de hojarasca	<i>Xi´i kene nuu vixi</i>
		Hongo del maíz	<i>T+ka maa ó xi´i nuu itu</i>

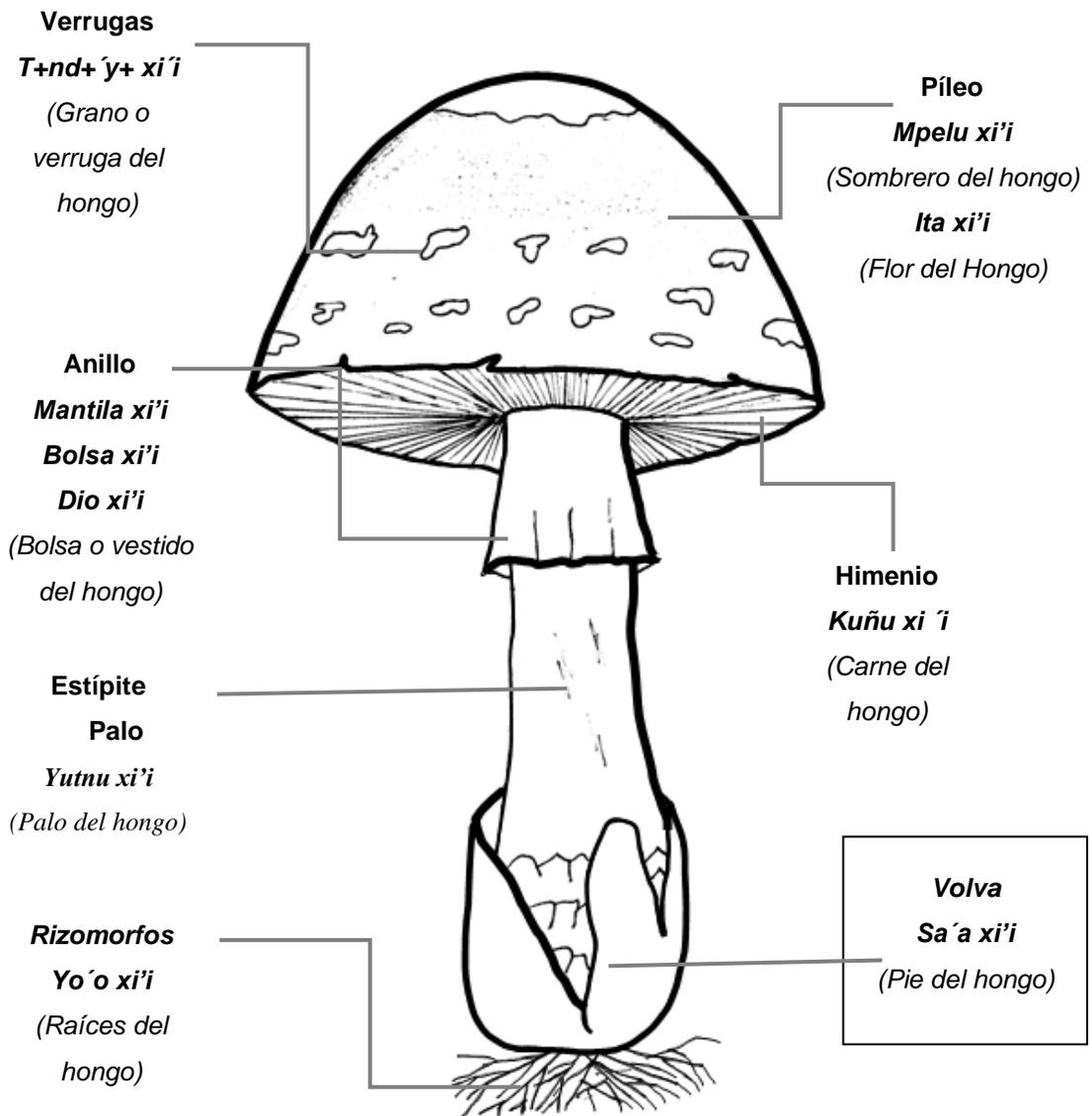


Figura 36. Descripción de las partes del hongo reconocidos por los habitantes de la comunidad de estudio.

4.3.4. Hongos comestibles identificados en la comunidad de estudio.

En el presente estudio se identificaron trece especies de hongos silvestres comestibles por los informantes de la comunidad. A continuación se menciona la información de cada especie con los siguientes datos: nombre científico, nombre mixteco, traducción del mixteco al español, tiempo de recolecta o cosecha, hábitat, forma de preparación y la etiqueta de referencia del espécimen.

Albatrellus aff. *ovinus*. ***Xi'i yaa idu*** (“hongo de lengua de venado”). Se le da este nombre por el parecido con la lengua del venado (*Odocoileus virginianus oaxacensis*). De tipo micorrízico, desarrollándose en bosque de pino en los meses de julio, agosto y septiembre. Se prepara asado en el comal (*chi'ó nuu xiyo*) condimentado con sal.

Amanita caesarea (Scop. ex Fr.) Qué. ***Xi'i naa*** (“hongo que muere rápidamente”) (“hongo que destruye o consume”). El periodo de vida del hongo es muy corto (se pudre con facilidad). Cuando se prepara sopa con este hongo y se condimenta con hierbabuena (*Mentha spicata* L.), se tiene la creencia que ésta se seca o muere y, por último recibe el nombre en español de “hongo de yema” por el color amarillo-naranja del peridio, parecido a la yema de huevo ó bien por la forma de un huevo cuando el esporoma está en desarrollo inicial. Se

recolecta en la época de lluvias, en los meses de julio y agosto. Es del tipo micorrízico y se encuentra en bosque de encino (*Quercus* spp.). Se puede consumir asado en el comal (*chi'ó nuu xiyo*) o en sopa (*Kaldu xi'i*). Cuando se asa, una vez cocido, la gente acostumbra lavarlo antes de consumirlo con el fin de eliminar un líquido amarillento que puede causar vómito si se consume el hongo en exceso. En cambio, cuando se prepara sopa (*sopa xi'i*), este líquido hace que se torne de color amarillo, pero esto no ocasiona ningún daño ya que se condimenta con hierbabuena (*Mentha spicata* L.) y se diluye con el agua.

Agaricus campestris L. ex Fr. Syn. *Psalliota campestris* (L. ex Fr.) Qué. ***Xi'i nuu ite*** (“hongo del pasto”). Es un hongo de tipo saprobio o saprófito que crece en pastizales. Se recolecta en los meses de junio y julio cuando ha iniciado el periodo de lluvias, siendo de los primeros que aparecen creciendo en el suelo en el año. Se consumen en empanadas (*dita x+t+*), quesadillas (*dita nukotna 'nu*) y en amarillo (*ndeyu xi'i*).

El amarillo o mole amarillo (*ndeyu*) es una comida típica del estado de Oaxaca en el que se prepara con masa de maíz amarillo y hongos silvestres, carne de guajolote, res, puerco, gallina, hojas de chepíl ó chipílin (*Crotalaria longirostrata*) y cilantro (*Coriandrum sativum*). Recibe su nombre por el color del maíz usado, lo que también le da una consistencia espesa y se condimenta con sal, clavo (*Syzygium aromaticum*), pimienta (*Piper nigrum*), chile de árbol y pasilla (*Capsicum annum*), ajo y hierbasanta (*Piper auritum*).

Boletus edulis Bull. ex Fr. ***Xi'i taka ya'a*** (“hongo de nido café”) ó ***Xi'i yaa ndukutu*** (“hongo de lengua de vaca”). Esto por la forma del píleo en forma de nido invertido y por el parecido del himenio con la lengua rasposa de las vacas. De tipo micorrízico y es común encontrarlos en los bosques de encino (*Quercus* spp.) durante los meses de julio y agosto. Se prepara asado (*chi'o nuu xiyo*), para lo cual se elimina la pilipélis, ya que tiene un ligero sabor amargo, se lava y se le pone sal. Aunque es una especie común en los bosques de encino, no es muy consumida por la gente de la comunidad.

El vocablo ***taka*** (nido) es utilizado para designar todas las especies de hongos que tengan píleos hemisféricos por su similitud con los nidos de pájaro, sin embargo, se utiliza un criterio distintivo adicional que es el color del píleo (*ya'a* = café, *kuixi* = blanco, *t+kue'e* = rojo, *kuaan* = amarillo, *kuii* = verde, *yaa* = gris) para distinguir cada una de éstas.

Cantharellus cibarius Fr. ***Xi'i veyá*** (“Hongo de flor de calabaza (*t+veya*)”). Hongos de color amarillo muy llamativo y con forma semejante a la flor de la calabaza (*Cucurbita pepo*) ó chilacayota (*Cucurbita ficifolia*), la cual es comestible en la región y se cultiva asociada con la milpa. Este hongo es una de las especies más buscadas y apreciadas por la gente de la comunidad por su olor, color y sabor agradable. De tipo micorrízico, se recolecta en el mes de agosto en los bosques de pino-encino y encino (*Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis*), en donde la hojarasca no es tan abundante. Se puede preparar

en amarillo (*ndeyu xi'i*), en empanadas (*dita x+t+*) y quesadillas con epazote (*Teloxis ambrosioides*).

Hypomyces lactifluorum (Schw. Fr.) Tul. ***Xi'i lo'ó*** (“hongo de cresta de gallo”). Su nombre común es debido a la similitud entre la forma del píleo y la cresta del ave. Es un hongo que parasita a otros hongos de los géneros *Russula* y *Lactarius*, se recolectan en bosque de pino-encino, creciendo bajo la hojarasca de encinos (*Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis*) y/o pingüica ó manzanita de monte (*Arctostaphylos pungens*). Se cosechan durante los meses de julio y agosto. Para ser consumidos, primero se rebanan en trozos y se mezcla con chile de árbol (*Capsicum annum*), cebolla (*Allium cepa*), ajo picado y hierba santa (*Piper auritum*), posteriormente se prepara en empanadas (*dita x+t+*).

Lactarius volemus Fr. ***Xi'i d+ku+*** (“hongo de leche”). El nombre se debe a que exuda un líquido parecido a la leche en la parte de las laminillas del himenio. Es una especie micorrizica que crece en el bosque de encino (*Quercus rugosa*, *Q. castanea* y *Q. urbanii*) en los meses de julio y agosto. Es poco abundante, por lo que su consumo no es muy común en la comunidad. Se consume asado sobre el comal (*chi'ó nuu xiyo*) o en amarillo (*ndeyu xi'i*).

Marasmius oreades Bolt. ex Fr. ***Xi'i daa*** (“hongo de pájaro (*t+daa*)” u “hongo caliente”) ó ***Xi'i ndeyu*** (“hongo para amarillo”). Su nombre lo recibe de la forma, tamaño pequeño y color del estípote parecido a las delicadas patas de los

pájaros. Crece en áreas abiertas donde hay un pasto que la gente denomina “pasto de borrego” (*ite mbee*), tal vez de ahí el nombre de “hongo caliente” por estar en lugares soleados. Es de tipo saprobio o saprófito y se recolecta en los meses de mayo y junio, cuando comienzan las lluvias. Se consume solamente en “amarillo” o “amarillito” (*ndeyu xi'i*).

Neolentinus lepideus (Buxb.) Fr. ***Xi'i ntaka'a ñu'u*** (“hongo de trueno” u “Hongo que sale cuando habla la tierra”) ó ***Xi'i kolo*** (“hongo de guajolote”). Se tiene la creencia que emerge cuando hay truenos y anuncia la temporada de lluvias. Las personas entrevistadas comentan: “... *si el hongo aparece en los meses febrero ó marzo, indica que la temporada de lluvias comenzará en forma temprana en el año y por consiguiente habrá una temporada larga de las mismas, por el contrario, si aparece hasta los meses de abril ó mayo, indica que las lluvias se retrasarán y habrá un temporada corta de las mismas...*”. De acuerdo con esto, es considerado como un “indicador bioclimático”. El espécimen se recolectó a mediados del mes de mayo del 2009, apareció en forma tardía al igual que las lluvias que comenzaron hasta el mes de junio y la temporada fue muy corta. La gente comenta que es un hongo muy delicado, ya que si en el lugar de recolecta hay primordios y uno los observa (mal de ojo), éstos ya no llegan a desarrollarse y se secan, así también si empieza a llover en grandes cantidades los hongos se pudren y ya no hay desarrollo hasta el próximo año. También recibe el nombre de “hongo de guajolote” por la similitud que tiene el píleo del hongo con la cola del ave al esponjarse y por las escamas

de color café que semejan al huevo del ave. Este hongo es recolectado comúnmente en los meses de febrero y marzo, aunque para el presente año este se presentó hasta el mes de mayo debido al retraso de las lluvias. Es del tipo saprobio o saprófito, ya que se desarrolla sobre troncos podridos de 2 ó 3 años producto de la roza, tumba y quema, de pino u ocote (*Pinus teocote*). Es muy apreciado y se prepara en “amarillo” o “amarillito” (*ndeyu xi'i*). Algunas personas lo secan al sol ó arriba del fogón y lo guardan para consumirlo en la época cuando no hay hongos, sin que esto modifique su sabor. Para esto, antes de prepararlo, se deja remojando por unas horas para que se rehidrate y pueda desmenuzarse.

Pseudofistulina radicata (Schwein.) Burdsall (*Fistulina radicata*). ***Xi'i tuchi*** (“hongo de tendón”) ó ***Xi'i tnu xikunta*** (“hongo de guachepíl”). Se le da este nombre por la consistencia coriácea, la cual permite que se pueda secar al sol y almacenar varios meses sin que pierda su sabor o inicie estadios de putrefacción. Al igual que *Neolentinus lepideus*, se tiene que remojar unas horas antes de ser preparado para su consumo, ya que cuando está seco su consistencia es muy dura y es difícil desmenuzarlo. Es una especie saprófita únicamente de las raíces muertas del árbol del guachepíl o guachipilín (*Diphysa floribunda*), el cual no es muy común en la comunidad. Este hongo tiene una consistencia poco correosa o elástica, pero su sabor es muy apreciado. Se recolecta en los meses de julio y agosto. Se desmenuza y prepara en amarillo

(*ndeyu xi'i*) o se fríe en aceite cuando está fresco o recién colectado. Su hábito de consumo es reciente.

Ramaria botrytis (Pers). Ricken y *R. holorubella*. ***Xi'i nd+k+ idu*** (“hongo de asta de venado”). Se nombra así debido a su forma semejante al “cuerno” o asta de los machos del venado cola blanca oaxaqueño (*Odocoileus virginianus* Subesp. *oaxacensis*). Crece en partes altas, arriba de los 1000 msnm, en bosques de encino (*Quercus rugosa*, *Q. castanea* y *Q. urbanii*) durante los meses de julio y agosto, cuando las lluvias son más abundantes y existe mayor humedad en el suelo. De tipo micorrízico. La gente que lo come asa en el comal (*chi'ó nuu xiyo*).

Russula aff. *lepida* Fr. ***Xi'i satu*** (“hongo picante ó enchilado”) ó ***Xi'i ya'a*** (hongo de chile). El nombre se debe al color rojo del píleo. Las personas que consumen este hongo mencionan que tiene un ligero sabor picante. Crece en partes altas, arriba de los 1000 msnm, en bosques de encino (*Quercus* spp.) ó pino-encino, durante los meses de julio y agosto, cuando las lluvias son más abundantes y existe mayor humedad en el suelo. De tipo micorrízico. La gente que lo consume lo asa en el comal (*chi'ó nuu xiyo*).

Ustilago maydis (D.C.) Corda. ***T+kaa maa*** (“chapulín malo”). El vocablo que designa esta especie no incluye la palabra hongo (*xi'i*), debido a que se considera que este organismo es dañino para el maíz (*Zea mays*), que origina deformaciones en sus granos. Asimismo, el nombre está relacionado con la

forma y el color negro o café de las esporas, similares al líquido café oscuro que expulsan por la boca los chapulines (*Sphenarium purpurascens*) para defenderse de sus predadores. Es un hongo parásito del maíz, se le conoce comúnmente en México como “Huitlacoche ó Cuitlacoche” y se recolecta en la zona durante los meses de agosto y septiembre, en la época cuando el maíz está en elote. Se consume en empanadas (*dita x+t+*) condimentado con epazote (*Teloxis ambrosoides*). De igual forma, se tiene la creencia que este hongo atacará con mayor intensidad la milpa cuando la familia consume mucho *yusandeyu* y *ntei nte´e*, el primero es una pasta de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) condimentado con hojas de aguacate (*Persea americana*), chile (*Capsicum annum*) y sal y, el segundo es una sopa de frijol negro y para su elaboración los granos son tostados en el comal, posteriormente son molidos en el metate y cuando se prepara es condimentado con ajo, cebolla (*Allium cepa*), sal y epazote (*Teloxis ambrosoides*).

Cabrera (1974) en su "Diccionario de aztequismos" afirma que la palabra “huitlacoche ó huitacoche”, es corrupción de cuitlacoche, que hace referencia a un ave (*Harporhynchus longirostris* Schl) que se alimenta al ras del suelo de la milpa. Esta ave tendría la costumbre de dormir sobre los estercoleros del ganado, de donde le vendría el nombre, de *cuítlatl*= excremento, y *cochi*=dormir. La semejanza de la mazorca infectada con *Ustilago maydis* para con esta ave sería la causa del nombre “huitlacoche” aplicado al hongo, algo similar con la asignación del nombre en mixteco por los habitantes en la comunidad de estudio.

Las personas entrevistadas, coincidieron en que los hongos nacen de la tierra (*xi'i kene nuu ñu'u*) o de los troncos de árbol (*xi'i kene nuu yutnu*) y que animales como las ardillas (*Sciurus aureogaster*) y los venados (*Odocoileus virginianus oaxacensis*) los consumen y diseminan las semillas de los hongos al defecar en diferentes sitios. Ésta puede ser considerada una noción ecológica muy avanzada vinculada con la micofagia y la subsecuente dispersión fúngica originada por mamíferos. Asimismo, consideran esencial el conservar los bosques, ya que ahí viven estos animales silvestres, que les sirven de alimento, y garantiza la presencia de hongos que complementan su dieta año con año.

Cuando se recolectan los hongos en el bosque, la gente los corta del estípote, sin la raíz, ya que así garantizan que crezca otro hongo el próximo año en el mismo lugar. De ahí que la gente sabe con certeza en qué lugar crece cada especie de hongos comestibles y acuden a ese sitio para recolectarlos cada año. Para identificar los hongos, se usa por lo regular el sentido de la vista y el tacto al levantarlo, sin embargo cuando se encuentran con una especie con características visuales similares a la de los hongos comestibles, adicionalmente efectúan una identificación basada en el olor característico de la especie, como sucede con *Cantharellus cibarius*, *Amanita caesarea*, *Neolentinus lepideus* y *Marasmius oreades*.

