



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

*Tajos de la Sierra Gorda guanajuatense:
agroecosistemas de importancia ecológica,
económica y cultural.*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

Vincent Martín Hoogesteger van Dijk

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Alejandro Casas Fernández

COTUTORA
Dra. Ana Isabel Moreno Calles

MORELIA, MICHOACÁN

Diciembre, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR, UNAM
PRESENTE.

Por medio de la presente me permito informar a usted que la Coordinación de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, el día 21 de noviembre de 2012, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el Examen Profesional del alumno **VINCENT MARTÍN HOOGESTEGE VAN DIJK** con número de cuenta **409028001** con la tesis titulada: **"Tajos de la Sierra Gorda guanajuatense: agroecosistemas de importancia, ecológica económica y cultural"** bajo la dirección del Tutor.- **Dr. Alejandro Casas Fernández.**

Presidente: Dra. Marta Astier Calderón
Vocal: Dr. Carlos González Esquivel
Secretario: Dr. Alejandro Casas Fernández
Suplente: Dra. Ana Isabel Morena Calles
Suplente: Dr. Eduardo García Frapolli

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Michoacán a. 03 de diciembre del 2012.


DRA. EK. DEL VAL DE GORTARI
COORDINADORA

CAMPUS MORELIA

Apartado Postal 27-3 (Santa Ma. De Guad.) 58290, Morelia, Michoacán
Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta
58190, Morelia, Michoacán, México, Tel. (443)322 38.03 y (52)56 23 26.05
www.enemorelia.unam.mx

Agradecimientos institucionales

Agradezco a la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado educación profesional pública y gratuita de excelente calidad. Agradezco también el apoyo financiero para realizar el trabajo de campo así como por el apoyo académico a los proyectos “Manejo y conservación in situ de recursos genéticos de zonas áridas de México: un enfoque etnobotánico, ecológico y evolutivo” (CONACYT, Proyecto CB-2008-01-103551), y “Manejo y domesticación de recursos vegetales en Mesoamérica” financiado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM (proyecto IN205111-3), ambos a cargo del Dr. Alejandro Casas (CIEco), así como el proyecto “Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de México desde un enfoque biocultural” financiado por el PAPIIT (proyecto IA203213) a cargo de la Dra. Ana Isabel Moreno Calles de la ENES unidad Morelia.

Reconozco el esfuerzo que ha hecho esta licenciatura por buscar y fomentar las soluciones holísticas e interdisciplinarias a los problemas medioambientales que enfrentan las sociedades actuales, así como la importancia que significa esto para la academia y la sociedad en general. A la UNAM la reconozco y admiro por ser la verdadera *Alma Máter* de México así como por su calidad y prestigio como universidad pública y autónoma que conserva, crea, promueve y revoluciona el conocimiento y la investigación científica. A la UNAM Campus Morelia y en especial al Centro en Investigaciones en Ecosistemas (CIEco), al Centro en Geografía Ambiental (CIGA) y a la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) unidad Morelia les agradezco haber sido mi propia *Alma Máter* y casi un hogar durante tres años.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Alejandro Casas Fernández, la Dra. Ana Isabel Moreno Calles, el Dr. Carlos Esquivel y el Dr. Eduardo García Frapolli del CIEco y a la Dra. Marta Astier Calderón del CIGA por revisar el escrito y por ser sinodales y miembros del jurado de la presente investigación.



Agradecimientos personales

Dedicado a Sautari y a mi familia.

Antes que nada un agradecimiento de todo corazón para mi madre Sylvia van Dijk y mi padre Cornelis Hoogesteger por traerme a este mundo, por brindarme tantas oportunidades y libertades así como su apoyo incondicional. A mi abuelo Jaap van Dijk y a mis abuelas de México Sibylle Kocherthaler y Elizabeth Beteta (Tata) les dedico mi más sincero respeto, agradecimiento y admiración por su generosidad y cariño que me han brindado así como por sus enseñanzas y sus largos años de vida y de experiencias. Igualmente les dedico todo mi cariño y agradecimiento a mi hermano Jaime y a mi hermana Diana, que me han acompañado desde cerca y desde lejos con su apoyo fraternal.

Con todo mi amor y corazón le agradezco a Renata Hinojosa haberme regalado un hijo hermoso al que ahora nos toca de forma decidida, unida y comprometida criar y educar como persona de bien. Sigamos creciendo, aprendiendo y creando juntos.

A Argentina Zamudio le agradezco sinceramente y con todo mi amor el tiempo que compartí con ella, todo el cariño que me brindó y todo lo que aprendí, disfruté y crecí junto a ella como persona.

A mis mejores carnales, amigos y amigas que me han acompañado en distintos momentos de mi vida y me han ayudado de mil formas a comprender y a vivir la vida les dedico un gran abrazo y todo mi cariño. A todos los buenos carnales de Guanajuato, especialmente al Pera, al Cepillo, al Bicholas, al Antar y al Jois, entre otros, gracias por todos los paros y por haberme ayudado a encontrar mi lugar y mi hogar en esa fascinante ciudad. Al Inge. Uriel Ángeles y al Xavi Olazábal gracias por ser de los pocos Sanmiguelenses con los que he conservado una larga y sincera amistad. Y de la bandita compañera universitaria y de los buenos profes y verdaderos maestros de la vida de la UNAM Campus Morelia que por aras del destino me topé y me acompañaron durante esos estirados tres años ni hablar... De forma especial les agradezco al Doc. Fabricio Villalobos y a Lenin Ríos la convivencia y los aprendizajes que como verdaderos amigos y compañeros de casa nos tocó vivir. Para mis amigos y compañeros Alfredo (Chato) Garciarreal, Artemio Montesinos, Luis Martín Cardona, Aketzalli Olvera, Violeta Galicia, Adela Rascón y Gabriela Martínez así como otros de gen2008 un agradecimiento por su buena amistad y por aguantarme durante tres años en clase. También para el Nachito Muñoz, Rodrigo Orozco, Andrés Basante, el Temo, la Lore, el Román, Aurora, Ricardo Martínez, el Gio y muchos otros gracias por la buena convivencia y cotorreo en Morelia durante esos años llenos de buenos recuerdos, altibajos y aprendizajes.

Al Dr. Alejandro Casas le dedico mi más sincero y profundo agradecimiento y admiración como académico-docente, como asesor y sobre todo por ser la excelente y excepcional persona gentil, generosa, sensata y sencilla que es. Son muchas lecciones que hay que aprender de este gran personaje.

También un agradecimiento especial para Ana Isabel Moreno, Ignacio Torres, Francisco (Pacho) Mora, Guillermo Ibarra, Eduardo García Frapolli, Andrés Camou, Martha Astier y Carlos González, entre otros, gracias por sus enseñanzas así como por su ayuda y retroalimentación en materias relacionadas con la presente tesis. Igualmente un agradecimiento para varios integrantes del laboratorio de Ecología y Evolución de Recursos Vegetales y demás personas del CIEco que me han apoyado a lo largo de la licenciatura.

Y cómo no agradecer también enormemente a los que han hecho posible este trabajo. Para Jacinto Vázquez, Antonio Calixtro, Abundio Nieto, Celso González, Audencio Enríquez, Abel Sánchez, Leonardo Ramírez, Flaviano González y Juan Olvera así como para todos los demás campesinos serranos que amable y hospitalariamente me abrieron sus puertas y colaboraron en el presente trabajo de investigación muchas gracias por compartir su invaluable conocimiento para la causa y por los buenos tacos de frijoles. Mil gracias también a Antar Trejo, a los dos Nachos y a Edgar Pérez-Negrón por la ayuda y la retroalimentación durante el trabajo de campo.

Finalmente gracias a México por ser el fascinante y surrealista terruño que me ha sido hogar a lo largo de mi vida. Gracias a la Sierra Gorda, a la Sierra del Nayar y a todos los fascinantes rincones de México y del mundo que he tenido el privilegio de conocer y de vivir, gracias por haberme recibido siempre con bien y con mil increíbles sorpresas, experiencias y recompensas a lo largo de mi vida. Ojalá siga descubriendo, aprendiendo y explorando con tan buena estrella y con tan buenas compañías en esta nueva etapa de mi vida que comienza.



INDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10

I. INTRODUCCIÓN.....12

Introducción general.....	12
---------------------------	----

1. Agricultura tradicional y agroecología..... 15
 - 1.1. Origen y desarrollo de la agricultura en el México prehispánico..... 16
 - 1.2. Agricultura tradicional vs. agricultura industrial.....19
 - 1.2.1. Agricultura industrial o “moderna”.....20
 - 1.2.2. Agricultura tradicional.....21
 - 1.3. Diversificación agrícola: Milpa y policultivos.....24
 - 1.4. Sistemas agroforestales.....25
 - 1.5. Agricultura tradicional y familias campesinas.....27
2. Agricultura de riego y manejo de diversidad vegetal en zonas áridas en México...29
 - 2.1. Riego y agricultura tradicional en la época prehispánica.....30
 - 2.2. Riego y la aportación de la tradición agrícola mediterránea durante la época colonial.....32
 - 2.3. Agroecosistemas tradicionales, riego y manejo de la agrobiodiversidad de en zonas áridas del México actual.....35
3. Los agroecosistemas de “tajos” de la Sierra Gorda guanajuatense.....37

II. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....39

III. HIPÓTESIS.....39

IV. LA ZONA DE ESTUDIO Y MÉTODOS....40

1. Sierra Gorda de Guanajuato: Municipio de Xichú la zona de estudio.....40
 - 1.1. Comunidades rurales campesinas de la zona de estudio....44
 - 1.2. Unidades ambientales de la zona de estudio.....47
2. Métodos.....48
 - 2.1. Investigación documental.....48
 - 2.2. Trabajo de campo y recorridos.....49
 - 2.3. Subdivisiones de la zona de estudio.....49
 - 2.4. Muestreo y descripción de las parcelas.....50
 - 2.5. Sitios de referencia.....51
 - 2.6. Entrevistas a profundidad.....51

- 2.7. Entrevistas informales.....53
- 2.8. Cálculos de cobertura, curvas de rarefacción y revisión de nombres científicos de las especies vegetales.....53

V. RESULTADOS.....54

- 1. Caracterización de los agroecosistemas de Tajos del río Mezquital-Xichú....54
 - 1.1. Las parcelas y sus productores: sustento y motivo del trabajo.....54
 - 1.1.1. Parcela # 1 “Los Pitayos”.....54
 - 1.1.2. Parcela #2 “Las Cañas”.....58
 - 1.1.3. Parcela #3 “Boca del Arroyo del Aguaje”.....59
 - 1.1.4. Parcela #4 “La Virgencita”.....60
 - 1.1.5. Parcela #5 “La Vieja”.....62
 - 1.1.6. Parcela #6 “El Tajo de la Casa”.....63
 - 1.1.7. Parcela #7 “El Perfume”.....64
 - 1.1.8. Parcela #8 “El Chilar”.....65
 - 1.1.9. Parcela #9 “El Coyote”.....66
 - 1.2. Caracterización de los agroecosistemas de tajos.....67
 - 1.2.1.-Ubicación y tamaño de los tajos.68
 - 1.2.2.-Artificio humano producto del manejo y el conocimiento tradicional campesino.....70
 - 1.2.3.-Tenencia de la tierra 71
 - 1.2.4.-Características y componentes de los tajos.....72
 - 1.2.5.-Construcción de tajos, acequias y otras estructuras.....74
 - 1.2.6.-Los tajos como agroecosistemas dinámicos.....79
 - 1.2.6.1.-Temporalidad y dinamismo espacial.....79
 - 1.2.6.2.-Dinamismo agrosilvopastoril.....80
 - 1.2.6.3.-Dinamismo socioeconómico.....81
 - 1.3.-Prácticas y manejo de los agroecosistemas de tajos.....82
 - 1.3.1.-Siembra, diversidad y rotación de cultivos.82
 - 1.3.2.-Manejo de especies vegetales perennes.....86
 - 1.3.3.-Manejo de animales domésticos.....90
 - 1.3.4.-Manejo de insumos agrícolas y plagas.....91
- 2.- Diversidad y composición de especies vegetales perennes en los tajos.....93
 - 2.1.- Cobertura vegetal de los agroecosistemas.....94
 - 2.2.-Riqueza y abundancia de especies vegetales perennes.....97
 - 2.3.-Relación de especies nativas vs. especies introducidas.....102
 - 2.4.-Diversidad alfa (α), beta (β) y gamma (γ) de especies vegetales perennes en los *tajos*.....103
- 3.- Importancia de la agricultura de tajos para la economía familiar campesina.....105
 - 3.1.-Maíz y frijol, insumos básicos e indispensables de la unidad familiar campesina.....107
 - 3.2.-Cultivos secundarios, frutos y especies arvenses: su papel en la economía familiar.....109
 - 3.3.-Actividades productivas complementarias: un eslabón de las estrategias múltiples de subsistencia de la unidad familiar.....111

- 3.4.-Intercambio, lazos de reciprocidad y de solidaridad comunitaria: su importancia para la economía familiar campesina.....114
- 3.5.-Evaluación general de la productividad y la rentabilidad de la agricultura de tajos.....115

VI.- DISCUSIÓN.....120

- 1.- Los *Tajos* como sistemas agroforestales tradicionales.....120
- 2.- Los agroecosistemas de tajos: mezcla de las tradiciones agrícolas prehispánica y mediterránea.....121
- 3.-Los tajos como agroecosistemas heterogéneos y dinámicos.....123
- 4.-Los tajos como sistemas agroecológicos biodiversos, sustentables y eficientes.....125
- 5.-Los tajos como agroecosistemas productivos de gran importancia económica y sociocultural.....127
- 6.- Perspectivas futuras de la agricultura de tajos.....128
- 7.- Propuestas y recomendaciones.....130
- 8.- Alcances y limitaciones del estudio.....132
- 9.- Propuestas para investigaciones futuras.....132

VII.- CONCLUSIONES.....133

VIII.- BIBLIOGRAFÍA:.....134

IX.- ANEXOS....138

- ANEXO I.---Entrevista a profundidad.....138
- ANEXO II.---Mapas, perfiles y fotografías de los agroecosistemas de *tajos*.....142
- ANEXO III.---Listado florístico de especies vegetales perennes de los *tajos*.....147

Índice de Figuras y Tablas

Figuras

Figura 1: Localización de la zona de estudio.....	40
Figura 2: Imagen satelital de la zona de estudio. Muestra parcelas y sitios de referencia.....	46
Figura 3: Parcela #1.....	57
Figura 4: Parcela #2.....	59
Figura 5: Parcela #3.....	61
Figura 6: Parcela #4.....	62
Figura 7: Parcela #5.....	63
Figura 8: Parcela #6.....	64
Figura 9: Parcela #7.....	65
Figura 10: Parcela #8.....	66
Figura 11: Parcela #9.....	67
Figura 12: Perfil topográfico de La Laja que muestra la ubicación de los <i>tajos</i>	69
Figura 13: Perfil topográfico hipotético que muestra los componentes de los <i>tajos</i>	70
Figura 14: Fotos de los principales componentes de infraestructura de los <i>tajos</i>	75
Figura 15: Diagrama horizontal de los <i>tajos</i>	76
Figura 16: Fotos de <i>tajos</i> y canales en construcción.....	78
Figura 17: Variedades de maíz criollo.....	84
Figura 18: Tipos de arado utilizados para labrar la tierra.....	85
Figura 19: Foto de mochila aspersora.....	92
Figura 20: Diagrama de los tipos de prácticas agroforestales.....	95
Figura 21: Gráficas de curvas de rarefacción de diversidad de especies perennes por comunidad.....	100
Figura 22: Gráficas de curvas de rarefacción de diversidad de especies perennes por parcela.....	101
Figura 23: Gráfica de producción y demanda de maíz al año.....	108
Figura 24: Gráfica de producción y demanda de frijol a año.....	109
Figura 25: Grafica de AMIBA de dependencia general de la agricultura (Organitos).....	118
Figura 26: Grafica de AMIBA de dependencia general de la agricultura (Llanetes).....	118
Figura 27: Grafica de AMIBA de dependencia general de la agricultura (La Laja).....	119

Tablas

Tabla 1: Tabla comparativa entre las comunidades de estudio.....	47
Tabla 2: Comparación de las principales características de las parcelas.....	56
Tabla 3: Estatus de manejo de las principales especies vegetales perennes dentro de las parcelas.....	89
Tabla 4: Plagas, cultivos afectados y formas de control.....	93
Tabla 5: Porcentajes de cobertura vegetal perenne por tipo de práctica agroforestal.....	96
Tabla 6: Riqueza, abundancia y diversidad de especies vegetales perennes por parcela.....	98
Tabla 7: Relación de especies vegetales perennes nativas e introducidas en las parcelas.....	104
Tabla 8: Diversidad α , $\tilde{\alpha}$, β y γ de especies vegetales perennes.....	106
Tabla 9: Actividades productivas complementarias a la agricultura de <i>tajos</i>	113
Tabla 10: AMIBA de dependencia general de los <i>tajos</i> (Organitos).....	117
Tabla 11: AMIBA de dependencia general de los <i>tajos</i> (Llanetes).....	117
Tabla 10: AMIBA de dependencia general de los <i>tajos</i> (La Laja).....	117

RESUMEN

Se estudiaron sistemas agrícolas tradicionales de la Sierra Gorda del estado de Guanajuato, México, denominados localmente como “*tajos*”. A partir de una aproximación agroecológica, etnobiológica y agroforestal, se desarrollaron preguntas de investigación acerca de cómo es el manejo de estos agroecosistemas, qué agrobiodiversidad y diversidad de especies vegetales nativas perennes albergan así como cuál es la importancia económica de estos sistemas productivos para los agricultores campesinos que habitan la zona. Se realizó el muestreo de nueve parcelas distribuidas en tres comunidades rurales que se encuentran a lo largo del río Mezquital-Xichú, en el municipio de Xichú, en el noreste de Guanajuato. Además de la descripción cualitativa de las parcelas, se realizó el muestreo de toda la vegetación perenne (árboles y arbustos) que se encontró dentro de éstas y se llevó a cabo una entrevista a profundidad a los dueños-productores de las mismas con el propósito de indagar sobre los conocimientos, las percepciones y las prácticas agrícolas tradicionales que conservan estas comunidades campesinas.

Los *tajos* son sistemas agrícolas contruidos sobre muros de piedra a nivel (estructuras similares a las terrazas agrícolas) que son irrigados con agua derivada del río a través de canales y acequias, acarreado sedimentos ricos en materia orgánica (conocidos localmente como “*lamedal*”) que arrastran las crecientes torrenciales de agua desde las partes altas de la cuenca. El proceso de riego y de acumulación de sedimentos crea progresivamente una profunda capa de suelo fértil con vocación agrícola en zonas donde las condiciones geográficas y climáticas naturales limitan las prácticas agrícolas, como lo es ésta parte de la Sierra Gorda.

El trabajo encontró que estos agroecosistemas particulares, también considerados como sistemas agroforestales, conservan formas de manejo tradicional que son la mezcla de la tradición agrícola prehispánica de Mesoamérica y la tradición agrícola de la cuenca mediterránea que introdujeron los europeos a partir del descubrimiento del Continente Americano. Estos agroecosistemas tradicionales además han adoptado prácticas y tecnologías agrícolas modernas de acuerdo a la propia lógica productiva de los campesinos que los manejan. Se reconoció que hay un gran conjunto de conocimientos y prácticas agrícolas de tipo tradicional que se conservan asociados a los agroecosistemas de *tajos*, y que éstos conservan bajo manejo una gran agrobiodiversidad que en su mayoría tiene fines utilitarios entre la que se encuentran dos cultivos anuales primarios, siete cultivos anuales secundarios así como 72 especies vegetales perennes, de las cuales 47 son nativas a la zona y 25 son introducidas. En promedio, cada parcela muestreada tiene 133.77 individuos de especies vegetales perennes con una densidad de 191 individuos por hectárea así como 21 especies vegetales perennes distintas (44.22 especies por hectárea), 13.44 familias y 19.11 géneros botánicos diferentes. Las especies vegetales perennes cubren en promedio el 26.77% con respecto al total de la superficie de las parcelas mientras el 73.23% restante es dedicada principalmente a las labores agrícolas. La familia de plantas más representativa es la de las leguminosas, con un total de 13 especies que fueron muestreadas dentro de las parcelas, seguido de la familia Cactaceae (4 especies), Anarcadiaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Ulmaceae con tres especies cada una de ellas. Las cinco especies más

frecuentes en el conjunto de parcelas estudiadas son: palo hediondo (*Senna atomaria*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*), presentes en las nueve parcelas, el granjeno amarillo (*Celtis pallida*) con presencia en 8 parcelas, el huamúchil (*Pithecellobium dulce*) y el palo arco (*Lysiloma acapulcensis*) con presencia en 7 parcelas. Las cinco especies más abundantes en las parcelas son la candela (*Montanoa sp.*) con un total de 245 individuos, el granjeno amarillo (66 individuos), el huamúchil (61 individuos), el mesquitillo (*Desmanthus sp.*) (58 individuos), y el trompillo (*Cordia boissieri*) (50 individuos).

Estos agroecosistemas tienen un alto potencial de conservación *in situ* de especies vegetales perennes nativas y de sus mecanismos de coevolución con las sociedades humanas. Finalmente, la agricultura de tajos representa una actividad productiva rentable así como una forma de vida y subsistencia para los campesinos que los manejan, considerando que las familias campesinas entrevistadas dependían en promedio en un 70% de los productos provenientes de los tajos para su sustento económico familiar. Además del papel que cumplen dentro de la economía familiar campesina, los agroecosistemas de *tajos* son el eje central de la identidad cultural agrícola de los campesinos serranos que habitan esas comunidades rurales.

Palabras clave: Agroecosistemas de *tajos*, Agricultura tradicional, Agrobiodiversidad, Sistemas agroforestales, Economía familiar campesina.

ABSTRACT

Traditional agricultural systems locally called “*tajos*” were studied in the Sierra Gorda of the state of Guanajuato, Mexico. With agroecological, ethnobotanical and agroforestry approaches, research questions were established about how the management is in these agroecosystems, what agrobiodiversity and native perennial plant species diversity they can withhold and what the economical importance they have for local peasant communities. Nine plots were sampled distributed in three rural communities that are located along the Mezquital-Xichú river, in the municipality of Xichú, in northeastern Guanajuato. Besides the extensive qualitative description of the plots, all elements of the perennial vegetation (trees and shrubs) was sampled, and a depth interview was conducted to the peasant owners of the plots with the purpose to inquire about the knowledge, the perceptions and the traditional agricultural practices that these peasant communities preserve.

Tajos are agricultural systems built on leveled stone walls (terrace like structures) which are irrigated with water diverted from the river through channels, carrying sediments rich in organic matter (locally called “*lamedal*”) that is washed away from higher places of the basin. This form of irrigation and of continuous sediment accumulation progressively creates a thick layer of fertile soil designated for agriculture in areas where the normal climate and geographical conditions limit agricultural practice, such as in this part of the Sierra Gorda.

This research found that the particular agroecosystems studied, also considered as agroforestry systems, preserve management forms combining prehispanic agricultural tradition of Mesoamerica and the agricultural tradition of the Mediterranean basin which was introduced by the European conquerors since the discovery of the American Continent.

These traditional agroecosistemas have also adopted modern agricultural technologies in accordance to the productive logic of the peasants that manage them. This study documents traditional agricultural knowledge and practices that are associated to the agroecosistemas of *tajos* and how these preserve under management a great amount of useful agrobiodiversity in which we can describe two main annual crop species, seven secondary crops as well as 72 perennial plant species, 47 of which are native to the area and 25 are introduced. Perennial vegetable species cover in average 26.77% of the plot surface while the other 73.23% was dedicated to growing crops. On average, each sampled plot has 133.77 individuals of perennial plant species with a density of 191 individuals per hectare as well as 21 different perennial plant species (44.22 species per hectare), 13.44 botanical families and 19.11 botanical genera. The most representative botanical family is Fabaceae, with 13 species in total, followed by Cactaceae (4 species), Anacardiaceae, Asteraceae, Boraginaceae and Ulmaceae, with three species each. The five most frequent plant species are: palo hediondo (*Senna atomaria*) and mesquite (*Prosopis laevigata*), present in all nine of the plots, granjeno amarillo (*Celtis pallida*) present in 8 of the plots, huamúchil (*Pithecellobium dulce*) and palo arco (*Lysiloma acapulcensis*) present in 7 of the plots. The five most abundant species in the plots are candela (*Montanoa sp.*) with 245 individuals in total, granjeno amarillo (66 individuals), huamúchil (61 individuals), mesquitillo (*Desmanthus sp.*) (58 individuals), and trompillo (*Cordia boissieri*) (50 individuals).

These agroecosistemas have a high potential of *in situ* conservation of native perennial plant species and their coevolution mechanisms with human societies. *Tajos* agriculture represents a profitable productive activity as well as a form of life and subsistence for the peasants that manage them, considering that interviewed families depend in about 70% directly of the products the *tajos* provide for their general economical maintenance.

Besides the economic role they play for the economy of peasant families, *tajos* agroecosistemas are the main pillar of the agricultural identity that is proper of the peasants that inhabit the rural communities of this mountainous region.

Key words: *Tajos* agroecosistemas, Traditional agriculture, Agrobiodiversty, Agroforestry systems, Economy of peasant families.

I.- INTRODUCCIÓN

Introducción general.

La agricultura es desde su origen una de las actividades productivas más importantes para la subsistencia humana y el desarrollo civilizatorio (Casas *et al.*, 1997; Pengue, 2005). Mesoamérica, que comprende gran parte del actual territorio de México (Kirchoff, 1947), es una de las regiones del mundo donde tuvo origen la agricultura, hace más de 10,000 años atrás, y que contribuyó a la domesticación de numerosos cultivos (entre ellos el maíz y el frijol) así como al desarrollo de diversos sistemas agrícolas complejos como los distintos tipos de sistemas de irrigación y de terrazas agrícolas, entre otros (Mac Neish, 1967; Casas *et al.*, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

En la actualidad la agricultura se encuentra en una dicotomía entre el modelo agrícola industrial o moderno, y la agricultura tradicional, agraria o campesina. A largo plazo el primero de estos modelos trae consigo graves consecuencias para el medio ambiente, la salud humana, la equidad social y la seguridad alimentaria (Gliessman, 1998; Ikerd, 1993; Altieri, 1990; Altieri y Toledo, 2011) mientras el segundo modelo, el de la agricultura tradicional, representa todavía una alternativa que conserva un gran conjunto de conocimientos y de prácticas milenarias que promueven la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad y de la biodiversidad en general, al mismo tiempo que producen beneficios para las sociedades humanas y que promueven la reproducción cultural de los pueblos campesinos y tradicionales (Toledo, 1990, Altieri, 1999, Fortanelli *et al.*, 2007, Altieri y Toledo, 2011.). A pesar de su relativamente pequeña escala, los distintos tipos de agricultura que practican los pueblos tradicionales aún proveen una proporción considerable de los alimentos consumidos a nivel mundial (Pengue, 2005; Altieri y Toledo, 2011).

En términos generales, la agricultura tradicional es aquella que se realiza a pequeña escala, mantiene altos niveles de biodiversidad, se basa en el uso múltiple de los recursos, es producto de una larga interacción del ser humano con su medio ambiente y se practica por pueblos indígenas o campesinos considerados tradicionales (Hernández X., 1985, Edwards *et al.*, 1993; Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Estos sistemas agrícolas han permitido hasta la actualidad la adaptación de las prácticas agrícolas a una gran variedad de condiciones biogeográficas y ambientales, entre las que destacan las zonas áridas y semiáridas y las regiones montañosas, entre otras, donde en condiciones naturales no existe la posibilidad de practicar la agricultura o ésta no tiene rendimientos suficientemente redituables para el agricultor (Rojas-Rabiela *et al.*, 1991). Además de que se han adaptado a muy distintas condiciones ambientales, los sistemas agrícolas tradicionales suelen ser más sustentables, resilientes y estables a largo plazo; promueven los procesos de diversificación y de domesticación de recursos vegetales, y permiten la conservación, la reproducción, el sustento y la adaptación constante a su medio ambiente de las sociedades agrícolas tradicionales, como lo son muchos pueblos indígenas y campesinos de las regiones intertropicales, entre ellas la región mesoamericana (Toledo, 1990, Toledo y Barrera-

Bassols, 2008). Una característica de la agricultura tradicional es su constante adaptación a los nuevos contextos ambientales y socioeconómicos que son muchas veces producto de los complejos procesos históricos, socioeconómicos y climáticos que se presentan a distintas escalas (Hernández X., 1985, Fortanelli *et al.*, 2007).

Producto de los procesos históricos y culturales que se dieron en la región mesoamericana a partir de la conquista de su territorio por parte de los españoles, los sistemas agrícolas, así como las prácticas, los conocimientos, las herramientas y las especies asociadas a ellos se han modificado gradualmente, ya sea como resultado de la imposición o como consecuencia de la adaptación gradual a los nuevos elementos por parte de los agricultores tradicionales. Esto dio como resultado que en la actualidad la mayoría de los sistemas agrícolas tradicionales en México, y en toda la región mesoamericana contengan diversos elementos que son la combinación de la tradición agrícola prehispánica y de la tradición agrícola europea, principalmente la tradición agrícola de la región mediterránea (Rojas-Rabiela *et al.*, 1991, 2009; Fortanelli *et al.*, 2007). La combinación de ambas tradiciones agrícolas se ha dado principalmente (además de la imposición) a través de la constante adaptación a los nuevos elementos tecnológicos y ecológicos, antes desconocidos, mediante el manejo adaptativo de los agricultores tradicionales, a partir de una lógica productiva enfocada en el autoconsumo y en la producción agrícola de pequeña escala, generalmente con base en unidades familiares.