La transmisión del conocimiento de padres a hijos ha sido dinámica, versátil y se realiza durante las actividades diarias en el campo. A los siete u ocho años,

los niños empiezan a acompañar a la madre o al hermano(a) mayor a pastorear el ganado bovino, ovino o caprino, en ese momento empiezan a observar y a ser instruidos en la identificación y recolección de hongos comestibles, así como en la identificación de los tóxicos, los lugares donde crecen año con año ó con cuales pueden incluso jugar sin que esto represente un peligro. A pesar de que en otras partes de México existe una erosión del conocimiento etnomicológico a pasos agigantados, en la región se detectó que existe una preservación del conocimiento tradicional, dado que los padres, sobre todo la madre, y abuelos continúan enseñando su conocimiento a los niños. Sin embargo, se ha identificado la pérdida de cierto conocimiento en especies no comunes, como es el caso de *Boletus edulis*, *Albatrellus aff. ovinus*, *Ramaria botrytis* y *Russula aff. palida*, sobre los cuales los informantes mencionan su consumo en el pasado, pero ya casi no se comen en la actualidad.

Los hongos son nombrados en la lengua mixteca por una característica particular asociado a un ente familiar en su universo conocido, el cual puede ser una flor, un pájaro, un color, un olor o a algo que se le parezca, como es el caso de *Cantharellus cibarius*, que por el color llamativo y la forma se le nombra como hongo de flor de calabaza ó *Xi'i veyá (t+veyá)* en la lengua nativa, ó en el caso de *Amanita caesarea* u hongo de yema (*Xi'i naa*), como se le conoce en la comunidad, se distingue de *Amanita muscaria* (*Xi'i la'va nd+'y+*) u hongo de sapo, porque *A. caesarea* no presenta los restos de la volva que quedan en el píleo o sombrero (Cuadros 17 y 18).

Cuadro 17. Registro de nombres de hongos comestibles presentes en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca, México.

Especies de hongos	Nombres en Mixteco	Nombres en Castellano
<i>Albatrellus aff. ovinus</i>	<i>Xi'i yaa idu</i>	Hongo de lengua de venado
<i>Amanita caesarea</i> (Scop. ex Fr.) Quél.	<i>Xi'i naa</i>	Hongo que muere rápido, hongo que destruye o extingue, hongo de yema
<i>Agaricus campestris</i> L. ex Fr.	<i>Xi'i nu ite</i>	Hongo de pasto
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr.	<i>Xi'i taka ya'a</i>	Hongo de nido café
	<i>Xi'i yaa ndukutu</i>	Hongo de lengua de vaca
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	<i>Xi'i veyá</i>	Hongo de flor de calabaza
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schw. Fr.) Tul.	<i>Xi'i lo'ó</i>	Hongo de cresta de gallo
<i>Lactarius volemus</i> Fr.	<i>Xi'i d+ku+</i>	Hongo de leche
<i>Marasmius oreades</i> Bolt. ex Fr.	<i>Xi'i daa</i>	Hongo de pájaro (<i>t+daa</i>) Hongo caliente
	<i>Xi'i ndeyu</i>	Hongo para amarillo
<i>Neolentinus lepideus</i> (Buxb.) Fr.	<i>Xi'i ntaka'a ñu'u</i>	Hongo de trueno (cuando habla la tierra), hongo de guajolote
	<i>Xi'i kolo</i>	
<i>Pseudofistulina radicata</i>	<i>Xi'i tuchi, Xi'i tnu xikunta</i>	Hongo de tendón, hongo de guachepíl
<i>Ramaria botrytis</i> (Pers). Ricken <i>R. holorubella</i> .	<i>xi'i nd+k+ idu</i>	Hongo de asta de venado
<i>Russula aff. lepida</i> Fr.	<i>Xi'i satu, Xi'i ya'a</i>	Hongo picante ó enchilado, hongo de chile
<i>Ustilago maydis</i> (D.C.) Corda	<i>T+kaa maa</i>	Chapulín malo

Cuadro 18. Características que son utilizadas por los habitantes para designar el nombre común de las especies de hongos silvestres presentes en la comunidad.

Característica	Mixteco	Especie
Forma y color		
Cresta de gallo	<i>Xi'i lo'ó</i>	<i>Hypomyces lactifluorum</i>
Flor de Calabaza	<i>T+veya</i>	<i>Cantharellus cibarius</i>
Forma y textura		
Sapo	<i>La'va nd+'y+</i>	<i>Amanita muscaria, A. rubescens</i>
Rana	<i>La'va</i>	<i>Amanita fulva, A. crocea</i>
Textura		
Tendón	<i>Tuchi</i>	<i>Pseudofistulina radicata</i>
Forma		
Nido	<i>Taka</i>	<i>Boletus spp.</i>
Lengua de vaca	<i>Yaa ndukutu</i>	<i>Boletus spp.</i>
Lengua de venado	<i>Yaa idu</i>	<i>Albatrellus aff. ovinus</i>
Pata de pájaro	<i>T+daa</i>	<i>Marasmius oreades</i>
Huevo de Guajolota	<i>Nd+v+ kuni</i>	<i>Lycoperdum sp.</i>
Hongo de guajolote	<i>Xi'i kolo</i>	<i>Neolentinus lepideus</i>
Asta de venado	<i>Nd+k+ idu</i>	<i>Ramaria spp.</i>
Huevo de burro	<i>Nd+v+ burru</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>
Color y sabor		
Picante (Enchilado)	<i>Ya'a (satu)</i>	<i>Russula spp.</i>
Hábitat		
Hongo de pasto	<i>Xi'i nuu ite</i>	<i>Agaricus spp.</i>
Fenología		
Hongo de trueno	<i>Xi'i ntaka'a ñu'u</i>	<i>Neolentinus lepideus</i>
Grupo trófico (avanzado)		
Chapulín malo	<i>T+ka maa</i>	<i>Ustilago maydis</i>

4.3.5. Patrones fenológicos y grupo trófico de los hongos silvestres identificados en la comunidad de estudio

La época de aparición o fenología reproductiva de los *xí'í* u hongos silvestres es a partir del mes de febrero hasta el mes de septiembre y siempre va de acuerdo a la época de establecimiento del temporal de lluvias. Especies importantes que constituyen parte de la dieta de la gente de la comunidad son: *Neolentinus lepideus* que es la única especie que tiene un patrón fenológico de fructificación temprana; *Agaricus campestris* que pueden encontrarse en el mes de mayo y principios de junio, con un patrón temprano prolongado; y es durante los meses de julio, agosto y septiembre cuando la mayoría de las especies concentra su fenología y cuando mayor precipitación existe en la zona; *Amanita caesarea*, *Pseudofistulina radicata*, *Ustilago maydis* y *Marasmius oreades* son de fenología corta a mediados de la estación y durante el mes de septiembre se pueden encontrar especies de fenología tardía prolongada como *Cantharellus cibarius* e *Hypomyces lactifluorum*,

La fenología reproductiva y la abundancia se encuentran condicionados entre otros factores a la precipitación y su distribución mensual, esto resulta ser un parámetro útil para conocer la aparición de ciertas especies y su época de recolección (Cuadro 19).

Cuadro 19. Patrones fenológicos y grupo trófico de hongos silvestres en el área de estudio.

Especie	GT ¹	Patrón Fenológico ²											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Agaricus campestris</i>	S					TEP							
<i>Amanita caesarea</i>	ECM							CME					
<i>Amanita muscaria</i>	ECM							TAP					
<i>Albatrellus aff. ovinus</i>	S, P							TAP					
<i>Boletus edulis</i>	ECM							CME					
<i>Cantharellus cibarius</i>	ECM								TAP				
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	P								TAP				
<i>Hypomyces macrosporus</i>	P								TAP				
<i>Lactarius volemus</i>	ECM								TAP				
<i>Lactarius indigo</i>	ECM								TAP				
<i>Marasmius oreades</i>	S							CME					
<i>Neolentinus lepideus</i>	S,P		TC										
<i>Pisolithus tinctorius</i>	ECM								TAP				
<i>Pseudofistulina radicata</i>	S,P								CME				
<i>Ramaria sp.</i>	S								CME				
<i>Russula aff. lepida</i>	ECM								CME				
<i>Ustilago maydis</i>	P								TAP				

¹ Grupo Trófico: ECM: ectomicorrízico; P: parásito; S: saprobio.

² Patrón fenológico: TC=Especies de fructificación temprana; CME: Especies de fructificación corta a mediados de la estación; TEP: Especies de fructificación temprana prolongada; TAP: Especies de fructificación tardía prolongada.

De los hongos estudiados la mayoría son ectomicorrizicos, *Neolentinus lepideus*, *Pseudofistulina radicata*, *Agaricus campestris* y *Albatrellus aff. ovinus* son saprobiontes y dos son parásitos sobre el macromiceto *Russula brevipes* que aunque es comestible no es consumido en la comunidad. Este parásito es *Hypomyces lactifluorum* e *H. macrosporus* que da la coloración anaranjada, rojiza o café y consistencia cartilaginosa al hongo.

Con respecto a la vegetación en que crecen, la mayoría lo hace en lugares de hojarasca de pino-encino, aclarando que algunas especies se les encuentra en micro hábitats donde predomina el pino (*Pinus* spp.) y algunas otras predomina el encino (*Quercus* spp.). Las excepciones son para *Hypomyces lactifluorum* que prefiere micro habitas con predominancia de encino y pingüica (*Arctostaphylos pungens*) y especies como *Agaricus campestris* y *Marasmius oreades*, que crecen en sitios con vegetación secundaria.

4.3.6. La alimentación y el consumo de los hongos en la comunidad

Una comida es más que una necesidad biológica o su representación simbólica cultural; es un complejo de conocimiento etnobotánico y una demostración de la diversidad del campo (Ford, 1978).

La nutrición y los productos que se consumen tienen que ver con la tierra, tradiciones y costumbres de un pueblo al formar parte de un medio ecológico e intercambiar productos con otras poblaciones. La transculturación se correlaciona con este intercambio, cuando los habitantes comienzan a adquirir nuevos hábitos de consumo de otras partes al pensar que se modernizan, desgraciadamente la influencia de la sociedad de consumo y la colonización cultural ha roto patrones alimenticios que durante décadas habían mantenido, si no bien alimentados, muy competitivos a los habitantes en las tareas desarrolladas hasta ahora, encaminadas a satisfacer sus necesidades prioritarias.

La alimentación en la comunidad de estudio se basa principalmente en el maíz (*Zea mays*), que lo incluyen en su dieta diaria y en sus festividades religiosas, como condimentos en platillos exquisitos como el amarillo o mole amarillo, en tortillas, tamales, atole, memelas o empanadas, alimentos que les aportan más de la mitad de las proteínas consumidas. Además del maíz, son también importantes el frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), calabaza (*Cucurbita pepo*, *C. moschata*), chilacayota (*Cucurbita ficifolia*), chile (*Capsicum annum*), miltomate (*Physalis* sp.), ajo (*Allium sativum*), cebolla (*Allium cepa*), jitomate (*Lycopersicon esculentum*) y otras hortalizas cultivadas en el huerto como el rábano (*Raphanus sativus*), cilantro (*Coriandrum sativum*), frutos de árboles cultivados como el durazno (*Prunus persica*), manzana (*Malus domestica*), cítricos, aguacate (*Persea americana*), guayaba (*Psidium guajaba*) y productos

de recolección como los hongos silvestres, el guaje (*Leucaena* spp.), la flor de maguey (*Agave* spp.), nopal (*Opuntia* spp.), flor de guachipilín (*Diphysa americana*) y chepíl (*Crotalaria longirostrata*). Complementan la dieta en ocasiones con proteínas de origen animal de especies criadas junto a la casa, como gallinas, guajolotes y marranos, de ganado de pastoreo extensivo como chivos, borregos y vacas, o bien de animales silvestres como conejo (*Sylvilagus cunicularius*), liebre (*Lepus callotis*), codorniz (*Coturnix coturnix*), paloma (*Columba fasciata*), venado (*Odocoileus virginianus oaxacensis*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), güilota (*Zenaida macroura*) y/o gallina de monte (*Dendrortyx macroura*).

Los hongos requieren de una preparación culinaria antes de ser consumidos. Por lo general, se utilizan todas las partes del cuerpo fructífero, cuando es grande, como *Amanita muscaria* o *Hypomyces lactifluorum*, se prefiere rebanarlo o desmenuzarlo como con *Neolentinus lepideus* y *Pseudofistulina radicata* y cuando son pequeños, como *Cantharellus cibarius* y *Marasmius oreades*, se agregan íntegros a la preparación.

Cuando el hongo es llevado al sitio de preparación o consumo, primero es limpiado y lavado cuidadosamente para eliminar la tierra y restos de material orgánico. Esto también permite verificar que todos los hongos colectados sean comestibles y así evitar intoxicaciones, sobre todo en especies pequeñas como *Cantharellus cibarius*, *Marasmius oreades* y *Agaricus campestris* que se

recolectan en grandes cantidades. Aunque algunas especies pueden prepararse de la misma forma, la gente no mezcla los hongos, ya que cada especie tiene un sabor diferente y esto ocasionaría que se descomponga el agradable sabor esperado, además que el tiempo de cocción para cada especie es diferente.

Por lo general se preparan en amarillo (*ndeyu xi'i*), quesadillas (*dita nukotna nu*), empanadas (*dita xi'i*), caldo o sopa (*Kaldu xi'i*) y asado en el comal (*chi'o nuu xiyo*), preparaciones en las que siempre va acompañado del chile (*Capsicum annum*) y preparados en ollas y comal de barro. Con especies de *Cantharellus cibarius* y *Marasmius oreades*, por su tamaño pequeño, la forma de prepararlos va a depender de la cantidad que se recolecte, si son pocos se preparan en quesadillas y si son considerables (media ó una jícara completa) se preparan en amarillo (*ndeyu xi'i*), mientras que con especies como *Neolentinus lepideus* y *Pseudofistulina radicata*, si se recolectan una o varias piezas, se preparan siempre en amarillo (*ndeyu xi'i*).

En la comunidad no existe una preferencia en particular para recolectar los hongos, todas las especies son consideradas importantes para preparar una comida y complementar su dieta. En cuanto a gustos, la gente prefiere, por orden de importancia, el sabor de *Cantharellus cibarius*, *Amanita caesarea*, *Neolentinus lepideus*, *Pseudofistulina radicata* y *Marasmius oreades*.

La frecuencia en el consumo de hongos es durante toda la época de lluvias o en las épocas de desarrollo, sin que exista una cantidad definida, se consumen cada que se recolectan o se encuentran al realizar sus actividades diarias como llevar a pastorear el ganado, ir a traer leña, salir de cacería, ir a su parcela o trasladarse a las otras rancherías o al centro de la comunidad.

Al igual que la mayoría de los grupos etnolingüísticos de nuestro país, la comunidad ha ampliado sus menús tradicionales con la adopción de alimentos baratos, tales como el arroz, la pasta, alimentos enlatados como el chile en vinagre y la sardina, la “comida chatarra” y los refrescos embotellados. Tal situación es más común en la actualidad con los apoyos económicos gubernamentales como Oportunidades, Procampo y el Apoyo a los Adultos Mayores. Afortunadamente, el fenómeno aún no repercute en el consumo de los hongos silvestres, ya que siguen formando parte importante de la dieta de los habitantes de la comunidad de estudio, al igual que muchas especies de recolección y de caza.

4.3.7. Hongos comestibles que no se consumen en la comunidad

Dentro del universo de especies de hongos silvestres colectados, existen algunos que la gente de la comunidad no consume pero que la literatura los

menciona como comestibles en otros lugares y otras etnias. A continuación se describen estas especies:

Amanita crocea (Quéf.) Singer. ***Xi'i lelo*** (“hongo pequeño”). Se le conoce con ese nombre común debido a la forma pequeña del hongo, crece en bosques de encino (*Quercus magnoliifolia*, *Q. peduncularis* y *Q. urbanii*) durante los meses de julio y agosto, cuando las lluvias son más abundantes y existe mayor humedad en el suelo. De tipo micorrízico, lo diferencian de *Amanita caesarea* por el tamaño pequeño, color más llamativo y la ausencia de anillo.

Amanita fulva (Schaeff.) Fr.. ***Xi'i la'va*** (“hongo de rana”). Llamado así por la forma lisa, húmeda, viscosa y brillante parecida a la de la rana (*Rana* spp.). Crece en bosques de encino (*Quercus* spp.) y de pino-encino, durante los meses de julio y agosto, cuando las lluvias son más abundantes y existe mayor humedad en el suelo. Es de tipo micorrízico y lo diferencian de *Amanita caesarea* por el color y la ausencia de anillo.

Amanita rubescens (Persons) Fr. S.F. Gray. ***Xi'i la'va nd+'y+*** (“Hongo de sapo”). Recibe el mismo nombre que *A. muscaria* debido a la presencia de restos de volva en el píleo que semejan a granos o verrugas como la piel del sapo (*Bufo bufo*). Crece en bosques de encino (*Quercus* spp.), durante los meses de julio y agosto, cuando las lluvias son más abundantes y existe mayor

humedad en el suelo. De tipo micorrízico y lo diferencian de *Amanita muscaria* por el color rojizo o vino, la ausencia de anillo y la presencia de granos.

Cantharellus cinnabarinus Schwein. Al igual que *Helvella lacunosa*, esta especie no tiene un nombre común ya que no tiene algún uso por los habitantes. Crece en forma gregaria en los bosques de encino (*Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis*) en los meses de agosto y septiembre. Son hongos muy pequeños de color rojo vistoso y se pueden encontrar asociados con *Cantharellus cibarius*.

Coprinus comatus (Persons) Fr. S.F. Gray, ***Xi'i kuixi*** (“Hongo blanco”) ó ***Xi'i nuu ka'va ntukutu*** (“Hongo de estiércol de vaca”) Recibe el nombre por el color blanco y porque crece en lugares donde hay estiércol de ganado vacuno. Crece aislado o gregario debajo de los encinos (*Quercus* spp.) o en suelo estercolado, durante los meses de julio, agosto y septiembre, cuando las lluvias son más abundantes y existe mayor humedad en el suelo. De tipo saprobio y es una especie que madura rápidamente y el borde del píleo adquiere una tinta negra.

Helvella aff. *lacunosa* Fr. Esta especie no tiene un nombre ya que por su rareza carece de uso por los habitantes. Crece solitario o es gregaria en bosque de pino-encino durante los meses de julio, agosto y septiembre. Es muy escasa y se encuentra junto a los arroyos. Está asociada con líquenes.

Lactarius indigo (Schwein.) Fr.. ***Xi'i kuilu***. (“hongo de kuilu (pájaro azul)”). El nombre se debe a que el hongo presenta un color azul muy llamativo parecido al del pájaro “kuilu” (*Aphelocoma ultramarina*) que es muy común en los bosques de la región. El nombre del pájaro es de acuerdo al canto ó sonido que emite (*kuilu kuilu kuilu*), y se le asocia como un ave de malos presagios. La gente de la comunidad comenta que cuando este pájaro pasa volando y cantando por encima de la cabeza o de la casa, nos está avisando que recibiremos una mala noticia o que sufriremos algún accidente, quizá por ello la gente asocia al hongo con el pájaro y por ello no consume esta especie. Es hongo de tipo micorrízico que crece en el bosque de encino (*Quercus rugosa*, *Q. castanea* y *Q. urbanii*) en los meses de julio y agosto. Es muy escaso y sólo crece en la parte alta o fría de la región, entre 2000 a 2200 msnm.

Lycoperdum spp. ***Xi'i nd+v+ kuni*** (“hongo huevo de guajolota”). Se le asigna este nombre por la similitud con el huevo de la guajolota (*Meleagris gallipavo*). De tipo saprobio, creciendo en pastizales durante los meses de julio y agosto. Se consume en estado inmaduro cuando la gleba está inmadura, es decir cuando conserva el color blanco.

Hypomyces aff. *macrosporus* Seaver. ***Xi'i lo'o café*** (“Hongo de gallo café”). El nombre se debe a que el hongo presenta las mismas características de *H. lactifluorum*. De tipo micorrízico, crece en bosque de pino-encino, debajo del

ocochal o de las hojas secas de pino, por lo que no se ubica a simple vista. Se desarrolla durante los meses de agosto y septiembre.

Los informantes mencionan a otras especies de hongos que se consumen pero no se recolectaron al momento del estudio, entre ellas mencionan a: a) “hongo de encino” (*xi'i tnuyaa*) que posiblemente se trate de *Pleurotus ostreatus*; b) un hongo color amarillo parecido a *xi'i veyá* y que abajo del “sombrero” (píleo) tiene como gusanos y que le denominan hongo de gusano ó *xi'i t+ntaku*, por las características puede que se trate de *Hydnum repandum*, y c) a un hongo pequeño de color morado que crece sobre el estiércol descompuesto del ganado vacuno y que le denominan hongo de estiércol de vaca o *xi'i nuu ka'va ntukutu*, los cuales se preparan en amarillo (*ndeyu xi'i*).

Cabe mencionar la importancia que tiene *Neolentinus lepideus* y *Pseudofistulina radicata* en la dieta de los habitantes de la comunidad, ya que son especies que una vez deshidratadas pueden ser almacenadas, sin que pierdan su sabor, para ser consumidas en los meses en que no hay hongos, incluso comentan que estas especies pueden llegar a encontrarse deshidratados meses después de su época de desarrollo en los bosques. De la misma manera, indican que debido a estas características, estas especies son enviadas a familiares que se encuentran en otros estados de la República y de manera ilegal a los Estados Unidos.

4.3.8. Hongos tóxicos o venenosos

El conocimiento sobre los hongos tóxicos en la comunidad es ancestral y se ha basado en experiencias desagradables con estas especies. Por lo general clasifican a los hongos tóxicos dentro de los hongos de rana (*xi'i la'va*) o de sapo (*xi'i la'va nd+'y+*), sobre todo aquellos que tengan el píleo liso, viscoso, húmedo o tengan restos de volva o “granos” y los diferencia unos de otros por el color del píleo (*ya'a* = café, *kuixi* = blanco, *t+kue'e* = rojo, *kuaan* = amarillo, *kuii* = verde, *yaa* o *chikui* = gris y *tnuu*=negro). El término “hongo de sapo” se asigna para asustar a la gente, sobre todo a los niños, y así evitar intoxicaciones. Se tiene la creencia que cuando uno se acerca al sapo (*Bufo bufo*), la manera de defenderse es lanzar su orina a los ojos y causar ceguera. Con el uso de estos principios generalizadores se está subaprovechando el recurso fúngico ya que no se recolectan especies potencialmente comestibles como *Amanita crocea*, *A. rubescens* y *A. fulva* que son comestibles en otras partes de México y del mundo (Cuadro 20).

Wasson (1983) menciona la coincidencia esporádica, a lo ancho y lo largo del hemisferio boreal del sapo con los hongos enteogénicos, sobreviviendo en la actualidad en el vascuance (*amoroto*, “hongo sapo”, *A. muscaria*), en la Francia rural (*crapaudin*, *A. muscaria*), en el chino (*hama chün*, “hongo sapo”, *A. muscaria*). La misma asociación sobrevive en círculos mucho más amplios en esos territorios micóforos donde a través del tabú el más hermoso de sus

hongos ha visto como su antiguo nombre (“toadstool”) pasa a designar cualquiera de los hongos en que el investigador desconfía. En 1953, en un viaje por tierras altas mayas, el autor descubrió la convergencia de tres significados en una palabra maya: “sapo”, “hongo”, y los órganos genitales externos de la mujer. En la comunidad de estudio sucede algo similar con la palabra *la’va* (“rana”) que se relaciona con los órganos genitales de la mujer, cuya mención provoca hilaridad o disgusto. Los jóvenes se ríen y los mayores se molestan, ya que es una mala palabra.

Existen experiencias de intoxicaciones, como el que relata a continuación el señor Pedro Mejía de 70 años de edad y que vive en la ranchería Los Sabinos:

“|...cuando era niño, una vez mi papá recolectó hongos de color blanco de madroño (*tñu yu’nduu*) (*Arbutus glandulosa*), pensando que eran similares a los de encino y mi mamá los preparó en amarillito, la verdad estaban muy sabrosos, pero al poco rato nos causó vómito a todos, desde entonces sabemos que esos hongos no se comen...” Los hongos que consumieron tal vez pueden ser del género *Hebeloma* y fueron confundidos con *Pleorotus ostreatus*, que crece en los troncos de los encinos.

Por otra parte, la Señora Epifania Santiago, de 62 años y de la ranchería de Rio V, relata el caso de una persona del sexo femenino y avanzada edad oriunda de la comunidad de San Antonio Huitepec (*Ñuu kiata* (*pueblo viejo*)) y que fue a visitar a sus familiares a la Comunidad de San Juan yuta (*Ñuu yute* (*pueblo del rio*)), en el camino recolectó hongos que creyó eran tal vez alguna especie de

Boletus o *xí'i taka*. Posterior a su consumo, empezó con vómitos y diarrea y, debido a que en ese entonces no había servicio médico en su comunidad, finalmente falleció. La informante comenta que cuando esta persona preció la cara le quedo toda negra u oscura.

Especies de *Marasmius oreades* y *Cantharellus cibarius* pueden venir mezclados con otras especies cuando son recolectados por niños que aun no los identifican con certeza, por lo que la gente adulta se cerciora antes de cocinarlos y en algunos casos prefieren desecharlos a correr el riesgo de una intoxicación.

Cuadro 20. Nombres comunes de los hongos tóxicos presentes en la comunidad de Santa Catarina Estetla, Oaxaca.

Especies de hongos	Nombre en Mixteco	Nombre en Castellano
<i>Amanita verna</i> , <i>A. phalloides</i> , <i>A. fulva</i> * y <i>A. virosa</i> .	<i>Xi'i la'va</i>	Hongo de rana
<i>Amanita muscaria</i> , <i>A. citrina</i> , <i>A. rubescens</i> *, <i>A. echinocephala</i> * y <i>Lepiota sp.</i>	<i>Xi'i la'ava nd+'y+</i>	Hongo de sapo

* Estas especies son consideradas como venenosas en la comunidad de estudio aunque en otras partes de México son comestibles.

4.3.9. Hongos alucinógenos

No se reportaron el uso de hongos alucinógenos en la comunidad, pero los informantes mencionaron que en la comunidad de Miguel Hidalgo, agencia municipal de San Antonio Huitepec, al sur de la comunidad de estudio, los

curanderos o chamanes utilizan hongos para la adivinación o sanación. Esto no pudo constatarse físicamente, ya que la comunidad se encuentra a 5 horas de camino a pie y en automóvil hay que dar la vuelta hasta la capital del estado, lo que significa de 8 a 10 horas de viaje, además que los curanderos son personas muy celosas de sus conocimientos y es difícil el acceso a la información.

Lo anterior, quizá pueda deberse a un ritual de herencia prehispánica, ya que la localidad de San Antonio Huitepec (*Ñuu yata* o *Ñuu kiata*) es de las más antiguas de la región, creada en el Posclásico (950-1520 d.c), antes de la llegada de los españoles y cuando la cultura mixteca alcanzó su máximo desarrollo (Spores, 2008). Prueba de esto son los rituales comunes que se realizan en la actualidad en los pueblos mixtecos, como el de pedir permiso al *ñuhu*, espíritu o señor protector de las plantas y de la tierra, para pedir la lluvia, una buena cosecha o para la sanación de una persona enferma. En el Códice Vindobonensis se menciona que desde la época prehispánica los mixtecos adoraban a varios *ñuhu*.

4.3.10. Hongos presentes en la comunidad con potencial farmacológico

Dentro del universo de hongos presentes en la comunidad, se identificaron algunas especies que tienen compuestos con potencial farmacológico.

Silva (2006) menciona el efecto de *Ganoderma lucidum* a nivel molecular en la prevención y terapia del cáncer. Otros estudios, encontraron el potencial que posee este hongo en la regulación de la respuesta inmune (Lin *et al.*, 2005).

Pycnoporus sanguineus es un hongo saprobio, de color rojo anaranjado con un píleo de superficie lisa. Es reconocido en diferentes culturas y tribus de América Latina y África por su aplicación en la medicina tradicional (Pérez-Silva *et al.*, 1988). Se reporta actividad antimicrobiana de este hongo desde 1946, siendo el responsable de dicha actividad el pigmento cinnabarina (Smania *et al.*, 1995; Adame *et al.*, 2009).

Garza *et al.* (2006) y Tamez *et al.* (2008), mencionan que especies como *Calvathia cyathiformis*, *Ganoderma applanatum* y *Lentinus lepideus*, sobre todo esta última, tienen un efecto hipoglucemiante, pudiendo ser una alternativa terapéutica para el control del padecimiento de *Diabetes mellitus*.

4.3.11 Hongos presentes en la comunidad con potencial micorrízico

La mayoría de especies encontrados tienen el mecanismo para asociarse en simbiosis con especies arbóreas, lo que los hace potenciales en actividades de producción de plantas forestales con fines de restauración de ecosistemas, sin embargo el problema ha sido el cultivo de forma artificial de muchas de estas especies micorrícicas. La especie que más ha sido utilizada en este aspecto es

sin duda *Pisolithus tinctorius*. En la comunidad recibe el nombre de **xi'i y+v+ burru** (“hongo estiércol de burro”) ó **xi'i nd+v+ burru** (“hongo testículo de burro”), debido a la forma similar que tiene con el estiércol o el genital del burro ó asno (*Equus asinus*). Se desarrolla durante los meses de julio, agosto y septiembre. En el área de estudio se recolectó cerca de troncos de pino seco o en terrenos de roza, tumba y quema, asociado con la milpa o el cultivo de maíz.

4.3.12. Uso lúdico

Hoy en día, especies del genero *Bovista* ó *Pisolithus*, son utilizados en los juegos infantiles como proyectiles para aventarlos (snowball) o jugar a las “guerritas” con los amigos o hermanos. También es divertido para los niños aventar hongos maduros de *Pisolithus* al aire y ver como se impactan originando una gran polvareda semejante a una “bomba” ó bien para arrear al ganado, el cual queda manchado de color café.

Los niños más pequeños recolectan especies de *Lycoperdum* maduros, ya que les gusta apretarlos porque emiten un polvo café semejante a un volcán o en estado inmaduro porque son redondos en forma de “pelotitas”. De igual forma lo hacen con *Astreus hygrometricus* que por su forma de estrella y porque no se pudren, son coleccionables (existe el reto de buscar el que esté más completo). La curiosidad natural infantil, representa un potencial y una esperanza en la preservación y cuidado de este invaluable recurso.

4.3.13. Importancia económica de los hongos silvestres presentes en el área de estudio

No existen antecedentes sobre la comercialización de los hongos silvestres en la comunidad de estudio, pero al igual que otros productos agrícolas, pecuarios o de recolección son utilizados entre los habitantes de la comunidad o en los mercados regionales, como el de San Antonio Huitepec, los cuales son usados moneda de cambio en el trueque. El trueque era una actividad común en la época prehispánica, en la actualidad escasas comunidades o etnias lo practican y consiste básicamente en intercambiar productos agrícolas, pecuarios o de recolección.

Pérez-Moreno *et. al.* (2010) mencionan que un número reducido de especies de hongos silvestres comestibles de México es exportado a mercados internacionales, principalmente a Estados Unidos de Norteamérica, países europeos y Japón. Dentro de la especies comercializadas se incluye *Boletus edulis*, *Amanita caesarea*, *Morchella* spp., *Cantharellus cibarius* y *Tricholoma matsutake*. En términos generales el marco legal y el grado de organización social existente en México para la comercialización de hongos silvestres es incipiente, aunado a que el mercado internacional exige una alta calidad del producto y el precio no se encuentra regulado, por lo que la mayor parte de las ganancias se queda con los intermediarios.

El mercado específico de los hongos silvestres es difícil de caracterizar debido a que los datos estadísticos disponibles sobre el comercio de los hongos

agrupan generalmente todas las categorías, silvestres y cultivadas. Sin embargo, es importante considerar que es mayor el valor por kilogramo de los hongos secos silvestres (hasta 74,000 dólares/ton) que los cultivados (de 2,000 a 7,000 dólares/ton) (UNEP-WMC, 2003).

El interés por los hongos silvestres comestibles mexicanos en los mercados internacionales se ha incrementado en los últimos 10 años, debido a la reducción en la productividad de las poblaciones fúngicas naturales de Europa y Asia (Bandala *et al.*, 1997; Villarreal, 1995) y a la contaminación de los carpóforos con cesio 137 y cesio 134 como resultado de explosiones nucleares accidentales o controladas (Smith *et al.*, 1993). Es preciso señalar que hoy existe una demanda internacional creciente de hongos silvestres con certificación orgánica. En trozos o en polvo, son en efecto insumo indispensable para elaborar alimentos certificados como patés y salsas.

El acceso a la información sobre los precios, el pago justo de los hongos silvestres comestibles en el mercado internacional hacia los recolectores y comunidades propietarios de predios forestales, una buena organización social, así como la adecuada asesoría técnica para la recolección, manejo, conservación y comercialización logrará que los propietarios vean en estas especies un potencial económico y esto sin duda se verá reflejado en la conservación de sus recursos naturales. Yun y Hall (2004) citados por Pérez-Moreno *et al.*, (2010) mencionan que el comercio internacional de los hongos silvestres esta valuado anualmente en billones de dólares americanos. Resulta

interesante saber que *Cantharellus cibarius*, especie común en la comunidad, se ha estimado que los montos anuales de comercialización a nivel internacional son del orden de más de un billón de dólares americanos (Waitling, 1997, citado por Pérez-Moreno *et al.*, 2010).

4.4. Alternativas agroforestales para reducir la agricultura migratoria o de RTQ en la comunidad de estudio

Contra la opinión de que la agricultura de RTQ es antieconómica y causa el deterioro del medio ambiente, puede afirmarse que los cultivos migratorios parecen constituir el método más efectivo para hacer frente a las realidades ecológicas del bosque tropical (Cox y Atkins 1979). Los campesinos que practican el sistema de corte y quema integral representan sólo una intervención temporal en el ecosistema forestal. La sucesión natural puede recomenzar y, muchas veces, estas prácticas contribuyen activamente al restablecimiento final del bosque. La forma de agricultura migratoria practicada por los agricultores de corte y quema integral no destruye el bosque, sino que lo reemplaza con una serie sucesoria de rebrotes que resulta más productiva para este agricultor que el bosque original. Los diferentes sitios de cultivo en distintas áreas y en diversas etapas de rebrote crean variedad de ecozonas. Esto permite cosechar varios cultivos, recolectar plantas silvestres y, puesto que la mayor abundancia de fauna y flora silvestre está presente donde hay la mayor diversidad de hábitats, también mejora la caza.

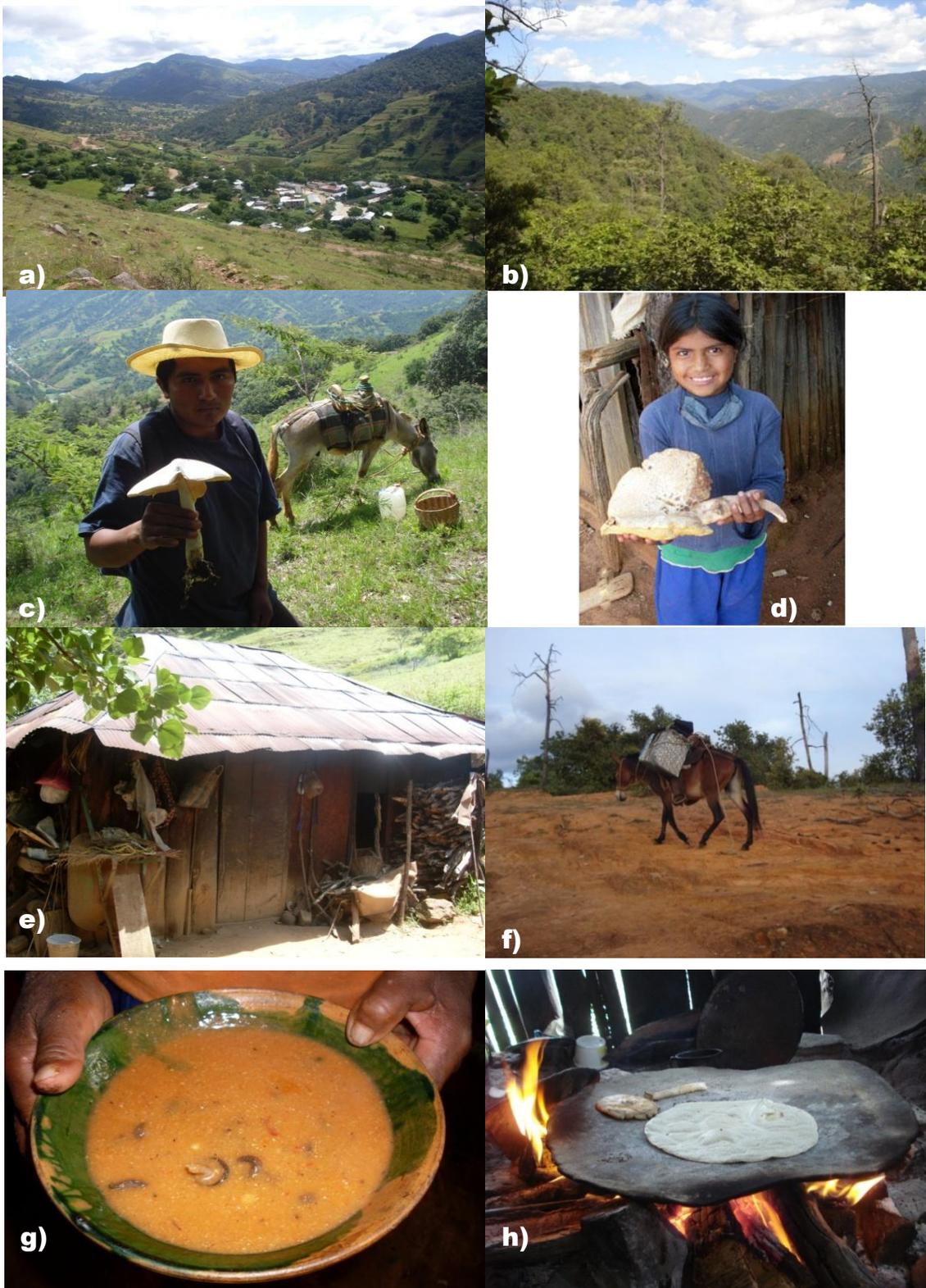


Figura 37. a) y b) Características generales del área de estudio; c) y d) recolecta de hongos por la población nativa; e) y f) características de vivienda y transporte en la comunidad y, g) y h) algunas formas de preparación de los hongos silvestres: amarillo (*Ndeyu xi'i*) y asado en el comal (*Chi'o nuu xiyo*).