Entre los sistemas agrícolas tradicionales podemos destacar a los sistemas agroforestales (SAF), los cuales son sistemas productivos que combinan prácticas agrícolas (como el cultivo de productos alimenticios) con la presencia o remanencia de elementos silvícolas (árboles, arbustos y otras especies vegetales) que pueden ser tanto especies nativas o introducidas, y que suelen tener su origen en prácticas y conocimientos agrícolas antiguos y de tipo tradicional (Agroforestry Systems, 1981; Combe and Budowski, 1979; ICRAF, 1979; Nair, 1985; Wiersum, 1981 en Somarriba, 1992; Schroth *et al.*, 2004 en Moreno-Calles, 2010). Entre éstos destacan los sistemas de riego y de terrazas agrícolas, que permiten y facilitan las labores agrícolas en distintas condiciones ambientales como lo son los climas áridos y las laderas escarpadas. Los SAF tradicionales, además de promover la conservación *in situ* de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecosistémicas, representan beneficios a las sociedades humanas (Nair, 1984, Moreno-Calles *et al.*, 2008, 2012). A la vez que optimizan el empleo de los recursos vegetales para lograr la producción de alimentos y otros productos útiles para el ser humano mediante prácticas agroecológicas, los SAF tradicionales proveen servicios ecosistémicos que minimizan el riesgo de abasto de recursos, propician paisajes complejos y heterogéneos con alta diversidad biológica, ayudan a disminuir la deforestación con fines de establecer nuevas áreas de cultivo y facilitan la restauración de la biodiversidad (Moreno-Calles *et al.*, 2012).

Entre muchos sistemas agrícolas tradicionales que aún se practican en el territorio mexicano, los sistemas agrícolas de “*tajos*” que manejan los campesinos de la Sierra Gorda Guanajuatense. Se encuentran adaptados a condiciones climáticas y orográficas que en condiciones normales son adversas para la agricultura. Los agroecosistemas de tajos se ubican en las partes bajas y áridas de la región montañosa de la Sierra Gorda del noreste de

Guanajuato, en lo que eran considerados los límites septentrionales de Mesoamérica con su región vecina Aridoamérica (Lara, 1992). Estos agroecosistemas: 1) se ubican en los angostos valles aluviales intermontanos de la sierra, 2) emplean sistemas de riego y de terraceo agrícola, 3) son manejados por agricultores campesinos mestizos, y aún conservan numerosos elementos que tienen su origen en la tradición agrícola prehispánicas mesoamericana, 4) cuentan con múltiples elementos de la tradición agrícola mediterránea adoptada a partir de la conquista española. Los *tajos* mantienen numerosas especies vegetales nativas como resultado de prácticas agroforestales y son resultado de un complejo sistema agrícola que involucra un manejo hidráulico y de sedimentos para crear suelo con vocación agrícola donde en condiciones normales no lo hay. Aparte de las especies nativas presentes, se puede observar que existe en estos agroecosistemas una gran agrobiodiversidad que se expresa en el manejo de múltiples cultivos y de numerosas especies de árboles frutales introducidas a la región. Los agroecosistemas de tajos de la Sierra Gorda Guanajuatense representan la principal forma de subsistencia para los campesinos agricultores que habitan la zona.

Considerando los *tajos* del municipio de Xichú como sistemas agrícolas tradicionales y al mismo tiempo como sistemas agroforestales, la presente investigación se dedica a la caracterización de estos sistemas desde los marcos teóricos de la agroecología, la etnobotánica y la agroforestería. Estos sistemas agrícolas aún conservan un conjunto de conocimientos y de prácticas agrícolas tradicionales, además de que poseen una gran diversidad vegetal, promoviendo así la conservación *in-situ* de la misma. Siendo los agroecosistemas de tajos el objeto central del presente estudio, las preguntas generales que guían la investigación son: i).- ¿Cómo son los agroecosistemas de tajos del río Mezquital-Xichú?, ii).- ¿Cuál es la diversidad y la composición de las especies vegetales perennes dentro de los agroecosistemas de tajos?, y iii).- ¿Qué papel tienen los agroecosistemas de tajos en el mantenimiento de la economía familiar de los campesinos que los manejan?

El estudio tiene por objetivo caracterizar a los agroecosistemas de “tajos” de la Sierra Gorda Guanajuatense desde las perspectivas teóricas de la agroecológica, la etnobotánica y la agroforestería, con el fin de conocer sus componentes y sus prácticas de manejo así como sus beneficios ecológicos (capacidad de conservación de especies vegetales) y económicos. El presente trabajo puede contribuir a la adecuada valoración de estos agroecosistemas particulares como espacios productivos que promueven la conservación de la diversidad vegetal y las ecológicas del sistema, al mismo tiempo que soportan el sustento de las familias campesinas que los manejan y que albergan un gran conjunto de conocimientos agrícolas tradicionales. También puede ayudar a mejorar las políticas dirigidas a la agricultura, al desarrollo regional y a la conservación de especies en la zona de estudio, así como en otras áreas del país. El trabajo pretende ser a su vez una memoria del conocimiento tradicional campesino de la zona en torno a la agricultura, así como un registro y una revisión de este tipo de agricultura particular en un sitio y momento específico. Busca también contribuir al conocimiento académico que existe sobre diversidad agrícola, la etnobotánica y la vida campesina tradicional de la Sierra Gorda Guanajuatense. Al entregar a las comunidades campesinas en las que se trabajó los

productos finales de la investigación, así como un listado florístico con imágenes de los ejemplares botánicos colectados en las parcelas, se busca promover la adecuada valoración de estos sistemas agrícolas así como de sus recursos vegetales asociados entre los habitantes de la zona.

1.- Agricultura tradicional y agroecología

Desde su origen hace más de 10,000 años, la agricultura es probablemente la actividad productiva que ha sido más importante para la humanidad y para el desarrollo civilizatorio (Mac Neish, 1967; Casas *et al.*, 1997). De ella depende la mayor parte del sustento alimenticio de los seres humanos hasta la actualidad siendo la actividad productiva que mayor extensión abarca sobre el planeta y también de las que demandan mayor cantidad de recursos naturales, principalmente suelo y agua, entre otros.

La agricultura es un proceso de producción natural, histórica y socialmente determinado, en el cual las personas aplican sus conocimientos y habilidades, a través de sus medios de trabajo, a la transformación del medio físico y biológico para obtener, de las poblaciones vegetales y animales productos útiles (Parra, 1987, en Fortanelli *et al.*, 2007). De acuerdo con Pengue (2005), la agricultura “*es la base de toda acción civilizatoria en tanto es el pilar fundamental del que se nutre la humanidad*”, mientras que Casas *et al.* (1997) consideran que la agricultura es una de las invenciones más importantes de la humanidad y que su adopción como forma principal de subsistencia cambió drásticamente las formas de vida que como cazadores recolectores desarrollaron los seres humanos por muchos miles de años.

La agricultura es un modo de apropiación de los recursos naturales y de los ecosistemas. Es una forma de manejo y de aprovechamiento de los recursos vegetales. De acuerdo con Casas *et al.* (2007), el manejo agrícola involucra intervenciones humanas que modifican contextos ecológicos del paisaje (cultivo) y de la variabilidad genética de los organismos cuya disponibilidad se busca asegurar (domesticación), con el fin de adecuar paisajes y organismos que buscan satisfacer necesidades culturales. Braidwood (1960) planteó que la principal diferencia entre la recolección de plantas y la agricultura es que mientras la recolección implica la cosecha directa de productos naturales, la agricultura constituye un proceso de producción a través del cual la naturaleza es transformada para controlar la disponibilidad de los recursos (Casas *et al.* 2007). La agricultura puede ser entendida como un proceso de producción histórico y socialmente determinado a través del cual las sociedades aplican sus cosmovisiones, conocimientos y habilidades a través de los medios de trabajo, para transformar el medio ecológico, mediante el manejo de poblaciones de plantas y animales, con el propósito de obtener satisfactores útiles a sus necesidades antropocéntricas (Parra, Perales y Hernández, 1982; Muench, 1982; Duch, 1982). Busca lograr la reproducción y desarrollo de la sociedad y de la misma naturaleza de manera sostenida. (García-Moya, 2007).

Para el estudio de la agricultura resulta útil el concepto de agroecosistema el cual, de acuerdo con Hernández X. (1991) y García-Moya (2007), se puede definir como un

ecosistema modificado por el hombre para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola, pecuaria, forestal o de la fauna silvestre con la finalidad de proveerse satisfactorios. Altieri (2001) define a los agroecosistemas como comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano. Los agroecosistemas presentan flujos de energía, de nutrientes, mecanismos de regulación, estabilidad, comparables a los que ocurren en ecosistemas naturales (Gliessman, 2002). De acuerdo con Hart (1980), una diferencia central de los agroecosistemas con los sistemas ecológicos naturales es que los sistemas agrícolas tienen un propósito antropocéntrico y la finalidad de incrementar las poblaciones de plantas y animales útiles al hombre. De acuerdo con Gliessman (1998), el concepto de agroecosistema ofrece un marco de referencia para analizar sistemas de producción de alimentos en su totalidad, incluyendo el complejo conjunto de entradas y salidas del sistema, así como las interacciones que existen entre sus partes.

Los agroecosistemas pueden ser considerados a su vez como Sistema de Manejo de Recursos Naturales (SMRN). En el marco de evaluación MESMIS (Astier *et al.*, 2008), Ortíz-Ávila plantea que un SMRN es considerado un sistema dinámico socioambiental, en el que existen factores socioculturales, económicos y ecológicos que interactúan entre sí para generar un conjunto de beneficios, y que éstos a su vez se hallan organizados en jerarquías que implican la existencia de subsistemas dentro de sistemas y suprasistemas mayores, dependiendo la escala que se estudie del sistema. Maserá *et al.* (2009) plantean que el sistema bajo estudio, sus límites, subsistemas y flujos, así como el contexto socioambiental de los SMRN deben identificarse desde una perspectiva sistémica, mientras que Musters *et al.* (1998) indican que al definir un SMRN se debe ubicar este dentro de un espacio y un tiempo definidos (Astier *et al.*, 2008).

1.1.-Origen y desarrollo de la agricultura en el México prehispánico.

La agricultura surgió de manera independiente en varios lugares del mundo hace 10,000 o 12,000 años (Mac Neish, 1967), durante el periodo conocido como la Revolución Neolítica. En Mesoamérica se estima que la agricultura podría tener una antigüedad de cerca de 10,000 años (MacNeish, 1967), mientras que en Medio Oriente podría tener 11,600 años de antigüedad (MacNeish, 1992). La extinción de la megafauna y la paulatinamente mayor dependencia de la recolección aparentemente influyeron como detonadores para iniciar la domesticación y el cultivo de las plantas (Bonfil-Batalla, 1987,1989). Este proceso o procesos similares influyeron para que los antiguos habitantes de Mesoamérica y de otras regiones del mundo (la región andina, el medio oriente, el sureste asiático, la región subsahariana de África y la región centro-oriental de China) (MacNeish, 1992) pasaran de un modo de vida nómada a un modo de vida sedentario, dando origen a los primeros establecimientos humanos fijos y a las primeras ciudades y civilizaciones.

Mesoamérica es una región geográfica y cultural de origen prehispánico que cubre el área de lo que actualmente son el centro y sur de México, así como los países centroamericanos hasta llegar a Honduras y Nicaragua. La definición de Mesoamérica como una región cultural con límites y características precisas fue propuesta inicialmente en 1943 por Paul Kirchhoff (Bonfil-Batalla, 1989). Guillermo Bonfil (1987, 1989) describe a Mesoamérica como la región cuyos límites al norte estaban conformados por el río Pánuco, pasando por el río Lerma, hasta el río Sinaloa, y al sur desde la desembocadura del río Motagua hasta el golfo de Nicoya, pasando por el lago Nicaragua. También considera que la civilización mesoamericana surge como resultado de la invención de la agricultura (Bonfil-Batalla 1987, 1989). Mesoamérica es una región biocultural dinámica, un territorio donde confluyen elementos culturales, históricos, sociales, biológicos y ecológicos característicos (Matos-Moctezuma, 1994). Mesoamérica se diferencia a su vez de la región cultural colindante conocida como Aridoamérica, entre otras razones, por haberse desarrollado en ella la agricultura de forma mucho más generalizada y a consecuencia de ello tener un desarrollo civilizatorio más complejo. Mientras en la región vecina del norte prevalecieron durante la época prehispánica las culturas nómadas dedicadas principalmente a la cacería y a la recolección, en Mesoamérica se desarrollaron importantes civilizaciones con estructuras sociales y formas de organización complejas, florecieron los asentamientos humanos sedentarios y los centros urbanos en los que la agricultura desempeñó un papel fundamental en la sociedad.

Las investigaciones arqueológicas de Mac Neish (1967, 1992) y Flannery (1986) sugieren que la agricultura en la región mesoamericana se inició en las cuencas y en los valles semiáridos del centro de México entre 9,600 y 7,000 años antes del presente. En ese período comienzan a domesticarse el frijol, la calabaza, el *huautli* o alegría, el chile, el miltomate, el guaje, el aguacate y por supuesto el maíz. Entre las plantas domesticadas en la región, el cultivo del maíz constituye un logro fundamental y queda ligado de manera indisoluble a la civilización mesoamericana (Bonfil-Batalla 1987, 1989).

A partir de estudios realizados en el Valle de Tehuacán y apoyándose en información de otros sitios en Mesoamérica, Mac Neish (1967, 1992) sugiere cuatro etapas principales de organización social, cultural y tecnológica desde las primeras ocupaciones del valle por seres humanos hasta el surgimiento de las primeras aldeas. Esas cuatro etapas explican la progresiva domesticación de plantas en la zona. La etapa más antigua es la fase Ajuereado (9,600-14,000 años antes del presente), la fase El Riego (7000-9,600 años antes del presente), la fase Coxcatlán (5400-7,000 años antes del presente) y Abejas (4,300-5,400 años antes del presente), y la fase Purrón (3,500-4,300 años antes del presente). De acuerdo con Mac Neish (1967), durante la fase El Riego, paralelamente a actividades de cacería y recolección, comenzaron las primeras formas de domesticación de plantas a pequeña escala, a lo cual el autor denominó sistemas “hortícolas”. Las fases de Coxcatlán y Abejas presentaron formas de cultivo a mayor escala o “aldeas hortícolas”. Finalmente durante la fase Purrón comenzó el desarrollo de la agricultura más intensiva, cubriendo mayor extensión y haciendo uso de sistemas hidráulicos. En esta fase la agricultura es ya principal forma de subsistencia de las “aldeas agrícolas” (Casas *et al.*, 1997).

La larga interacción entre la biodiversidad y los seres humanos determina que Mesoamérica sea uno de los centros de origen de la agricultura más importantes del mundo (Flannery 1973, Harlan 1975, MacNeish 1967; en Moreno-Calles, 2010). Es una región reconocida como uno de los ocho principales centros de domesticación de plantas propuestos por Vavilov (1926). En la región los procesos de manejo de recursos vegetales ha contribuido a la domesticación de el maíz (*Zea mays*) y los frijoles (*Phaseolus vulgaris*), los chiles (*Capsicum annum*), las calabazas (*Cucurbita pepo*), el amaranto (*Amarantus* sp.), el algodón (*Gossypium* sp.), entre otras 200 especies más (Casas *et al.*, 2007; Moreno-Calles, 2010), que incluyen el jitomate (*Solanum lycopersicum*), el tomate verde (*Physalis* sp.), el aguacate (*Persea americana*), el zapote blanco (*Casimiroa edulis*), el calabazo, “huaje” o “bule” (*Lagenaria siceraria*), muchas otras especies de árboles frutales, y distintas variedades de magueyes (*Agave* sp.) y de nopales (*Opuntia* sp.) (García, 1991; en Fortanelli *et al.*, 2007). Ardón (1992; 1993) agrega el chilacayote (*Cucurbita ficifolia*), el cacao (*Theobroma cacao*), la chía (*Salvia hispánica*), el camote (*Ipomoea batata*), la jícama (*Pachyrrhizus erosus*), la piña (*Ananas* spp.) y la vainilla (*Vanilla planifolia*) como productos básicos de la dieta alimenticia prehispánica y menciona al tabaco (*Nicotiana tabacum*), al maguey (*Agave* spp.) y al nopal para la cría de grana cochinilla como elementos fundamentales de la agricultura durante ese período. Cabe hacer notar que muchas de las especies vegetales domesticadas en Mesoamérica son en la actualidad algunos de los principales cultivos producidos a nivel mundial, tanto en superficie como en volumen, como son el caso del maíz, el algodón y el frijol (Casas *et al.*, 1997, 2007; Rojas-Rabiela *et al.*, 1990, 2001).

De acuerdo con Bonfil-Batalla (1987, 1989), entre 3,500 y 4,000 años antes del presente culmina el proceso de sedentarización en Mesoamérica y los productos cultivados representan ya la mitad de la dieta en la región. A partir de esa etapa el cultivo del maíz alcanzó niveles de producción de aproximadamente 200 a 250 kg por hectárea, representando el comienzo de la civilización mesoamericana alrededor de 3,500 años antes del presente. A partir de entonces la agricultura, principalmente el cultivo de maíz, y el manejo regular de especies vegetales domesticadas y sometidas a procesos de domesticación se extendió rápidamente por toda la región mesoamericana y se adaptó a una amplia diversidad de condiciones orográficas y climáticas del territorio. En palabras de Bonfil-Batalla (1989) “*Las esbeltas cañas de maíz invadieron pacíficamente el paisaje, desde las costas hasta las alturas de más de 3 mil metros sobre el nivel del mar*”, así, desde hace muchos siglos el cultivo de maíz ordena gran parte del territorio mexicano y provoca que los asentamientos humanos en la región mesoamericana se entiendan precisamente en función de los requerimientos locales del cultivo de maíz. En gran parte de las tierras cultivadas en la actualidad se eliminó la vegetación original hace más de mil años... “y, *pacientemente, generación tras generación, los agricultores han contribuido a suavizar el perfil del terreno para facilitar las faenas de cultivo*” (Bonfil-Batalla, 1989). La información arqueológica y etnobotánica a su vez sugiere que, tanto en el pasado como en el presente, diferentes pueblos mesoamericanos han modificado intencionalmente la vegetación con el fin de aumentar la disponibilidad de plantas útiles (Casas *et al.*, 1997) y

que estas formas de manejo pueden ayudar a entender la historia del manejo de recursos y ecosistemas que desembocó en la agricultura (Casas *et al.*, 2007).

Rojas-Rabiela *et al.* (1991, 2009) sugieren que la agricultura en la región mesoamericana tuvo su origen con la “agricultura de temporal”, abastecida únicamente por la lluvia, y que también hubo el surgimiento de sistemas complejos de irrigación agrícola desde tiempos muy antiguos. Mac Neish (1967) en cambio sugiere que las primeras formas de agricultura involucran el manejo de humedad y de riego, como es el caso de la “horticultura de barranca” aprovechando los escurrimientos superficiales y el caso de la “hidrohorticultura”, aprovechando los oasis determinados por los manantiales. Además del surgimiento de sistemas de riego conforme se extendía el cultivo de plantas domesticadas, también hubo una progresiva e importante modificación del paisaje en su conjunto como respuesta a las necesidades de las nuevas formas de producción lo que intensificó la transformación de la vegetación natural para abrir paso a la agricultura y al manejo de recursos vegetales (Bonfil-Batalla 1987, 1989; Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Junto con la infraestructura de riego agrícola aparecieron estructuras y sistemas agrícolas particulares que modificaron el relieve y el paisaje como son las terrazas, las represas y las chinampas, entre otras, que tienen la finalidad de permitir, facilitar u optimizar las prácticas agrícolas, adaptándose siempre a las condiciones biogeográficas y climáticas de cada región (Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Rojas-Rabiela *et al.*, 2009).

Existe una variedad de paisajes alrededor del mundo que son producto de las modificaciones agrícolas a bosques, selvas, praderas, desiertos y semidesiertos, humedales y costas (Denevan, 1992; Toledo y Barrera-Bassols, 2008) que produjeron toda una gama de modificaciones sobre la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Tres diseños agrícolas de orígenes muy antiguos destacan de manera especial a escala mundial: la agricultura hidráulica, las terrazas y los bosques y selvas manejadas como sistemas agroforestales en las regiones intertropicales (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Entre éstos, los sistemas de terrazas agrícolas son de los más antiguos utilizados para el manejo de procesos geomórficos, de suelos y agua en paisajes de relieve escarpado y con grandes pendientes alrededor del mundo. En la región mesoamericana se pueden distinguir las terrazas construidas en terrenos montañosos o escarpados que pueden o no tener canales de irrigación (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

1.2.- Agricultura tradicional vs. agricultura industrial.

De acuerdo con Toledo *et al.* (2001), en el mundo contemporáneo es posible diferenciar dos grandes modos de apropiación de los ecosistemas: a) el *modo agrario, tradicional o campesino* y b) el *modo agroindustrial, occidental o moderno*. Entendiendo la agricultura como una de las principales formas de apropiación de los ecosistemas, la agricultura tradicional o campesina contrasta notablemente con la agricultura industrial, y con la agricultura de la “Revolución Verde”, por relacionarse de formas distintas y hasta antagónicas con el medio ambiente, la biodiversidad y la sociedad en su conjunto (Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Altieri y Toledo, 2011).

Así como practican y sostienen modelos de producción y de mercado muy distintos, la agricultura industrial y la agricultura tradicional ofrecen soluciones y paradigmas muy distintos para la conservación del medio ambiente en un panorama de crisis ecológica y alimentaria como el del siglo XXI (Altieri y Toledo, 2011). Una tendencia considera preferible aislar los sitios aparentemente “prístinos” para su conservación y aplicar modelos de intensificación agrícola en los espacios productivos (Borlaug 1987, 1997; Waggoner 1994; Waggoner *et al.* 1996; Cassman 1999; Trewavas, 2002). Alternativamente, Perfecto y Vandermeer (2008) sostienen que los paisajes agrícolas deben ser un componente esencial de cualquier estrategia de conservación.

1.2.1.-Agricultura industrial o “moderna”.

La agricultura industrial se realiza principalmente en los países desarrollados y se basa en las empresas de enfoque comercial, el uso de grandes cantidades de insumos, paquetes tecnológicos, mecanización y uso extensivo de energías no renovables (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). La agricultura industrial maneja sistemas biológicos con diversidad baja (Edwards *et al.*, 1993), tiende a la mecanización de procesos como es el reemplazo de la tracción humana o animal por la motorizada (Ikerd, 1993; Calva, 1994), requiere grandes extensiones de tierras planas irrigadas o con pocas restricciones climáticas y está estrechamente relacionada al mercado y el capital transnacional (Warman, 1985), (Fortanelli *et al.*, 2007). Gliessman (1998) considera que la agricultura moderna se caracteriza por la labranza intensiva, los monocultivos, la irrigación, la aplicación de fertilizantes inorgánicos, el control químico de plagas y la manipulación genética de los cultivos. A pesar de tener lógicas muy similares, Toledo y Barrera-Bassols (2008) diferencian la agricultura industrial de la agricultura de “Revolución Verde”, principalmente porque la segunda se practica en las tierras irrigadas del llamado “Tercer Mundo”, y no es exclusiva de los países desarrollados.

A pesar del gran volumen de producción de alimentos que ha logrado el modo agroindustrial (Gliessman, 1998; Altieri 1999) y de que una importante proporción de la población humana depende de la agricultura moderna para su alimentación (Pretty, 1995), autores como Gliessman (1998), Ikerd (1993), Fortanelli *et al.*, (2007) y Altieri y Toledo (2011) demuestran que la agricultura industrial y la agricultura de la “Revolución Verde” conllevan perjuicios para la biodiversidad, el medio ambiente, la salud humana, la equidad social y económica. Con el paso del tiempo y ante panoramas inciertos en materia energética, alimentaria y climática, la agricultura moderna enfrenta serios problemas de sustentabilidad y resiliencia en el ámbito productivo, económico y social (Gliessman, 2008; Altieri, 1999, Toledo y Barrera-Bassols 2008; Altieri y Toledo, 2011).

Ikerd (1993) y Fortanelli *et al.*, (2007) sostienen que entre los principales problemas asociados a la agricultura industrial se cuentan la vulnerabilidad de los monocultivos a las plagas y enfermedades, la resistencia que desarrollan los insectos y arvenses a los pesticidas, la disminución de materia orgánica, de actividad microbiana y de capacidad de retención de agua en el suelo, el abatimiento de acuíferos y la salinización del suelo en

zonas de irrigación agrícola, incremento en las tasas de erosión del suelo y daños al medio ambiente y a la salud humana por el mal manejo de pesticidas. De acuerdo con Gliessman (1998), la agricultura moderna es insostenible y no tiene la capacidad de producir suficiente alimento a largo plazo ya que ha degradado los recursos naturales de los que depende la agricultura, como el suelo, el agua y la diversidad genética, además de que depende de energías no renovables como el petróleo y fomenta un sistema que elimina la responsabilidad de los agricultores y trabajadores del campo en el proceso de producir alimentos. Altieri (1999) por su parte sostiene que la agricultura moderna se ha vuelto considerablemente productiva pero solamente en función de su alta dependencia de insumos externos al sistema, principalmente de energías no renovables. Además considera que es altamente vulnerable debido a la reducción y simplificación de la variedad genética y la diversidad de cultivos.

1.2.2.-Agricultura tradicional

En contraste con la agricultura industrial, la agricultura tradicional, agraria o campesina está asociada a las culturas indígenas y campesinas que habitan los países en vías de desarrollo y que aún tienen un fuerte arraigo a las tradiciones ancestrales de las grandes civilizaciones agrarias del pasado (Toledo, 1990; Altieri, 1999). La agricultura tradicional o campesina es producto de una larga interacción entre los pueblos agricultores y su medio ambiente, de una constante adaptación a las condiciones biofísicas, climáticas y socioeconómicas al utilizar estrategias e innovaciones creativas y haciendo manejo de una gran diversidad de especies vegetales y animales con fines utilitarios y culturales concretos (Edwards *et al.*, 1993; Trujillo, 1994).

La agricultura tradicional es un producto cultural mediante el cual un grupo humano concreto genera respuestas a un ambiente natural y social concreto (Edwards *et al.*, 1993; Trujillo, 1994), lo que la convierte en una construcción colectiva. Este tipo de agricultura se basa en la diversidad biológica y en el uso intenso de trabajo humano (Edwards *et al.*, 1993), hace un empleo reducido de agroquímicos y tiene una productividad alta de la tierra pero baja del trabajo (Calva, 1996). Suele estar limitada a pequeñas superficies y frecuentemente ocupa área de ladera o zonas climáticas altamente restrictivas para la producción (Hewitt, 1980). El uso múltiple de los recursos es una de sus estrategias productivas (Toledo, 1990). La tecnología agrícola tradicional es resultado de un proceso continuo de prueba y error (Hernández X, 1985; Fortanelli *et al.*, 2007)

La agricultura tradicional se realiza a pequeña escala, maneja altos niveles de diversidad, está destinada principalmente a la autosuficiencia de la unidad de producción, y su productividad se basada en el uso de energía solar y biológica (Altieri y Toledo, 2011). Los sistemas agrícolas tradicionales utilizan pocos insumos externos, sustituyéndolos por trabajo manual, emplean tecnologías adaptadas *in situ* orientadas a la conservación de los recursos locales, son de alta complejidad, y se distribuyen por una gran diversidad de

paisajes como las zonas semiáridas cálidas, zonas tropicales húmedas y áreas montañosas (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

La agricultura tradicional es producto de una prolongada experimentación y modificación de prácticas, implementos, semillas y calendarios en ámbitos geográficos y ecológicos diversos. Sus procesos agrícolas tienen una racionalidad ecológica y están estrechamente ligados a la cosmovisión particular de las sociedades, además de adaptarse a diferentes formas de organización social y adoptar innovaciones modernas según sus propias decisiones (Hernández X., 1985). Este tipo de agricultura tiene la capacidad de aguantar fuertes grados de disturbio y volver a su estado habitual, así como de reorganizar sus elementos para adecuarse a las nuevas condiciones (Berkes y Folke, 1998; Fortanelli *et al.*, 2007). Los métodos de agricultura tradicional tienden a imitar los procesos ecológicos naturales y los principios de su diseño hacen un uso eficiente de la energía solar, los nutrientes del suelo, la precipitación y los recursos biológicos (Altieri, 1999). El manejo de policultivos, los sistemas agrícolas de roza tumba y quema, los distintos tipos de sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, el uso de terrazas agrícolas y otras modificaciones del terreno para facilitar y optimizar el cultivo, así como los sistemas complejos de riego y de manejo del suelo agrícola, son estrategias empleadas por algunos sistemas agrícolas tradicionales (Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Rojas-Rabiela *et al.*, 1990, 2001; Moreno-Calles *et al.*, 2012).