Figura 38. Hongos comestibles presentes en la comunidad de estudio: a) *Amanita caesarea*, b) *Boletus edulis*, c) *Cantharellus cibarius* d) *Hypomyces lactiflorum*, e) *Lactarius volemus*, f) *Marasmius oreades*, g) *Neolentinus lepideus*, h) *Pseudofistulina radicata*, i) *Ramaria* aff. *botrytis* y j) *Russula* aff. *lepida*.



Figura 39. Hongos presentes en la comunidad de estudio con potencial lúdico: a) *Lycoperdum perlatum*, b) *Lycoperdum* aff. *spadiceum*, c) *Pisolithus tinctorius* d) *Astreus higrometricus*, e) *Scleroderma* aff. *aerolatum*; potencial farmacológico: f) *Cantharellus cinabarius*, g) *Pycnoporus sanguineus*, h) *Ganoderma lucidum*; y con potencial micorrízico: c) *Pisolithus tinctorius*.

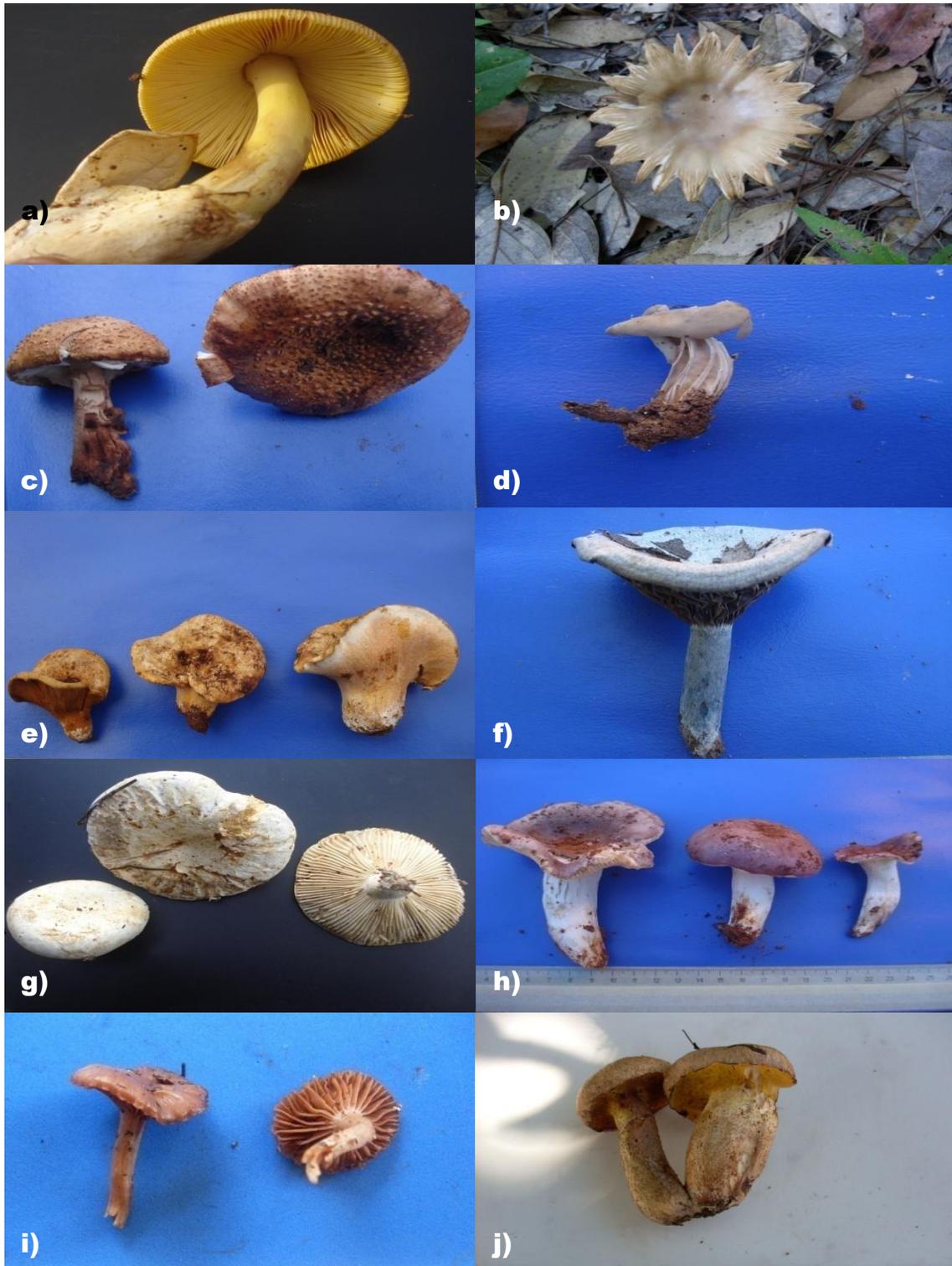


Figura 40. Especies comestibles en otras partes de México, pero no consumidos en la región: a) *Amanita crocea*, b) *Amanita fulva*, c) *Amanita rubescens* d) *Helvella* aff. *lacunosa*, e) *Hypomyces* aff. *macrosporus*, f) *Lactarius indigo*, g) *Russula delica*, h) *Russula* aff. *cyanoxantha*, i) *Laccaria lacata* y j) *Suillus flavidus*.

La agricultura migratoria es una práctica del uso de la tierra que se basa en conocimientos indígenas empíricos acumulados a través de siglos. Al mantener el intrincado balance entre la cosecha de los productos y la resiliencia ecológica, con frecuencia, el agricultor migratorio tiene éxito en mantener un impresionante grado de agrobiodiversidad.

En la comunidad, actualmente los barbechos son más largos, de algunas décadas, lo que permite que el suelo y demás componentes del ecosistema se recuperen y estén listos para el siguiente periodo de cultivo, constituyendo un buen sistema agroforestal. Sin embargo existen terrenos con barbechos cortos haciendo que el sistema de agricultura migratoria sea un efecto degradador, por lo que es necesario buscar alternativas para su recuperación y manejo.

La agroforestería incluye una amplia variación de sistemas de uso de la tierra. Aunque la característica distintiva de los sistemas agroforestales es la interacción árbol y cultivo o animales con límites discretos de separación entre este y otros sistemas de uso de la tierra. Los diversos factores caracterizan, las diferencias entre los distintos tipos de sistemas agroforestales (Torquebiau, 1993; Krishnamurthy y Ávila, 1999). Se debe documentar y evaluar las estrategias indígenas para intensificar la agricultura migratoria a través de la investigación y del desarrollo. Este proceso involucra identificar prácticas indígenas promisorias y entenderlas dentro del contexto en el cual se usan. Se

debe validar su utilidad y, junto con los agricultores involucrados, explorar la posibilidad de emplearlas en otras áreas.

Las estrategias que usan los agricultores para intensificar su sistema de uso de tierras se centran en el fortalecimiento de las diferentes funciones del barbecho:

- a) *Función ecológica* - mejora la regeneración de la productividad del suelo y el control ecológico de plagas y enfermedades, introduciendo, por ejemplo, leguminosas, árboles o vegetación herbácea que mejora la productividad del suelo y promueve la biodiversidad. Esto garantiza obtener, en menos tiempo, los mismos o mayores beneficios de la producción.
- b) *Función económica* - mejora los beneficios económicos directos dando valor agregado al barbecho al introducir especies nativas perennes valiosas de árboles madereros, frutales y de forraje.
- c) *Combinación de las dos funciones* - se pueden obtener beneficios ecológicos y económicos directos, por ejemplo, introduciendo árboles para leña, mejorando la productividad del suelo e introduciendo hortalizas para obtener abonos verde y forraje. Las estrategias efectivas generalmente combinan la función económica y la función ecológica.

Estas estrategias pueden dar origen a diferentes sistemas:

De acuerdo con el arreglo temporal y espacial de sus componentes, la importancia y objetivo de la producción del sistema y el escenario económico social, los sistemas agroforestales se clasifican en:

- a) Sistemas agrosilvopastoriles (árboles con cultivos y ganadería)
- b) Silvopastoriles (árboles asociados con ganadería)
- c) Agropastoriles (cultivos combinados con ganadería)
- d) Agrosilvoculturales (árboles combinados con cultivos)

Estos sistemas dan beneficios directos al incrementar la cobertura arbórea en los sistemas agrícolas y de pastoreo. Los beneficios son los siguientes: la creación de microclimas, fijación de nitrógeno, reducción significativa de la evapotranspiración, incremento de la infiltración del agua y reducción de la escorrentía, incremento de la materia orgánica del suelo, incremento de diversidad faunística, especialmente insectos y aves que atacan a las plagas de los cultivos, secuestro de carbono, reducción de la erosión, favoreciendo la conservación y protección del suelo (Figura 41). Estos sistemas aumentan la productividad generando mayores ingresos económicos, aunado a que pueden ser incorporados a los programas de pagos por servicios ambientales y secuestro de carbono por instancias gubernamentales como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), no gubernamentales (ONG's) y empresas del sector privado.

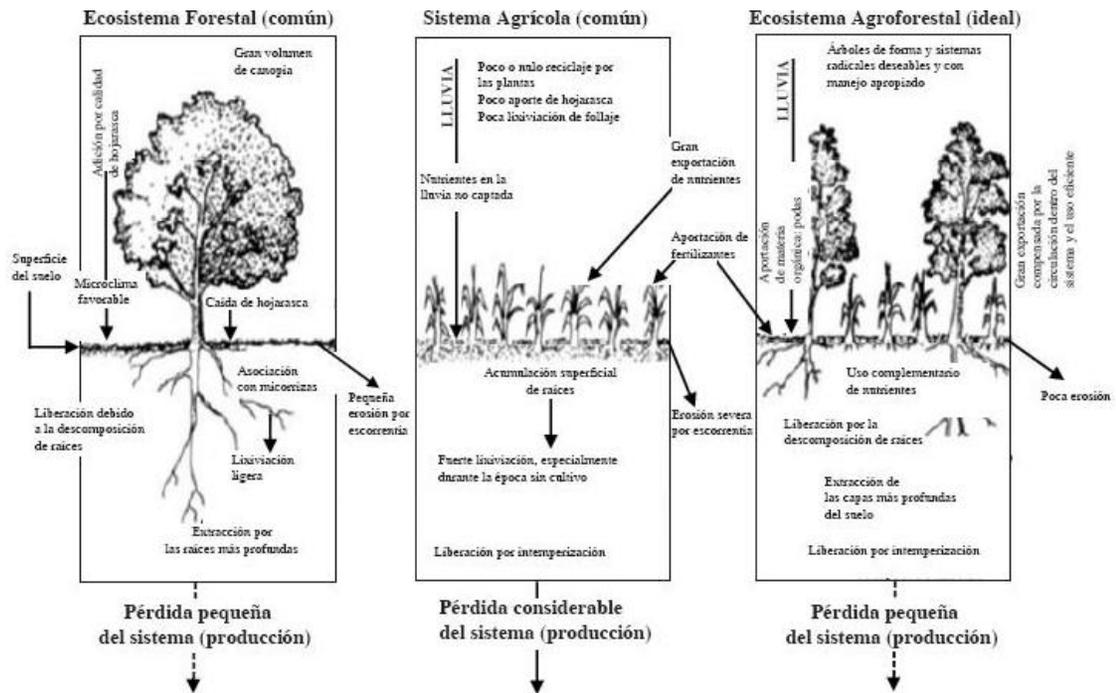


Figura 41. Representación esquemática de las relaciones de nutrimentos y ventajas de un sistema agroforestal “ideal” en comparación con sistemas forestales y agrícolas (Nair, 1993).

Los antropólogos definen a los agricultores de subsistencia como aquellos que producen la mayor parte de lo que consumen, o consumen la mayor parte de lo que ellos producen. Los sistemas de agroforestería de subsistencia son aquellos donde el uso de la tierra está dirigido a satisfacer las necesidades básicas y es administrada por el propietario o el ocupante y su familia. Los cultivos para obtener dinero, incluyendo la venta de mercancías excedentes, puede ser parte de estos sistemas, pero son solamente suplementarios. Las formas de cultivo itinerante, de roza, tumba y quema (RTQ) o agricultura

migratoria son un claro ejemplo de este tipo de sistema agroforestal de subsistencia (Kass *et al.*, 1994).

Una forma de mejorar la agricultura migratoria o de RTQ es mejorando el barbecho. En este caso, en lugar de abandonar la parcela de unas cuantas temporadas de cultivo, se plantan ahí perennes leñosas útiles. Raintree y Warner (1986) hacen una distinción entre los “barbechos económicamente enriquecidos” y los “barbechos biológicamente enriquecidos”. En el primer caso, la introducción de arboles que producen artículos económicamente valiosos durante el barbecho, convirtiendo esta etapa redituable, en el segundo caso, se introducen arboles (generalmente las especies fijadoras de nitrógeno) para controlar malezas, y mejorar y acelerar la regeneración de la fertilidad del suelo.

En la práctica, se pueden identificar tres tipos de barbechos tradicionalmente enriquecidos y que pueden ser utilizados en la comunidad de estudio: (1) barbechos multiespecies similares a la vegetación natural secundaria pero enriquecidos con ciertas especies; (2) barbechos menos diversos en que una especie domina la regeneración de la vegetación después de la quema y el desmonte; y (3) los barbechos plantados en el que se introducen una o más especies con valor biológico o económico para acortar el periodo de regeneración de barbecho o para aumentar su valor económico.

Existen diferentes ejemplos de este tipo de barbechos enriquecidos, pero en su mayoría son utilizados en bosques tropicales húmedos y secos en diferentes partes del mundo, mientras que para clima templado existe muy poca información al respecto, por lo que es difícil replicar el uso de especies utilizadas en las zonas tropicales ya que existen diferencias marcadas en los factores ambientales (clima, precipitación, presencia de heladas, entre otros), topografía, costumbres, recursos económicos e idiosincrasia de la gente, así como el grado de manejo y técnica de cultivo. Sin embargo, se puede utilizar estas experiencias y adecuarlas a las condiciones del lugar y utilizar especies nativas y acordes con el uso por los campesinos, lo que redundará en la adoptabilidad del sistema.

El barbecho mejorado también puede integrarse a un ciclo de plantación forestal. Durante las primeras etapas del crecimiento de los árboles pueden intercalarse cultivos temporales. De igual forma puede practicarse la entomoforestería que se refiere al insecto criado en asociación con árboles como es el caso de la apicultura. La apicultura se considera que es una tecnología agroforestal directamente, una vez que los enjambres se colocan en los árboles o indirectamente cuando las abejas liban el néctar de las flores de los árboles. Sin embargo, las abejas pueden alimentarse de las flores de las plantas herbáceas. La producción animal puede unirse a los sistemas agroforestales que se propongan, estos pueden ser parte de una situación de cultivo de callejón (alley cropping) que entonces se llama agricultura de callejón

(alley farming). Asimismo y en base al estudio micológico, se puede fomentar la reproducción de especies fúngicas con valor alimenticio, industrial o farmacéutico para asociarlas con especies forestales en los barbechos.

Sin embargo es necesario realizar una investigación más exhaustiva y participativa con los campesinos de la región para cuantificar los beneficios producidos y asegurar la naturaleza de las interacciones ambientales que determinará los sistemas que pueden practicarse o adoptarse. De acuerdo a estos hay que tomar en consideración que los sistemas agroforestales y en general los agroecosistemas sustentables, como mencionan Masera y López (2000), deben de reunir algunas características como son:

- *Productividad.* Es la habilidad del sistema agroforestal para proveer el nivel requerido de bienes y servicios.
- *Equidad.* Es la habilidad del sistema para distribuir la productividad (beneficios o costos) de una manera justa.
- *Estabilidad.* Es la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Es decir que se mantenga la productividad del sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo bajo condiciones promedio o normales.
- *Resiliencia.* Es la capacidad de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de que el sistema haya sufrido perturbaciones graves.

- *Confiabilidad*. Se refiere a la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del sistema.
- *Adaptabilidad (o flexibilidad)*. Es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio –es decir, de continuar siendo productivo- ante cambios de largo plazo en el ambiente.
- *Autodependencia (o autogestión, en términos sociales)*. Es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

Actualmente se cuenta con varias metodologías de planificación y diseños agroforestales, que pueden brindar oportunidades y recomendaciones en el tema para enriquecer las unidades de producción. La metodología de Diagnóstico y Diseño (D&D) agroforestal es una herramienta muy útil para interpretar y manejar los sistemas agroforestales. El D&D agroforestal se centra en el análisis del componente leñoso perenne, sus interacciones con los otros componentes productivos, su manejo y su utilización por parte de la familia que administra la tierra (Vega, 2005).