El modo agrario de apropiación de los ecosistemas lo realizan los pueblos tradicionales o campesinos, que son aquellos grupos humanos rurales que no han sido transformados o lo han sido sólo parcialmente por los fenómenos de modernización agrícola (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). La agricultura tradicional es frecuentemente practicada por unidades familiares, estableciéndose por lo general una relación de fuerte interdependencia entre las familias campesinas y los agroecosistemas tradicionales. La búsqueda por alcanzar la autosuficiencia y la seguridad alimentaria a nivel familiar es a su vez el principal motor de la lógica productiva y la racionalidad económica de la agricultura campesina, siendo generalmente de pequeña escala y destinando la producción en primer término al autoconsumo. De acuerdo con Pengue (2005), la diversificación de la producción agrícola campesina tiene su lógica en la búsqueda de diferentes rentabilidades a lo largo del año, asegurar el autoconsumo familiar, así como lograr la reducción de riesgos y una menor dependencia de insumos externos. Los agricultores tradicionales tienden a adoptar una estrategia de uso múltiple de los recursos naturales aprovechando los mosaicos de paisajes con alta variedad ecológica y biológica (Toledo, 1990). El aprovechamiento múltiple de los recursos puede involucrar actividades de aprovechamiento de recursos (bióticos o abióticos) que puede incluir la recolección (cacería y pesca incluidas), la ganadería, u otras formas de producción y/o aprovechamiento directo.

En la actualidad la agricultura tradicional es una importante fuente de sustento alimenticio y económico para muchos de los pueblos tradicionales de México y del mundo (Browder, 1989; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Uribe, 2009; Altieri y Toledo 2011; Moreno-Calles *et al.*, 2012). Al mismo tiempo les representa una forma de subsistencia y modo de vida particular que les brinda identidad propia, que está fuertemente arraigada a

las prácticas, a los conocimientos y a las cosmovisiones particulares de cada cultura y que están profundamente vinculadas al manejo agrícola así como a la interacción constante con la biodiversidad y el medio ambiente que les rodea (Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Moreno-Calles *et al.*, 2012). Además, la agricultura tradicional contiene muchas de las bases para el diseño de sistemas productivos alternativos a la agricultura industrial moderna que busquen promover la conservación de la biodiversidad, que procuren la satisfacción de las necesidades humanas y que conduzcan a lograr una mayor sustentabilidad ecológica, productiva y social (Perfecto y Vandermeer, 2008; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Altieri y Toledo, 2011).

Desde su origen y conforme ha ido evolucionado la agricultura y ésta se ha extendido por todo el mundo, han evolucionado y se han diversificado también las prácticas y formas de manejo específicas que permiten adaptar los diferentes cultivos a condiciones bioclimáticas y orográficas muy variables (Casas *et al.*, 2007, Toledo y Barrera-Bassols, 2008). El diseño de agroecosistemas específicos, adaptados a las formas de relieve, a las condiciones climáticas y a los contextos socioculturales propios de cada región ha sido una práctica ancestral que persiste hasta la actualidad entre los pueblos tradicionales (Toledo y Barera-Bassols, 2008). Los agroecosistemas tradicionales, a pesar de haber evolucionado en distintos contextos y áreas geográficas alrededor del mundo, comparten cinco características en común: (1) tienen altos niveles de diversidad biológica, (2) aplican sistemas y técnicas para el manejo y conservación del paisaje y la tierra, así como para la gestión de recursos hídricos, (3) son sistemas diversificados que contribuyen a la alimentación local y nacional, (4) se nutren de sistemas de conocimiento tradicionales e innovaciones tecnológicas de los agricultores, y (5) cuentan con instituciones socio-culturales reguladas por los valores culturales y formas colectivas de organización social (Dewalt, 1994; Koohafkan y Altieri, 2010). Existen numerosos ejemplos de agroecosistemas exitosos, caracterizados por tener una gran diversidad de cultivos y de animales domesticados, por mantener y mejorar las condiciones edáficas y por su gestión del agua y la biodiversidad (Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Altieri y Toledo, 2011).

A pesar de representar diversos beneficios ecológicos y económicos, la agricultura tradicional alrededor del mundo se enfrenta a grandes procesos de transformación y deterioro que en muchos casos la han logrado desplazar o amenazan sus bases socioculturales y biológicas que la sostienen (Pengue, 2005; Uribe, 2010; Altieri y Toledo, 2011; Moreno-Calles *et al.*, 2012). Algunas políticas agropecuarias nacionales y las políticas económicas y de mercado global, los procesos de “modernización” e intensificación agrícola (incremento en el uso de maquinaria y de agroquímicos), la aculturación de las sociedades tradicionales y el abandono de las prácticas agrícolas tradicionales, así como el envejecimiento de los campesinos agricultores son algunas de las amenazas que enfrentan en la actualidad las distintas formas de agricultura tradicional (Pengue, 2005; García-Moya, 2007; Uribe, 2010; Altieri y Toledo, 2011; Moreno-Calles *et al.*, 2012)

Entendiendo a los agroecosistemas tradicionales como una forma particular de manejo de los recursos naturales y como un componente de un SMRN más amplio, resulta

conveniente que éstos sean estudiados desde el marco teórico que propone el marco de evaluación MESMIS (Masera *et al.*, 2000; Astier *et al.*, 2008). Esta aproximación ayuda a facilitar su estudio de los agroecosistemas desde las perspectivas sistémica, agroecológica y cualitativa.

1.3.- Diversificación agrícola: policultivos y milpa

Los sistemas de cultivos tradicionales tienen una riqueza de especies de todo tipo de componentes bióticos que es comparable a la de muchos ecosistemas naturales, además de ser genéticamente diversos, al contener numerosas variedades de cultivos domesticados así como variedades de sus parientes silvestres (Altieri, 1999). La biodiversidad de especies y de variedades genéticas representa muchas ventajas ecológicas y productivas. Niveles altos de biodiversidad generalmente confieren funcionalidad y estabilidad a los sistemas, producto de la complejidad de las interacciones bióticas inter e intra-específicas de las especies.

La agrobiodiversidad que existe en los policultivos reduce las pérdidas generadas por las malezas, los insectos y las enfermedades, además de hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles como el agua, la luz y los nutrientes (Remolacha, 1982). Las estrategias de policultivos y sistemas agroforestales también minimizan los riesgos mediante el cultivo de diversas especies y variedades, estabilizan los rendimientos a largo plazo, promueven la diversidad de la dieta y maximizan la rentabilidad de la producción, incluso con bajos niveles de tecnología y recursos limitados (Altieri y Toledo, 2011). La diversidad genética que existe en las variedades de una sola especie a su vez proporciona estabilidad a los cultivos y permite a los agricultores aprovechar diferentes microclimas, además de proporcionar diversidad alimenticia (Chang, 1977; Clawson, 1985). Katz (1990 en Ardón, 1993) menciona que *“en las montañas tropicales es posible sembrar una gran diversidad de plantas, lo cual confiere una protección contra las sequías, las plagas y otros desastres, pues la diversidad genética de los cultivos implica una variabilidad de resistencia a tales factores”*.

Altieri (1999) sostiene que además de la producción diversificada de alimentos, dentro de los agroecosistemas la biodiversidad genera servicios ambientales como son el reciclaje de nutrientes, la regulación del microclima y de los procesos hidrológicos locales, el control de organismos no deseados e incluso la absorción de químicos nocivos en el ambiente. En contraparte, Gliessman (1998), menciona que los grandes monocultivos de una sola especie (que con frecuencia tiene poca variabilidad genética) tienden a ser más susceptibles al efecto devastador de plagas, lo que hace que sean altamente dependientes de control químico así como de insumos externos.

Los policultivos y la combinación temporal y espacial de una amplia diversidad de especies vegetales y múltiples variedades de una sola especie son una característica generalizada de la agricultura mesoamericana desde sus orígenes hasta la actualidad (Bonfil-Batalla, 1989; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Rojas-Rabiela *et al.*, 2009; Moreno-Calles *et al.*, 2012). La diversidad de climas en Mesoamérica dio lugar a la diversificación

de la producción y a que se desarrollaran una gran diversidad de cultivos y de variedades distintas de una sola especie (Ardón, 1993). Una práctica agrícola emblemática de Mesoamérica es el policultivo conocido como *milpa*, la cual consiste básicamente en la combinación simultánea del cultivo de maíz con otros cultivos culturalmente importantes, la mayoría de las cuales fueron también domesticadas en esta región.

Considerando el maíz como el grano básico que permitió el desarrollo de la civilización mesoamericana, el manejo de su diversidad genética permitió la adaptación de este cultivo a toda una variedad de situaciones ecogeográficas (Bonfil-Batalla, 1989; Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Este proceso auspició la expansión humana por las diferentes regiones de México y el norte de Centroamérica desde tiempos prehispánicos (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). En torno al maíz, la civilización mesoamericana domesticó e inició el cultivo de muchas otras plantas útiles (Bonfil-Batalla, 1987, 1989). La gran diversidad de variedades de maíz que son cultivadas en la región de Mesoamérica hasta la actualidad es sin duda el cultivo primario de las distintas formas de milpa aún existentes. Bonfil-Batalla (1987, 1989) comenta que “*En la milpa se sigue intercalando (junto al maíz) frijol, calabaza, chile y otros productos que forman parte de la dieta regular*”. En la región latinoamericana, el maíz se sigue cultivando de forma intercalada con otros cultivos en alrededor del 60% del área dedicada a este cultivo (Francis, 1986 en Altieri, 1999).

1.4.-Sistemas agroforestales.

Entre los distintos tipos de agroecosistemas tradicionales alrededor del mundo destacan los sistemas agroforestales (SAF). Un SAF es un sistema de producción agropecuaria que tiene un componente agrícola (especies domesticadas/cultivadas), y un componente forestal (plantas silvestres/en distintos estados de domesticación) que pueden ser nativas o introducidas, perennes o anuales, con una intención o manejo por parte del ser humano (Somarriba, 1992; Nair, 1984, 1993 y 1997; Sinclair, 1999). Puede incluir un componente animal domesticado o silvestre y además deben existir flujos e interacciones (económicas, culturales, ecológicas) entre los componentes del sistema, dentro de un contexto ambiental, una escala, y una dinámica espacial y temporal específica (Somarriba, 1992; Nair, 1984, 1993 y 1997; Sinclair, 1999). Los SAF son a su vez espacios productivos donde se lleva a cabo y se fomenta el manejo integral de la biodiversidad a lo largo del tiempo, en especial la biodiversidad vegetal y aquella (animal o vegetal) que tiene fines productivos asociados a las prácticas agrícolas, conocida como agrobiodiversidad (Vandermeer *et al.*, 2002). De acuerdo con Casas *et al.* (2007), Parra *et al.* (2008) y Blancas *et al.* (2010), el manejo de la biodiversidad involucra intervenciones para adecuar o transformar poblaciones de algunas especies, comunidades bióticas y paisajes por parte del ser humano con uno o varios fines.

En los sistemas agroforestales las especies leñosas perennes interactúan con cultivos y/o animales domésticos; estos elementos pueden estar asociados simultáneamente o secuencialmente, por zonas o intercalados (Combe and Budowski, 1979; ICRAF, 1979; Nair, 1985; Wiersum, 1981 en Somarriba, 1992). De acuerdo con Nair (1984), los sistemas

agroforestales representan una forma de manejo que involucra deliberadamente la retención, introducción o combinación de árboles con otras especies vegetales leñosas perennes en los campos de producción agrícola o animal para obtener un beneficio de las interacciones ecológicas y económicas resultantes. Schroth et al. (2004) y Moreno-Calles y Casas (2008) plantean que los SAF comprenden prácticas que integran árboles y otras plantas dentro de sistemas agrícolas, ya sea conservando plantas que se encontraban en los bosques antes del aclareo de las parcelas, o bien mediante la propagación, cuidado o tolerancia del rebrote de alguna de esas plantas.

Perfecto y Vandermeer (2005) sostienen que los SAF tradicionales de las áreas tropicales del mundo suelen tener altos niveles de biodiversidad, que puede ser biodiversidad planificada o asociada (Perfecto y Vandermeer, 2008). Diversos autores (Nair, 1984; Vandermeer *et al.*, 1998; Schroth *et al.*, 2004; Casas *et al.*, 2008; Perfecto y Vandermeer, 2008; Moreno-Calles *et al.*, 2010) sostienen que los SAF representan sistemas productivos que proveen beneficios para los seres humanos, que los mantienen como medio de producción y subsistencia, al mismo tiempo que también propician y promueven la conservación de la biodiversidad y de las funciones del ecosistema. La conservación de especies vegetales leñosas perennes, en especial especies nativas, es una de sus cualidades destacadas de este tipo de agroecosistema (Casas *et al.*, 2008; Perfecto y Vandermeer, 2008; Moreno-Calles, 2010; Altieri y Toledo, 2011). Los SAF son sistemas de múltiples propósitos en los que además de la producción agrícola, también se manejan relictos de bosque, franjas de vegetación y árboles aislados que se emplean para la obtención de alimentos, fibras, materiales y otros usos, contribuyendo al mantenimiento de la diversidad biológica (Vandermeer *et al.*, 1998; Schroth *et al.*, 2004). Los SAF son ampliamente reconocidos por su papel en la conservación de la biodiversidad y son una buena alternativa técnica para el manejo sustentable de recursos y ecosistemas (Mc Neely, 2004; Schroth *et al.*, 2004; Bhagwat *et al.*, 2008; Shibu, 2009; Moreno-Calles *et al.*, 2010).

Bajo manejo agroforestal los paisajes pueden mantener una alta proporción de la riqueza de especies de plantas, aves, insectos y mamíferos de las zonas forestales silvestres. Nobel y Dirzo (1997) estimaron que los SAF tradicionales pueden mantener entre 50 y 80% de un *pool* regional de especies, mientras Bhagwat *et al.* (2008) estimaron que estos sistemas mantienen en promedio ceca del 60% de especies de los ecosistemas forestales originales. Estudios realizados en zonas áridas de distintas partes del mundo sugieren un patrón de capacidad de conservación de entre 50 y 90% de las especies de plantas de los sistemas forestales silvestres de los que derivan (Moreno-Calles y Casas, 2008). Estudios de SAF realizados en el Valle de Tehuacán (Casas *et al.*, 2008) concluyen que es posible apreciar en ellos un mantenimiento de un elevado número de plantas perennes, registrando el 72%, 58% y 97% del total de especies de plantas registradas en los tipos de vegetación original de tres tipos de sistemas agroforestales distintos. Incluso, a escala de paisaje, algunos sistemas agroforestales pueden contribuir a incrementar la diversidad que se encuentra en los sistemas agroforestales silvestres, como demuestran estudios de realizados en la misma región del valle Tehuacán (Blanckaert *et al.*, 2007 en Moreno-Calles y Casas, 2008). Los SAF que derivan de bosques de cactáceas columnares en el valle de Tehuacán

tienen capacidad de mantener en promedio hasta 59% de la riqueza de especies vegetales nativas y presentan un incremento en la abundancia de algunas especies endémicas útiles (Moreno-Calles *et al.*, 2010).

Además de promover la conservación de especies vegetales *in situ*, muchas los SAF, permiten a los agricultores diversificar la gama de productos y beneficios obtenidos del agroecosistema. Altieri (1999), sostiene que los sistemas agroforestales en zonas tropicales frecuentemente contienen más de 100 especies de plantas anuales y perennes por unidad agrícola, especies que son utilizadas con propósitos múltiples, tales como materiales de construcción, leña, fabricación de herramientas, medicina, forraje y alimentos para las poblaciones humanas. Entre los mecanismos de conservación de la biodiversidad y la utilidad y valoración cultural de la misma existe una profunda correlación, en la que frecuentemente la utilidad de una especie promueve prácticas de manejo para su conservación (Casas *et al.*, 1997, 2007).

Los SAF diseñados y manejados a partir de conocimientos tradicionales y pragmáticos son una estrategia alternativa a la agricultura industrial moderna que concilia la producción con la conservación (Mc Neely, 2004; Schroth *et al.*, 2004, Bhagwat *et al.*, 2008, Perfecto y Vandermeer, 2008; Shibu, 2009; Moreno-Calles, 2010; Moreno-Calles *et al.*, 2010). Así, los SAF permiten y promueven la continuidad de los procesos de coevolución entre las especies, entre las especies y su medio ambiente, e incluso entre las especies y las sociedades humanas que practican el manejo adaptativo a través de la agricultura (Casas *et al.*, 2007; Moreno-Calles *et al.*, 2012).

1.5.-Agricultura tradicional y economía familiar campesina.

La agricultura tradicional aún tiene un considerable peso específico en la economía mundial y, sobre todo, en el sustento alimenticio y económico de muchos pueblos tradicionales alrededor del mundo (Browder, 1989; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Uribe, 2009; Altieri y Toledo 2011; Moreno-Calles *et al.*, 2012). A pesar de que en comparación con la agricultura industrial no tiene los mismos volúmenes de producción a nivel mundial, la agricultura tradicional que practican los pueblos campesinos e indígenas en los países en vías de desarrollo, principalmente en zonas intertropicales, es aún su principal forma de subsistencia y de sustento alimenticio. De acuerdo con Pretty (1995), a finales del siglo XX entre 30% y 35% de la población mundial (1,900 a 2,200 millones de personas) depende directamente de sistemas agrícolas tradicionales. Se calcula que de alrededor de los 1,500 millones de campesinos en el mundo, el 50% de ellos producen bajo sistemas tradicionales de manejo agrícola que promueven la conservación al mismo tiempo que contribuyen sustancialmente a la seguridad alimentaria local, regional y nacional (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Altieri (1999) sostiene que los sistemas agrícolas tradicionales que practican los policultivos aún proveen entre el 15 y el 20% del abasto de alimentos a nivel mundial.

Se estima que en la región latinoamericana existe una población campesina de carácter tradicional de alrededor de 65 millones de personas, de los cuales entre 40 y 55 millones

son indígenas (Toledo et al, 2010), que manejan predios de 1.8 hectáreas en promedio, donde producen en conjunto el 51% del maíz y 77% de los demás granos que consumen (Altieri, 1999; Altieri y Toledo, 2011). Toledo y Barrera-Bassols (2008) muestran que la población de carácter tradicional en la región es de entre el 50 y el 60%.

De acuerdo a una revisión que hizo Sevilla (1991), la unidad familiar campesina tiene las siguientes características de producción y consumo (García-Moya, 2007):

a) Se basa en el trabajo familiar y la actividad principal de su sustento es el cultivo de la tierra, la cría de ganado, la recolección y en algunas regiones la pesca. Aunque no se produce todo lo que se necesita, la autonomía depende en buena medida de la diversificación de la producción, donde además se consideran otras actividades no agrícolas.

b) Su propósito no es la ganancia máxima, sino la minimización de riesgos (Shanin, 1976: 20-27) para asegurar la reproducción simple de la familia (Toledo, 1993:1999)

c) Su producción tiene una racionalidad ecológica. Hay predominancia de producción de valores de uso sobre los de cambio; se basa en el trabajo familiar y uso de energía humana y animal en lugar de combustibles fósiles; en pequeñas superficies de tierra por limitaciones tecnológicas y por escasez y desigual distribución de la tierra; la subsistencia se basa en una amplia gama de actividades complementarias a la agricultura y hacen un uso múltiple de los recursos (Toledo, 1993).

d) Constituye el núcleo de identidad personal, solidaridad social y cooperación económica. En este ámbito se generan los comportamientos sociales, patrones de conducta, formas de interacción y valores; así como las actividades de trabajo con la distribución de papeles específicos en éstas. Así, la unidad familiar determina la organización básica de la vida económica y social del grupo y eso hace que los individuos se arraiguen o subordinen a la familia.

e) Constituye una unidad de acción social económica de manera que para lograr cubrir determinadas necesidades familiares interactúa con la comunidad a través de diferentes formas de cooperación laboral y social, ligadas a la existencia de tierras comunales o instituciones de cooperación tradicional.

La familia tradicional en la región mesoamericana, que generalmente es numerosa, tiende a funcionar como una unidad económica en donde existe división del trabajo entre hombres y mujeres y hay obligaciones de colaboración y participación que suelen ser recíprocas. El núcleo familiar a su vez representa el ámbito más sólido para reproducir la cultura propia de cada pueblo tradicional (Bonfil-Batalla, 1987, 1989).

Para el sector campesino de la región mesoamericana el maíz y el frijol son los dos productos básicos de la dieta familiar (Bonfil-Batalla, 1989). Como consecuencia, la seguridad alimentaria de los pueblos tradicionales de México y Centroamérica depende directamente de la capacidad de producir estos dos granos en cantidad suficiente para lograr la autosuficiencia a nivel familiar durante todo el año, lo cual depende a su vez del éxito de las prácticas agrícolas tradicionales (Bonfil-Batalla, 1989; Altieri y Toledo, 2011). A pesar

de aplicar en la mayoría de los casos una estrategia de aprovechamiento diversificado de los recursos naturales y vegetales para la alimentación y el sustento familiar, a través de la realización de actividades como la recolección, el manejo de animales domésticos y la práctica de policultivos con una gran diversidad de especies, ninguno de los productos obtenidos suelen sustituir la importancia y el valor que tienen el maíz y el frijol para la dieta y la subsistencia familiar campesina. En México se calcula que aproximadamente el 70% de la superficie cultivada con maíz y el 60% de la superficie cultivada con frijol es producto del manejo tradicional realizado por distintos pueblos campesinos (Altieri, 1999). La gran diversidad de cultivos secundarios y de otros productos vegetales que ofrecen las prácticas agrícolas tradicionales en sistemas agroforestales, provee a su vez la posibilidad de diversificar la dieta y de complementar el gasto de maíz y frijol con otros productos.

2.- Agricultura de riego y manejo de la diversidad vegetal en zonas áridas de México.

Desde tiempos prehispánicos, en casi todo el actual territorio mexicano se han practicado y han persistido múltiples prácticas y sistemas agrícolas tradicionales que se han adaptado a una gran diversidad de condiciones geográficas y climáticas (Bonfil-Batalla, 1989; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Rojas-Rabiela *et al.*, 1991, 2009; Rodríguez y Hernández, 2010; Moreno-Calles *et al.*, 2012). Los pueblos tradicionales han creado una enorme variedad de sistemas agrícolas específicos que favorecen y posibilitan el cultivo de una gran diversidad de plantas, particularmente maíz y frijol, los cuales están diseñados y adaptados a una gran variedad de condiciones ambientales que van desde las zonas áridas y semiáridas hasta las zonas húmedas, incluso zonas inundables, pantanosas y lacustres (Bonfil-Batalla, 1989; Realpozo y González, 2005; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Rojas-Rabiela *et al.*, 2009; Uribe, 2009; Moreno-Calles *et al.*, 2012). Los mismos autores señalan que una gran diversidad de sistemas de riego (de origen prehispánico o producto de la combinación con elementos de la región mediterránea), terrenos perfilados de varias formas por terrazas agrícolas, así como los distintos tipos de campos elevados y de campos drenados, son algunos de los principales diseños que han permitido las labores agrícolas en el territorio nacional. Entre estos diseños, los distintos tipos de sistemas de riego agrícola han permitido y optimizado la práctica de la agricultura en zonas áridas y semiáridas donde la precipitación anual no garantiza el éxito de la mayoría de los cultivos, haciendo posible la expansión de poblaciones humanas a zonas con limitantes climáticas mayores (Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Rojas-Rabiela *et al.*, 1990, 2009; Rodríguez y Hernández, 2010; Moreno-Calles *et al.*, 2012).

Quizás uno de los ejemplos más emblemáticos de un sistema agrícola prehispánico son los campos elevados conocidos como “chinampas”, las cuales dominaron el paisaje agrícola de la zona lacustre del Valle de México desde tiempos prehispánicos hasta comienzos y mediados del siglo XX (Bonfil-Batalla, 1989; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Uribe, 2009). De acuerdo a Toledo y Barrera-Bassols (2008) las chinampas son ejemplo de uno de los sistemas agrícolas tradicionales más sofisticados. Aún así muchos otros sistemas

productivos prehispánicos importantes, distribuidos en zonas más áridas o montañosas, estuvieron caracterizados por contar con una variedad de sistemas de riego y de terrazas agrícolas bastante sofisticadas (Fortanelli *et al.*, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Rojas-Rabiela *et al.*, 2009; Moreno-Calles *et al.*, 2012).

Algunos sistemas agrícolas de riego de origen prehispánico se mantienen aún activos en México, principalmente en las regiones habitadas por pueblos campesinos e indígenas. Algunos sistemas combinan en mayor o menor grado, elementos agrícolas prehispánicos y aquellos de origen europeo, principalmente de la región mediterránea (Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). Estos se expresan en el diseño de los sistemas de riego y los sistemas productivos, en la variedad de cultivos y de especies vegetales bajo manejo dentro de ellos, en los usos de estas especies, y en el conocimiento asociado a estos elementos (Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

2.1.-Riego y sistemas agrícolas tradicionales en la época prehispánica.

Los sistemas de riego fueron de gran importancia en el territorio mexicano. Su manejo permitió ampliar las fronteras agrícolas en muchas zonas áridas y semiáridas, permitió el desarrollo de policultivos e incrementó la productividad de la superficie agrícola y del trabajo humano (Rojas-Rabiela *et al.*, 2001, 2009). Considerando que “*en el trópico cálido-seco el factor clave para la reproducción vegetal es la escasez y la irregularidad en el abastecimiento de agua de lluvia*” (Toledo y Barrera-Bassols, 2008), el riego es en muchos casos una forma de manejo indispensable para propiciar y hacer posible la agricultura en regiones áridas y semiáridas. En muchos casos, los sistemas de riego agrícola prehispánicos estuvieron acompañados por sistemas de terrazas agrícolas, lo que permite mayor control sobre la distribución y el aprovechamiento del agua (Rojas-Rabiela *et al.*, 2001, 2009; Fortanelli *et al.*, 2007). Los restos arqueológicos de las obras hidráulicas de riego que hay en Mesoamérica, junto con la domesticación de plantas que hubo en la región, evidencian el alto desarrollo tecnológico alcanzado por las antiguas civilizaciones que la habitaron (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009).

Mac Neish (1967) sugiere que las primeras formas de agricultura involucran el manejo de humedad y riego, como es el caso de la “horticultura de barranca” aprovechando los escurrimientos superficiales y el caso de la “hidrohorticultura”, aprovechando los oasis determinados por manantiales. En contraste, Rojas-Rabiela *et al.* (2001, 2009) sugieren que la agricultura en la región mesoamericana tuvo su origen con la “agricultura de temporal”, abastecida únicamente por la lluvia, pero que ello no impidió el surgimiento de sistemas complejos de irrigación agrícola desde tiempos muy antiguos. Siguiendo a Rojas-Rabiela *et al.* (2009) el riego en tiempos prehispánicos cumplió dos fines básicos: 1) incrementar el rendimiento de las plantas cultivadas, 2) ampliar la frontera agrícola a sitios anteriormente inadecuados para ella ya sea por climas extremos, aridez y lluvia errática o insuficiente, dando lugar al cultivo continuo y al policultivo. El riego y la canalización de agua para la agricultura sirvieron como estrategias para: 1) obtener más de una cosecha al año en el

mismo terreno, 2) cultivar plantas que requieren humedad constante o suficiente, 3) asegurar la maduración de las cosechas ante temperaturas extremas y/o lluvia insuficiente o retrasada, 4) obtener una cosecha al año en zonas áridas donde el cultivo de temporal es impracticable y 5) producir una cosecha al año en temporada de secas en lugares muy húmedos (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009).

Con base en las Relaciones Geográficas del Siglo XVI, Ángel Palerm (1954) identificó hasta 382 sitios con referencia a prácticas de riego, los cuales se encontraban diseminados en 16 estados del México actual, algunos de ellos ubicados bastante al norte de la región mesoamericana, uno de ellos es la Sierra Gorda del estado de Querétaro. Los principales tipos prehispánicos de irrigación pueden caracterizarse como dispersos y de pequeña o mediana escala, y se localizan básicamente en la Meseta Central y en la Vertiente del Pacífico (Palerm, 1954; Doolittle, 1999). Estos sistemas siempre están vinculados a la presencia de manantiales, ríos y arroyos de caudal constante o intermitente, en zonas con poca precipitación y humedad que requieren de riego para asegurar las cosechas o para intensificar el uso del suelo (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009).

Para clasificar los sistemas de riego prehispánicos, Rojas-Rabiela *et al.* (2009) proponen los siguientes criterios: a) Los tipos de fuentes de agua que los proveen, que pueden ser perennes, estacionales o temporales, b) los métodos de distribución del agua, que puede ser por canales, por inundación, por infiltración o manual, c) la escala o dimensión espacial, d) la complejidad del sistema, e) la durabilidad de las obras e instalaciones, y f) el manejo de obras de derivación, almacenamiento, conducción y control de niveles de agua. Con base en esos criterios, los autores diferenciaron los tipos de riego prehispánicos de la siguiente forma: 1.- riego permanente por canales, 2.- riego temporal, 3.- riego temporal por inundación, 4.-riego de auxilio a mano, y 5.- riego permanente que combina riego manual y por infiltración y riego por depósitos pluviales, presas-lagunas, cajas temporales y galerías filtrantes.