El D&D agroforestal incluye tres etapas principales. La etapa de *prediagnóstico* en la que se realiza un análisis preliminar de la finca y de las herramientas metodológicas que se utilizarán. La etapa de *diagnóstico* que permite conocer aspectos biofísicos como suelo, clima, usos de la tierra, topografía, superficie por cultivo, localización, accesibilidad y distancias, aspectos agroforestales como riqueza, abundancia y distribución de las leñosas perennes y aspectos

socioeconómicos como condiciones de vida del productor, estructura familiar, cultura, disponibilidad de capital, acceso a crédito, servicios básicos. Cada componente del diagnóstico aporta información muy valiosa para identificar las oportunidades del productor y su finca. Finalmente, en la etapa de *diseño* se analizan los resultados del diagnóstico y se formulan recomendaciones agroforestales. El D&D finaliza con un proceso de divulgación de resultados. La metodología D&D es una reformulación del Análisis de Sistemas de Fincas (Farming Systems Research) el cual presta especial atención a las decisiones del grupo familiar, sus objetivos, oportunidades y restricciones. Existen varias “versiones” de D&D pero todas comparten el enfoque de la finca como un sistema y la lógica básica de “primero diagnosticar y luego recomendar”, el D&D agroforestal está orientado al uso y manejo de las leñosas perennes (Somarriba y Calvo, citado por Vega, 2005).

4.4.1. Especies de árboles y arbustos de la región que pueden ser utilizados como de usos múltiples en las alternativas agroforestales

Existen diversas definiciones de árboles y arbustos de usos múltiples propuestos por diversos autores. Estas definiciones, enfatizan el uso múltiple y los productos múltiples de los arboles, así como también el enfoque de sistemas para el uso de árboles y arbustos en la agroforestería. La definición de arboles de usos múltiples de Burley y von Carlowitz (1984) citado por

Krishnamurthy y Ávila (1999) es comúnmente aceptada por la comunidad científica. Un árbol de usos múltiples es una perenne leñosa cultivada deliberadamente para proveer más de una contribución importante a la producción (madera, fruta, forraje, abono verde o sustancias medicas) o servicio (protección, sombra, controlar erosión, mejorar infiltración al subsuelo, sostenibilidad de la tierra y la función sociocultural) del sistema de uso de la tierra que él ocupa.

Durante la presente investigación se identificaron varias especies que pueden ser utilizadas en las prácticas agroforestales que pueden ser implementadas como alternativa a la agricultura migratoria o de RTQ (Cuadro 21 y Figura 42).

Las especies *Diphysa Floribunda* y *Leucaena spp* tienen mucha posibilidad de ser adoptadas en las prácticas agroforestales, debido a los múltiples beneficios e importancia que tienen en la dieta de los habitantes de la comunidad, de hecho actualmente estas especies son fomentadas y cultivadas en los terrenos y huertos caseros de los mismos.

Cuadro 21. Especies de árboles y arbustos con potencial para ser utilizados en las alternativas agroforestales en la comunidad.

Familia	Tipo	Nombre común ¹	Nombre Científico	Usos
Leguminoseae	Ab	Flor de liendre <i>Ita cha' u</i>	<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Her) Benth	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno
Leguminoseae	Ab	Huaje de monte <i>Ndua yuku</i>	<i>Leucaena diversifolia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Forraje • Vainas y hojas tiernas comestibles
Leguminoseae	Ar	Espinal negro <i>Tnuñu tnuu</i>	<i>Acacia penatula</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Vainas, flores y hojas tiernas como forraje • Usado en linderos. • Controla erosión
Leguminoseae	Ar	Guachépil <i>Tnu xikunta</i>	<i>Diphysa floribunda</i> Peyr.	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Hojas para forraje • Flores comestibles • Hongo comestible • Madera • Potencial apícola • Medicinal
Leguminoseae	Ar	Huaje <i>Tnu ndua</i>	<i>Leucaena leucocephala</i> , L. <i>glauca</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Hojas para forraje • Madera • Potencial apícola • Vainas comestibles • Control de erosión
Leguminoseae	Ar	Guachépil de monte <i>Tnu xikunta yuku</i>	<i>Dihpysa suberosa</i> S. <i>Watson</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Hojas para forraje • Potencial apícola
Leguminoseae	Ar	Árbol de fierro <i>Tnu yaka</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Madera • Potencial apícola • Medicinal
Leguminoseae	Ar	Árbol de corazón (Tepehuaje) <i>Tnu ini</i>	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Madera
Leguminoseae	Ar	Colorín, machetito <i>Tnu t+da' u</i>	<i>Erythrina spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno • Flores comestibles • Forraje
Burseraceae	Ar	Copal <i>Tnu kutu</i>	<i>Bursera spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Resina • Madera (artesanías (alebríjes))
Betulaceae	Ar	Palo de águila ó aile	<i>Alnus spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación de nitrógeno. • Leña • Forraje • Cortina rompevientos • Control de erosión.
Euforbiaceae	Ar	Higuerilla <i>Vixi denu' u</i>	<i>Ricinus comunis</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> • Tutores • Medicinal • Forraje • Biocombustibles

Tipo: Ab: Arbusto, Ar. Árbol.

¹ Se menciona el nombre común y su traducción en mixteco de la comunidad de estudio.



Figura 42. Especies con potencial agroforestal: a) *Leucaena spp*, b) *Acacia penatula*, c) *Erythrina spp.*, d) *Calliandra grandiflora*, e) *Ricinus comunis*, f) *Eysenhardtia polystachya*, g) *Bursera spp.* y h) *Diphysa floribunda*.

4.4.1.1. Potencial agroforestal del guachepíl o guachipilín (*Diphysa floribunda* Peyr.), como Árbol de Usos Múltiples (AUM) para el área de estudio

Se le conoce comúnmente como guachipilín, palabra que deriva del vocablo náhuatl *cuachtlipilli* que significa “árbol de los cascabeles”, definición relacionada con el curioso y característico ruido que hacen los frutos secos cuando los mueve el viento, golpeándose entre sí. También es conocido como huachipilín o guachipita (La prensa gráfica, 2003). Otros nombres que recibe son: *tsuts tsuts*, *dzucdzuc*, *zuzul*, *xbabalche* (Rebollar y Quintanar, 1998). Asimismo otros autores mencionan que es conocido como guachipilín menudo, guachepilín, ruda de monte, wild ruda, *k’aan lool che’*, *susok*, *susuc*, *susuk*, tamarindo *xiw*, *xbalkache’*, *xobal che’*, *xsusuk*, palo amarillo, macano, quiebra hacha y *zuzoc*. En la comunidad de estudio se le conoce como *tnu xikunta*.

4.4.1.1.1. Descripción taxonómica de *Diphysa floribunda* Peyr

Árboles (4-) 10-15 (-20) m de alto, raramente arbustos, corteza fisurada, raramente con nudosidades de donde surgen numerosas ramillas, a veces braquiblastos, inermes, ramillas pubescentes. Estipulas 4-8.5 mm largo, 0.7-1.5 mm de ancho, angostamente triangulares, ligeramente falciformes, cartáceas, raramente patentes, tempranamente caducas, puberulentas, tricomas en las

axilas, margen escasamente ciliolado, ápice agudo. Hojas (8-) 10-16 cm de largo; pulvínulo generalmente evidente, raquis ligeramente comprimido lateralmente, puberulento, raramente con escasos tricomas glandulares de base engrosada; foliolos (8-) 17-23 (-29), peciolulos 1.5-2.2 mm, glabriúsculos a puberulentos; laminas (1-) 1.8-2.9 cm de largo, 0.6-0.8 (-1.9) cm de ancho, oblongas, raramente obovadas o elípticas, cartáceas, ligeramente más claro el envés, gabriusculas a puberulentas, abaxialmente papilosas, punteadas, base obtusa a cuneada, raramente truncada, ligeramente asimétrica, margen raramente revoluto, ápice truncado a redondeado, mucronado raramente apiculado; hojas más o menos inmaduras durante la floración. Inflorescencias racimos con el eje acortado , generalmente con algunos entrenudos muy acortados formándose pseudoverticilos, una por axila, 3.5-6.5 cm de largo; eje de la inflorescencia de 2.5 a 4 cm de largo, pubescente a gabriusculo; brácteas (0.7-)3.6-5(-7.5) mm de largo, ovadas, tempranamente caducas, abaxialmente puberulentas hacia la base y el ápice, tricomas en la axila, margen escasamente ciliolado, ápice agudo; pedicelos 0.5-1(-1.5) cm de largo, articulados con la base de la flor, glabrisuculos a pubescentes principalmente hacia la articulación, raramente glandular-hirtulos; bractéolas (1.2) 4-5.8 mm de largo, (1-) 1.7-2.6 mm de ancho, elípticas raramente casi orbiculares, muy tempranamente caducas, abaxialmente gabriusculas a puberulentas y pubescentes hacia el ápice, tricomas en la axila, margen escasamente ciliolado, ápice agudo a obtuso; base de la flor raramente alargado formando un estípite de (0.5-)1-2(-3) mm de largo. Flores 6-16 por inflorescencia, 1.25-1.7 cm de

largo; hipanto (1.2)2-3 mm de largo, obcónico apicalmente oblicuo, raramente casi cilíndrico, glabriusculo; lóbulos de cáliz con márgenes escasamente ciliolados, raramente ciliados, los dos vexilares (3-) 4-5.5 mm largo, 3-3.4 mm ancho, anchamente ovados, ápice obtuso a redondeado, los dos laterales (2) 3-4 mm, triangulares, ápice agudo a obtuso. Pétalos amarillos, el estandarte fuertemente reflexo, 1.1-1.4 cm de largo, callos tipo D a veces poco evidentes, la lamina orbicular a oblada raramente anchamente obovada, ápice emarginado; alas 1.3-1.9 cm de largo, fuertemente arqueadas o banderiformes; quilla falcada o lunada; androceo pseudomonadelfo; gineceo estipitado, el ovario con 6-8 óvulos. Legumbres poco infladas, (3.5-)5-10(-12.3) cm largo, (1-) 1.6-2.2 cm de ancho, angostamente elípticas; base redondeada a obtusa, márgenes nervados, ligeramente constreñidos entre algunas semillas, margen vexilar sin surco, valvas vesiculares, ápice redondeado a obtuso; epicarpo separado del endocarpo, con restos de mesocarpo blanco fibroso pegado al endocarpo; endocarpo algo coriáceo, color pajizo, opaco, generalmente septado entre las semillas, internamente glabriusculo; semillas ca. 6 mm de largo, ca. 3 mm de ancho, elípticas, comprimidas, testa de color castaño claro (Hanan, 2004). Niembro *et. al* (2004) menciona que las semillas de *Diphysa* en el interior carecen de endospermo y contienen un embrión masivo, curvo, color amarillo provisto de dos cotiledones reniformes, iguales y libres entre sí.

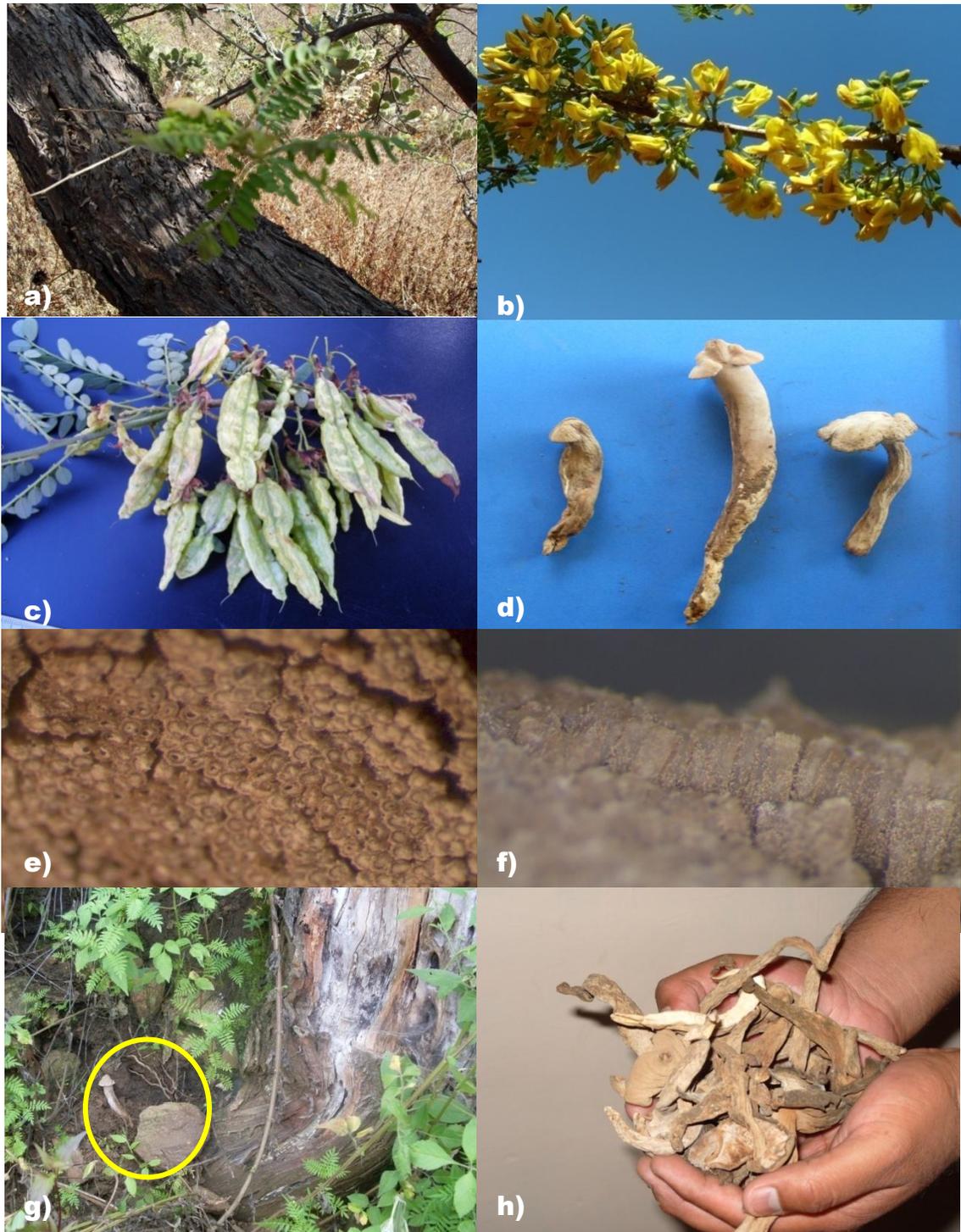


Figura 43. El árbol de guachipilín (*Diphysa floribunda*): a) Tronco; b) Inflorescencia; c) Hojas y fruto; d) hongo asociado (*Pseudofistulina radicata*), e) y f) láminas (40x) del hongo, g) Creciendo en la raíz muerta de *Diphysa floribunda* y h) Hongos secados al sol para su conservación.



Figura 44. Consumo de la flor del guachipilín (*Diphysa floribunda*) en la comunidad: a) y b) Corte y/o recolección de las inflorescencias; c) y d) limpieza de la inflorescencia; e) Cocimiento de la flor; f) Platillo elaborado condimentado con ajo, cebolla y chile y, g) Consumo por los habitantes.

Se distribuye en pinares, encinares, selvas altas y medianas perennifolias, selvas medianas subperennifolias, selvas medianas subcaducifolias, selvas bajas caducifolias y sabanas (Hanan, 2004).

4.4.1.1.2. El Potencial agroforestal del Guachipilín (*Diphysa floribunda* Peyr.) en la zona de estudio

Medina *et al.* (2001), en un trabajo realizado en la Depresión Central de Chiapas con el objetivo de conocer la producción de fitomasa aérea comestible de ocho especies arbóreas forrajeras, reportan que *Diphysa robinoides* produce fitomasa comestible (forraje) de 2.5 kg MS planta⁻¹ en forma similar con las especies *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Acacia millenaria* y *Bauhinia unguolata* . De igual forma, Joya *et al.* (2004) menciona que en Nicaragua es utilizada esta especie con fines forrajeros y para leña. Las hojas constituyen un buen forraje, rico en proteínas (19-27%) y compuestos nitrogenados, muy apetecido por el ganado, aunque algunos informes indican que no es muy palatable para el ganado (excepto las cabras), y que solo comen los retoños al final del verano (CATIE, 2000).

Viquez (2002) menciona que gracias a las altas concentraciones de nitrógeno en el follaje del guachipilín, los campesinos de todos los países en donde este árbol ha sido introducido, cubren las bases de sus cultivos agrícolas con

grandes cantidades de hojas frescas de guachipilín, las cuales no solamente ofrecen una excelente enmienda sino que al descomponerse incorporan una considerable cantidad de nitrógeno el cual es aprovechado por los cultivo.

Miles de abejas de todas las especies forman verdaderos enjambres sobre los guachipilines cuando están floreados, lo cual nos hace suponer que sería una excelente opción para los proyectos de apicultura. Combinando el manejo de las abejas y del bosque se provee protección y alimento a las abejas mientras que éstas realizan la polinización de sus flores, asegurando una producción de semillas saludables las cuales serán utilizadas para la misma regeneración del bosque. La apicultura en México es muy común, sin embargo se caracteriza por ser una práctica que se lleva a cabo a pequeña escala y en forma muy tradicional, sin una tecnología avanzada, lo cual lejos de ser una barrera, hace de la actividad una práctica muy conveniente a nivel de grupos con pocos recursos económicos.

El CATIE (2000) menciona que la madera del guachipilín se usa para leña y carbón, siendo este de excelente calidad. La leña tiene muy buena propiedad calórica; tarda un poco en arder, pero luego produce un intenso calor de hasta $18,810 \text{ kJ kg}^{-1}$. La madera es pesada (0.6-0.72). La albura es blanca amarillenta y el duramen amarillo verdoso a pardo rojizo cuando seca, con apariencia aceitosa. Textura media, fácil de trabajar, con buen acabado y duradera. El inconveniente de esta madera es lo irregular del tronco.

Guardado (2004) aporta características de la madera de *Diphysa robinoides* (Cuadro 22):

Cuadro 22. Características de la madera de *Diphysa robinoides*.

Concepto	medida	cantidad
Incremento	m ³ /ha/año	10
Peso específico	g cm ⁻³	0.54
Poder calorífico	Kcal kg ⁻¹	5,500
Altura	m	15
Diámetro	cm	50

Hoy día la madera de la especie se usa para fabricar las bases de las casas de campo y otras construcciones rurales como corrales, puentes, vigas, postes muertos y postes para cercas, pilares, horcones decorativos, carrocerías, mangos para herramientas e implementos agrícolas, ejes de carreta, postes para minas, durmientes, mazas y cilindros para despulpadoras de café, culatas y cachas para armas de fuego, morteros de arroz, pipas, trompos, carpintería y ebanistería en general. El duramen proporciona un colorante amarillo que se puede usar como el fustic para teñir telas.