El uso y manejo de canales y otras estructuras que conducen, represan, almacenan y derivan agua con fines agrícolas fue ampliamente practicado en la antigüedad en México. Una estructura de uso muy generalizado en la época prehispánica en la zona centro, sur y del Pacífico mesoamericano son las presas derivadoras efímeras o temporales, que son estructuras flexibles y transitorias construidas para represar arroyos y ríos para irrigar las parcelas cercanas (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009). Distintos tipos de canales primarios y secundarios, acequias, conductos y almacenes de agua también fueron utilizados con fines agrícolas en esa época (Palerm, 1954, Rojas-Rabiela *et al.*, 2001, 2009; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007).

Existen restos arqueológicos de complejos sistemas agrícolas hidráulicos distribuidos por toda la región mesoamericana, principalmente en aquellas regiones que fueron densamente pobladas en la antigüedad (Palerm, 1954, Rojas-Rabiela *et al.*, 2001, 2009; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). Entre otras regiones, principalmente cuencas lacustres y fluviales, algunas de las que tienen vestigios importantes de sistemas de riego son el Valle de México, las mesas centrales, el eje neovolcánico, la cuenca de río Balsas, los valles centrales de Oaxaca y el valle de Tehuacán (Palerm, 1954; Rojas-Rabiela

et al., 1991, 2009). En el Valle de Tehuacán, Puebla, existen restos de obras hidráulicas prehispánicas monumentales, entre ellas la presa de Purrón. Esta represa muy probablemente sirvió para irrigar los campos agrícolas cercanos tanto en la época de lluvias como durante el estiaje, comenzó a construirse aproximadamente hace 2700 años (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009). En Tlaxcala, existen registros de que el uso de terrazas agrícolas y de canales de riego comenzó alrededor de 2800 a 3200 años antes del presente, volviéndose una práctica ampliamente extendida hacia el año 2400 antes del presente, lo que de acuerdo con García (1991) permitió la producción de hasta dos cosechas de maíz al año (Fortanelli *et al.*, 2007).

Paralelamente al desarrollo de complejos sistemas de riego en Mesoamérica, se fue llevando a cabo la domesticación y el manejo de una enorme variedad de especies vegetales y animales (Bonfil-Batalla, 1989; Casas *et al.*, 1997, 2007; Rojas-Rabiela *et al.*, 1991, 2001, 2009; Fortanelli *et al.*, 2007). La domesticación y el cultivo de plantas fue probablemente la principal razón que motivó el desarrollo de sistemas hidráulicos complejos en la región mesoamericana, como los sistemas de riego, la desecación de zonas inundables o pantanosas y el almacenamiento de agua con fines agrícolas (Rojas-Rabiela *et al.*, 2001, 2009). El manejo de sistemas agrícolas, sistemas hidráulicos de riego y de especies vegetales adaptadas a climas secos no sólo ocurrió en Mesoamérica, sino también en regiones de Aridoamérica. Existe consenso entre varios autores que el aprovechamiento de ciclos naturales de lluvia y el manejo de pequeños cursos de agua son característicos de regiones áridas y semiáridas del norte de México y sur de Estados Unidos, donde antiguamente habitaron pueblos nómadas poco vinculadas a la prácticas agrícolas (Realpozo y González, 2005).

2.2.- El riego y la aportación de la tradición agrícola mediterránea durante la época colonial.

Desde la conquista y durante los siguientes 300 años de época colonial, la agricultura tuvo grandes cambios en la región mesoamericana y en las todas las Américas (Rojas-Rabiela *et al.*, 1990; Fortanelli *et al.*, 2007). Los cambios ocurridos fueron generalmente consecuencia directa del proceso colonizador y generaron como producto el intercambio de especies, tecnologías y saberes entre la cultura agrícola prehispánica y la cultura agrícola de la región mediterránea del sur de Europa, norte de África, y Medio Oriente que introdujeron los españoles (Rojas-Rabiela *et al.*, 1991; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). Se introdujeron numerosas especies vegetales y animales que no se conocían en el continente. Si bien hubo un una adopción de especies y tecnologías entre las dos culturas, en los territorios conquistados se dio este proceso muchas veces mediante la imposición (Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007).

La agricultura mediterránea tiene sus orígenes en el suroeste asiático y en el oriente de la región mediterránea hace alrededor de 7,500 años (Butzer *et al.*, 1985). En la región del cercano oriente comenzó el desarrollo de prácticas de riego agrícola aproximadamente entre 5,500 y 4,000 a.C. (Flannery, 1969). Al igual que en la región mesoamericana, en la

cuenca del Mediterráneo el desarrollo de sistemas de irrigación estuvo directamente vinculado al los sistemas agrícolas intensivos de policultivos (Boserup, 1965). Las prácticas agrícolas mediterráneas que llegaron al continente americano desde el siglo XVI estuvieron fuertemente influenciadas por la cultura árabe, considerando la reciente ocupación árabe en España que se prolongó por más de 700 años, lo que provocó contribuciones y cambios en los sistemas agrícolas, en las prácticas de riego y en la composición de especies manejadas (Bonfil-Batalla, 1989; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). Algunas de las especies que fueron introducidas a Mesoamérica desde la región mediterránea y cuyo cultivo fue adoptado ampliamente son el trigo (*Triticum* spp.), avena (*Avena sativa*), chícharo (*Pisum sativum*), garbanzo (*Cicer arietinum*), haba (*Vicia faba*), alfalfa (*Medicago sativa*), cebolla (*Allium sepa*), ajo (*Allium sativum*), árboles frutales como la higuera (*Ficus carica*), olivo (*Olea europea*), durazno (*Prunus pérsica*), palma datilera (*Phoenix datilifera*), granado (*Punica granatum*), y una gran variedad de cítricos (*Citrus spp.*), entre otras (Fortanelli *et al.*, 2007).

La expansión de estos nuevos elementos bióticos y tecnológicos fue importante a través del territorio mesoamericano (y a lo largo del Nuevo Mundo), lo que produjo una modificación en las formas de producción agropecuaria, entre ellas la agricultura. Se adoptaron o se impusieron muchas prácticas agrícolas nuevas para el continente, entre las destacan por su importancia el uso del arado egipcio, el uso de animales de tracción para las labores agrícolas, el cultivo de trigo y de muchas otras especies vegetales. Con la incursión de la cultura agrícola europea la configuración agrícola de Mesoamérica tuvo muchas modificaciones, resistiendo el impacto de aquellos elementos de la cultura agrícola americana que estaban más estrechamente vinculados a la producción para la subsistencia (Ardón, 1993).

El régimen colonial condujo a cambios importantes en las formas de producción así como en la composición demográfica y cultural del actual territorio mexicano (Bonfil-Batalla, 1989; Ardón, 1993; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). Los agricultores indígenas hacían el uso intensivo de la tierra y empleaban mucha mano de obra, en cambio, los españoles usaban la tierra de forma extensiva y utilizaban animales y herramientas (Ardón, 1993; Rojas-Rabiela *et al.*, 1991, 2001; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). La introducción del arado, la cual fue más amplia en el altiplano mexicano, modificó las técnicas de escarda y el manejo individual de las plantas y de los cultivos indígenas (Rojas-Rabiela, 1988; Ardón, 1993). Mientras la agricultura indígena favorecía los policultivos, el uso múltiple de los ecosistemas y prácticas agrícolas en condiciones ecológicas, climáticas y geográficas muy distintas, los colonizadores europeos redujeron sus prácticas agrícolas casi exclusivamente a las regiones planas del templado, principalmente en altiplano central y la región del Bajío, la mayoría de ellas con posibilidad de riego, introdujeron la ganadería y tendían al cultivo de una variedad mucho menor de especies (Ardón, 1993; Rojas-Rabiela *et al.*, 1991, 2001; Realpozo y González, 2005). El pastoreo intensivo, la sobreexplotación de los bosques y el uso intensivo del suelo y de los mantos acuíferos practicados durante la colonia transformaron radicalmente el paisaje

agrícola, convirtiendo zonas semiáridas en áridas y bosques templados en llanuras semidesérticas (Realpozo y González, 2005).

La infraestructura hidráulica de riego siguió practicándose durante la época colonial, reemplazando y complementando el conocimiento sobre sistemas hidráulicos complejos (Ardón, 1993; Rojas-Rabiela *et al.*, 1991; Realpozo y González, 2005). Los ibéricos condujeron la construcción de gran cantidad de obras hidráulicas importantes, tanto para el abasto del líquido en asentamientos humanos como para el regadío de tierras agrícolas. Ejemplo de ello son los acueductos, las acequias y canales, las pequeñas y medianas represas y bordos, entre otras, muchos de los cuales fueron utilizados para la irrigación de las tierras de grandes haciendas agrícolas. *“Las presas de calicanto, los muros de contención, los acueductos, los bordos para abrevadero, las norias, los bimbaletes, las acequias de común y los huertos de humedad con hortalizas y frutales”* contribuyeron en la transformación de los paisajes agrícolas regionales del norte de México (Realpozo y González, 2005), así como del resto de las zonas agrícolas hispanizadas de México.

Otra consecuencia de la colonia fue que muchos pueblos autóctonos de Mesoamérica fueron desplazados, diezmados o puestos al borde del exterminio por medios bélicos o por las enfermedades, antes desconocidas, que introdujeron los conquistadores europeos (Ardón, 1993; Rojas-Rabiela *et al.*, 1991, 2001; Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). Esto provocó el reacomodo de las poblaciones y los grupos indígenas sobre el territorio mexicano; como comenta Ardón (1992, 1993), ... *“con el arribo de los europeos, los agricultores indígenas comienzan a ser desplazados de sus tierras, sobre todo las de regadío, para dar paso a los cultivos requeridos para la alimentación de los conquistadores”*.

Al ampliar las fronteras coloniales al norte del actual territorio mexicano para establecer pueblos mineros, muchos pueblos originarios de las cuencas centrales de México fueron desplazados hacia el norte a la región conocida como Aridoamérica, con el fin de controlar las tribus “chichimecas” que aún no habían sido dominadas (Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). Los otomíes y los tlaxcaltecas, quienes se hallaban sometidos al régimen español, fueron algunos de los principales grupos desplazados hacia el norte (Realpozo y González, 2005; Fortanelli *et al.*, 2007). De acuerdo con Ardón (1992, 1993), los movimientos involuntarios de poblaciones indígenas a zonas diferentes a los agroecosistemas que manejaban produjo la erosión de los conocimientos y las prácticas agrícolas, a consecuencia también de que cambiaron los enfoques productivos.

Fortanelli *et al.* (2007) documentaron que desde finales del siglo XVI ocurrieron traslados forzados de poblaciones enteras de origen tlaxcalteca para ser reubicadas en el altiplano del actual estado de San Luis Potosí y otras regiones al norte los límites de la región mesoamericana. Se produjo también el traslado de prácticas, conocimientos y tecnologías agrícolas propias, incluidos los sistemas de riego y terrazas, los cuales adoptaron elementos culturales mediterráneos y se adaptaron gradualmente a las nuevas condiciones (Realpozo y González, 2005), lo que favoreció la permanencia de la agricultura prehispánica en Aridoamérica. Esto demuestra que a pesar de haber sufrido grandes

cambios, la agricultura tradicional indígena no sólo resistió y aún persiste, sino que se enriqueció con la tradición agrícola mediterránea.

2.3.-Agroecosistemas tradicionales, riego y manejo de la agrobiodiversidad de en zonas áridas del México actual.

Los sistemas de riego siguen siendo de vital importancia para la producción agrícola en México, tanto para sistemas agroindustriales como para los agroecosistemas tradicionales de riego que subsisten. Actualmente en México existen 2,959,441 hectáreas de tierras agrícolas de riego, comprendidas en 85 distritos de riego distribuidos por el país (CONAGUA, 2010), la mayoría de los cuales dependen del abasto de aguas superficiales de ríos y presas y mantienen sistemas de producción agrícola industrializada. Aparte de las zonas agrícolas de los 85 distritos de riego, existen esparcidos por todo el territorio nacional sistemas agrícolas de riego a menor escala, así como sistemas agrícolas de humedad residual que conservan rasgos de la agricultura tradicional (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009). Gran parte de los sistemas tradicionales de riego que persisten se distribuyen en las zonas semiáridas y montañosas, casi siempre en asociación con ríos, arroyos o escorrentías estacionales, donde aún habitan sociedades campesinas (Rojas-Rabiela *et al.*, 1991, 2009).

Rojas-Rabiela *et al.* (2009) describen a los “trompezones” o “tlachiquihuites” como un tipo de agroecosistema tradicional particular que es manejado en la región de la montaña de Guerrero en la actualidad. Los trompezones son parcelas artificiales que se forman en las playas y vegas de los ríos como efecto de una acción cuyo objetivo principal es atrapar los sedimentos que los ríos arrastran durante la temporada de lluvias, mediante la construcción de muros con estacas vivas, varas y piedras. Los agroecosistemas de trompezones del Valle de Huamuxtlán, ubicado a 700msnm en la Montaña de Guerrero, son muros permanentes o efímeros (bocatomas) de donde derivan agua del río Tlapaneco a un sistema de canales; estas obras son destinadas a contener o soportar la fuerza del río en la lógica de enfrentar un ambiente hostil marcado por el riesgo (Rodríguez y Hernández, 2010). Otra utilidad del trompezón es retener los sedimentos aluviales (lama) que transporta el río durante los meses de lluvia de junio a agosto (meses en que hay mayor transporte de sedimentos en el caudal) con lo cual fertilizan o bien acondicionan o enlaman nuevas parcelas. El área manejada con estos sistemas es de 35.36 Km² (SRA, 2006) y es y ha sido históricamente importante para la producción de alimentos en la región. (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009; Rodríguez y Hernández, 2010). El aprovechamiento del agua desde las escorrentías a las parcelas se realiza mediante presas derivadoras efímeras o “temporales”, las cuales son estructuras flexibles y transitorias para represar arroyos y ríos con el fin de irrigar por gravedad, las parcelas adyacentes durante el estiaje (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009).

Otro ejemplo de sistemas de riego en zonas áridas lo describen Fortanelli *et al.* (2007) para los pueblos de Mexquitic y Las Moras, en el altiplano potosino. Estos sistemas aparentemente de origen tlaxcalteca, que los autores llamaron “jardines del desierto”, representan de acuerdo a sus hallazgos el sistema de huertos más rico y dinámico del altiplano potosino. Los jardines del desierto de San Luis Potosí, localizados en las vegas del

Valle de Mexquitic a una altura de alrededor de 1900msnm, consisten en un conjunto de terrazas que son irrigadas por bombas instaladas en el arroyo, en pozos a cielo abierto o en “lumbreras” o por derivación del arroyo mediante presas y canales (Fortanelli *et al.*, 2007). Realpozo y González (2005) tienen registro de sistemas agrícolas de riego de profunda tradición mesoamericana en el barrio de Tapias del municipio de Santa María de los Ángeles, al norte de Jalisco, donde sociedades de irrigadores aún conservan parte de su estructura social en torno al riego y al policultivo.

Toledo y Barrera-Bassols (2008) mencionan otros sistemas con prácticas de manejo similares en condiciones naturales áridas. El primer caso es el de los otomíes del Valle del Mezquital, Hidalgo y el segundo se refiere a los pápagos y zuni del norte de Sonora. En el Valle del Mezquital, las principales estrategias de los agricultores para la conservación y el manejo de agua y suelo son la agricultura en áreas inundables, la construcción de presas o “atajadizos” en cárcavas, terrazas y bordos en los interfluvios de las laderas. En ellos se permite que los sedimentos sean transportados hacia los campos de cultivo para ser captados y acumulados en sus parcelas. La estrategia más común en estos sistemas para enfrentar la pedregosidad consiste en esperar que los sedimentos y la materia orgánica provenientes de las inundaciones cubran ese tipo de suelos (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

En Sonora los pápago y zuni aprovechan los bordes de los valles intermontanos, donde el movimiento del agua y materia orgánica deja áreas de acumulación con suelos muy ricos en nutrientes y provistos de humedad indispensable en una zona donde la precipitación pluvial es insuficiente para practicar la agricultura (Nabhan y Sheridan, 1977). La agricultura de inundación se hace posible a través de la manipulación hidrostática del ambiente físico y de la manipulación de las masas de vegetación y de ciertas especies vegetales. También en el estado de Sonora, en la cuenca alta del río San Miguel, existe una extensa planicie que sufre la acción destructora de inundaciones estacionales, donde los agricultores han logrado construir un sistema defensivo a lo largo del cauce del río, estableciendo barreras vivas con la utilización de la vegetación ripiaría de la región (cercos de ramas o de tejido), entrelazados con estacas de sauce o álamos. Este tipo de prácticas agrícolas han permitido el establecimiento de “pueblos oasis” en esa zona (Nabhan y Sheridan, 1977; Rodríguez y Hernández, 2010).

A través de viajes de campo y observaciones personales en el presente estudio se documentaron sistemas de agricultura de riego, muy similares a los trompezones descritos por Rojas-Rabiela *et al.* (2009) para la Montaña de Guerrero. En este caso los sistemas se encuentran en vegas aluviales de la cuenca de los ríos Estórax y Santa María, en las zonas áridas de la Sierra Gorda de los municipios de Peñamiller y Tolimán, Querétaro, y en las partes bajas de Xichú, Atarjea, Victoria, Santa Catarina y Tierra Blanca, Guanajuato. La agricultura practicada en las vegas del Valle de Metztlán, Hidalgo, consideradas las tierras más fértiles del estado, aparentemente tienen muchas características compartidas con este tipo de agricultura.

Podemos observar que todos los sistemas tienen algunas formas de manejo en común y que todos son formas de manejo agrícola tradicional, campesina o indígena, que

representan importantes alternativas de producción agrícola y se subsistencia que aún permanecen vigentes, pero que parecen tener orígenes muy antiguos en épocas prehispánicas y coloniales, y que posiblemente son resultado de el intercambio entre formas de manejo autóctonas e introducidas del viejo mundo. Todos estos agroecosistemas tradicionales son un testigo vivo de la afirmación que hacen Toledo y Barrera-Bassols (2008) al mencionar que “*el manejo de tierras y agua entre los pueblos indígenas varía de acuerdo con las condiciones que prevalecen en cada zona ecológica*”, permitiendo la producción agrícola para la satisfacción de necesidades humanas, promoviendo la conservación y el manejo *in situ* de especies vegetales y animales, además de representar un conjunto valioso de estrategias y conocimientos agrícolas.

3.-Los agroecosistemas de “tajos” de la Sierra Gorda guanajuatense.

En la región de la Sierra Gorda de Guanajuato existen sistemas agrícolas característicos de los valles fluviales serranos que localmente se denominan “*tajos*” y que no han sido previamente documentados. Estos son SMRN que muchas veces representan la única alternativa posible de agricultura, considerando las reducidas zonas aptas para la agricultura que presenta esta región montañosa. Estos agroecosistemas son particulares, por ser construidos exclusivamente sobre las vegas aluviales, los lechos, las playas y playones de los ríos y arroyos intermitentes que cruzan los profundos valles intermontanos de la región. Observaciones personales han encontrado que la mayoría de estos sistemas agrícolas se ubican en las zonas más bajas de las cuencas de la Sierra Gorda, en altitudes que oscilan entre los 1200 y los 800 msnm, y que se encuentran en las cañadas de todos los municipios que conforman esta región del noreste del estado, pero de forma particular en las partes más bajas y áridas de los municipios de Xichú y Atarjea. En la Figura 8 del ANEXO II se puede observar una fotografía representativa de estos agroecosistemas.

En el caso del municipio de Xichú, se puede observar que la mayoría de los agroecosistemas de *tajos* se ubican a las orillas de los ríos Mezquital, Xichú y Huamúchil, así como en otros pequeños arroyos tributarios de estos que se ubican en las partes más bajas y áridas de la cuenca. Ahí el clima es árido, debido a la condición de sobra orográfica en la que se encuentra, por lo que con frecuencia el déficit hídrico complica las labores de cultivo. El tipo de vegetación dominante en esta zona es el Bosque Tropical Caducifolio (BTC) en combinación con Matorral Rosetófilo (MR) en las laderas, mientras que en las cercanías del río existe vegetación de galería, que se combina con la agricultura donde las vegas aluviales son más amplias (Rzedowski *et al.*, 1996; CONANP, SEMARNAT, IIEG., 2005). De acuerdo a Carranza (2005), el clima de la zona corresponde al tipo BS1h'(h)w(w), que es semiseco, cálido y con temperatura media anual mayor a 22 °C. La precipitación anual promedio es de alrededor de 450 mm (COPALDEG, 2002; CONANP, SEMARNAT, IIEG., 2005; García-Moya, 2007).

Observaciones de campo han documentado que los agroecosistemas en mención se crean de manera artificial mediante la construcción intencionada de terrazas, “cajones” o “*tajos*” sobre las orillas de los ríos y arroyos. A los “*tajos*” se canalizan, junto con el agua

derivada del río a través de canales y acequias, los sedimentos ricos en materia orgánica que arrastran las crecientes torrenciales de agua desde las partes altas de la cuenca. Los sedimentos que acarrea el agua del río y que son capturados para la formación de suelo agrícola, son resultado de los procesos de erosión de las partes altas de la cuenca. Esta forma de manejo tradicional del agua y el suelo va formando gradualmente un perfil de suelo fértil, permitiendo las condiciones adecuadas para el policultivo de maíz, conocido como milpa, así como una gran variedad de árboles frutales, verduras, y otras especies con utilidades diversas.

Además de cultivos y especies vegetales exóticas, los campesinos conservan y manejan una gran diversidad de especies vegetales perennes (árboles y arbustos) nativos dentro de éstos sistemas agrícolas. A través de la tolerancia, la propagación y la protección de individuos, existe dentro de los tajos una gran variedad de árboles y arbustos nativos que se aprecian principalmente en las orillas de las parcelas con las empinadas laderas y con el lecho del río, en las colindancias entre parcelas vecinas y ocasionalmente como árboles o manchones de vegetación aislados.

Haciendo recorridos en la zona fue posible apreciar que los sistemas de tajos cuentan con disponibilidad de riego con agua proveniente del río durante ciertas temporadas del año, principalmente en épocas de lluvia, usualmente entre los meses de junio y octubre. Para lograr la irrigación de los campos agrícolas y la captura artificial de sedimentos, cuentan con sistemas de canales o acequias que son abastecidos de agua mediante el uso de presas derivadoras, que pueden ser de tipo efímero o semi-permanente, desviando y acanalando las escorrentías de arroyos y ríos intermitentes por medio de la fuerza natural de gravedad. Los arroyos de la región que permiten la irrigación y la captura de sedimentos dentro de los agroecosistemas en mención, se originan o “nacen” en las zonas altas de la cuenca (2000-2600 m) en donde abunda la materia orgánica debido al tipo de vegetación boscosa de pino-encino, y donde suele haber mayor precipitación promedio a lo largo del año. De los 2000 m hacia arriba, los arroyos suelen ser permanentes a lo largo del año, mientras que entre los 2000 y los 800 m suele haber disponibilidad de agua solo entre junio y enero, dependiendo de la localidad y la precipitación anual particular.

El manejo de los agroecosistemas de tajos de la región serrana del municipio de Xichú lo realizan los agricultores campesinos de las comunidades que ahí se encuentran asentadas. Estas comunidades de origen mestizo aún conservan un fuerte arraigo a las prácticas agropecuarias tradicionales, las cuales dependen del conocimiento que han desarrollado como resultado de una larga interacción con su medio ambiente (García-Moya, 2007). Se puede observar que para realizar las prácticas agrícolas aún dependen más de su propia fuerza de trabajo, de la tracción animal y de insumos biológicos locales, más que de insumos externos o industriales. La mayoría de los productores utilizan herramientas mecánicas sencillas de fabricación local o artesanal, prescindiendo casi siempre de implementos motorizados. Realizan un manejo y una apropiación diversificada de los ecosistemas, además de recurrir a otras actividades productivas como la migración en busca de trabajo asalariado; sin embargo, para muchos de ellos la agricultura en los tajos representa la principal actividad de subsistencia.

Los conocimientos y las prácticas agrícolas que realizan, así como las distintas variedades de cultivos y de especies vegetales y animales que manejan los agricultores campesinos, son producto de una larga experiencia acumulada en el sitio y una constante adaptación a su entorno biológico, climático y geográfico. El presente trabajo permite afirmar que además de un amplio conocimiento agrícola, los campesinos de la zona manejan una amplia diversidad vegetal dentro de los agroecosistemas de tajos, compuesta por distintos tipos de cultivos, árboles y arbustos, la cual tiene una función en relación a la utilidad y al aprovechamiento de cada especie. La presencia de una gran diversidad y abundancia de especies vegetales arvenses, que se encuentran asociadas de forma natural a la diversidad vegetal planificada, hacen de los agroecosistemas de tajos un tipo de sistema agroforestal particular que contienen altos niveles de biodiversidad.

II.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas generales que guían la investigación son:

- i).- ¿Cómo son los agroecosistemas de tajos del río Mezquital-Xichú?,
- ii).- ¿Cuál es la diversidad y la composición de las especies vegetales perennes dentro de los agroecosistemas de tajos?,
- iii).- ¿Qué papel tienen los agroecosistemas de tajos en el mantenimiento de la economía familiar de los campesinos que los manejan?

III.- HIPÓTESIS

Los agroecosistemas de tajos característicos del río Mezquital-Xichú, en la Sierra Gorda de Guanajuato, son sistemas productivos que promueven la conservación *in situ* de una alta diversidad de especies vegetales leñosas nativas y de especies cultivadas, son agroecosistemas tradicionales adaptados exitosamente a las condiciones bio-físicas, climáticas y socioeconómicas de la región, que se expresa en formas de manejo adaptativo de poblaciones y comunidades vegetales con un fin antropocéntrico, además de ser de gran importancia para el mantenimiento de la economía familiar de los campesinos que los manejan así como un elemento central dentro del conocimiento agrícola tradicional de la cultura rural campesina que habita la zona de estudio. Si esta suposición general es correcta, se espera (1) documentar una larga historia de uso del sistema e interés por mantenerlo, (2) encontrar un alta proporción de especies nativas mantenidas en el sistema y (3) identificar una alta proporción de productos y beneficios económicos derivados de este sistema, los cuales son requeridos para el mantenimiento de las unidades familiares campesinas. Esto significaría que los agroecosistemas de *tajos* son una importante estrategia para la conservación de especies vegetales en la zona así como para satisfacer las necesidades económicas y culturales de los habitantes locales.

IV.- LA ZONA DE ESTUDIO Y LOS MÉTODOS

1.-Sierra Gorda de Guanajuato: Municipio de Xichú la zona de estudio.

El presente trabajo se realizó en la región montañosa del noreste del estado de Guanajuato, denominada Sierra Gorda, la cual forma parte de la Sierra Madre Oriental de México. La Sierra Gorda de Guanajuato ocupa una superficie de 1,538.4 km², la cual representa el 5% de la superficie total del estado (30 768km²) (CONANP, SEMARNAT, IIEG, 2005). La zona de estudio se encuentra ubicada dentro del municipio de Xichú, Guanajuato, que comprende 912.20 km² (3.0 % de la superficie total del Estado) (Enciclopedia de los Municipios de México, 2011) en las inmediaciones del río Mezquital que posteriormente se convierte en el río Xichú. Este río forma parte de la subcuenca del río Santa María, el cual forma parte de la cuenca del río Pánuco, con su origen en la meseta central de México y su desembocadura en los límites de los estados de Veracruz y Tamaulipas (García-Moya, 2007). La Figura 1 muestra la localización geográfica de la zona de estudio.



Figura 1. Localización geográfica del municipio de Xichú, Guanajuato y de la zona de estudio. Se indica en el recuadro la localización de las comunidades de Organitos, Llanetes y La Laja así como a cabecera municipal de Xichú.

La Sierra Gorda, conformada por serranías contiguas que reciben nombres locales, forma parte de la Sierra Madre Oriental de México y se extiende desde el occidente del estado de Hidalgo, abarcando zonas de norte de Querétaro, noreste de Guanajuato y centro-sur de San Luis Potosí (Lara, 2002; García-Moya, 2007). Por su agreste fisionomía y por sus pronunciados cambios altitudinales, la Sierra Gorda contiene una gran variedad de microclimas, de paisajes y de ecosistemas que aún conservan importantes mecanismos ecológicos de regulación y provisión, así como una alta biodiversidad asociada a esta heterogeneidad ambiental (CONANP, SEMARNAT, IEEG, 2005; Diario Oficial de la Nación, 2007; Lara, 2002; García-Moya, 2007) siendo reconocida como una zona del país prioritaria para la conservación (CONANP, SEMARNAT, IEEG., 2005; Espinosa V., 2007; Diario Oficial de la Nación, 2007).

La mayor parte la población de la región está conformada por campesinos mestizos que no se consideran a sí mismos como pueblos indígenas; no obstante, en la sierra aún habitan pueblos indígenas otomíes y pequeñas poblaciones de chichimecas pame y jonaz (Lara, 2002; García-Moya, 2007). Los otomíes habitan algunas zonas de la sierra correspondientes a Hidalgo y Querétaro, así como unas pocas comunidades en Guanajuato, mientras que los chichimecas se concentran en el poblado de Misión de Chichimequillas, Guanajuato, donde los habitantes son en su mayoría de origen jonaz, y en Santa María Acapulco, San Luis Potosí, donde son predominantemente pame (Lara, 2002). Las comunidades campesinas que habitan la región han conservado sus costumbres y formas de vida y de producción tradicionales y que en respuesta a la heterogeneidad ambiental han desarrollado múltiples formas de manejo agrícola y de aprovechamiento de los ecosistemas (Lara, 2002; García-Moya, 2007). La agricultura en la región no ocupa grandes extensiones, debido a las limitantes geográficas que impone la orografía montañosa (COPALDEG, 2002; García-Moya, 2007).

Ubicada al noreste del estado, la Sierra Gorda de Guanajuato es considerablemente pequeña en comparación con la superficie que ocupa en los demás estados que la comprenden. Sin embargo, es una de las tres principales regiones fisiográficas que define Carranza (2004) para el estado: la Altiplanicie Mexicana, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental, ocupando la Sierra aproximadamente el 5% de la superficie total de Guanajuato (30 768km²). Está limitada al norte y al este por la Sierra Gorda de San Luis Potosí y de Querétaro; al sur, por el Bajío queretano y al oeste por la región del Alto río Laja, es la típica región montañosa del estado y se conforma por lo municipios de Xichú, Atarjea, Victoria, Santa Catarina, Tierra Blanca, y gran parte de San Luis de la Paz, San José Iturbide y Doctor Mora (COPALDEG, 2002; CONANP, SEMARNAT, IEEG., 2005; García-Moya; 2007).

Los índices de marginación de la población que habita esta región son de altos a muy altos, siendo las condiciones de topografía abrupta una de las principales causas del retraso en la dotación de infraestructura en la región (COPLADEG, 2002). La Sierra Gorda es la región más aislada, más alejada de la capital y los centros urbanos y la más marginada de la entidad, lo que se expresa en una calidad de vida muy baja de la mayoría de sus habitantes,

que se dedican a labores agropecuarias y de apropiación de la naturaleza a pequeña escala como forma de subsistencia (COPALDEG, 2002; CONANP, SEMARNAT, IIEG., 2005).

La fisiografía de la Sierra Gorda guanajuatense es accidentada, constituida por montañas que forman profundos cañones, pequeños valles, pequeñas áreas de aluvión (vegas) a la orilla de los arroyos y ríos, algunas mesetas y reducidas áreas de lomeríos (Rzedowski *et al.*, 1996; Lara, 2002; García-Moya, 2007). La agricultura se practica en micro valles, mesetas y riveras de los arroyos y ríos (García-Moya, 2007). De acuerdo con Rzedowski *et al.* (1996), esta zona se encuentra entre las provincias fisiográficas de la Mesa del Centro y la Sierra Madre Oriental. Son numerosos los cerros que rebasan los 2 400 m de altitud y abundan los valles y profundas barrancas que descienden hasta por debajo los 900 m que forman sierras escarpadas y abruptas que han generado condiciones de inaccesibilidad a muchos de los recursos naturales que aún albergan y que se han conservado hasta este inicio del siglo XXI en condiciones de baja alteración (Rzedowski *et al.*, 1996; CONANP, SEMARNAT, IIEG, 2005; García-Moya, 2007).

La geología de la Sierra Gorda de Guanajuato está compuesta principalmente por rocas de origen volcánico, predominando andesitas y riolitas del Cenozoico, pero también hay afloramientos de rocas sedimentarias marinas de la era Mesozoica, principalmente calizas, lutitas y areniscas, conglomerados en gran parte de los municipios de Xichú, Atarjea y noreste de San Luis de la Paz (Rzedowski *et al.*, 1996; CETENAL, 1973; SPP, 1980). Además hay afloramientos importantes de calizas, lutitas, areniscas y conglomerados del Cenozoico. Existe en la región una alta diversidad de suelos que de acuerdo al SPP (1980) son principalmente feozem (Hh), litosol (I), luvisol (L), regosol (R), rendzina (E) y cambisol (B), siendo las asociaciones de distintos tipos de suelos los que cubren la mayor parte (García-Moya, 2007).

La mayor parte la Sierra Gorda de Guanajuato fue declarada como Reserva de la Biosfera el 2 de febrero del 2007 por la CONANP (Diario Oficial de la Nación, 2007). El área propuesta ocupa una superficie de 225,618,27.68 hectáreas, abarcando porciones de los municipios de San Luis de la Paz, Victoria, Atarjea y Santa Catarina, así como la totalidad del municipio de Xichú (CONANP, SEMARNAT, IIEG, 2005). Rzedowski *et al.* (1996) plantean que esta región: “*es pletórica de bellos paisajes, y constituye un preciado reducto de riqueza biológica que, en virtud de las dificultades de acceso ha quedado a salvo de una destrucción similar a la que se observa en otros sectores del estado*” y que es un reservorio de muchas especies de flora y fauna que han desaparecido o se encuentran en riesgo de desaparición en el resto del estado. La SEMARNAT ha identificado para la región 182 especies de aves, 42 especies de mamíferos, 14 especies de reptiles y 6 especies de anfibios, entre ellos algunos reptiles en categorías de riesgo (CONANP, SEMARNAT, IIEG, 2005; Diario Oficial de la Nación, 2007). Los registros botánicos de Flora del Bajío y Regiones Adyacentes del grupo de Rzedowski *et al.* (1988, 1996) ascienden a 1330 especies de plantas vasculares que pertenecen a 584 géneros (Carranza, 2005) y se han identificado en la región 264 especies de plantas que son registros nuevos para el estado (Rzedowski *et al.*, 1996; García-Moya, 2007).

En la región dominan seis tipos de vegetación, que son el matorral xerófilo crasicauale y submontano, el bosque de pino-encino, el bosque de encino y en pequeñas áreas los pastizales, además de que existen numerosos elementos florísticos del bosque mesófilo de montaña y de bosque tropical caducifolio (Rzedowski *et al.*, 1996; en García-Moya, 2007). En las categorías de matorral xerófilo y bosque tropical caducifolio de Rzedowski *et al.* (1996), se incluyen la selva baja espinosa perennifolia, selva baja espinosa caducifolia, matorral espinoso con espinas laterales, cardonales y tetechales, izotales, nopaleras, matorral espinoso con espinas terminales, matorral inerme (sin espinas) o subinerme parvifolia (de hoja pequeña), así como matorrales crasi-rosifolios espinosos que describen Miranda y Hernández X. (1985), García-Moya (2007).

El municipio de Xichú, Guanajuato se encuentra ubicado completamente dentro de la Sierra Gorda, ocupando una superficie de 957.4 Km² (Enciclopedia de los municipios de México, 2011). El pueblo (cabecera municipal) de Xichú es la localidad más poblada del municipio y está situado a los 100° 03' 37'' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y a los 21° 18' 00'' latitud norte, a una altura sobre el nivel del mar de 1,334 m. Su clima es muy variable; desde el cálido subtropical hasta el templado; la precipitación promedio en todo el municipio es de 617 mm anuales y una temperatura promedio de 18° C (Enciclopedia de los municipios de México, 2011).

La población del municipio de Xichú es de 11,323 habitantes, que es el 0.24% de la población del estado, de los cuales el 48.81% (5,527 habitantes) son hombres y el restante 51.19% (5,796 habitantes) son mujeres (COPALDEG, 2002). Cabe señalar que en el año 2000, la totalidad de la población era considerada rural. El punto más alto en el municipio es el Cerro El Descarado, con 2,400 metros de altura, el punto más bajo en el mismo municipio y en el estado se localiza en la confluencia del río Santa María y el arroyo Xoconoxtle, donde la altura sobre el nivel del mar es de 826 m (Enciclopedia de los Municipios de México, 2011). El municipio se encuentra en su totalidad dentro de la reserva de la biósfera declarada en febrero del 2007 (CONANP, SEMARNAT, IIEEG, 2005). La principales escorrentías del municipio se forma por los ríos Xichú, Mezquital y Huamúchil, los cuales forman una sola cuenca que desemboca al norte del municipio en el río Santa María (Enciclopedia de los Municipios de México, 2011).

Los asentamientos humanos permanentes surgieron en la zona a partir de la colonia. Tienen su origen en 1580, cuando fue descubierto un yacimiento mineral al cual llamaron real de San Francisco de los Anues Tzinchú; del cual en 1585 se fundó el pueblo minero de Xinchú, actualmente conocido como Xichú. Anterior a eso, la zona estaba habitada por nómadas pames chichimeca, los cuales parecen no haber establecido poblaciones o asentamientos sedentarios (Enciclopedia de los Municipios de México, 2011).

En Xichú la agricultura no representa una gran proporción, solo se cultiva un área muy reducida que representa el 5.07 (48 Km²) de la superficie municipal, que se debe a lo accidentado de su territorio; se cultiva principalmente fríjol y maíz (Enciclopedia de los Municipios de México, 2011). La actividad ganadera está dirigida principalmente a la cría de ganado ovino y caprino, aunque no representan mucho con respecto al estado debido a que no cuenta con el terreno adecuado. Se elaboran tejidos en talleres familiares, así como

bebidas y tabaco en pequeña escala (Enciclopedia de los Municipios de México, 2011). Observaciones en campo permiten afirmar que la actividad minera se encuentra totalmente abandonada en la actualidad y la migración a los Estados Unidos de América y a los grandes centros urbanos del país se ha convertido en una de las actividades económicas complementarias (además de las de tipo agropecuario) más relevantes.

La zona de estudio del presente trabajo está comprendida por tres comunidades en las orillas de los ríos Mezquitil y Xichú en donde se encuentran bajo manejo activo los agroecosistemas de tajos (Ver Figura 2 y figura 3 del ANEXO II). Las comunidades correspondientes son Organitos, Llanetes, y la Laja, en orden descendiente de altitud sobre el nivel del mar a lo largo del río. Se eligió precisamente ese tramo del río Mezquitil y Xichú porque en las comunidades ahí asentadas la agricultura de “tajos” es la única forma de actividad agrícola que se practica debido a las condiciones bio-climáticas y geomorfológicas. En base a los mapas topográficos con escala 1:2500 de INEGI se puede establecer que el rango de altitud de la zona de estudio es de los 1200 m en la parte alta del río, en la comunidad de Organitos, a los 820 m cerca del paraje de “El Trompillo” en las inmediaciones de la comunidad de La Laja. Todas estas comunidades son parte del ejido de Las Adjuntas del municipio de Xichú.

El clima de la zona de estudio es subtropical seco; es una zona árida determinada por la sombra orográfica de las montañas que rodean las partes bajas de la cuenca, la temperatura media anual es de 20° a 29°C (Rzedowski *et al.*, 1996; CONANP, SEMARNAT, IIEG., 2005). La precipitación media anual varía entre 600 y 450 mm (CONANP, SEMARNAT, IIEG., 2005; García-Moya, 2007), habiendo mayor precipitación en las comunidades con mayor elevación respecto al nivel del mar. Los suelos en la mayor parte de la zona de estudio son litosoles, con excepción de las zonas agrícolas de los valles aluviales donde hay luvisoles someros resultado de la captura artificial de sedimentos (CETENAL, 1973; García-Moya, 2007).

1.1.-Comunidades rurales campesinas de la zona de estudio

La descripción de las comunidades rurales en que se realizó el trabajo se realizaron a partir de observaciones en campo y entrevistas informales con las autoridades comunitarias correspondientes. La localización geográfica se corroboró utilizando un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS).

La comunidad de Organitos se ubica en la parte alta del río, a esta altura llamado río Mezquitil o también río de Organitos. La comunidad se compone de caseríos dispersos a lo largo de las orillas del río, con el núcleo de la comunidad conformado por el caserío mayor, ahí se ubican la escuela primaria rural, la telesecundaria y la tienda comunitaria Diconsa. En la telesecundaria de la comunidad la altitud es de 1170 m y las coordenadas son 21°22'00.40"N y 100°04'00.78"O. En la comunidad habitan alrededor de 250 habitantes distribuidos en 25 núcleos familiares. La mayoría de los habitantes se dedican a la agricultura de “tajos” como principal actividad productiva local, la migración temporal a los Estados Unidos en busca de trabajo asalariado es también muy común entre los varones

en edades económicamente activas (15 a 60 años) y es importante en términos de sustento económico familiar. La Figura 5 del ANEXO II muestra un perfil del valle aluvial de esta comunidad.

La comunidad de Llanetes (Ver Foto #5) del ANEXO II), se encuentra en la parte intermedia de la zona de estudio. La altitud es de 930 m y las coordenadas son 21°20'56.18"N, 99°57'42.11"O. La población de la comunidad es de poco más de 250 habitantes, distribuidos en aproximadamente 30 núcleos familiares. La principal actividad es la agricultura de “tajos” seguida por la ganadería extensiva de ganado vacuno y caprino, ambas actividades con un enfoque de autoabastecimiento más que para la venta. La migración temporal a los grandes centros urbanos cercanos y a los Estados Unidos en busca de trabajo asalariado es a su vez la actividad productiva que aporta mayor ingreso económico para el sustento familiar. Igual que en Organitos, solamente cuentan con servicios educativos hasta nivel de secundaria, cuentan también con un pequeño centro de salud comunitario. Alrededor del núcleo comunitario el mezquite (*P. laevigata*) es la especie de árbol más abundante. La Figura 6 del ANEXO II muestra un perfil del valle aluvial de esta comunidad.

La comunidad de La Laja se ubica en la parte más baja de la zona de estudio. Es la más poblada, con alrededor de 350 habitantes, distribuidos en aproximadamente 86 familias, las cuales en su mayoría se dedican a la agricultura de “tajos”, a la ganadería extensiva y a la recolección anual de orégano y damiana de california. La migración en busca de trabajo también figura como actividad económica principal. Se puede observar que de las tres comunidades, la Laja es la que tiene mayor índice de pobreza extrema. Cuenta con servicios educativos hasta el nivel de secundaria, un centro de salud comunitario y con una capilla vieja pequeña y otra de mayor tamaño en proceso de construcción. En la capilla, la altura sobre el nivel del mar es de 860 m, las coordenadas en este punto son 21°23'35.12"N, 99°56'09.09"O. De las tres comunidades descritas, en la Laja el valle intermontano es más amplio (ANEXO II, Figura 7), el clima más seco y prácticamente no existe ya el bosque de galería. Las laderas en esta comunidad presentan menor pendiente que las de las anteriores.

La Figura 2 muestra la zona de estudio y las principales comunidades en donde se realizó el proyecto. La Tabla 1 muestra de manera comparativa las principales características de las tres comunidades de estudio.

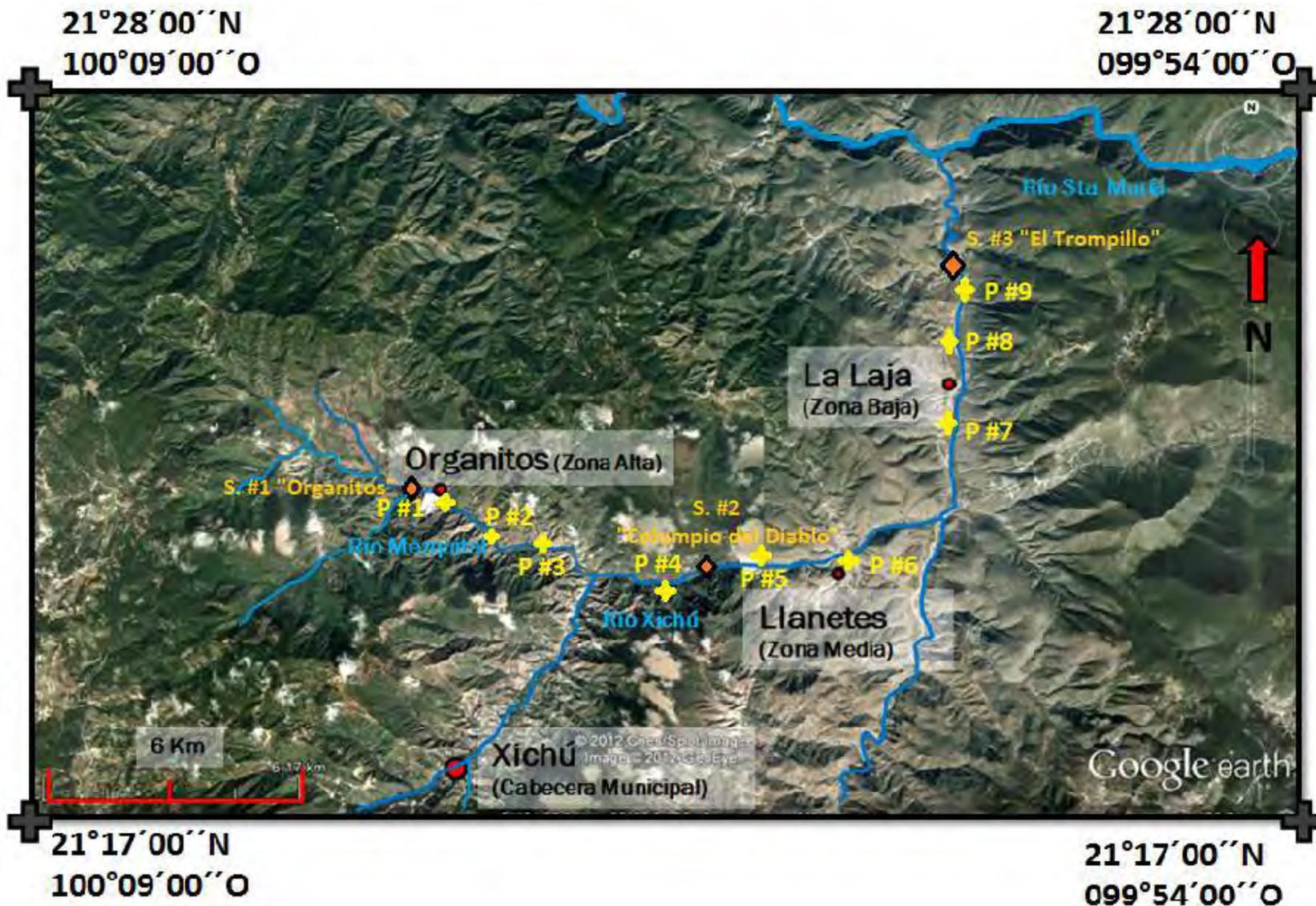


Figura 2: Imagen satelital modificada de Google Earth (2012) y georreferenciada que muestra la zona de estudio. Las comunidades rurales de Organitos, Llanetes y La Laja donde se realizó el trabajo de campo y la cabecera municipal de Xichú aparecen como puntos rojos con negro. Las parcelas que fueron muestreadas aparecen como cruces amarillas y los sitios de referencia para el tipo de vegetación original aparecen como rombos anaranjados con negro. El río Mezquital-Xichú aparece en azul. Elaboración propia.

Tabla 1. Tabla comparativa de la ubicación, el número de familias y de habitantes y las principales características de las tres comunidades que fueron estudiadas.

TABLA COMPARATIVA ENTRE LAS TRES COMUNIDADES DE ESTUDIO							
Comunidad	ASNM	Latitud	Longitud	No. aprox de habitantes	No. aprox de familias	Nivel de escolaridad impartido	Características particulares
Organitos	1170m	21°22'00.33"N	100°04'00.78"O	Aprox. 250	25	Telesecundaria	Valle muy angosto, laderas empinadas, mayor abundancia de agua en el río a lo largo del año, comunidad más pequeña de las tres. Formada por caseríos dispersos.
Llanetes	930m	21°20'56.10"N	099°57'42.05"O	Más de 250	30	Telesecundaria	Cercano a la barranca conocida como "Cañon del Diablo". Menos disponibilidad de agua del río a lo largo del año que en Organitos.
La Laja	860m	21°23'33.65"N	099°56'09.29"O	Aprox. 345	86	Telesecundaria	Comunidad más árida y con menos disponibilidad de agua del río a lo largo del año, así como la más poblada y pobre de las tres de las tres. Valle aluvial más amplio que en las otras dos comunidades.

1.2.-Unidades ambientales de la zona de estudio.

En las tres comunidades descritas predominan dos unidades ambientales claramente diferenciables: 1.- la vega o valle aluvial intermontano formado por el paso del río Mezquital-Xichú y 2.- las empinadas laderas y barrancos que circundan los valles (Figura 4 del ANEXO II). Estas dos unidades ambientales conforman dos espacios bio-físicos diferentes que a su vez corresponden a los dos tipos de vegetación principales de la zona de estudio: a) los bosques de galería que se forman en las orillas del río y en los sitios húmedos del valle aluvial, y b) los matorrales subtropicales y selvas bajas caducifolias que dominan las laderas. Cada unidad ambiental comparte muchas características a lo largo de toda la zona de estudio, así como también presenta algunas particularidades propias de cada comunidad o parte de la misma.

Las vegas aluviales y el valle intermontano del río Mezquital-Xichú, son escenario de la agricultura de "tajos" (Ver perfiles del ANEXO II), la cual representa la actividad productiva y cultural central de los habitantes de estas comunidades. En tales condiciones el tipo de vegetación original es el bosque de galería (Rzedowski *et al.*, 1988, 1996; Carranza, 2005) y los arenales del lecho del río que están expuestos a las crecientes. Observaciones preliminares permiten determinar que las especies de árboles más representativos son el

mezquite (*Prosopis laevigata*) y el huamúchil (*Pithecellobium dulce*), las cuales tienen una larga lista de usos locales, siendo sus frutos, su leña y su sombra algunas de las cualidades más apreciadas. Otros árboles nativos comunes son el higuerón (*Ficus cotinifolia*), capulín (*Sideroxylon palmerii*), palo blanco (*Celtis* sp.), palo arco (*Lysiloma acapulcensis*), guazuma (*Guazuma ulmifolia*), entre otros. En la comunidad de Organitos, hay mayor disponibilidad de agua en el río a lo largo del año, lo que propicia la presencia de especies como sauces (*Salix* sp.) y álamos (*Platanus mexicana*).

El otro espacio bio-físico de la zona de estudio son las empinadas y áridas laderas montañosas y barrancos que circundan los valles aluviales por ambos lados. El tipo de vegetación está representada principalmente por Bosque Tropical Caducifolio (BTC) en combinación con Matorral Rosetófilo (MR) (Rzedowski *et al.*, 1988, 1996). Las pendientes pronunciadas, las condiciones de aridez, así como la exposición geográfica altamente heterogénea, propician pronunciados efectos de ladera y alta diversidad de microclimas y de especies. Abundan especies como trompillo (*Cordia boissieri*), viuda (*Morkillia mexicana*), palo xiote (*Bursera morelensis*), sangregado (*Jatropha dioica*), flor de san pedro (*Tecoma stans*), chiquiñá (*Fouquieria splendens*), cuate (*Agave xylonacantha*), órgano (*Isolatocereus dumortieri*), pitayo (*Stenocereus pruinosus*), orégano (*Lippia graveolens*), damiana de california (*Turnera diffusa*), olivo (*Dodonaea viscosa*), mala mujer (*Cnidoscolus multilobus*), doradilla (*Selaginella lepidophylla*), sarabullo (*Karwinskia humboldtiana*), así como diversas especies de cactáceas globosas y leguminosas arbustivas, entre otras especies. En la barranca conocida como “Cañón del Diablo”, ubicado río arriba de la comunidad de Llanetes, el acceso casi restringido para la gente y el ganado favorece la presencia de nichos de vegetación donde es posible encontrar especies poco abundantes en las laderas de las otras comunidades de estudio como son el jacaloxochitl (*Plumeria rubra*) y *Bombax ellipticum*, entre otras. En este tipo de condición geográfica las actividades principales son la ganadería extensiva de ganado vacuno y caprino para autoconsumo y la recolección anual de especies y frutos para la venta, orégano (*Lippia graveolens*), damiana (*Turnera diffusa*) y pitayas (*Stenocereus pruinosus*), principalmente.

2.-Métodos.

2.1.-Investigación documental

Para describir los agroecosistemas de *tajos* se realizó una investigación documental sobre los orígenes de la agricultura y su desarrollo histórico en la región de Mesoamérica y Aridoamérica, desde su origen prehispánico hasta la actualidad; además, sobre sistemas agrícolas de riego y agricultura tradicional en zonas áridas, principalmente dentro del territorio nacional y la región latinoamericana. Esto permitió identificar las características del desarrollo agrícola en México y, en tal contexto, el de la zona de estudio.

Para realizar una descripción más completa de los agroecosistemas de *tajos*, previo a las salidas de campo se revisó la información disponible sobre las condiciones biofísicas, bioclimáticas y socioeconómicas de región de la Sierra Gorda y con mayor detalle del

municipio de Xichú, con el fin de comprender mejor el contexto geográfico, histórico y sociocultural de la región. Se revisaron también mapas topográficos a escala 1:50 000 con clave f14c36 (Xichú) y f14c37 (Carricillo) de INEGI (INEGI, 1999) así como imágenes satelitales de Google Earth, correspondientes a la zona de estudio, con el objetivo de contar con información sobre las condiciones geográficas y orográficas de la cuenca hidrológica en la que se ubican las comunidades objeto de estudio.

2.2.-Trabajo de campo y recorridos.

El trabajo de campo se realizó entre los meses de agosto del 2011, mes en que se hizo el primer recorrido de reconocimiento, y el mes de abril del 2012, cuando se efectuó la última salida de campo y se concluyeron los muestreos de vegetación en las parcelas.

Para reconocer los agroecosistemas, en primer instancia se realizó un recorrido por las comunidades de la zona de estudio, así como para identificar y ubicar parcelas agrícolas que reunieran las características deseables para realizar los muestreos de vegetación. Durante el recorrido de reconocimiento también se hizo una descripción de los tipos de vegetación presentes en cada comunidad y cada paraje; se realizó un primer acercamiento a la gente de las comunidades y a sus delegados ejidales, con el fin de exponerles el proyecto de investigación, solicitar su permiso para llevarlo a cabo y platicar sobre las actividades a realizar. Además se anotaron observaciones sobre aspectos geográficos, climáticos y socioeconómicos de las comunidades donde se realizó el estudio.

2.3.-Subdivisiones de la zona de estudio.

Para sistematizar la información el área de estudio se subdividió en tres unidades o sub-zonas, tomando como criterio principal los tramos del río Mezquital y Xichú que compartieran características de altitud sobre el nivel del mar, orientación y dirección de escorrentía común. La primera zona corresponde al tramo del río Mezquital en las inmediaciones de la comunidad de Organitos hasta encontrarse con el río Xichú, en la comunidad de Las Adjuntas. Esta zona corresponde a la de mayor elevación con respecto al nivel del mar de las tres, por lo que se considera la zona alta, y se encuentra entre los 1200 y los 1040 m de altitud. La segunda zona de estudio corresponde al tramo del río Xichú desde la comunidad de Las Adjuntas hasta la comunidad de la Noria del Maltrato, en las inmediaciones del “Cañón del Diablo” y la comunidad de Llanetes. El rango de elevación respecto al nivel del mar en esta zona, considerada como intermedia, va de los 1040 m, en la comunidad de Las Adjuntas, a los 880 m, en la comunidad de La Noria donde el río Huamúchil se junta con el río Xichú. La tercera zona, considerada la zona baja, corresponde al tramo del río Xichú en las inmediaciones de la comunidad de La Laja. Ahí el rango altitudinal es de 880 m, donde termina la zona intermedia en la comunidad La Noria, a 820 m en las cercanías del paraje conocido como “El Trompillo”. De tal forma, la zona de estudio quedó dividida en las tres sub-zonas descritas las cuales llamaremos de

aquí en adelante “Organitos” o Zona Alta, “Llanetes” o Zona Baja y “La Laja” o Zona Baja (Ver Figura 1 del ANEXO II).

2.4.-Muestreo y descripción de las parcelas

Para responder las preguntas de investigación que se refieren a la descripción y a la diversidad y estructura vegetal de los agroecosistemas de *tajos* se empleó parcialmente la metodología de muestreo vegetativo utilizada por Moreno-Calles *et al.* (2008, 2010). Se establecieron tres contactos de trabajo en cada comunidad o sub-zona de estudio con productores campesinos que fueran dueños de las parcelas y que practicaran la agricultura activamente en los tajos. Después se procedió a hacer el muestreo y la descripción de las parcelas o “tajos” de cada uno de los tres productores campesinos por comunidad o sub-zona de estudio que reunieran las características deseables para cumplir los objetivos del presente estudio. Las cinco características fundamentales que se establecieron como requisito en las parcelas para ser objeto de muestreo son los siguientes:

- 1.-Que estuvieran ubicados en las vegas fluviales de los ríos y arroyos de la zona de estudio.
- 2.-Que contaran con riego temporal o “medio riego” proveniente del río durante parte del año, mediante canales con presas derivadoras efímeras y acequias.
- 3.-Que fueran producto la construcción de “tajos” en los márgenes de los ríos, abonados con los sedimentos o “lamedal” acarreados por las avenidas del río.
- 4.-Que tuvieran presencia de componentes agrícolas (cultivos), forestales (plantas leñosas nativas/introducidas), y pecuarios (presencia o interacción de animales domésticos en el sistema).
- 5.-Que estuvieran bajo manejo activo por campesinos o familias campesinas tradicionales con el empleo de mecanismos tradicionales y herramientas que no dependen de combustibles fósiles.