En Costa Rica es uno de los árboles emblemáticos y favoritos para desarrollar individuos ornamentales en áreas verdes gracias a su alta tolerancia y excelente respuesta a las podas de formación. Gracias a su corteza áspera y gruesa, el guachipelín es uno de los mejores árboles tutores para "pegar" y cultivar toda clase de plantas epifitas como las orquídeas, helechos, bromélias o piñuelas, cactus aéreos, etc. (El mundo forestal, 2008).

Cáceres (1991) reporta que *Diphysa carthagenensis* tiene actividad fungicida y fungistático contra *Epidermophyton floccosum*; *Microsporum gypseum* y *T rubrum*. De igual forma menciona que las hojas y corteza de *Diphysa robinooides* tiene efecto contra dermatofitos y enterobacterias; *Salmonella typhi* y *Shigella flexneri*.

4.4.1.1.3. El hongo de Guachipilín (*Pseudofistulina radicata* (Schwein.) Burdsall. (*Fistulina radicata*))

Una particularidad del guachipilín ó *Tnu xikunta* en la comunidad de estudio es que en su raíz crece una especie de hongo comestible denominado hongo de guachipilín o guachepíl (*xi'i tnu xikunta*) u hongo de tendón (*xi'i tuchi*) y que taxonómicamente se identifica como *Pseudofistulina radicata* (Schw.) Burdsall.

Los estudios sobre *Pseudofistulina radicata* (Schw.) Burdsall los inició Schwenitz en 1822, al describirlo como un hongo robusto muy llamativo y definirlo como *Fistulina radicata*. Fidalgo y Fidalgo (1958), lo describieron como *Fistulina brasiliensis* Fid. & Fid y posteriormente estos mismos autores lo transfieren al nuevo género *Pseudofistulina*, basándose en la presencia de acantofisas, las cuales están ausentes en el género *Fistulina* (Guzmán, 1987).

Wright (1961) y Burdsall (1971) aclararon la sinonimia de esta especie, estudiando los materiales de herbario de Schwenitz y de los Fidalgo, concluyendo que *F. brasiliensis* es coespecífica de *F. radicata*; Burdsall acepta el nuevo género de los Fidalgo y además valida el nombre de *Pseudofistulina radicata* (Schw.) Burdsall.

4.4.1.1.4. Registros de *Pseudofistulina radicata* (Schwein.) Burdsall en Centroamérica

Guzmán (1987) reporta el uso de *P. radicata* como hongo comestible en Guatemala y El Salvador. Morales *et al.*, (2003) indica que debido a los diversos hábitats estudiados en Guatemala, se determinó que especies como *Armillariella polymyces*, *Hydnum repandum*, *Pleurotus djamor*, *Pseudofistulina radicata* y *Schizophyllum commune*, entre otros, tienen una distribución más amplia en dicho país, la cual sólo se conocía parcialmente debido al escaso número de exploraciones realizadas y mencionadas por Guzmán (1987), Sommerkamp (1990), Morales (2001) y Flores (2002).

Bran *et al.* (2003 y 2004), mencionan que *Pseudofistulina radicata* es conocido en el Departamento de Sololá, Municipio de San Juan La Laguna como “hongo de guachipilín” u *Okox* en la etnia maya Tzutujil, y con el nombre de *Akox* en Santiago Atitlán, ambos en Guatemala, contribuyendo a la nomenclatura vernácula de ese país. Ruan *et al.* (2004) cita que Guzmán (1987) menciona la

comestibilidad de *Pseudofistulina radicata* en el Salvador y Guatemala. Quezada (2005) menciona que Guzmán en 1987, registró *Pseudofistulina radicata*, como objeto de venta en el mercado local de Santiago Atitlán, Guatemala.

En el Salvador el estudio de los hongos se inició en la década de los 70, con algunas investigaciones realizadas por Toledo y Escobar. Actualmente se encuentran registrados 450 especies de hongos macroscópicos silvestres. Muchas de estas especies son comestibles, ricos en proteínas, carbohidratos y minerales, tales como: el "tenquique" (*Pseudofistulina brasiliensis*) la cual es micorrízica con el árbol de "guachipilín" *Diphysa robinoides*, el cual está desapareciendo y con ello la especie fúngica. La especie se prepara asada y frita con especias (Esmeralda, 2008).

En México, Guzmán (1987) menciona que Welden y Lemke (1961) citaron a la especie como *Fistulina brasiliensis*, hongo colectado en las montañas de Rio Blanco, en la zona de Orizaba, Ver. Posteriormente, en 1977, Guzmán basándose en materiales colectados en las inmediaciones del Puerto de Veracruz y en Welden y Lemke, refiriendo la especie como *Fistulina radicata* y a las selvas tropicales y subtropicales del país, como un parasito de los arboles. En 1978, Welden y Guzmán registraron la especie en San Andrés, en los Tuxtlas en el estado de Veracruz; Guzmán-Dávalos *et al.*, (1983) citaron al

hongo en Tesistán, Jal. y, Guzmán *et al.* (1984) en tres localidades nuevas del estado de Veracruz.

Asimismo, Guzmán (1987) según observaciones menciona la comestibilidad de esta especie en la región mazateca de Oaxaca, adscrita a la zona subtropical, y en la región de la Costa Chica de Oaxaca, en donde la vegetación es tropical; en la primera localidad se conoce con el nombre de “pajarito” y en la segunda como “hongo blanco”. Raymundo y Valenzuela (2003) indican que según revisiones de especímenes de herbarios y recolectas, esta especie fue registrada al Norte de la comunidad de Ixtlán, a 2860 msnm, en bosque de pino-encino por J. Cordova en el 2001 y en la Comunidad de San Agustín Loxicha a 900 msnm en el bosque tropical subcaducifolio por Gastón Guzmán en 1957.

Garibay-Orijel *et al.* (2009) menciona los usos de hongos silvestres en las tierras comunales de Ixtlán de Juárez en el estado de Oaxaca, en donde indica que *Pseudofistulina radicata* es un hongo saprofito, creciendo sobre madera muerta o en descomposición, de rara abundancia, nivel de uso directo, comestible pero no se consume en el área.

La consistencia coriácea de *P. radicata* puede que la hace no muy apetecible al paladar, en comparación con otros hongos carnosos y gastronómicamente más aceptados, como es el caso de *Amanita caesarea* (Scop. ex Fr.), *Boletus edulis* Bull. ex Fr. ó *Cantharellus cibarius*, por citar tres de los muchos que existen en

Mesoamérica, pero en la comunidad de estudio es una especie muy buscada, recolectada y apreciada por su sabor. En la zona el consumo de hongos “coriáceos” como *Neolentinus lepideus* y *Pseudofistulina radicata* es consumido en grandes cantidades, conocidos tradicionalmente en la lengua mixteca como “*xi'i ntaka'a ñu'u*” (“Hongo de trueno” u “Hongo que sale cuando habla la tierra”) y “*xi'i tuchi* ó *xi'i tnuxikunta*” (“hongo de tendón u hongo de Guachepíl”) respectivamente.

4.4.1.1.5. Descripción taxonómica de *Pseudofistulina radicata* (Schwein.) Burdsall

Presenta píleo o sombrero de 20 cm de diámetro, a veces varios derivados de un solo estípite o tallo común, de forma irregular, por lo general en forma de abanico o de riñón; color marrón a marrón amarillento, aterciopelado, seco, a veces el margen lobulado u ondulado, frecuentemente doblado por un fuerte ángulo y una reminiscencia de la forma de *Ganoderma lucidum*. Himenio de color blanco, llegando a ser sucio o rosado de acuerdo a la edad; termina de forma abrupta en el ápice del tallo, tubos de 5 mm de largo y claramente diferenciados con la ayuda de una lupa o microscopio. Tallo o estípite lateral, de 15 cm aproximadamente, profunda y disminuye hasta un punto basal; seco; marrón suave o marrón rosado o pálido. Pulpa blanca y dura; sabor y olor suave; esporada blanca; esporas de 3-4 x 2-3 micras; lisas y de forma elípticas (Guzman, 1987; Kuo, 2004).

5. CONCLUSIONES

La conservación de la lengua indígena (mixteco), así como el conjunto de valores culturales involucrados, influye de manera directa sobre las formas de manejo y aprovechamiento integral del bosque, así como en su preservación o destrucción.

A pesar de la marginación existente provocada entre otros factores, por la accidentada topografía, suelos poco fértiles y la transculturación, esta comunidad ha logrado mantener a través del tiempo, parte importante del acervo de la cultura mixteca lo que se ve reflejado en este estudio.

En la comunidad de Santa Catarina Estetla se hace uso del fuego en las actividades de siembra de cultivos anuales, principalmente maíz y frijol, a través del sistema agricultura migratoria o RTQ. La mayoría de las comunidades que utilizan el fuego como una herramienta para sus actividades agropecuarias, viven en la pobreza y no cuentan con opciones económicas y alternativas tecnológicas que tengan un equilibrio en la relación costo/beneficio

Es importante reconocer y comprender el papel que juegan los usos y necesidades tradicionales en torno al fuego. Bajo la perspectiva del manejo integral, más allá de trabajar en contra de éstos, puede ser más práctico modificar el uso que actualmente hacen de él las comunidades, ya sea al mitigar los impactos negativos o incluso si se explotan las prácticas existentes

para facilitar el logro de los objetivos de manejo del fuego y de las metas de conservación.

El sistema de RTQ se práctica principalmente en terrenos cuyas pendientes van de 15 a 45%, o inclusive mayores a esta; con altitudes que varían de 1,600 a 2,200 msnm. Los suelos al estar bajo estas condiciones topográficas, son delgados, poco fértiles, altamente erosionables, y cuando se les elimina la cubierta vegetal se exponen a la acción directa de las fuertes lluvias, viento y ganado de pastoreo, sobre todo si los barbechos son cortos y el uso del terreno es por más de 3 años.

La actividad de RTQ en la comunidad de estudio siempre se ha realizado por usos y costumbres, aunque en años anteriores con mayor frecuencia, hoy en día esta ha disminuido debido a factores ambientales como la escasez de lluvia, la migración de los jóvenes hacia lugares con oportunidades de trabajo remunerado, así como la legislación ambiental y forestal promovida por instituciones gubernamentales como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional forestal (CONAFOR).

En el ciclo otoño del año 2008 y primavera del 2009, doce productores, que corresponde al 4.14 % del total de comuneros, realizaron RTQ, cada uno con una superficie estimada de una hectárea o su equivalente a cuatro almudes, lo

que indica que se desmontaron alrededor de 12 hectáreas de vegetación tan solo en la comunidad de estudio.

El sistema de RTQ adquiere gran importancia por la función que cumple al interior de las unidades familiares, ya que proporciona los granos básicos (maíz y frijol) que se destinan para el autoconsumo, recursos económicos por la venta de estos granos, leña para combustible y construcción, alimentos de recolección, cacería de fauna silvestre y forraje para el ganado.

En la comunidad de estudio se definieron seis tipos de vegetación en distintas fases de sucesión vegetal, resultado del proceso de perturbación a la que ha sido sometida la vegetación nativa debido a la actividad agrícola, pecuaria y de extracción forestal que se ha realizado desde la época prehispánica.

En el sistema agrícola de agricultura migratoria o de RTQ los terrenos de cultivo no se trabajan o cultivan de manera continua, sino por periodos cortos de uno a tres años que se alternan con periodos de descanso o barbecho mayores a 20 años para ser utilizados nuevamente.

Los productores o campesinos de la comunidad consideran que la actividad de la RTQ debe continuar para que tengan terrenos en donde puedan seguir cultivando su alimento, aunque también están dispuestos a modificar el sistema

si existieran alternativas viables, ya que están conscientes en la necesidad de conservar los recursos naturales que les otorgan múltiples beneficios.

La carga por hectárea de combustibles en terrenos con *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* (encino de hoja ancha) oscila en 233.74 Mg ha⁻¹, y para *Q. glaucoides* (encino redondo) en 670.94 Mg ha⁻¹ que se cortan y se queman para dar paso a la siembra de frijol (*Phaseolus vulgaris*) o milpa (*Zea mays*). Esta información sirve para estimar la biomasa en bosques de encino de la región de estudio.

En el área de estudio se pueden observar que en los terrenos en donde el periodo de uso es corto (1 a 3 años) las especies espontaneas se propagan principalmente de rebrotes, esto hace que la composición florística de esta área permanezca estable en el tiempo. En cambio, en terrenos con aprovechamiento largo (más de 3 años), las especies se establecen por semilla y la diversidad se incrementa con el tiempo, pero el retorno a la vegetación que originalmente existió puede tardar cientos de años.

Conforme se incrementa el uso de los terrenos en la comunidad: a) Existe un agotamiento de las reservas de tocones de árboles que persisten con el disturbio; b) un incremento en la densidad y biomasa de los pastos o zacates; 3) la entrada de especies leñosas de rápido crecimiento; 4) un mejor desarrollo de las especies leñosas cuando crecen debajo de los arboles. La existencia de

árboles silvestres tolerados dentro de los terrenos de barbecho, significa condiciones favorables o sitios seguros para el crecimiento de las especies leñosas sucesionales.

Se observa que a partir de los 20 años de barbecho es común encontrar hongos de mayor tamaño y peso como lo es *Russula spp* y *Lactarius spp.*; en los claros podemos encontrar especies del genero *Agaricus*, *Scleroderma*, *Astreus* y *Lycoperdum*; y es hasta los 40 años de barbecho donde podemos encontrar especies comestibles y apreciadas por la gente de la comunidad como lo es *Amanita caesarea*, *Hypomyces lactifluorum* y *Cantharellus cibarius*.

Los habitantes de la comunidad de Santa Catarina Estetla continúan alimentándose con 13 especies de hongos silvestres, los cuales son identificados con nombres en la lengua nativa y constituyen un recurso alimenticio (16 a 23% de proteína cruda) que debe ser considerado en el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de la localidad.

La recolección y consumo de hongos silvestres en la comunidad obedece a un mecanismo de obtención de alimentos silvestres, propio de las poblaciones establecidas en zonas boscosas desde la época prehispánica.

El proceso de recolecta es un proceso dinámico en donde se involucra la familia y la cultura, con su precepción de estos organismos y sus mecanismos de

generación y trasmisión del conocimiento, siendo la mujer, más que el hombre, agente fundamental en este proceso.

La época de aparición o fenología reproductiva de los *xí'í* u hongos silvestres es a partir del mes de febrero hasta el mes de septiembre y siempre va de acuerdo a la época de establecimiento del temporal de lluvias.

De los hongos estudiados la mayoría son ectomicorrizicos, *Neolentinus lepideus*, *Pseudofistulina radicata*, *Agaricus campestris* y *Albatrellus aff. ovinus* son saprobiontes y dos son parásitos sobre el macromiceto *Russula brevipes* que aunque es comestible no es consumido en la comunidad. Este parasito es *Hypomyces lactifluorum* e *H. macrosporus* que da la coloración anaranjada, rojiza o café y la consistencia cartilaginosa al hongo.

Con respecto a la vegetación en que crecen los hongos, la mayoría lo hace en lugares de hojarasca de pino-encino, aclarando que algunas especies se les encuentra en micro hábitats donde predomina el pino (*Pinus spp.*) y algunas otras predomina el encino (*Quercus spp.*). Las excepciones son para *Hypomyces lactifluorum* que prefiere microhabitats con predominancia de encino y pingüica (*Arctostaphylos pungens*) y especies como *Agaricus campestris* y *Marasmius oreades* que crecen en sitios con vegetación secundaria.

Dentro del universo de hongos presentes en la comunidad, se identificaron algunas especies que tienen compuestos con potencial farmacológico como lo son *Ganoderma lucidum*, *Pycnoporus sanguineus*, *Calvathia cyathiformis*, *Ganoderma applanatum* y *Lentinus lepideus*.

La mayoría de especies encontrados tienen el mecanismo para asociarse en simbiosis con especies arbóreas, lo que los hace potenciales en actividades de producción de plantas forestales con fines de restauración de ecosistemas, sin embargo el problema ha sido el cultivo de forma artificial de muchas de estas especies micorrizicas.

No existen antecedentes sobre la comercialización de los hongos silvestres en la comunidad de estudio, sin embargo con el acceso a la información sobre los precios, el pago justo de los hongos silvestres comestibles en el mercado internacional hacia los recolectores y comunidades propietarios de predios forestales, una buena organización social, así como la adecuada asesoría técnica para la recolección, manejo, conservación y comercialización puede lograr que los propietarios vean en estas especies un potencial económico y esto sin duda se verá reflejado en la conservación de sus recursos naturales.

Los hongos tienen potencial para su aprovechamiento como recurso natural renovable, dadas las variadas formas de crecimiento, valor gastronómico, nutricional y medicinal. Dentro de estas posibilidades de aprovechamiento

destaca la utilización de residuos agroforestales para la producción de hongos comestibles, mediante la aplicación de métodos biotecnológicos a escala artesanal o comercial, lo que constituye una opción para impulsar el emprendimiento y desarrollo de proyectos productivos en el área de estudio, dadas las condiciones agroecológicas, el consumo de hongos heredado por tradición y cantidad de subproductos derivados de la actividad productiva agrícola.

Una alternativa viable para reducir y mejorar la RTQ en la comunidad de estudio puede ser la implementación de otros sistemas agroforestales o bien los barbechos mejorados, ya que es un sistema capaz de conservar y rehabilitar los ecosistemas especialmente en condiciones de producción marginales con bajo uso de insumos en tierras degradadas o en terrenos con fuertes pendientes.

Las especies *Diphysa floribunda* y *Leucaena* spp. tienen mucha posibilidad de ser adoptadas en las prácticas agroforestales, debido a los múltiples beneficios e importancia que tienen en la dieta de los habitantes de la comunidad, de hecho actualmente estas especies son fomentadas y cultivadas en los terrenos y huertos caseros de los mismos.

6. RECOMENDACIONES

1. Innovar y diversificar la producción agrícola, forestal y pecuaria, para elevar los medios de producción y productividad que permita el establecimiento de agroindustrias, micro industrias y las actividades artesanales, como opciones para reforzar la generación de empleos y mejorar los ingresos de nuestra población.
2. Promover la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para que nuestra población disfrute de: bosques, flora, fauna y agua suficiente en cantidad y calidad para los diferentes usos, reduciendo los índices de contaminación.
3. Conservar, rescatar, fomentar, difundir y fortalecer todos los elementos que definan y consoliden nuestras raíces culturales como: la lengua materna (mixteco), música, danza preparación y consumo de alimentos y bebidas tradicionales que no dañen la salud; las artesanías y las formas de organización dentro de la comunidad.
4. Es importante que el gobierno municipal, estatal y federal apoye a los técnicos para que estos asesoren permanentemente a los productores de las comunidades rurales, mismo que garantice un aprovechamiento sustentable de sus recursos.
5. Es necesario que se implementen las alternativas para el desarrollo de las actividades agropecuarias y forestales, de tal forma se fomenten

proyectos productivos sustentables que generen fuentes de trabajo para los jóvenes, lo que evitaría la migración hacia el vecino país del norte.