Se realizaron muestreos de vegetación en tres parcelas o “tajos” por comunidad o sub-zona de estudio (Organitos/ zona alta, Llanetes/ zona media, La Laja/zona baja), por lo que en total se muestrearon nueve parcelas (*tajos*) a lo largo toda la zona de estudio (Figura 2). La estructura y la composición vegetal de las parcelas fue muestreada por tipo de práctica agroforestal de forma similar al trabajo realizado por Moreno-Calles *et al.*, (2010 y 2012) En cada parcela estudiada se realizaron las siguientes actividades:

1. Delimitación de la parcela tomando como límites por un lado el lindero con el río, que usualmente lo conforma un muro de piedra que en sí es el “tajo”, y por el otro el cercado o el límite con la ladera o con las parcelas colindantes, que usualmente lo marca un cercado de alambre de púas o en el caso de la ladera en ocasiones por pendientes muy pronunciadas.
2. Georreferenciación de un punto estratégico dentro de la parcela, anotando las coordenadas N/O y la altitud sobre el nivel del mar. Para ello se empleó un GPS.
3. Estimación del área de la parcela en metros cuadrados. Para ello se utilizó una función del GPS y se recorrieron los límites de cada parcela.

4. Descripción de las parcelas, poniendo énfasis en profundidad del suelo para estimar su antigüedad relativa, se describió el tipo de vegetación circundante a la parcela con el objetivo de identificar las especies nativas presentes. Se describió el río a la altura de la parcela considerando la presencia o ausencia de agua y de vegetación. Se anotaron las prácticas de manejo agrícola observables a simple vista, como son las herramientas y las formas labranza del suelo, la presencia o ausencia de animales domésticos, los componentes de infraestructura presentes, así como los cultivos presentes y su estado.

5. Censo de los árboles y arbustos mayores a un metro de altura, con el fin de determinar la estructura de la vegetación perenne leñosa (árboles y arbustos) dentro de las parcelas. De los individuos censados en cada parcela se realizó la anotación de su especie, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los individuos con diámetro mayor a 2.5 cm, y se estimó la altura y la cobertura en metros de cada individuo. Además se anotó el estatus de manejo, nombre común y utilidad de cada especie de acuerdo a información brindada por el dueño o productor de la parcela.

6. Colecta y herborización de especímenes botánicos. Se efectuó una colecta de ejemplares botánicos y se registraron sus nombres comunes, los cuales fueron de gran utilidad durante los muestreos.

2.5.-Sitios de referencia

Para conocer cuál es la composición de especies vegetales leñosas en condiciones naturales y para así evaluar la capacidad de los *tajos* para conservar especies vegetales perennes nativas, se seleccionaron tres sitios a lo largo del río, uno por cada tramo o subdivisión de la zona de estudio, que se consideraran “conservados” por presentar pocos signos de alteración por parte de las actividades agrícolas o de aprovechamiento. El sitio #1 “Organitos” se encuentra a 1195 msnm con coordenadas 21°21’21’’ N y 100°04’21’’ O en donde se juntan el río Mezquital con el río del Tanque. El sitio #2 se encuentra un paraje cercano a la comunidad de Llanetes conocido como “Columpio del Diablo” a 990 msnm con coordenadas 21°20’58’’ N y 99°59’29’’ O. El sitio #3, ubicado en el paraje conocido como “El Trompillo” al norte de la comunidad de La Laja se encuentra a 813 msnm a los 21°25’27’’ N, 99°56’02’’ O. La Figura 2 muestra la ubicación de los sitios de referencia.

En cada sitio se estableció un punto de referencia y a una distancia no mayor de 100 m de éste se recopiló información sobre sus características generales, se estudió la riqueza de especies vegetales así como la abundancia y las dimensiones de los individuos de árboles y arbustos presentes.

2.6.-Entrevistas a profundidad.

Con el fin de ampliar la descripción de los *tajos* y analizar la importancia económica de estos agroecosistemas para las familias campesinas que los manejan, se hicieron entrevistas

a profundidad y semi-estructuradas de carácter predominantemente cualitativo a los nueve productores manejadores de las parcelas estudiadas empleando la metodología seguida por García-Moya (2007). Mientras la entrevista cualitativa busca que los entrevistados expresen sus pensamientos, sus deseos y el mismo inconsciente (Vela, 2004), Taylor y Bogdan (1987) proponen que la entrevista a profundidad busca una conversación entre iguales, y no un intercambio formal de preguntas y respuestas. Cada entrevista fue grabada con ayuda de equipo de audiograbado digital y posteriormente transcrita a documentos de texto, la grabación digital ayudó para una transcripción de mayor fidelidad. La entrevista a profundidad tuvo como finalidad captar el discurso campesino alrededor de la agricultura de tajos, expresado en la cosmovisión, en el conjunto de saberes y en el conjunto de prácticas que expresan en la actividad agrícola local. La entrevista sirvió además como herramienta para completar y complementar la información sobre cada parcela que fue muestreada previamente. La entrevista busca responder a las preguntas de investigación sobre ¿Cómo son? ¿Cuál es su diversidad vegetal? ¿Cuál es la importancia para la economía familiar campesina que los maneja? y ¿Cuáles son las perspectivas futuras de estos agroecosistemas?, poniendo énfasis en los siguientes aspectos de la agricultura de “tajos”:

- Las prácticas, el manejo y los conocimientos tradicionales campesinos que hay sobre la agricultura de “tajos”, incluyendo la construcción, el mantenimiento y el manejo agua y suelo de los tajos.
- Las variedades, la temporalidad y los ciclos de los distintos cultivos que se manejan.
- El uso y el tipo de manejo que se da a las especies vegetales presentes en las parcelas, haciendo énfasis en especies leñosas perennes (árboles y arbustos).
- Indicadores y percepción campesina de la sustentabilidad, la resiliencia productiva y la rentabilidad económica de los sistemas agrícolas de “tajos”.
- Actividades productivas y económicas complementarias a la agricultura la proporción relativa de su aportación para la economía familiar campesina local.
- Las perspectivas locales y los posibles escenarios futuros de la agricultura de “tajos” en la comunidad y en la región.

Con la información cualitativa obtenida a través de la entrevista a profundidad, en forma de discurso oral de los campesinos productores que participaron en el estudio, se establecieron indicadores cualitativos de producción y sustentabilidad para analizarlos parcialmente a través del marco metodológico MESMIS propuesto por el equipo de Maserá *et al.* (2000) y Astier *et al.* (2008), siguiendo la metodología que empleó García-Moya (2007) en municipios vecinos de la Sierra Gorda Guanajuatense. Se elaboraron ocho indicadores cualitativos de autosuficiencia que fueron representados en gráficas de variables múltiples (AMIBA) que ilustran la condición de sustentabilidad productiva y de

rentabilidad general de los “tajos” estudiados. Los indicadores de autosuficiencia de maíz y de frijol fueron elaborados a partir del porcentaje de satisfacción de la demanda anual de estos productos que hay por unidad familiar como resultado de la autoproducción. Los indicadores de diversidad de cultivos secundarios y de árboles frutales expresa un resultado cualitativo del porcentaje aproximado de satisfacción respecto a la demanda familiar que hay de estos productos, que no sean maíz ni frijol, producidos en los tajos. Un último indicador se refiere al porcentaje de dependencia general de la agricultura de tajos para el mantenimiento de la economía familiar que expresaron los campesinos en una pregunta sobre el tema durante la entrevista.

2.7.-Entrevistas informales

Además de la entrevista a profundidad semi-estructurada, para ampliar el conocimiento general de los tajos en torno a las preguntas de investigación que fueron planteadas, se realizaron entrevistas informales. Algunos de los entrevistados fueron los comisariados ejidales de las comunidades de Organitos, de Llanetes y de La Laja, los cuales dieron a conocer información sobre el número de habitantes, número familias por comunidad, así como los servicios de educación, régimen de tenencia de la tierra y organización comunitaria. También se llevaron a cabo entrevistas informales con otros informantes clave de cada comunidad, lo que permitió ampliar aún más la información sobre la comunidad, las actividades agropecuarias ahí desarrolladas así como sobre el uso y manejo de algunas especies vegetales.

2.8.-Cálculos de cobertura, curvas de rarefacción y revisión de nombres científicos de las especies vegetales.

El porcentaje de cobertura vegetal respecto al área total de las parcelas se calculó siguiendo la metodología empleada por Moreno-Calles *et al.* (2010, 2012). Se calculó por medio de polígonos (rectangulares, circulares y triangulares) la superficie ocupada por vegetación perenne por cada tipo de práctica agroforestal para luego calcular el porcentaje total de cobertura vegetal respecto al área total (calculada con GPS) de cada parcela.

Siguiendo el método de rarefacción propuesto por Gotelli y Colwell (2001), utilizando el software EcoSim700 (Gotelli y Enstminger, 2000) se elaboraron dos gráficas que muestran las curvas de rarefacción para las especies con el objetivo de conocer la riqueza esperada de especies vegetales perennes dentro de cada parcela, así como por cada comunidad de la zona de estudio, y poder comparar dicha riqueza entre los sitios. Una gráfica muestra las curvas de rarefacción analizando los datos obtenidos por comunidad y otra corresponde a las curvas obtenidas con los datos de cada parcela de forma individual. Las curvas de rarefacción se elaboraron con intervalos de confianza del 95% siguiendo el modelo basado en el muestreo de individuos. Se dejó correr el programa 1000 veces con niveles de abundancia del 0 al 55 en múltiplos de 5.

Los nombres científicos de algunas especies vegetales fueron obtenidos mediante la revisión de sus nombres comunes en el “Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas” (Martínez, 1979). También fueron revisados los listados florísticos de Vegetación de México (Rzedowski *et al.*, 1988) y los fascículos de flora del Bajío y regiones adyacentes del grupo de Rzedowski *et al.*, (1996). La ortografía correcta de los nombres científicos de las especies vegetales que fueron muestreadas y colectadas, así como de aquellas especies que se mencionan en el texto, fue revisada en la página de The International Plant Names Index (IPNI, 2012).

V.- RESULTADOS

1.-Caracterización de los agroecosistemas de Tajos del río Mezquital-Xichú

1.1- Las parcelas y sus productores: sustento y motivo del trabajo.

Como se mencionó en la sección de Métodos, se analizó un total de nueve parcelas agrícolas de “tajos”. Cada parcela corresponde a su vez a un dueño distinto, el cual en todos los casos estudiados es también el productor y el encargado de tomar las decisiones de manejo. El orden en que son enumeradas y descritas las parcelas a continuación es de la de mayor a menor altitud a lo largo del tramo del río Mezquital-Xichú estudiado.

Algo que fue directamente descubierto es que cada parcela o tramo del cauce del río que fue transformado para la agricultura cuenta con un nombre propio, que generalmente hace alusión a alguna característica particular de ésta. Otro hecho relevante es que en todos los casos fueron hombres los dueños y tomadores de decisiones en los tajos muestreados, todos ellos adultos o adultos mayores. El tamaño de las parcelas que fueron muestreadas es variable, así como su forma, su orientación geográfica y su estructura vegetal. De todas las que fueron estudiadas, solamente una resultó no tener colindancia directa con el río. Las particularidades que pueden observarse en cada parcela se describen a continuación. En la descripción individual se omite intencionalmente la información detallada sobre el manejo agrícola, la información de riqueza y abundancia de especies vegetales, sobre la importancia económica relativa para las familias campesinas, así como sus proyecciones y perspectivas a futuro. Estos temas son desarrollados más adelante en apartados especiales. La Tabla 2 hace una comparación de algunas de las principales características de las parcelas estudiadas.

1.1.1.-Parcela # 1 “Los Pitayos”.

El “*tajo*” o parcela llamada “Los Pitayos”, propiedad de Celso Antonio González Benavides de 58 años de edad (Ver Foto #2 del ANEXO II), se ubica en la comunidad de Organitos a 1127 m de altitud. Sus coordenadas son 21°21'57.50" N y 100°03'43.00" O, de acuerdo al punto georreferenciado en la esquina noroeste de la parcela (Figura 3). Tiene

un área de 15,710 m² (1.57 ha), dividido en cuatro niveles distintos que corresponden a un distinto “tajo” o muro cada uno. Los muros de piedra que sostienen el suelo cultivable, ubicados en la colindancia con el río, son en su parte más alta mayores a 2.8 m. Al noreste tiene una colindancia de aproximadamente 300 m con el río, que a esa altura es conocido como río Mezquital o en ocasiones río Organitos. Al suroeste tiene una colindancia con la ladera de aproximadamente 140 m y con una parcela vecina comparte del lado sur 70 m de lindero. El tipo de tenencia de la tierra es ejidal y cuenta con título de propiedad del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (Procede). La parcela se encuentra cercana a la vivienda de Don Celso González y su familia extendida, estando ésta ubicada a unos 50 m al suroeste de la misma.

La antigüedad de manejo agrícola en “Los Pitayos” es de varias generaciones atrás y se ha pasado de generación en generación por medio de herencia familiar. Atraviesan esta parcela tres canales o “acequias” que corren a distintos niveles, dos de las cuales son las que posibilitan el riego temporal de los cultivos. De acuerdo con Don Celso, la disponibilidad del agua en el río a esa altura es variable a lo largo del año, pero dura más de la mitad de éste. La mayoría de los años es posible lograr hasta dos cosechas de maíz en esta parcela. Si bien en la actualidad el cultivo de maíz y frijol son los de mayor importancia y a los que se asigna la mayor extensión de cultivo, Don Celso menciona al respecto que hace veinte años atrás eran dedicadas esas tierras casi de forma exclusiva al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la elaboración local de piloncillo. También comenta que en algún momento fue importante la siembra de jitomate para su venta.

Las áreas destinadas a la labranza predominan en el agroecosistema, ocupando la mayor extensión de éste, pero también es importante la extensión cubierta por vegetación leñosa perenne. La vegetación leñosa se ubica principalmente en las orillas de la parcela, habiendo mayor abundancia de ella en la que colinda con la ladera y con el río, los árboles aislados o ubicados en el centro del área de cultivo son escasos. En los muros que dividen la parcela en distintos niveles también son abundantes los árboles y arbustos.

El maíz y el frijol en la asociación conocida como milpa son los principales cultivos de este *tajo*. De maíz se siembran las variedades criollas conocidas localmente como maíz blanco, maíz “garambullo” y maíz colorado; además, en años recientes se han sembrado variedades híbridas denominadas maíz “mejorado”, cuya semilla tienen que comprar nuevamente cada ciclo agrícola. De frijol se siembra principalmente el “negro enredador” y en ocasiones también el “cinco de mayo”, como los conocen localmente. Otros cultivos que suelen sembrarse pero que son de menor importancia son la avena, el garbanzo, la calabaza y distintas variedades de chile. Algunas plantas herbáceas arvenses que crecen de forma espontánea en la parcelas, como es el caso del quelite (*Amaranthus hybridus*), son también aprovechadas para el consumo humano.

Tabla 2: Comparación de algunas de las principales características de las parcelas estudiadas.

No. de parcela	Nombre del dueño/ productor	Edad dueño/productor	Nombre de la parcela	Comunidad	Zona	ASNM	Superficie	Forma	Abundancia de árboles frutales	Abundancia de árboles nativos	Meses con agua en el río
#1	Celso González	58	Los Pitayos	Organitos	Alta	1127m	15 710m2	Irregular	Muy abundantes	Muy abundantes	8-9 meses
#2	Flaviano González	36	Las Cañas	Organitos	Alta	1075m	3 600m2	Irregular	Poco abundantes	Poco abundantes	7-8 meses
#3	Jacinto Vásquez	74	Boca del Arroyo del Aguaje	Organitos	Alta	1055m	3 162m2	Elíptica	Muy abundantes	Abundantes	8-9 meses
#4	Leonardo Ramírez	49	La Virgencita	Las Ajuntas	Media	978m	3 156m2	Elíptica	Poco abundantes	Muy abundantes	5-7 meses
#5	Audencio Enríquez	48	La Vieja	Llanetes	Media	931m	10 890m2	Irregular	Poco abundantes	Muy abundantes	5-7 meses
#6	Antonio Calixtro	aprox. 50	El Tajo de la Casa	Llanetes	Media	910m	17 000m2	Rectangular	Abundantes	Poco abundantes	5-7 meses
#7	Abundio Nieto	57	El Perfume	La Laja	Baja	845m	32 240m2	Irregular	Poco abundantes	Poco abundantes	3-4 meses
#8	Abel Sánchez	46	El Chilar	La Laja	Baja	826m	16 700m2	Rectangular	Poco abundantes	Abundantes	3-4 meses
#9	Juan Olvera	80	El Coyote	La Laja	Baja	804m	7 500m2	Triangular	Poco abundantes	Abundantes	2-3 meses

En el *tajo* de “Los Pitayos” son abundantes los árboles frutales inducidos, como son el aguacate (*Persea americana*) y el mango (*Mangifera indica*), principalmente, además de cítricos (*Citrus* sp.), guayabos (*Psidium guajava*), nogales (*Carya illinoensis*), y plátano (*Musa paradisiaca*) de una variedad conocida localmente como plátano “jamaico”, entre otros. También existen en esta parcela algunos individuos de plantas de café (*Coffea arabica*) y se siembran unos pequeños setos de carrizo (*Arundo donax*) y de caña de azúcar. Los árboles más comunes que son tolerados dentro de esta parcela son el árbol del paraíso (*Melia azedarach*), que a pesar de no ser nativo se establece de manera espontánea, y el palo blanco (*Celtis* sp.). Algunos otros, como el “capulín” (*Sideroxylon palmeri*) y el álamo (*Platanus mexicana*) están presentes pero son más escasos. Arbustos nativos como el granjeno amarillo (*Celtis pallida*), chicharroncillo (*Croton* sp.), viuda (*Morkillia mexicana*), y garabatillo (*Mimosa* sp.) son también abundantes en la parcela. Entre las cactáceas que son toleradas e incluso protegidas, pero aún así poco abundantes, dentro del *tajo* de “Los Pitayos” podemos citar el pitayo (*Stenocereus pruinosus*), el órgano (*Isolatocereus dumortieri*) y el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), los cuales son importantes por el aprovechamiento de sus frutos con fines comestibles.

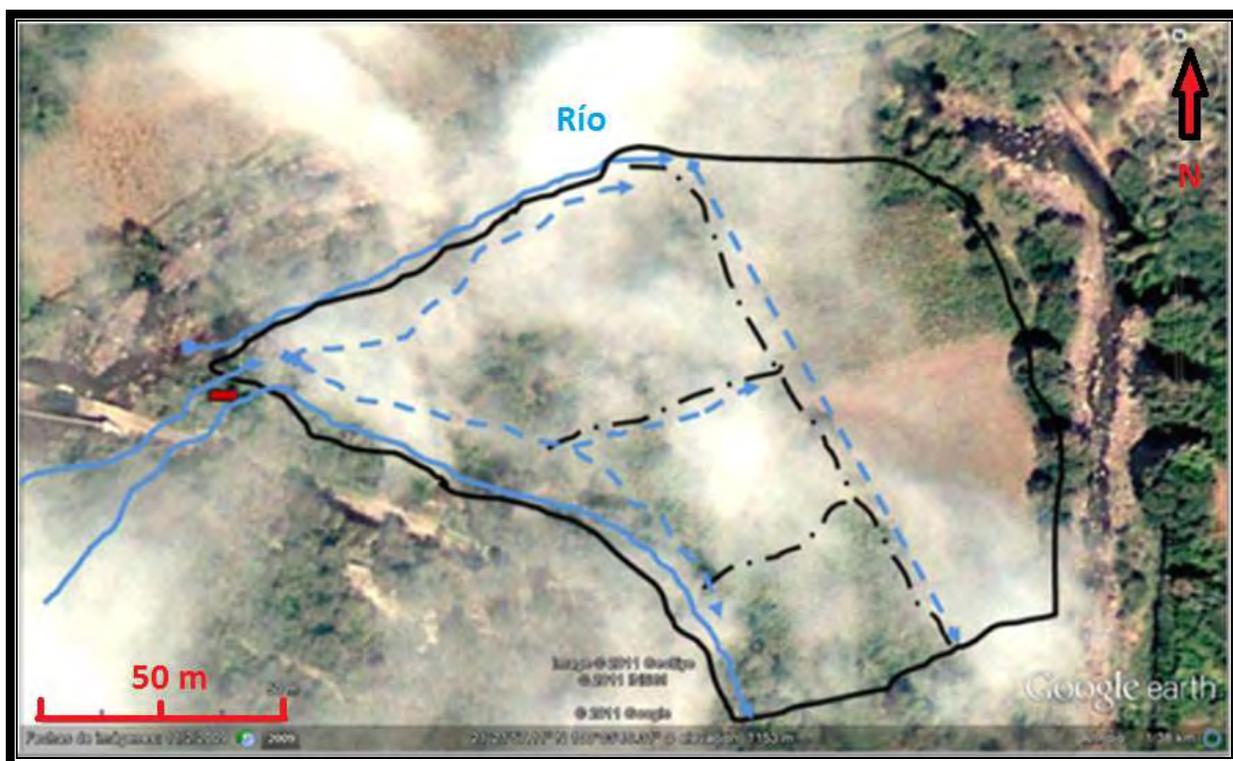


Figura 3: Localización de la parcela “Los Pitayos”, propiedad de Celso A. González, en la comunidad de Organitos (zona alta) a 1127 msnm y con una superficie de 15 710 m². En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “*tajos*” de piedra, en rojo se muestra el acceso a la parcela.

Algunas mulas, que son utilizadas para tirar del arado en tiempos de siembra y barbecho, suelen permanecer amarradas dentro de la parcela para que se alimenten del rastrojo y de las hierbas arvenses del sistema. En la colindancia con la ladera hay a su vez un pequeño corral con unas pocas cabras y en la vivienda de Don Celso hay también gallinas y conejos que se alimentan de los productos de la parcela y que a veces rondan libres en ella.

1.1.2.-Parcela #2 “Las Cañas”.

La parcela llamada “Las Cañas” (Figura 4), ubicada en la comunidad de Organitos, es propiedad de Flaviano González Lara de 36 años de edad. Su altitud es de 1075 m y las coordenadas corresponden a 21°21'32.73" N y 100°03'11.21" O, tomando como referencia el centro de la parcela. El área de la misma es de 3,600 m² (0.36 ha) y se encuentra dividida a la mitad por un cerco de malla metálica. Hacia el norte colinda aproximadamente 80 m con el río Mezquital, donde un alto muro de piedra reforzado con cemento, que supera en su parte más alta los cuatro metros, lo protege de las crecientes del río que golpean ese sitio con fuerza. Hacia el sur tiene un lindero de poco más de 100 m con la ladera y tanto del lado oriente como del lado poniente tiene una pequeña colindancia con otras parcelas agrícolas que no superan los 40 m. Se abastece de agua para el riego de los cultivos de un canal que recorre alrededor de 200 m antes de ingresar a los terrenos agrícolas. Su régimen de propiedad corresponde a terrenos ejidales que cuentan con su respectivo título expedido por el Procede. De acuerdo con Flaviano González, este “*tajo*” o parcela tiene el nombre de “Las Cañas” debido al hecho de que anteriormente se sembraba en él casi exclusivamente caña de azúcar, la cual tenía muy buen rendimiento. Flaviano no se dedica exclusivamente a la agricultura, sino que ésta es más bien una actividad complementaria a su trabajo asalariado que desempeña en la cabecera municipal de Xichú.

La cerca que divide esta parcela agrícola tiene la función de asignar la mitad al cultivo de pasto para su aprovechamiento por un pequeño rebaño de ovejas, mientras que la otra mitad está dedicada al cultivo agrícola, principalmente de milpa. El cultivo de maíz y de frijol es el principal producto obtenido de esta parcela, donde se siembran variedades de maíz blanco “criollo” y en ocasiones maíz híbrido o “mejorado”, el frijol “negro enredador” es la única variedad de este cultivo que se siembra. Algunos años también se siembra garbanzo y en ocasiones avena para usarlo como forraje para las ovejas.

Además de ser relativamente pequeño este *tajo* tiene pocos individuos de especies vegetales leñosas perennes de alto porte. Únicamente hay un individuo de árbol del paraíso (*Melia azedarach*) de tamaño considerable, unos pocos huizaches (*Acacia farnesiana*) que superan los 3 m de altura, otras plantas leñosas que se encuentran en su mayoría sobre la empinada ladera con la que colinda hacia el sur, así como algunos arbustos pequeños que se encuentran sobre el muro de piedra que colinda con el río. Los únicos árboles frutales son algunos plátanos en una esquina de la colindancia y unos árboles de guayaba que pertenecen al terreno vecino pero que forman la colindancia con éste.

Cabe señalar que del lado oriental de la parcela se ubica un pequeño espacio en el que se encuentra en proceso la construcción de un “tajo” o área de cultivo nueva. Este pedazo de *tajo* en construcción también es propiedad de Flaviano González y la piensa dedicar al cultivo de maíz. En el momento en que fue visitada esa parcela, el futuro espacio de cultivo tenía aproximadamente tres años de haber empezado a ser construido.

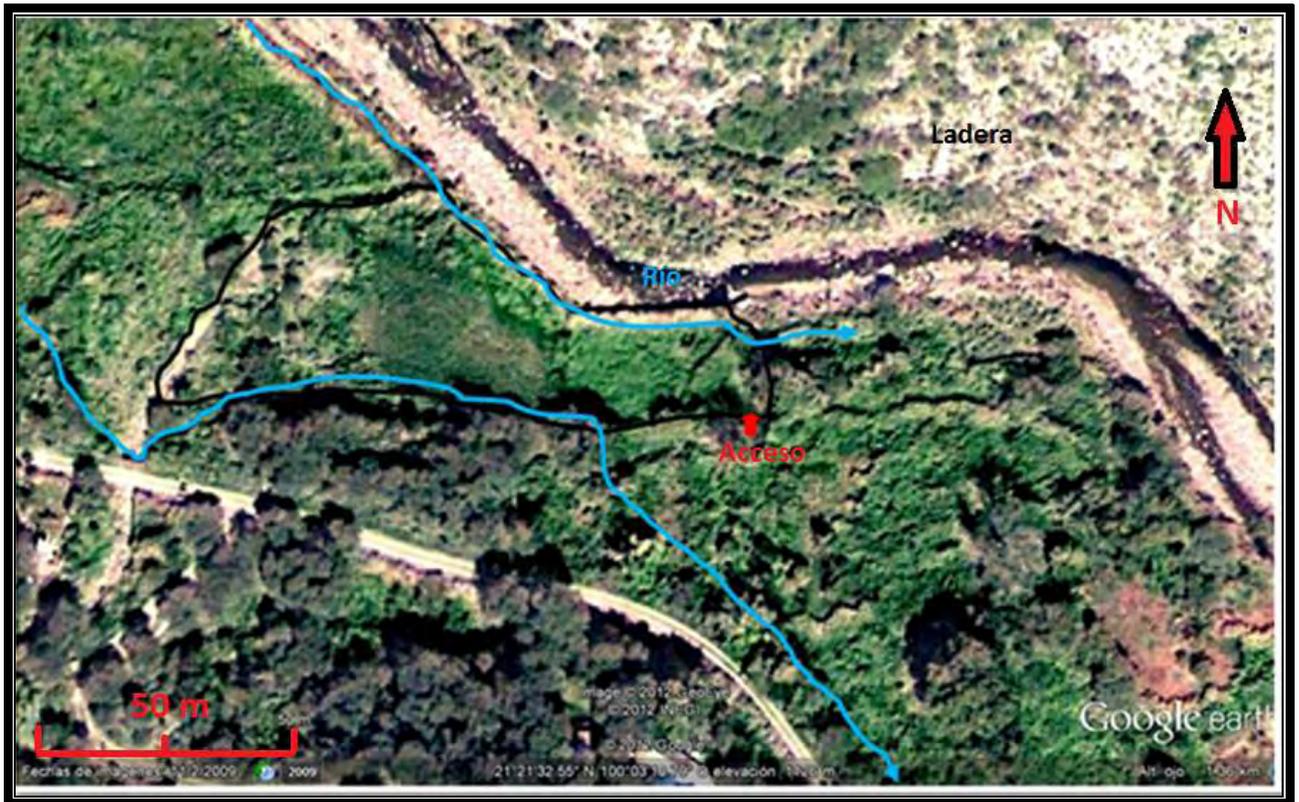


Figura 4: Diagrama de la parcela de “Las Cañas”, en la comunidad de Organitos (zona alta) propiedad de Flaviano González. Se ubica a los 1075 msnm y cuenta con 3 600 m². En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “tajos” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

1.1.3.-Parcela #3 “Boca del Arroyo del Aguaje”.

La parcela llamada “Boca del Arroyo de Aguaje” (Figura 5), propiedad de Jacinto Vázquez (Ver Foto #3 del ANEXO II), de 74 años de edad, pertenece a la comunidad de Organitos. Se ubica a una altitud de 1055 m y sus coordenadas son 21°21’09.9’’ N y 100°02’12.2’’ O. Con un área de 3,162 m² (0.31 ha), colinda con 160 m hacia el sur con el río Mezquital y 100 m con la ladera hacia el norte. El muro de piedra o “tajo” que sostiene el suelo con vocación agrícola tiene una altura que varía entre 1.5 m y 3 m. Hay un “tajo” que se encuentra a la mitad de la parcela y que prácticamente se encuentra enterrado en los sedimentos acumulados. Un canal que recorre 300 m antes de entrar a la parcela es el que se utiliza para irrigar los cultivos con agua del río.