6. Se debe fomentar las actividades de conservación y aprovechamiento sustentable de flora y fauna, como lo son los proyectos de ecoturismo, aprovechamiento de recursos no maderables (entre ellos los hongos silvestres), la creación de UMA's, ya que estas pueden ser una alternativa viable para las comunidades, debido al constante crecimiento anual de turismo que visita el estado.
7. Se debe fomentar los proyectos agroforestales en la región, ya que estos generan beneficios como lo es la conservación de suelos, humedad, aporte de nutrientes (leguminosas), forraje, alimento, leña, entre otros.
8. Es importante apoyar a aquellos productores que tienen la iniciativa por buscar e implementar nuevas alternativas para el desarrollo de las actividades agropecuarias, ya que ellos pueden motivar a los demás para la adopción de una tecnología.

7. LITERATURA CITADA

- Andriessse, J.P. y Schelhass, R.M. 1987. A monitoring study of nutrient cycles in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in Tropical Asia. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* (Holanda) 19:285-332.
- Adame, M., E. Villegas y M.L. Acosta-Urdapilleta. 2009. Evaluación de la actividad antimicrobiana de la cinnabarina proveniente de cuerpos fructíferos de *Pycnoporus sanguineus* cultivados y silvestres. *In: Memoria del Congreso Nacional de Micología*. Guzmán-Dávalos, L. (ed). Sociedad Mexicana de Micología. Guadalajara, Jalisco. 20 al 24 de septiembre de 2009. Universidad de Guadalajara pp. 260.
- Alavez, Ch. R. 1988. Toponimia Mixteca. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). México. 158 p.
- Andriessse, J. P. 1977. Nutrient level changes during a 20 year shifting cultivation cycle in Sarawak (Malasia). *International Society of Soil Science Conference on Classification and Management of Tropical Soils*, Kuala Lumpur.
- Ashby, D. G. and Pfeiffer, W. 1956. Weeds: A limiting factor in tropical agriculture. *World Crops* 8: 227 - 229.
- Bandala, M. V., L. Montoya e H. I. Chapela, 1997, "Wild edible mushrooms in Mexico: a challenge and opportunity for sustainable development". *In: Mycology in sustainable development. Expanding concepts, vanishing borders*. M. E. Palm e H. I. Chapela (eds.), Parkway publishers, pp. 77-89.
- Beaty F. K., García S. P., García S. R., Ojeda S. J., San Pablo G. A. y Santiago J. A. 2004. *Diccionario Básico del Mixteco de Yosondua, Oaxaca*. Segunda Edición. Versión Electrónica. Instituto Lingüístico de verano, A.C. México.
- En internet: <http://www.sil.org/mexico/mixteca/yosondua/S046-DicMixtYos-mpm.pdf> (Octubre de 2009)

- Bran M.C., et al. 2003. Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula. (Fase III). Informe Técnico Final. Dirección General de Investigación. 49p.
- Bran M., Morales O., Cáceres R., Flores R., Andrade C., Quezada A., Carranza C., Alarcón D., Rodríguez E. y Ariza J. 2004. Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula. (Fase III). Dirección General de Investigación; Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia; Facultad de Agronomía. Guatemala. 19 p.
- Burdsall, H. H., 1971. Notes on some lignicoles Basidiomycetes of the Southeastern United States. Jour. Elisha Mitch. Scient. Soc. 87: 239-245.
- Cabrera L. 1974. Diccionario de Aztequismos. Revisado por J. Ignacio Dávila Garibi. Ediciones Oasis. 1ª Edición. México, D.F. 166 p.
- Cáceres, A. 1991. Actividad antimicrobiana de plantas de uso medicinal en Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (FCQF). Universidad de San Carlos (USAC) y Centro Mesoamericanos de Estudios Sobre Tecnología Apropriada (CEMAT). Guatemala Traditional Medicinal Plants (Dar Es Salaam University Press-Ministry of Health-Tanzania. 391 p.
- Carneiro, R. L. 1983. The cultivation of manioc among the kuikuru of the upper Xingu. In Harries, R. B. and Vickers, W. T. Adaptive responses of Native Amazonians. New York: Academic Press. pp. 65 - 112.
- Caso A. 1963. Representaciones de los hongos en los códices. Estudios de Cultura Náhuatl. Vol. IV. México, D.F. p. 27-38
- Castañeda D. S. 2007. Sucesión ecológica en San Miguel Pipillola, Españita, Tlaxcala. Tesis de Maestría en Ciencias. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 93 p.
- CATIE. 2000. Árboles de Centroamérica. Un manual para extensionistas. Forestry Research Programme. Forestry Institute Oxford.
En internet: <http://www.Arbolesdecentroamerica.info> (Marzo de 2008)

- CATIE. 1986. Sistemas Agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. San José Costa Rica, 818.
- CDI-PNUD. 2002. Sistema Nacional de Indicadores sobre la Población Indígena de México, con base en el XII Censo General de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) del 2000. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México.
- En internet:
http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&task=category§ionid=7&id=38&Itemid=54
(Octubre de 2009)
- CONABIO. 1996. Carta de uso de suelo modificada por CONABIO. Escala 1:1,000,000. México; D.F.
- CONABIO. 1998. Climas de acuerdo a la clasificación de Köeppen, modificado por García. Escala 1:1,000,000. México.
- CONAFOR. 2009. Incendios Forestales Generalidades.
- En internet:
http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/incendios/index.html#tendencias.
(Octubre de 2009)
- Cox, G. W. and Atkins, M. D. 1979. Agricultural Ecology. San Francisco: W. H. Freeman and Co.
- Cuanalo, H. E. y Uicab-Covoh, R. A. 2005. Investigación participativa en la milpa sin quema. In: Revista Terra Latinoamericana 23(4): 587-597. México.
- El mundo forestal. 2008. El Guachipilín.
- En internet:
<http://www.elmundoforestal.com/album/albumdearboles.html>
(Marzo de 2008)

- EPA. 1990. Greenhouse gas emissions from agricultural systems. Volumen 1 y 2. Environmental Protection Agency. Washintong, D.C., USA.
- Esmeralda E., R. 2008. Biodiversidad de Macrohongos de El Salvador. XII Congreso de la SMBC. Edición Especial. Rev. Mesoamericana. Revista Oficial de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Vol. 12 (3): 112. Noviembre. El Salvador.
- FAO. 1994. La agricultura migratoria, conocimientos técnicos locales y manejo de los recursos naturales en el trópico húmedo. Roma. 117 p.
- Fidalgo, O. y M. E. K. 1958. A new *Fistulina* from Brazil. *Mycologia* 50:145-146.
- Flores R. 2002. Hongos Micorrícicos de bosques de pino y pinabete. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. Guatemala. 49 p.
- Fosbrooke, H. A. 1974. Socio-economic aspects of shifting cultivation. In *Shifting Cultivation and Soil Conservation in Africa*. Soil Bulletin 24. Rome: FAO. pp. 72 - 75.
- Garibay-Orijel R., Cordova J., Cifuentes J., Valenzuela R., Estrada T. A. y Kong A. 2009. Integrating wild mushrooms use into a model of sustainable management for indigenous community forests. *Forest Ecology and Management* 258:122–131.
- Garibay-Orijel, R., J. Cifuentes, A. Estrada-Torres y J. Caballero. 2006. People using macro-fungal diversity in Oaxaca, México. *Fungal diversity* 21: 41-67.
- Garza-Ocañas, L., Ramírez-Gómez, X., Garza-Ocañas, F., Salina-Carmona, M., Waskman de Torres, N., Alcaraz-Contreras, y Torres-Alanis, O. 2006. Evaluación de la actividad biológica de extractos acuosos de macromicetos del Noroeste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Ciencia UANL. Abril-junio. Año/Vol. IX, 2:164-170. Monterrey, México.
- Gilbertson. 1984. Micorrizas. Argentina.
En internet:
<http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.html>. (Agosto de 2008)

- Gómez-Pompa. 2004. La vegetación de la zona maya. Universidad de California en Riverside.
En internet:
http://maya.ucr.edu/pril/reprints_agp/vegmaya.html
(Julio de 2009)
- Granados S. D. y López R. G. 2000. Sucesión ecológica. Dinámica del ecosistema. Dirección General de Difusión Cultural. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 197 p.
- Greenland, D. J. 1974. Evolution and development of different types of shifting cultivation. In Shifting Cultivation and Soil Conservation in Africa. Soil Bulletin 24. Roma: FAO.
- Guardado J. M. 2004. Información de 61 especies forestales. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Ordenamiento Forestal Cuencas y Riegos. Área Forestal. Nueva, San Salvador.
En internet:
http://zipcodezoo.com/Plants/D/Diphysa_carthagensis.asp#SimilarSpecies
(Abril de 2008)
- Guzmán-Davalos L., G. Nieves y G. Guzmán 1983. Hongos del estado de Jalisco, II. Especímenes depositados en el Herbario ENCB, 1ª parte. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología. 18:165-181.
- Guzmán G., Mata G., Salmones D. Soto-Velazco, C. y Guzmán-Davalos L. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Instituto Politécnico Nacional. México. 245 p.
- Guzmán G. 1987. Distribución y etnomicología de *Pseudofistulina radicata* en Mesoamérica, con nuevas localidades en México y su primer registro en Guatemala. Revista Mexicana de Micología. 3:29-38
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Editorial Limusa. México.

- Guzmán, G. y L. Guzmán-Davalos. 1984. Nuevos registros de hongos en el estado de Veracruz. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología. 19:221-244.
- Hanna A. A. M. 2004. Revisión taxonómica del género *Diphysa* (Papilionoidea: Leguminosae). Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 80 p.
- Haggar J. P., Uribe G., Basulto G. J. y Ayala, A. 2000. Barbechos mejorados en la Península de Yucatán, México. Revista Agroforestería en las Américas. Vol. 7, No. 27. Costa Rica.
- En internet:
<http://web.catie.ac.cr/informacion/rafa/rev27/tc27.htm>.
 (28 marzo 2008)
- Hermann L. M. A. 2008. Códices Mixtecos Prehispánicos. La Mixteca. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Revista Arqueología Mexicana. Vol. XV, No. 90, 26-27. Marzo-Abril. México, D.F.
- Hermann L. M. A. y Libura K. M. 2007. La creación del mundo según el Códice Vindobonensis. Colección: Para leer los códices. Ed. Tecolote. México, D.F. 55 p.
- Hernández X. E. 1985. La agricultura en la península de Yucatán. En: Xolocotzia. Tomo I: 371-410. Mexico.
- INALI. 2008. Catálogo de las lenguas indígenas nacionales: Variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas. México.
- En internet:
www.inali.gob.mx/catalogo2007.
 (Octubre de 2009)
- INEGI. 1990. Carta fisiográfica. Subprovincias y Discontinuidades fisiográficas. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.
- INEGI. 2004. Síntesis de Información geográfica del estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. 166 p.

- INEGI. 2005. II Censo de Población y Vivienda. México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
En internet:
<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10215>.
(8 mayo 2008)
- INEGI. 2005. Marco Geoestadístico Municipal. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.
- INEGI.2000. XI Censo General de Población y Vivienda. México.
En internet:
<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10215>.
(8 mayo 2008)
- Johnson, A. W. 1983. Machiguenga gardens. In Hames, R. B. and Vickers, W. T. (eds.) Adaptive Responses of Native Amazonians. New York: Academic Press. pp. 29 - 64.
- Kass C. Donald., Foletti C., Szott L. T., Landaverde R y Nolasco, R. 1994. Sistemas tradicionales de barbecho de las Américas. En: L. Krishnamurthy y J. A. Leos R. Agroforestería en Desarrollo: Educación, Investigación y Extensión. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, UACH, México. 110-125.
- Krishnamurthy, L. y Ávila, M. 1999. Agroforestería Básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. No. 3. México.
- Kuo, M. 2004. *Fistulina radicata*. Retrieved from the MushroomExpert.Com
En internet:
http://www.mushroomexpert.com/fistulina_radicata.html
(Septiembre, 2009)
- La prensa grafica, 2003. Árboles de nuestro rincón mágico. Programa de Fomento Cultural del Banco Agrícola. Octubre de 2003, 200 páginas.

- León-Avendaño, H. y Bautista-Avendaño. 2009. Reflexiones sobre el quehacer de la Etnomicología en Oaxaca. In: Memoria del Congreso Nacional de Micología. Guzmán-Davalos, L. (ed.). Sociedad Mexicana de Micología. Guadalajara, Jalisco. 20 al 24 de septiembre de 2009. Universidad de Guadalajara pp. 49.
- Levi T. S. 2000. Sucesión causada por Roza-Tumba y Quema en las selvas de Lacanha, Chiapas. Tesis de Doctorado. Colegio de posgraduados. Montecillo, México. 165 p.
- Lin, Y.L., Y.C. Liang. S. S. Lee y B. L. Chiang. 2005. Polysaccharide purified from *Ganoderma lucidum* induced activation and maturation of human monocyte-derived dendritic cells by the NF-KB and p38 mitogen activated protein kinase pathways. *Journal of Leukocyte Biology* 78: 533-543
- Lot A. y Chiang F. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones. Técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. México. 142 p.
- Manner, H. I. 1981. Ecological succession in new and old Sweden's of montage Papua New Guinea. *Human Ecology* 9, (3): 359-377.
- Masera O., y López R., S. 2000. Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural. Editorial Mundi Prensa. México. pp 17, 21-23.
- Medina J. F. J.; Pinto R. R.; Hernández L. A.; Alvarado L.; Gómez C.; Martínez C. B.; Nahed T. y Carmona J. 2001. Producción de fitomasa de especies arbóreas y arbustivas de uso forrajero en el Valle Central de Chiapas, México. Universidad Autónoma de Chiapas y el Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México.
- En internet:
<http://www.virtualcentre.org/es/enl/keynote8.htm>
(Abril de 2008)

- Mindek D. 2003. Mixtecos. Pueblos Indígenas del México Contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México, D.F. 31 p.
- Morales O. 2001. Estudio Etnomicológico de la Cabecera Municipal de Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Tesis de graduación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.). 92p.
- Morales O., Bran M., Cáceres R., Flores R. 2003. Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. Proyecto Hongos Comestibles de Guatemala, Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula. Departamento de Microbiología, Escuela de Química Biológica, Instituto de investigaciones Químicas y Biológicas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 19 p.
- En internet:
<http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/P/P/30.pdf>
(Septiembre, 2009)
- Myers R. L. 2006. Convivir con el fuego. Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. The Nature Conservancy. Tallahassee, U.S.A. 28 p.
- Myers, R.L. and D.A. Rodriguez-Trejo. 2009. Fire in tropical pine ecosystems. Pages 557–605 in M.A. Cochrane (ed), *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystem Dynamics*. Chichester UK: Springer-Praxis.
- Nair, R. P. K. 1997. Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 543 p.
- Niembro R. A.; Morato I. y Cuevas S. J. A. 2004. Catalogo de frutos y semillas de árboles y arbustos de valor actual potencial para el Desarrollo Forestal de Veracruz y Puebla. Instituto de Ecología, A.C. – CONAFOR-CONACYT. Xalapa, Veracruz. México.

- Nye, P. H. and Greenland, D. J. 1964. Changes in the soil after clearing tropical rainforest. *Plant and Soil* 21: 101 - 112.
- Pacioni G. 1982. Guía de hongos. Editorial Grijalbo. Barcelona, España. 523 p.
- Pérez-Silva, E., E. Aguirre-Acosta y C. Pérez-Amador. 1988. Aspectos sobre el uso y la distribución de *Pycnoporus sanguineus* (Polyporaceae) en México. *Revista Mexicana de Micología* 4:137-144.
- Pérez-Moreno, J., A. Lorenzana Fernández, V. Carrasco Hernández y A Yescas Pérez, A. 2010. Los hongos comestibles silvestres del Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexos. Colegio de Posgraduados, SEMARNAT, CONACyT. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 167 p.
- Petit, A. J. y Uribe, V. G. 2006. Unidad modelo de enseñanza y transferencia de tecnología en Conuco (Agricultura Migratoria): Una propuesta. INIFAP-Universidad de los Andes. *Revista Forestal Venezolana* 50 (1). 85-91 pp.
- PNUMA. 1992. Los gases que producen el efecto de invernadero (cambio climático global). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)-Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, México. 40 p.
- Quezada A., M.L. 2005. Análisis de la diversidad y distribución de Macrohongos (Órdenes Agaricales y Aphyloporales) en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Biología. Guatemala. 58 p.
- En internet:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2377.pdf
 (Septiembre, 2009)
- Raintree, J. B. and Warner, K. 1986. Agroforestry pathways for intensification of shifting agriculture. *Agroforestry Systems* 4:39-54.
- Rambo, A. T. 1981. Fire and the energy efficiency of Swidden agriculture. EAPI Preprint. Honolulu: East-west Center.

- Raymundo y R. Valenzuela. Los poliporáceos de México VI. Los hongos poliporoides del estado de Oaxaca. *Polibotánica* 16 (2003), pp. 79–112
- Rebollar S. y Quintanar A. 1998. Anatomía y usos de la madera de ocho especies tropicales de Quintana Roo, México. In *Rev. biol. trop.* [online]. Dic. 1998, Vol. 46, No. 4. p. 1047-1057.
- En internet:
<http://www.scielo.sa.cr/>
 (13 Abril 2008)
- Rivera G. M. 2007. Encalado y micorrizas en la corrección de deficiencias de fósforo en un andisol cultivado con *Pinus halepensis* Mill. Universidad Autónoma Chapingo. Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Tesis de Maestría en Ciencias. Chapingo, México. 45 p.
- Rodríguez T. D. A., 1996. Incendios forestales. Mundi Prensa-UACH-INIFAP. México. 640 p.
- Rodriguez-Trejo, D.A. and P.Z. Fule.2003. Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire* 12:23–37.
- Rodriguez-Trejo D.A. and R.L. Myers. 2010. Using Oak Characteristics to Guide Fire Regime Restoration in Mexican Pine-Oak and Oak Forests. *Ecological Restoration* 28:304-323
- Rodríguez V. R. 2009. *Diccionario español-mixteco* en línea en AULEX. Universidad de Guadalajara. México.
- En internet:
<http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/123456789/497/1/AULEX+-+Diccionario+Espa%C3%B1ol+-+Mixteco+en+I%C3%ADnea.htm>.
 (Octubre de 2009)
- Ruan S. F., Garibay O. R. y Cifuentes J. 2004. Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología* 19: 57-70.
- Ruddle, K. and Manshard, W. 1981. Renewable natural resources and the environment. Dublin: Tycooly International (f UNU).