Don Jacinto empezó la construcción de esa parcela a comienzos de la década de los 60's del siglo XX. Las tierras agrícolas que había antes en ese sitio fueron destruidas en un evento extremo de precipitación en el año de 1955. La vivienda de Don Jacinto se encuentra junto a la parcela, en la esquina nordeste. La parcela es propiedad ejidal y cuenta con título de propiedad del Procede. Se llama "Boca del Arroyo del Aguaje" por la razón de estar ubicada donde se unen el río Mezquital y un pequeño arroyo que es llamado "El Aguaje" por tener un pequeño manantial. Por su cercanía a la vivienda, este tajo tiene características similares a las de un huerto familiar grande.

El maíz blanco "criollo", así como los frijoles "negro" y "bayo" son los principales cultivos. Además hay pequeñas áreas cultivadas con camote (*Ipomoea batatas*), alfalfa (*Medicago sativa*), y caña de azúcar. También se realiza la siembra eventual de garbanzo (*Cicer arietinum*), jitomate (*Solanum lycopersicum*) y chile (*Capsicum annuum*). Los árboles frutales son abundantes en esta parcela, donde igualmente destacan los aguacates y los mangos por su tamaño e importancia comercial, además de diversas especies de cítricos (*Citrus* spp.), dos variedades de nogal (*C. illinoensis*), higos (*Ficus carica*), duraznos (*Prunus persica*), papaya (*Carica papaya*), plátano "jamaico" y guayabos (*Psidium guavava*), entre otros. También hay en la parcela algunos individuos de maguey "manso" (*Agave* sp.), que utilizan para extraer aguamiel, de nopales (*Opuntia* sp.), para verdura. Entre las especies vegetales leñosas nativas presentes y que son abundantes en esta parcela encontramos palo arco (*Lysiloma acapulcensis*), granjeno amarillo y trompillo (*Cordia boissieri*), entre otras. Unos pocos individuos de pitayos y de órganos también están presentes. Solamente un burro que permanece amarrado y algunas gallinas que merodeaban libres fueron los únicos animales domésticos encontrados en la parcela durante su muestreo.

1.1.4.-Parcela #4 "La Virgencita"

La parcela llamada "La Virgencita" (Figura 6), propiedad de Leonardo Ramírez de 49 años de edad, corresponde a la comunidad de Las Adjuntas y se halla en la parte media de la zona de estudio en el cañón conocido como "Barranco del Diablo", en un paraje conocido como "el columpio del diablo". Su altitud es de 978 m y sus coordenadas son 21°20'40.45'' N y 100°00'08.35'' O. Tiene una superficie de 3,156 m² (0.31 ha). Se conforma por un largo y estrecho tajo que corre paralelo entre el río Xichú y la empinada barranca. Su longitud es de aproximadamente 160 m y en pocos puntos supera la tierra cultivable los 20 m de ancho. Del lado norte-noroeste, a lo largo de la colindancia con el río, se sostiene por un muro de piedra que oscila entre 1.5 y los 3 m. Del lado sureste, entre la tierra de cultivo y la empinada barranca, hay una franja estrecha y muy tupida de árboles y arbustos nativos. Se abastece de agua de riego con una acequia que supera los 200 m de longitud. Tiene documentos ejidales de Procede. Se llama "la virgencita" porque en un peñasco cercano hay un altar con una imagen religiosa.



Figura 5: Diagrama de la parcela de “Boca del Arroyo del Aguaje”, propiedad de Jacinto Vázquez, en la comunidad de Organitos (zona alta). Está a 1055 msnm y tiene 3 162 m² de superficie. En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “tajos” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

En esta parcela el total de su área de cultivo se utiliza para la siembra de maíz y frijol, con ocasional rotación de garbanzo. Cabe hacer notar que son casi inexistentes los árboles frutales inducidos, a excepción de un ciruelo (*Spondias mombin*) y un zapote blanco (*Casimiroa edulis*) en estadio juvenil. En la colindancia con la barranca y en la esquina noreste hay unos individuos de mezquite que superan los 25 m de altura. Don Leonardo, quien además de ser agricultor es médico tradicional, comenta que en gesto de solidaridad presta más de la mitad de la parcela a un hermano para que él la siembre.



Figura 6. Diagrama de la parcela de “La Virgencita”, propiedad de Leonardo Ramírez, en la comunidad de Las Adjuntas (zona media). Se ubica a 978 msnm y tiene una superficie de 3 156 m². En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “tajos” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

1.1.5.-Parcela #5 “La Vieja”.

La parcela de “La Vieja” (Figura 7), propiedad de Audencio Enríquez Romero de 48 años de edad, corresponde a la comunidad de Llanetes y se ubica pocos kilómetros al este del paraje del “columpio de diablo”. Su altitud es de 931 m y sus coordenadas son 21°20′52.40″ N y 99°58′53.90″ O. Su superficie es de 10,890 m² (1.08 ha). Se conforma por dos *tajos* principales en forma semicircular que son de tamaño semejante. Los muros de los *tajos* tienen en promedio unos dos metros de altura. Al noroeste colinda con la ladera unos 200 m, al sur unos 50 m con el río Xichú y al sureste otros 200 m con una parcela vecina, propiedad del hermano de Don Audencio. Audencio lleva 35 años trabajando esa misma parcela y ya cuenta con papeles ejidales del Procede. Se suerte de agua del río con una acequia de unos 400 m de longitud que comparte con la parcela vecina.

El maíz, el frijol y el garbanzo son los principales cultivos de esta parcela. Sobre los muros del *tajo* hay plantados varios individuos de árboles cítricos, además de un ciruelo de tamaño considerable. En la esquina noreste hay varios árboles grandes, entre ellos huamúchiles y mezquites. En el resto de la colindancia con la ladera hay una estrecha franja de árboles nativos, otros dos individuos de ciruelo y algunos pitayos grandes.



Figura 7: Diagrama de la parcela de “La Vieja”, propiedad de Audencio Enríquez, en la comunidad de Llanetes (zona media). Se ubica a 931 msnm y cuenta con una superficie de 10 089 m². En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “tajos” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

1.1.6.-Parcela #6 “El Tajo de la Casa”.

La parcela del “Tajo de la Casa” (Figura 8) se ubica en Llanetes, cercana al núcleo comunitario. Su propietario es Antonio Calixto Flores de 50 años de edad. Su altitud es de 910 m y sus coordenadas son 21°21' 02.22" N y 99°57'47.86" O. Su área es de 17,000 m² (1.7 ha). Se compone de dos tajos principales de unos 250 m que corren de este a oeste y que dividen la parcela a lo largo. De ancho tiene en promedio 50 m. Al norte colinda con el río Xichú y al sur con otra parcela vecina que se encuentra más elevada. Esta parcela corresponde al ejido de Llanetes y no cuenta con títulos de propiedad del Procede.

Cuando fue visitada esta parcela, la mitad de su área de cultivo estaba cultivada con guajes (*Lagenaria siceraria*), había algunos surcos sembrados con chile y algunos pequeños espacios sembrados con maíz y otros con cempasúchil (*Tagetes erecta*). El resto de la parcela se hallaba en descanso. Sobre el tajo que divide la parcela hay árboles frutales como mangos, guayabas, ciruelos y cítricos. En la colindancia sur hay una franja densamente poblada de arbustos nativos, principalmente candela (*Montanoa* sp.), y algunos mezquites grandes. La orilla expuesta al río presenta la destrucción total de unos 80 m del muro de piedra que sostiene la parcela, debido a fuertes crecientes ocurridas en el año del 2006. Lo que queda del muro se encuentra en promedio 1.5 m por arriba del lecho del río.

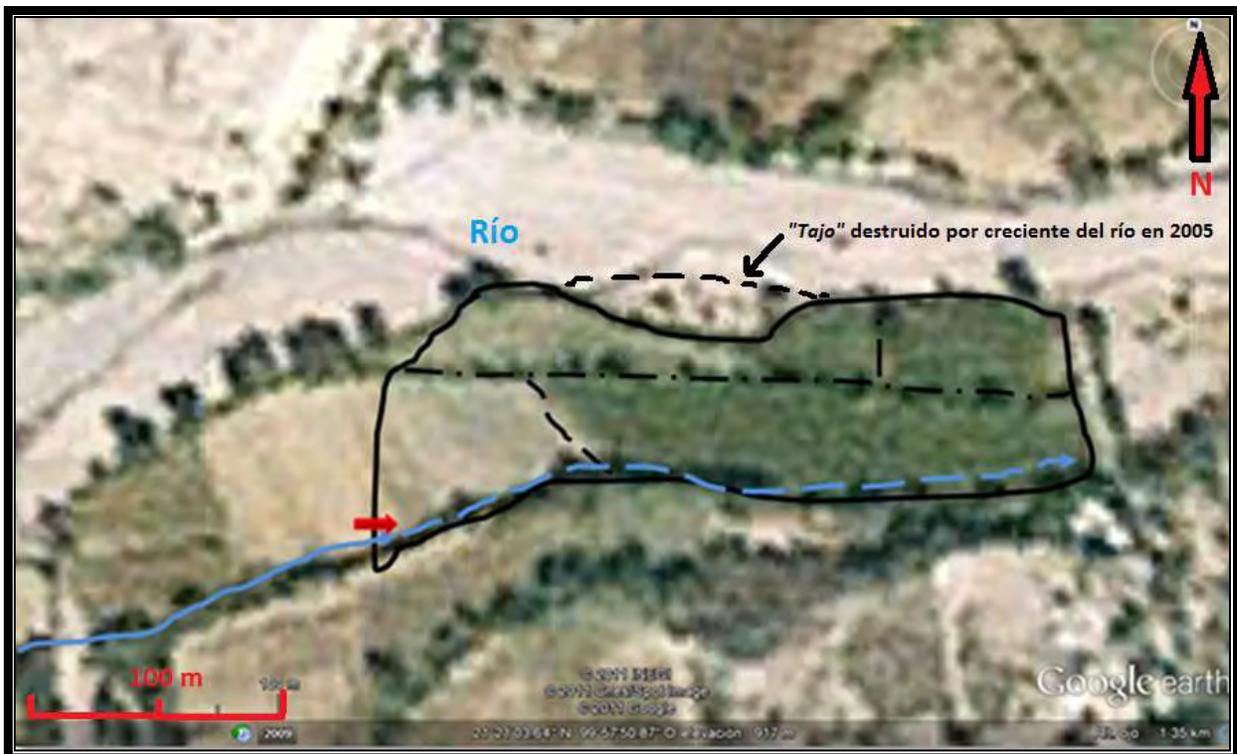


Figura 8: Diagrama de la parcela “El Tajo de la Casa”, propiedad de Antonio Calixtro, en la comunidad de Llanetes (zona media). Se ubica a 910 msnm y tiene una superficie de 17 000 m². Se indica con una flecha una parte del *tajo* que fue destruido por la creciento del río en el año 2005. En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “*tajos*” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

1.1.7.-Parcela #7 “El Perfume”

La parcela “El Perfume” (Figura 9) corresponde a la comunidad de La Laja y es propiedad de Abundio Nieto García de 57 años de edad. Su altitud es de 845 m y sus coordenadas son 21° 22' 51.60" N y 99° 56' 12.10" O. Con más de 300 m de largo y alrededor de 100 m de ancho, su superficie es de 32,240 m² (3.22 ha). Hacia el norte y el este colinda con el río Xichú, a esa altura también conocido en ocasiones como el río “la Laja” o río “huamúchil”. El río se encuentra a esa altura la mayor parte del año seco. Al sur colinda con una parcela vecina, y al oeste con la ladera. La altura de esta parcela sobre el nivel del lecho del río es poca y no cuenta con muro de piedra del lado del río. Ese espacio lleva alrededor de 20 años siendo cultivado y se encuentra muy vulnerable a las fuertes crecientes del río. Es propiedad ejidal que no cuenta con títulos de propiedad del Procede.

El cultivo de maíz y frijol es el más importante, pero contaba en su momento con algunos surcos sembrados con cacahuete (*Arachis hypogaea*) y en ocasiones sandía, melón, pepino, jitomate y otras verduras, cuando la abundancia de agua lo permite. Los árboles son muy escasos en esta parcela, siendo el único árbol notable un huamúchil que supera los 30 m de alto y que tiene un fuste mayor a los 2.5 m de diámetro que se ubica en la orilla del

rió. Este árbol es llamado “perfume”, y da su nombre a la parcela. Hay también algunos pocos árboles en estadio juvenil de mezquite y huizache, establecidos en un área pedregosa donde no se siembra, que serán removidos pronto para preparar la tierra para el cultivo. Un ciruelo y unos pocos pitayos son los únicos árboles frutales dentro de esta parcela.

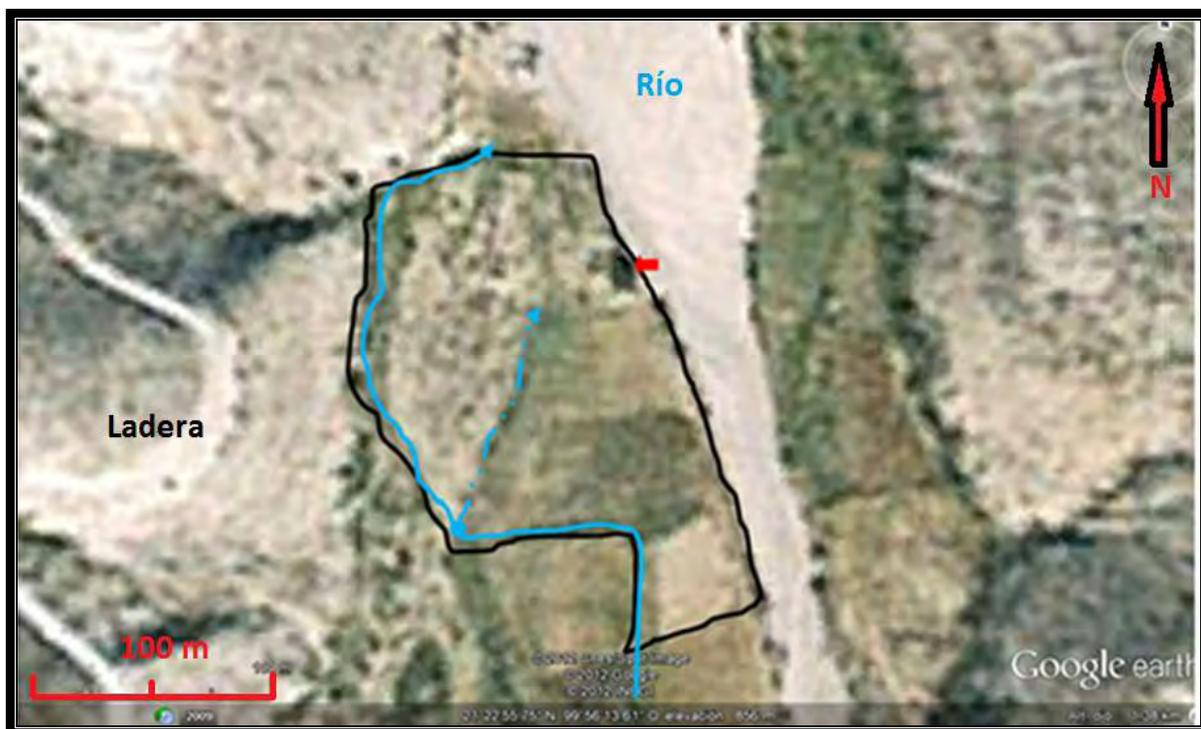


Figura 9: Diagrama de la parcela “El Perfume”, propiedad de Abundio Nieto, en la comunidad de la Laja (zona baja). Se ubica a 845 msnm y tiene una superficie de 32 240 m². En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “tajos” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

1.1.8.-Parcela #8 “El Chilar”

La parcela de “El Chilar” (Figura 10), propiedad de Abel Sánchez Romero de 46 años de edad, se ubica en la comunidad de La Laja a 826 m. Sus coordenadas son 21°23'56.87" N 99°56'11.73" O. (Ver Foto #7 del ANEXO II), Tiene una superficie de 16,700 m² (1.67 ha). A diferencia de todas las demás parcelas que fueron muestreadas, la parcela de “el chilar” no tiene colindancia directa con el río. Hacia el lado norte y oeste colinda con la ladera, hacia el este y el sur con otras parcelas vecinas. De norte a sur tiene una longitud mayor a los 200 m y de este a oeste mide alrededor de 60 m en promedio. Del lado inferior (colindancia oriental) tiene un muro de piedra que supera los 2 m. La acequia con la que se surte de agua la comparte con otras ocho parcelas vecinas. Es terreno ejidal con título de propiedad expedido por el Procede. Se llama “el chilar” porque de acuerdo a don Abel ahí antes se sembraba mucho chile serrano para la venta.

En el momento en que fue visitada la parcela la tierra de cultivo se hallaba en descanso, pero platica don Abel que ahí siembra con regularidad maíz de tres variedades “criollas” distintas, frijol “negro” y “bayo”, así como ocasionalmente garbanzo, chile y otras legumbres. Conserva en su lindero del lado sur algunos ejemplares grandes de árbol de huamúchil. En la colindancia con la ladera abundan los huamúchiles, los mezquites, los pitayos y otros arbustos nativos, además de haber una pequeña huerta de pitayos en su extremo norte. Sobre el muro de piedra hay dos ciruelos grandes.



Figura 10: Diagrama de la parcela “El Chilar”, propiedad de Abel Sánchez, en la comunidad de la Laja (zona baja). Se ubica a 826 msnm y tiene una superficie de 16 700 m². En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “tajos” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

1.1.9.-Parcela #9 “El Coyote”.

La parcela de “El Coyote” (Figura 11) se ubica en la comunidad de La Laja muy cerca a un paraje conocido como “el trompillo”. Pertenece a don Juan Olvera Benavídez, quien es mayor a 80 años de edad. (Ver Foto #6 del ANEXO II), La altitud de esta parcela es de 804 m y sus coordenadas son 21°24'50.00" N y 99°55'57.83" O. Su superficie es de 7,500 m² (.75 ha) y consta de un solo *tajo* de forma triangular. Al este y al sur colinda unos 170 m con el río Xichú, al oeste unos 150 m con la ladera y al norte unos 60 m con una parcela vecina. La colindancia con el río está marcada por un muro de piedra que supera los 2 m de alto. Unos 30 m de la parte sur de este muro presentan serias afectaciones por las crecientes

del río, amenazando con destruir la parcela completa. La acequia que surte esta parcela de agua también tiene afectaciones de deslaves ocasionados por la fuerza del río.

El ciclo agrícola (2011-2012) durante el cual se realizó la visita a la parcela de “el coyote” no fue aprovechado para sembrar, debido a las afectaciones de la acequia y a que muy poca logró bajar a ese tramo del río. Usualmente siembran maíz de tres variedades distintas y frijol negro. En su colindancia con la ladera hay diversos árboles nativos grandes, entre ellos dos higuerones (*Ficus cotinifolia*) de tamaños gigantescos así como algunos mezquites grandes. Un arbusto muy abundante en esta parcela es el trompillo (*Cordia boissierii*). Unos pocos guayabos ubicados en la colindancia con la parcela vecina, árboles de ciruelo, así como algunos pitayos son los únicos árboles frutales.



Figura 11: Diagrama de la parcela “El Coyote”, propiedad de Juan Olvera, en la comunidad de la Laja (zona baja). Se ubica a 804 msnm y tiene una superficie de 7 500 m². Se indica con una flecha una parte del *tajo* que fue destruido por la creciete del río. En azul se observa el curso de las acequias, en negro sólido la ubicación de los linderos y la línea negra intermitente muestra la ubicación de los “tajos” de piedra. La flecha roja indica el acceso a la parcela.

1.2.- Caracterización de los agroecosistemas de tajos.

En las comunidades donde se trabajó se utiliza la palabra “*tajo*” a menudo como sinónimo indistinto de “parcela” o incluso en ocasiones para referirse a la “milpa” propiamente. Estas tres palabras conservan en ciertos contextos específicos el mismo significado, aunque cada una tiene también otros usos, la “milpa”, por ejemplo, suele referirse de forma más común

únicamente al cultivo del maíz asociado con frijol y calabaza. A pesar de ello, a través de las entrevistas realizadas a los productores campesinos, se evidencia el hecho de que propiamente el significado “*tajo*” en la zona hace alusión específicamente al muro, usualmente construido con piedra de río, cuya función es permitir la retención y el almacenamiento de sedimentos del río para formar suelo con aptitud agrícola y para evitar el arrastre de éste por las crecientes del río. Jacinto Vásquez, productor campesino de la comunidad de Organitos que fue entrevistado, comenta lo siguiente al respecto “...*nosotros decimos que ya vamos al “tajo” o que vamos a la “parcela” cuando vamos a trabajar en todo lo que tenga que ver con el cultivo del maíz o de lo que sembramos, es lo mismo, aquí es igual decir “tajo” que “parcela”, otros dicen que ya van a la “milpa” y es lo mismo, como quiera así nos entendemos entre nosotros...*”, y luego agrega “...*el “tajo” bien, bien es el muro que uno “teje” (construye) con piedras para que ahí se represe toda la territa que baja con el río cada año en las primeras lluvias.*”

Una característica de los *tajos* que se encuentran en la zona de estudio, es que a cada parcela o tramo de vega de río que fue transformado para practicar la agricultura, se le asigna un nombre particular. Los nombres asignados suelen tener relación directa con alguna característica particular de ese *tajo* o con un suceso ocurrido dentro o cerca de él. Los nombres frecuentemente hacen alusión ya sea a la presencia de una especie de árbol o planta en particular, a un cultivo que es o que fue importante, al avistamiento o presencia de algún animal, a un suceso ocurrido en el pasado en ese lugar, a un paraje cercano o incluso a los nombres y apellidos de los dueños anteriores o actuales del terreno.

1.2.1.-Ubicación y tamaño de los tajos.

Los agroecosistemas de *tajos* se ubican principalmente en las zonas media y baja de las subcuencas de la Sierra Gorda, casi restringidos a la estrecha franja del valle aluvial que se forma entre los cauces de los ríos estacionales de la región y las empinadas laderas y barrancos que circundan las cañadas y valles intermontanos, la mayoría de las ocasiones estos se encuentran directamente sobre la ribera de los arroyos y ríos. En condiciones naturales en estos sitios suele haber angostos bosques de galería, playones rocosos y arenales o riberas empinadas del río.

En la zona de estudio los sistemas agrícolas de “*tajos*” representan el único espacio dedicado a las prácticas agrícolas en la zona, donde el terreno con aptitud para las actividades agrícolas es sumamente escaso y la precipitación media anual es insuficiente para poder practicar agricultura de temporal. Estas condiciones ambientales hacen que el manejo adecuado de los dos principales factores limitantes para la agricultura en la zona (agua y suelo) sea primordial y se convierta en un eje central en las actividades y los conocimientos agropecuarios de las comunidades campesinas ahí asentadas y que dependen en gran medida de la agricultura para su sustento familiar. Las Figuras 12 y 13 muestran perfiles topográficos a distintas escalas de la ubicación y las características de los *tajos* en la Sierra Gorda guanajuatense.

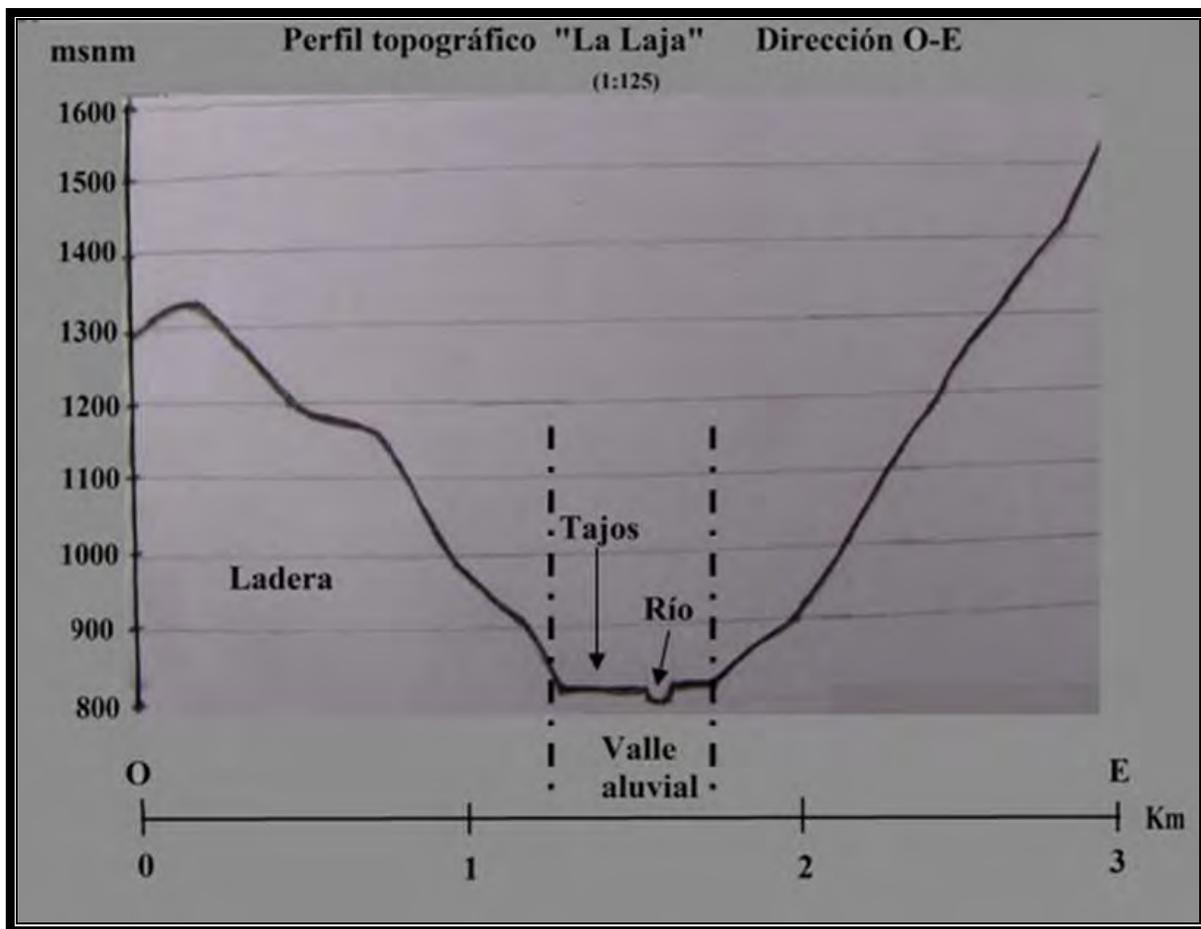


Figura 12: Perfil topográfico a escala que muestra la ubicación y los componentes de los agroecosistemas de *tajos* dentro de los valles aluviales en la comunidad de La Laja. Elaboración propia

El tamaño promedio de las nueve parcelas que fueron muestreadas a lo largo de la zona de estudio es de 1.2 (+ 0.95) ha. Durante los recorridos fue posible observar una tendencia a que el tamaño de las parcelas disminuye gradualmente conforme uno baja el río desde Organitos hasta La Laja. Es decir, en términos generales son más pequeños los tajos de la parte alta y mayores en superficie los tajos de la parte baja de la zona de estudio. Esto se debe principalmente a que el valle aluvial inermontano es más amplio conforme baja la altitud a lo largo del río Mezquital-Xichú. La parcela más pequeña que fue muestreada resultó ser de 0.31 ha, correspondiente a la parcela #3 llamada "Boca del Arroyo del Aguaje", propiedad de Jacinto Vázquez, en la comunidad de Organitos. La parcela más grande que fue muestreada es de 3.24 ha, correspondiente a la parcela #7, llamada "El Perfume" propiedad de Abundio Nieto, en la comunidad de La Laja.