- Russell, W. M. 1968. The slash-and-burn technique. *Natural History* 78(3): 58 - 65.
- Salisbury F. y Ross C. 2000. *Fisiología de las plantas*. Ed. Thomson. España. 305 p.
- Sánchez C. J. y Zerecero L. G. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. Centro de Investigaciones Forestales del Norte (CIFONOR). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Apunte 1 Bis-111c, Nota divulgativa No. 9. PR-03. Noviembre, 1983.
- SEMARNAT. 2002. Informe de la situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- En internet:
<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/index-sniarn.aspx>.
(8 mayo 2008)
- Silva, D. 2006. *Ganoderma lucidum* in Cancer research. *Leukemia Research* 30: 767-768.
- Sommerkamp Y. 1990. Hongos comestibles en los mercados de Guatemala. Dirección General de Investigación. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala. 68p.
- Smania, A., D.F. Monoache, E.F.A. Smania, M. L. Gil, L.C. Benchetrit y F.C. Cruz. 1995. Antibacterial activity of a substance produced by the fungus *Pycnoporus sanguineus* (Fr.) Murr. *Journal of Ethnopharmacology* 45:177-181
- Smith, L. M., H. W. Taylor y H. D. Sharma. 1993. Comparison of the post-Chernobyl ¹³⁷Cs contamination of mushrooms from Eastern Europe, Sweden and North America. *Applied and environmental microbiology*. 59 (1): 134-139.

- SMN, 2009. Normales climatológicas de la Estación 00020313 Tlazoyaltepec, Oaxaca. Servicio Meteorológico Nacional.
En internet:
<http://smn.cna.gob.mx/productos/normales/estacion/oax/NORMAL20313.TXT>
(Octubre de 2009)
- Spores R. 2008. La Mixteca y los mixtecos. 3000 años de adaptación cultural. En: Revista Arqueología Mexicana. Marzo-Abril. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).Vol. XV (90):28-33.
- Tamez de la O, J. E., Garza O.L., Torres A.O., Tamez R.A., Ramírez G.X.S., y Lujan R.R. 2008. Evaluación del efecto hipoglucemiante de *Lentinus lepideus*, *Calvathia cyathiformis* y *Ganoderma applanatum* del Noroeste de México. Departamento de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). 5ta Reunión Nacional de Investigación en Productos Naturales. Guadalajara, Jalisco. Revista Latinoamericana de Química.
En internet:
http://www.relaquim.com/archive/2008/memorias_5_reunion_%20prod_nat.pdf
(Octubre de 2009)
- Tarango R. S., Macías L. B., Alarcón A. y Pérez M. J. 2004. Micorrizas en nogal pecanero y pistachero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto Técnico No. 16. 39 p.
- Torquebiau E. 1993. Conceptos de Agroforestería: Una introducción. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 92 p.
- Uhl, C. 1983. You can keep a good forest down. *Natural History* 92(4): 69 - 79.
- UNEP-WMC. 2003. El mercado de los hongos silvestres en México. México. 43 p.
- Vaillant, G. C. 1973. La civilización azteca. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 317 p.

- Vega, M. 2005. Planificación Agroforestal Participativa para el enriquecimiento de fincas cacaoteras orgánicas con especies leñosas perennes útiles en Alto Beni, Bolivia. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Velandia C., Galindo L. y Mateus K. 2008. Micolatría en la Iconografía Prehispánica de América del Sur. *International Journal of South American Archaeology*. 3: 6-13.
- Villarreal, L. 1995. El hongo de pino: un recurso genético para el desarrollo sustentable en México. In: *Memorias de la XI Exposición de Hongos. Hongos, biodiversidad y desarrollo sustentable*. Departamento de Agrobiología. Laboratorio de Micología CICBUAT. Universidad Autónoma de Tlaxcala. pp. 46-48.
- Villareal R. L. 1996. Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados de México. Proyecto: Informe final. Colegio de posgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y productividad. Montecillos, México. 130 p.
- Viquez, S. 2002. Los 24 árboles del paraíso. *Mundo Forestal*. Costa Rica
 En internet:
<http://www.elmundoforestal.com/paraiso/ARBOLES/guachipelin/guachipelinframe.html>
 (Marzo de 2008)
- Warner, K. 1981. Swidden strategies for stability in a fluctuating environment: The Tagbanwa of Palawan, In Olafson, H. (eds.) *Adaptive Strategies and Change in Philippine Swidden-based societies*. Laguna, Filipinas: Forest Research Institute. pp. 13 - 28.
- Wasson R. G. 1983. El hongo maravilloso: Teonanacatl. *Micolatría en Mesoamérica*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 307 p.
- Wright, J. E. 1961. Del genero *Fistulina* en el Hemisferio Occidental. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 9: 217-228.

8. ANEXOS.

Anexo 1. Formato para inventario de combustibles leñosos y finos.

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO														
MAESTRIA EN AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE														
INVENTARIO DE COMBUSTIBLES EN TERRENOS DE ROZA, TUMBA Y QUEMA (RTQ)														
PRODUCTOR _____											No. _____		ESTADO _____	
PARAJE _____											MPIO _____		TIPO VEG. _____	
COORD. _____ LN _____											LW _____		MSNM _____	
COMBUSTIBLES LEÑOSOS, TAMAÑO (DIA/CM)						0-2.5 CM			2.5 - 7.5 CM		> 7.5 CM			
LONGITUD DE LA LINEA DE MUESTREO (M)						1.0 M			2.0 M		3.0 M			
NUMERO DE SITIO	PENDIENTE %	NUMERO DE INTERSECCIONES			PROFUNDIDAD DE MANTILLO (CM)			MATERIAL DE DIAMETRO > 7.5 CM			ALTURA DE ROZA (CM)			OBSERV.
		0 - 0.6 Ø CM	0.6 - 2.5 Ø CM	2.5 - 7.5 Ø CM	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	FIRME (d)	FIRME (d)	FIRME (d)	1	2	3	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
														TOTAL
														PROMEDIO

Anexo 2. Formato para inventario de combustibles finos u hojarasca.

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO MAESTRIA EN AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE INVENTARIO DE COMBUSTIBLES EN TERRENOS DE ROZA, TUMBA Y QUEMA (RTQ)</p>														
PRODUCTOR _____					COMUNIDAD _____					CLAVE _____				
ESTADO _____					MPIO _____					TIPO VEG. _____				
No. SITIO	MUESTRA	PESO HUMEDO	30-jun-09	01-jul-09	02-jul-09	03-jul-09	04-jul-09	05-jul-09	06-jul-09	07-jul-09	08-jul-09	PESO SECO	TOTAL	OBSERVACIONES
1	1													
	2													
	3													
2	1													
	2													
	3													
3	1													
	2													
	3													
4	1													
	2													
	3													
5	1													
	2													
	3													
6	1													
	2													
	3													
7	1													
	2													
	3													

Anexo 3. Cuestionario para la caracterización del sistema RTQ y manejo del fuego en la comunidad de estudio.

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

MAESTRIA EN AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

ENCUESTA SOBRE USO TRADICIONAL DEL FUEGO

Numero de encuesta: _____

Nombre: _____ Edad: _____

Ranchería _____ Grado de Estudios _____

Sabe Leer? ____ Habla Español? ____ Lengua Indígena: _____

1. Realizó roza, tumba y quema este año (superficie aproximada)?
2. En qué tipo de vegetación realizó la roza?
3. Cuanto tiempo lleva de realizar la roza, tumba y quema?

I. ROZA Y TUMBA.

4. Como realiza la actividad de roza (describir orientación donde derriban los árboles)? (Realizan montones o distribuyen la vegetación cortada en todo el terreno)
5. Como escoge un terreno para rozar?
6. Qué tipo de vegetación prefiere rozar?
7. Deja algunos árboles sin cortar (especies) y porqué (uso) (los poda y a qué altura)?
8. En qué época del año realiza la roza y porqué?
9. Por lo regular cuantos años siembra en un terreno donde rozó?
10. Cuanto tiempo considera dejar un terreno en descanso para volver a rozar?
11. Qué tipo de árboles retoñan en donde se realizó la roza?

II. QUEMA.

12. En qué época del año realiza la quema y porqué?
13. Como realiza la quema?

De acuerdo a:

- A) Pendiente.
- B) A qué hora realiza la quema y porqué?
- C) Dirección del viento (como lo determina).
- D) Orientación del terreno (por donde empieza a quemar).
- E) Presencia de lluvias.
- F) Realiza guardarrayas?
- G) Como evita que se propague el fuego a la vegetación aledaña?.
- H) Que herramientas utiliza para la quema?.
- I) Con que realiza la quema (ocote, pasto)?
- J) Alguna vez se ha propagado el fuego a la vegetación aledaña (año)?
- K) Que herramientas utiliza para controlar algún incendio forestal?

III. PREPARACION DEL TERRENO Y SIEMBRA.

- 14. En qué época cultiva el terreno rozado, que siembra o cultivas y porqué?
- 15. Como realiza la actividad agrícola?
- 16. Como determina el tiempo para cultivar un terreno donde se realizó la roza, tumba y quema?
- 17. En que parte del terreno crece más el cultivo o la hierba, en una zona donde se quemó o en donde no hubo quema, porque?
- 18. Aproximadamente que rendimientos tiene y como se observa este conforme avanzan los años?
- 19. Considera que esta actividad debe de continuar o se deben buscar algunas alternativas?
- 20. Como considera los incendios forestales, benéficos o dañinos?
- 21. Observaciones.

Anexo 4. Cuestionario para realizar el estudio etnomicológico en la comunidad de estudio.

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

MAESTRIA EN AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

ESTUDIO ETNOMICOLOGICO EN SANTA CATARINA ESTETLA, OAXACA

NUMERO DE ENCUESTA: _____

Nombre: _____ **Edad:** _____

Ranchería _____ **Grado de Estudios** _____

Sabe Leer? ____ **Habla Español?** ____ **Lengua Indígena:** _____

No. de Integrantes de la Familia: _____

1. Conoce o sabe que hongos silvestres crecen en el campo? (enliste todos sean comestibles o no).

Nombre en mixteco	Nombre en español	Significado y origen del nombre

2. Como identifica que un hongo silvestre es comestible o no?

Nombre en mixteco	Características para identificar la especie

3. En qué época recolecta los hongos silvestres comestibles?

Nombre en mixteco	Época de colecta	Indicador

4. De todos los hongos silvestres que recolecta, enliste el nivel de preferencia y el porqué de esa preferencia?

Nombre en mixteco	Motivo de preferencia

5. Como preparan o cocinan los hongos silvestres que recolectan?

Nombre en mixteco	Forma de preparación	Observaciones

6. Mencione los hongos silvestres que no se consumen y porqué?.

Nombre en mixteco	Causa (vomito, diarrea, muerte...)

7. Conoce algún hongo silvestre que tenga propiedades curativas? (enlístelos)

Nombre en mixteco	Propiedad curativa	Forma de uso

8. En qué lugar (hábitat) recolecta hongos silvestres para su consumo?

Nombre en mixteco	Hábitat (bosque, pasto, tronco, etc.)	Nombre del paraje o sitio

9. Todos los hongos silvestres que recolecta son para autoconsumo o vende alguna cantidad?

10. En caso de vender los hongos silvestres, indique lo siguiente:

Nombre en mixteco del hongo que comercializa	Cantidad (kg)	Precio (\$)	Lugar donde lo vende

11. Cuando recolecta los hongos silvestres como los corta?

12. Como es la observación de hongos en áreas donde se realizó RTQ o hubo un incendio forestal (a los cuantos años vuelve a haber hongos)?

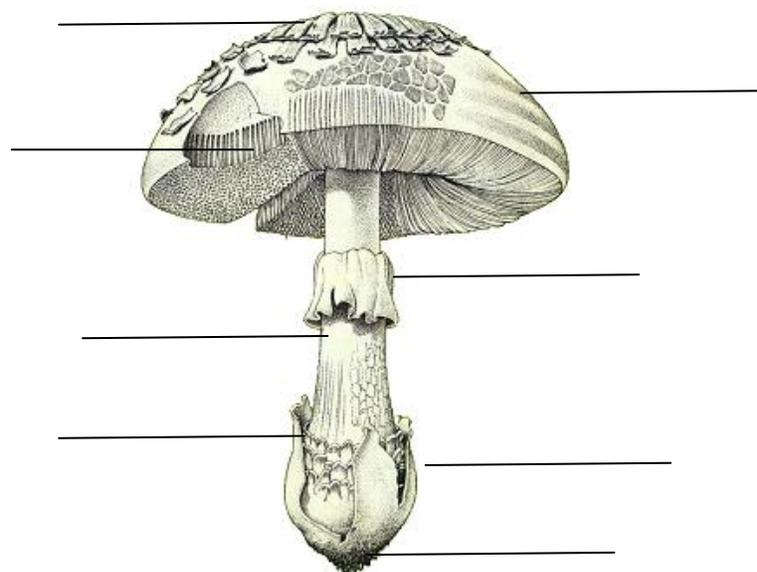
13. En qué tipo de vegetación se presentan más cantidad de hongos (nombres)?

14. Cual considera que es la importancia de hongos silvestres en un bosque?

15. Usted sabe cómo se reproducen los hongos silvestres?

16. Observaciones.

17. Esquema para identificar las partes de los hongos silvestres por habitantes de la comunidad.



Anexo 5.- Datos del número, diámetro y altura promedio de individuos de *Quercus magnoliifolia* y *Q. peduncularis* en los sitios de muestreo.

Sitio	Años de barbecho	Individuos	Dap¹ (m)	Altura promedio (m)
1	6	22	0.04	3.21
	6	25	0.03	2.77
	6	35	0.06	3.73
	6	3	0.06	3.02
	6	10	0.03	2.66
2	20	20	0.07	5.16
	20	18	0.06	4.72
	20	19	0.07	4.97
	20	21	0.06	4.69
	20	25	0.08	6.13
3	40	22	0.07	6.96
	40	11	0.07	6.36
	40	21	0.1	6.76
	40	11	0.12	6.95
	40	23	0.12	7.16
4	78	11	0.14	6.46
	78	8	0.18	7.55
	78	12	0.15	7.07
	78	13	0.14	6.58
	78	3	0.16	6.95
5	90	4	0.35	8.71
	90	3	0.24	6.68
	90	4	0.32	12.96
	90	3	0.26	7.11
	90	6	0.17	7.74

1 Diámetro a la altura del pecho (Dap).

Anexo 6. Vocablos asociados con la descripción de los hongos silvestres en la comunidad de estudio.

Vocablo en Castellano	Vocablo en Mixteco
Hongo	<i>Xi'i</i>
Forma	
Flor	<i>Ita</i>
Sombrero	<i>Mpelu</i>
Nido	<i>Taka</i>
Campana	<i>Kaa</i>
Calabaza	<i>y+k+n</i>
Flor de calabaza	<i>T+veya</i>
Redondo	<i>T+lulu</i>
Tallo, palo	<i>Yutnu</i>
Vestido	<i>dio</i>
Pie	<i>Sa'a</i>
Raíz	<i>Yo'o</i>
Carne	<i>Kuñu</i>
Costilla	<i>Y+k+ na'a</i>
Grano	<i>Nd+ 'y+</i>
Lengua de venado	<i>Yaa idu</i>
Lengua de vaca	<i>Yaa ndukutu</i>
Gusano	<i>T+ndaku</i>
Textura	
Liso	<i>Nd+ 'v+</i>
Plano	<i>Ndaa</i>
Glutinoso	<i>Kidi</i>
Escamoso	<i>T+nd+y+</i>
Coriáceo, tendón	<i>Tuchi</i>
Lanoso, aterciopelado	<i>Kachi</i>
Sustrato	
Estiércol del ganado	<i>Nuu ka 'va</i>
Emerge en los troncos	<i>Kene nuu yutnu</i>
Emerge en la tierra	<i>Kene nuu ñu'u</i>
Pasto	<i>ite</i>
Parasito	<i>Maa</i>

Continuación...

Vocablo en Castellano	Vocablo en Mixteco
Colores	
Verde	<i>Kuii</i>
Amarillo	<i>Kuaan</i>
Blanco	<i>Kuixi</i>
Rojo	<i>T+kue'e</i>
Gris	<i>Yaa ó Chikui</i>
café	<i>Ya'a</i>
Tipos de vegetación	
Encino amarillo hoja ancha (<i>Quercus spp.</i>)	<i>Tnuyaa</i>
Encino negro (<i>Quercus spp.</i>)	<i>Tnunchu'u</i>
Encino redondo (<i>Quercus spp.</i>)	<i>Tnunchikute</i>
Encino de cucharón (<i>Quercus spp.</i>)	<i>Tnuyaa t+kadii</i>
Encino verde (<i>Quercus spp.</i>)	<i>Tnunchikuii</i>
Pinar (<i>Pinus spp.</i>)	<i>nuu io tnuyusa</i>
Pastizal	<i>Nuu ite</i>
Madroño (<i>Arbutus sp.</i>)	<i>Tnuyu'nduu</i>
Pingüica	<i>Mazana yuku</i>
Animales	
Sapo (<i>Bufo bufo</i>)	<i>La'va nd+'y+</i>
Rana (<i>Rana sp.</i>)	<i>La'va</i>
Chapulín	<i>T+kaa</i>
Pájaro	<i>T+daa</i>
Gallo	<i>Lo'o</i>
Guajolote, Guajolota	<i>Kolo, Kuni</i>
Venado (<i>Odocoileus virginianus oaxacensis</i>)	<i>Idu</i>
Pájaro azul	<i>Kuilu</i>
Comidas	
Amarillo	<i>Ndeyuu</i>
Caldo	<i>Kaldu</i>
Empanada	<i>Dita x+t+</i>
Quesadilla	<i>Dita nukona'nu</i>
Cocer en el comal	<i>Chi'o nuu xio</i>
Huitlacoche	<i>T+kaa maa</i>
Huevo	<i>Nd+v++</i>
Chile	<i>Ya'a</i>
Leche	<i>D+ku++</i>
Picante, picoso	<i>Satu</i>

Continuación...

Vocablo en Castellano	Vocablo en Mixteco
Varios	
Extinguir, morir	<i>Naa, Xi'i</i>
Caliente	<i>Daa</i>
Duende	<i>Ch+nd++</i>
Estrella	<i>Chodini</i>
Cuerno	<i>Nd+k++</i>
Trueno, que habla la tierra	<i>Ntaka'a ñu'u</i>
Espíritu	<i>ñu'u ó ñuhu</i>
Antiguo, viejo	<i>Kiata, yata</i>