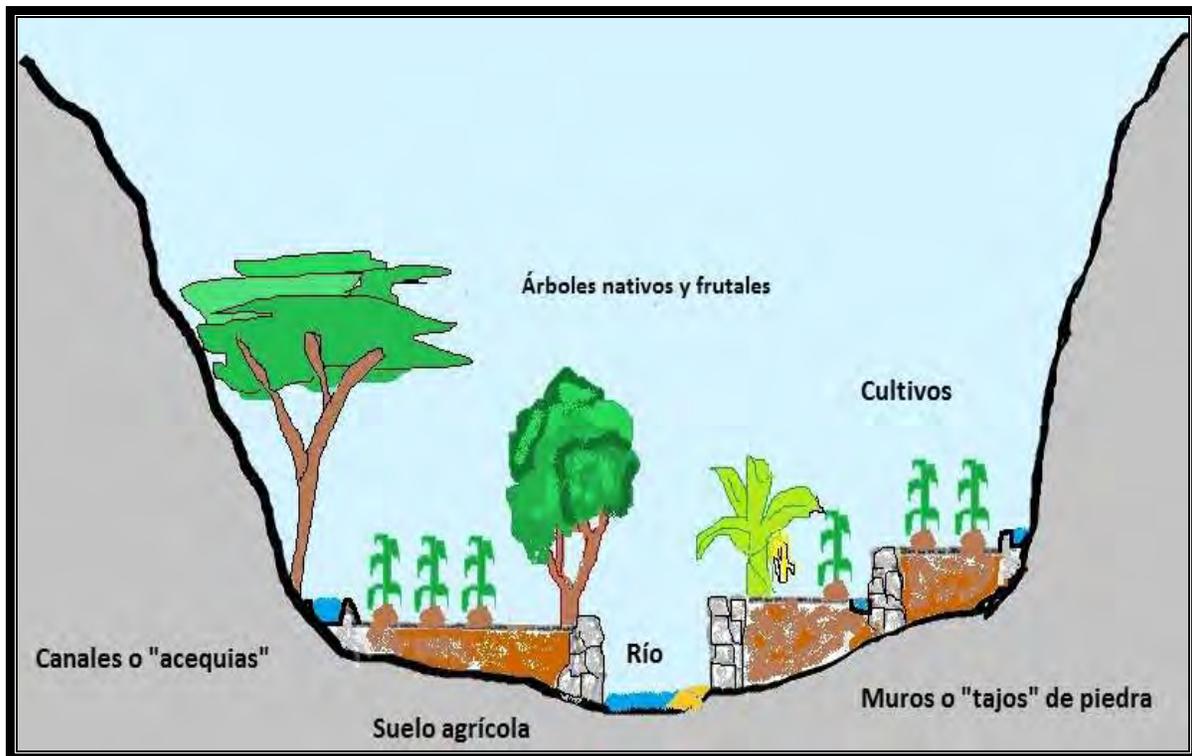


Figura 13: Perfil topográfico hipotético que muestra la ubicación y los componentes de los agroecosistemas de tajos dentro de los valles aluviales intermontanos.

1.2.2.-Artificio humano producto del manejo y el conocimiento tradicional campesino

Estos sistemas agrícolas en particular involucran un proceso y una intención humana que lleva a la captura artificial de sedimentos con el objetivo de crear espacios propicios para las prácticas agrícolas. Una muestra de ello es que estos sistemas agrícolas son casi exclusivamente los únicos sitios planos en la zona y que además tienen un horizonte de suelo en cantidad y calidad suficientes para poder llevar a cabo la labranza de la tierra y permitir el desarrollo de cultivos agrícolas. Las áreas donde no están presentes este tipo de sistemas agrícolas suelen ser en su mayoría lechos arenosos expuestos a las avenidas de agua del río, son angostos bosques de galería o son sitios con laderas empinadas con poca vegetación y de suelos someros e infértiles, donde no es posible llevar a cabo actividades de labranza agrícola.

Los *tajos* son evidentemente resultado de un artificio humano deliberado que involucra precisamente el manejo tradicional y que depende del conocimiento local asociado a este del suelo y el agua con fines de producción agrícola, al ser espacios creados ex profeso para posibilitar el cultivo, principalmente de maíz y de frijol en la asociación conocida como milpa, con fines de autoconsumo familiar. La construcción de estos agroecosistemas forma gradualmente campos elevados que modifican la topografía y el flujo natural del agua, con un claro propósito productivo.

Los sistemas agrícolas de “*tajos*” de la Sierra Gorda reflejan a su vez un profundo conocimiento tradicional local, resultado de una prolongada interacción con el entorno natural y del manejo adaptativo continuo de estas comunidades campesinas a las condiciones bio-climáticas de la zona. De esta actividad agrícola y el conocimiento asociado a ella depende en gran medida el sustento de las familias campesinas tradicionales de la región. La construcción y la productividad de los tajos dependen directamente del acceso y de la disponibilidad de agua y de sedimentos ricos en materia orgánica, provenientes de la parte alta de la cuenca, que son acarreados por las crecientes del río en temporadas de lluvia.

Durante los recorridos en campo hubo oportunidad de observar la construcción gradual de algunos sistemas agrícolas de tajos, así como de platicar al respecto con algunos de los productores campesinos encargados de esta labor. En los casos particulares del paraje de “Catarina”, en la comunidad de Organitos, y en la comunidad de La Laja se realizó un análisis a mayor profundidad de la forma en que estos espacios dedicados a la agricultura son construidos y son manejados, producto del conocimiento tradicional campesino que se tiene sobre esa actividad.

Otro rasgo distintivo de los sistemas agrícolas de tajos es el manejo de especies vegetales leñosas, tanto nativas como exóticas, con una clara intencionalidad de aprovechamiento por parte de las comunidades humanas. Esto se refleja en la estructura y el tipo de vegetación que hay en estos sistemas, que es claro producto de la actividad humana, donde se combinan de forma simultánea cultivos agrícolas (principalmente milpas) con distintas especies de árboles y arbustos que tienen un estatus de manejo específico y un propósito definido de aprovechamiento.

1.2.3.-Tenencia de la tierra.

Todas las comunidades ubicadas en la zona de estudio corresponden al ejido de Las Adjuntas, perteneciente al municipio de Xichú, Guanajuato. En estas comunidades coexisten la pequeña propiedad privada y las tierras de carácter comunal bajo la figura de ejido, siendo los terrenos ejidales los que predominan. A su vez existen terrenos ejidales que cuentan con títulos de propiedad expedidos por el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (Procede), mientras que otros terrenos siguen bajo títulos ejidales de tipo colectivo que son reconocidos colectivamente a sus propietarios por medio de la asamblea ejidal de cada comunidad. Los *tajos* pueden estar tanto bajo régimen de pequeña propiedad privada como pueden ser parte de terrenos ejidales correspondientes a cada comunidad, ya sea con o sin título expedido por el programa Procede.

De las nueve parcelas muestreadas, cinco ya contaban con títulos de propiedad del Procede, a pesar de seguir siendo parte de los terrenos ejidales, tres de ellos, dos de La Laja y uno de Llanetes, se encontraban en proceso de tramitar los títulos y en el caso de una parcela en La Laja, su propietario afirmó no estar interesado en tramitar el Procede. Algunos propietarios se dijeron estar preocupados que al tramitar el Procede aumentarían

las cuotas del pago predial de las tierras, además de no significarles ningún beneficio por no estar interesados en la venta de los terrenos. Otros si se mostraron conformes habiendo realizado el trámite, ya que aseguran que les da mayor certeza jurídica sobre los terrenos que les ha asignado el ejido.

Se documentó además que muchos campesinos de la zona de estudio, e incluso de comunidades fuera de ella que se ubican en la parte alta de la cuenca, recurren a la renta de los tajos para hacer usufructo de las tierras agrícolas. La mayoría de los acuerdos de arrendamiento consisten en “irse a tercias” con el propietario del tajo, es decir, que de cada tres surcos de determinado cultivo que se cosechan el producto del cuarto surco corresponde al dueño del *tajo*.

1.2.4.-Características y componentes de los tajos.

Los sistemas de *tajos* tienen una serie de características y componentes que les son comunes a lo largo de las comunidades de la zona de estudio y que son inherentes a su funcionamiento. Algunos de estos elementos son indispensables para su establecimiento, mientras hay otros que pueden variar considerablemente de un caso específico a otro, y que dependen más bien de las condiciones particulares de cada tajo y de las características propias de la comunidad y del entorno natural en el que se encuentran.

Los muros de retención de sedimentos, o los “*tajos*”, son uno de los principales elementos de estos agroecosistemas. Estos generalmente son construidos a nivel sobre los lechos arenosos del río, empleando generalmente piedras provenientes del mismo río sin recurrir al uso de mortero o mezcla de cemento para ello, aunque en algunos casos y últimamente con mayor frecuencia si se emplea para darles mayor resistencia y durabilidad. En pocas ocasiones se sustituye el muro de piedra con bordos o represas de tierra, arena y grava. En algunos casos los muros originales son deslavados y destruidos por la acción de las crecientes del río, quedando como único límite el desnivel del perfil del suelo agrícola. Estos muros, o en su caso bordos, generalmente establecen los límites del sistema agrícola y el lecho del río, o en caso particular de no colindar con este, se ubican en la colindancia de la parte inferior de los sistemas. Su función principal es la captura y retención artificial de sedimentos o “lamedal”, ricos en materia orgánica, minerales y nutrientes, que arrastra el agua de las partes superiores de la cuenca. Estos muros generalmente son construidos gradualmente conforme se logra el incremento del perfil del suelo, producto de la captura artificial de sedimentos, que depende del manejo y las condiciones propias de cada sistema. Generalmente la altura de estos muros es un indicador confiable de la antigüedad de manejo de cada tajo en particular como resultado de este proceso. En ocasiones se encuentra este tipo de muros a la mitad de un mismo sistema agrícola, dividiendo a este en distintos pisos altitudinales.

Las presas derivadoras que alimentan las acequias son otro componente indispensable de los tajos. Éstas se construyen perpendiculares a la corriente del río, permitiendo el desvío de la corriente del agua hacia los canales o “acequias” que se utilizan para irrigar los campos agrícolas. Estas estructuras son construidas generalmente con ramas, varas y

piedras que son recubiertas con arena o grava del río. Algunas de estas presas derivadoras efímeras están conformadas por muros de piedra con cemento que son de carácter más duradero, éstas son más comunes en la zona de la comunidad de Organitos, en la parte alta de la zona de estudio y son casi inexistentes en las partes más bajas de la misma. A pesar de ello, por lo general representan estructuras temporales que son destruidas con las crecientes del río en temporada de lluvias y son reconstruidas anualmente en temporada de estiaje. Estas estructuras no se emplean exclusivamente durante la temporada de estiaje, sino que se utilizan siempre cuando hay disponibilidad de agua en los ríos y se requiere de ella para irrigar los cultivos.

Los canales, o “acequias”, son las estructuras que conducen el agua y los sedimentos desde las presas derivadoras efímeras, ubicadas en el lecho del río, hasta las tierras de cultivo de los agroecosistemas de *tajos*. Por esta razón son otro componente implícito en los sistemas agrícolas de *tajos*. Estos son construidos aprovechando el desnivel natural del valle aluvial y empleando la fuerza natural de la gravedad para conducir el agua y los sedimentos que esta acarrea. Usualmente están construidos mediante el rebaje de laderas o cavando una depresión sobre los lechos estables del río, suelen estar reforzados con materiales fácilmente disponibles como piedras, troncos, ramas y tierra obtenidos en el sitio. En algunos canales, principalmente en la parte alta de la zona de estudio donde éstos atraviesan por laderas con mayor pendiente, estas estructuras suelen estar recubiertas o sostenidas por muros de piedra y cemento para evitar su continuo deslave. En la mayoría de los casos, cada parcela o agroecosistema independiente cuenta con su propia presa derivadora y su propio canal, pero en ocasiones existe un uso compartido de estas estructuras entre varios propietarios de parcelas colindantes y que las aprovechan colectivamente. Los canales se encuentran por el lado superior de los sistemas, con el objetivo de poder irrigar eficientemente toda la parcela por el puro efecto de la fuerza de gravedad.

Para proteger los *tajos* de la fuerza destructiva de las crecientes del río, suelen construirse también muros deflectores, que también son llamados “cortinas” de acuerdo al productor Leonardo Ramírez. Generalmente se ubican por el lado exterior del “*tajo*”, de forma perpendicular o inclinada hacia el sentido de la corriente del río de tal forma que desvíen las crecientes de este hacia el lado contrario. Los materiales comúnmente empleados para la construcción de estas cortinas piedras del río, en ocasiones fijadas con cemento, troncos estacados en de forma vertical, o la combinación de éstos reforzados con cualquier otro material que le otorgue a la estructura resistencia contra la fuerza del agua, incluso, como pude observar, con neumáticos automotrices de desecho o alambre y otros objetos metálicos de reciclaje.

Para delimitar el sistema agrícola y proteger los cultivos de los animales domésticos (vacas, cabras y burros, principalmente) que rondan libres por la zona, estos usualmente se circulan con alambrados y cercas de alambre de púas, cercos vivos, o incluso la combinación de ambos, en las áreas limítrofes que las requieren para cumplir esos propósitos. Esta práctica es más común en el límite de los agroecosistemas con la ladera, ya

que en los límites de éstos con el río, el muro que sirve para retener el suelo, suele cumplir a su vez la función de cercar y limitar el acceso a la zona cultivada.

Otras estructuras que se han observado en los recorridos y en los muestreos realizados y que son elementos comunes en los agroecosistemas de tajos son las compuertas, los vertedores y otras estructuras diversas que tienen como principal objetivo vertir el exceso de agua y excluir otros objetos, como ramas que acarrea la corriente, fuera de los canales. Esto evita la destrucción de los canales y presas derivadoras cuando hay crecientes en el río y ayuda a controlar los volúmenes de agua y sedimentos que utilizan para los cultivos agrícolas dentro de los sistemas. En ocasiones son estructuras semipermanentes hechas con piedra y cemento o con troncos, otras veces son estructuras temporales improvisadas con ramas, piedra, costales de arena y recubrimientos de tierra. Estas estructuras las suelen llamar localmente “tomas”, como lo explicó el productor Abel Sánchez. La Figura 14 muestra imágenes de algunas de las principales estructuras de los tajos y la Figura 15 representa un diagrama horizontal de algunos de los tajos de la comunidad de Llanetes:

1.2.5.-Construcción de tajos, acequias y otras estructuras.

La construcción de las estructuras de tajos y de las acequias comienza por un proceso de evaluación de las orillas y playones del río con aptitud para la construcción y el establecimiento del agroecosistema. Los lugares elegidos deben estar lo suficientemente resguardados de las crecientes del río en temporadas de lluvia y al mismo tiempo deben permitir la captura y el almacenamiento del agua y los sedimentos del río. El sitio donde se establece el *tajo* debe estar en un lugar adecuado para permitir su irrigación con una acequia desde el río empleando por gravedad.

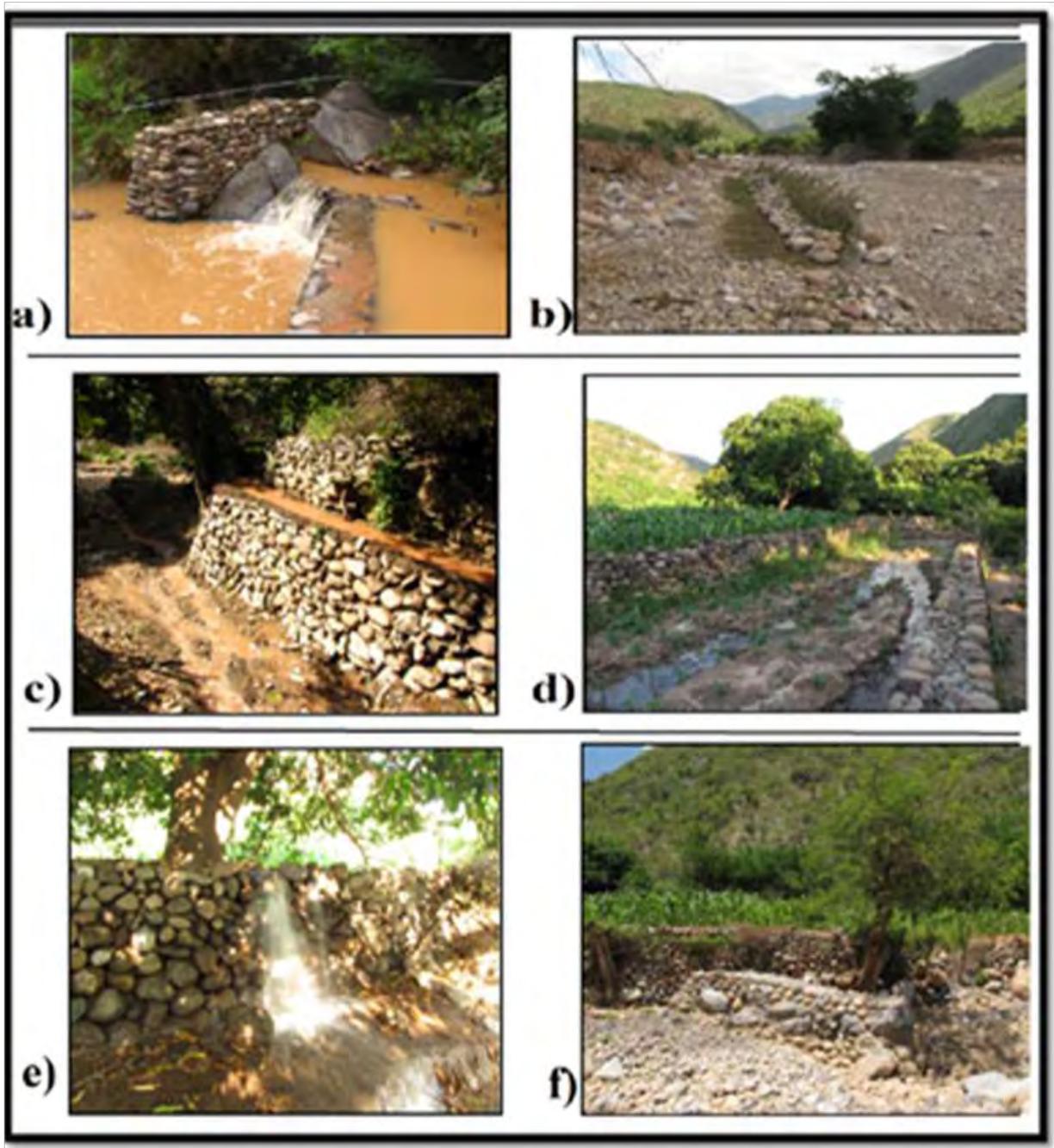


Figura 14: Fotografías de los *tajos* y sus principales componentes de infraestructura. a) Presa derivadora semipermanente en la comunidad de Organitos, b) Presa derivadora efímera en la comunidad de la Laja, c) Acequia elevada en la comunidad de Organitos, d) Captura de “lamedal” en un tajo de la comunidad de Organitos, e) vertedor de exceso de agua de una acequia en la comunidad de Organitos, f) “Cortina” o muro deflector empleado para proteger los tajos en la comunidad de Llanetes.

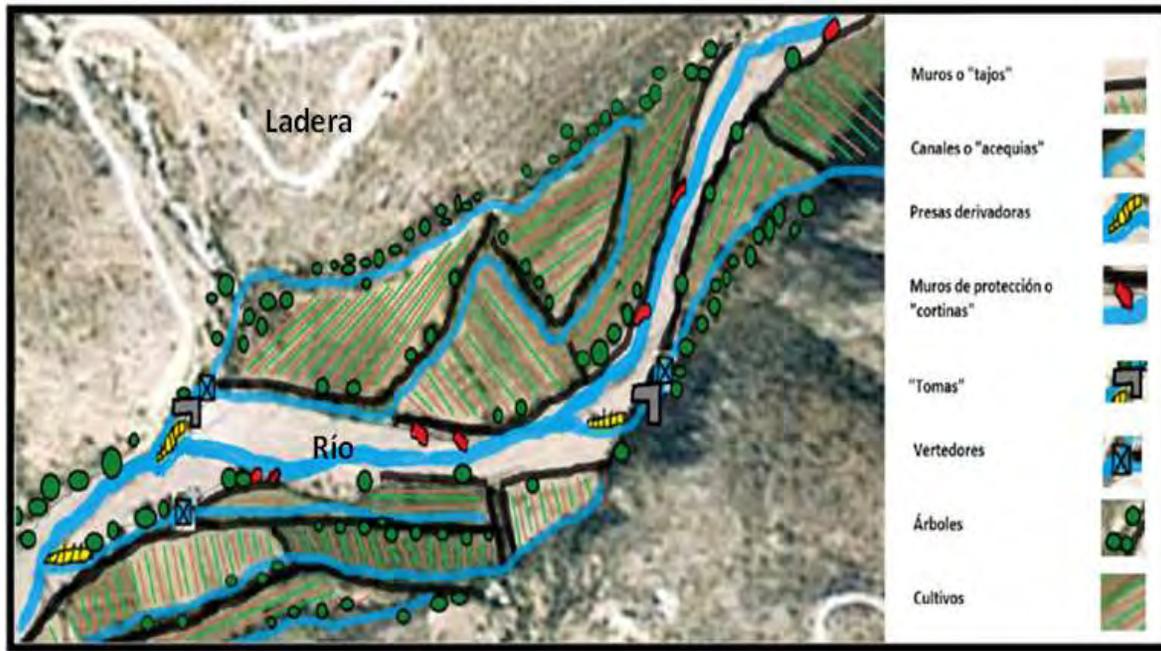


Figura 15: Diagrama horizontal de agroecosistemas de *tajos* y la ubicación de sus componentes de infraestructura. La imagen corresponde a la vega aluvial de la comunidad de Llanetes, en las inmediaciones de la parcela #6 “El Tajo de la Casa”.

Previo a la construcción de los *tajos* de piedra se debe contar con una acequia (Figura 16). Las acequias se construyen a mano sobre las partes bajas de las laderas o sobre el mismo valle aluvial, siempre en dirección paralela a la corriente del río y sobre una sola orilla del mismo. Las acequias se trazan con el empleo de una manguera para marcar el desnivel, o siguiendo el desnivel que indica la corriente del agua. Posteriormente se rebaja la ladera del lado superior y se colocan muros de piedra por el lado inferior para lograr emparejar el trazo donde se requiere, luego se cava el canal y se refuerzan sus márgenes, principalmente el del lado inferior, para evitar fugas de agua y el deterioro de la acequia. La longitud de los canales es muy variable a lo largo de la zona de estudio, la cual depende en gran medida del grado de desnivel que exista entre el *tajo* y la corriente del río, generalmente superan los cien metros de longitud y en algunos casos llegan a medir hasta alrededor de medio kilómetro. El ancho de los canales varía entre 60 y 120 cm, dependiendo del volumen de agua que requieran canalizar. Tanto la longitud como el grosor de los canales tiende a aumentar conforme uno baja desde la comunidad de Organitos hacia la comunidad de La Laja, debido en gran medida a la menor pendiente que tiene el valle aluvial en la zona baja correspondiente a la segunda comunidad. Donde comienza la acequia siempre se construye una presa derivadora, generalmente de carácter efímero, la cual tiene la función de derivar agua del río hacia el canal. Éstas se construyen con estructuras de piedra, ramas y grava del mismo río, incluso son reforzadas con cemento en algunas ocasiones. La mayoría de estas estructuras son destruidas anualmente con las crecientes del río y deben ser reconstruidas en tiempos de estiaje. La ubicación de las presas

derivadoras debe estar en un punto donde la diferencia de altura con el *tajo* permita la canalización del agua por medio de la gravedad.

Los muros de piedra se construyen en forma de cercos alrededor de los playones y orillas del río que fueron elegidos para establecer el sistema. Su construcción comienza del lado inferior, es decir, corriente abajo, y continúa de forma paralela a la corriente en dirección opuesta a ella. La cimentación de los muros se hace con piedras del río de gran tamaño, las cuales son removidas con el empleo de barras de fierro y generalmente en grupos de personas, en ocasiones el trazo de los muros busca aprovechar grandes rocas que son difíciles de remover. Conforme van levantando los muros se empiezan a utilizar piedras más pequeñas y que puedan ser removidas por una sola persona con mayor facilidad. La construcción de los muros requiere de conocimiento y experiencia, como comenta Don Jacinto Vázquez de la comunidad de Organitos, “...se tiene que “tejer” la piedra... se van poniendo terciadas, como quien fuera haciendo un muro de tabique, buscando que se acomoden bien y que luego no se derrumben. Si no sabe uno tejer bien la piedra, de ratito se caen los tajos o se los lleva de volada el agua (del río)”.

Los muros de piedra se suelen ir construyendo en la medida que el cerco de piedra se va llenando de sedimentos fértiles, sedimentos que localmente reciben el nombre de “lamedal”. Para capturar los sedimentos se recurre a derivar el agua del río en las primeras lluvias del año, cuando el agua del río es rica en suelo y en materia orgánica que se erosiona en las partes superiores de la cuenca. Don Celso González de Organitos comentó al respecto: “Cuando se vienen las primeras lluvias del año y baja con mucha agua el río es cuando tenemos que estar listos para abonar los tajos. Así sea de noche o en la madrugada, cuando baja bien el río nos levantamos y aunque sea con una lámpara para alumbrarnos ahí andamos atajando el agua que trae hartito lamedal, y es la que se junta en los tajos para hacer tierrita buena para sembrar”. En medida en que el lado interior del muro se llena de sedimentos, van levantando el muro con más piedras e incrementando su altura y capacidad de retención.

Al proceso de captura de sedimentos provenientes del río para la creación de suelo fértil para las actividades agrícolas lo denominan localmente como “abonar”. Los testimonios de los campesinos entrevistados indican que dependiendo del esfuerzo invertido en “abonar” de cada productor y a la cantidad de agua y sedimentos que traiga el río en cada temporada de lluvias, el perfil de suelo fértil para las actividades agrícolas puede incrementarse entre 30 cm y hasta casi un metro por año. Los *tajos* de menor superficie tienden a incrementar más rápidamente su perfil de suelo debido al menor volumen de sedimentos necesarios para ello. Los campesinos de la zona llaman “tierra nueva” a la capa de suelo retenida cada año. En la Figura 18 se observan algunos de los principales procesos en la construcción de nuevos agroecosistemas de *tajos*.

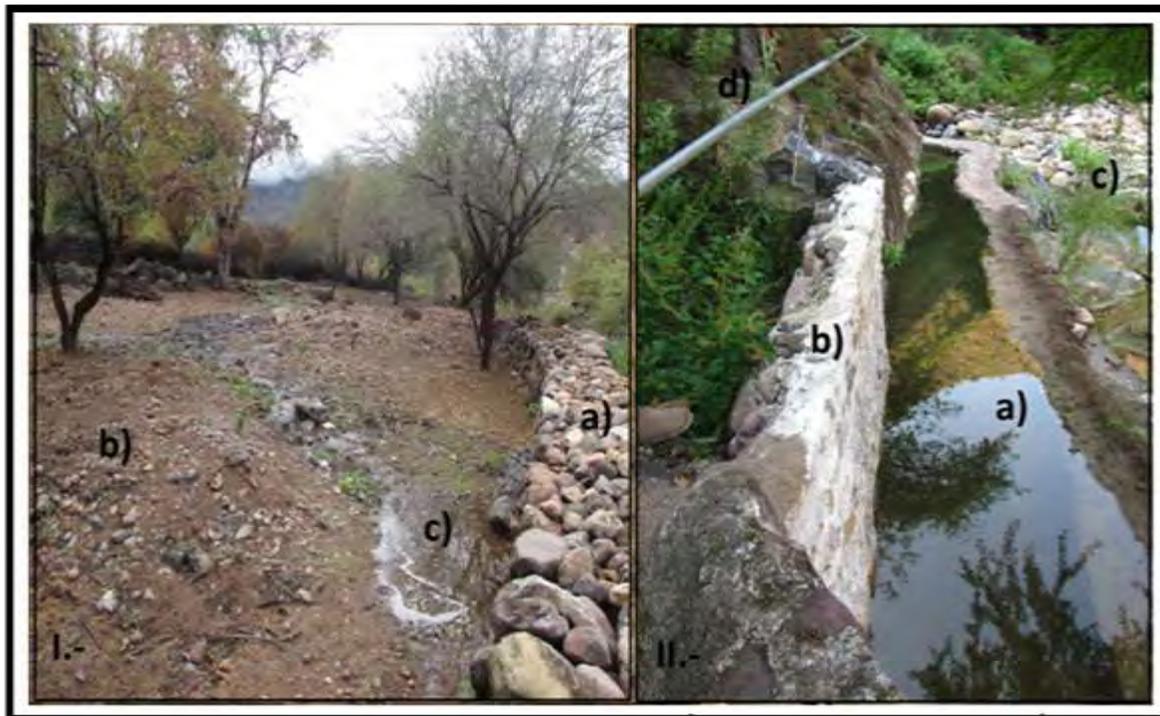


Figura 16: I.- el proceso de construcción de un nuevo *tajo* en la comunidad de Organitos donde a) se muestra el “*tajo*” o muro de piedra, b) el tipo de suelo original de composición rocosa y c) proceso de captura de “lamedal” II.- Proceso de construcción de una nueva acequia en la comunidad de Organitos donde se observa a) una acequia ya existente, b) el muro de contención de la acequia en proceso de construcción y c) el lecho del río Mezquital.

Los muros deflectores o “cortinas” que sirven para proteger los *tajos* de las crecientes del río, las “tomas” para regular el volumen de agua de las acequias, las cercas de alambre de púas para evitar la entrada de ganado, así como otras estructuras que pueden estar o no presentes en los *tajos*, los construyen los productores en los sitios y en las condiciones que los requieran. Todas las estructuras, desde los muros de piedra y las acequias hasta las “cortinas” y las “tomas”, requieren de mantenimiento periódico para que funcionen de forma óptima. Las acequias requieren de obras de mantenimiento de limpia y de reparación que son realizados cada año o en su caso cuando presente la necesidad de ello, los muros también son reparados en caso de deteriorarse con el tiempo o con la acción de las crecientes del río. Las herramientas utilizadas en los trabajos de construcción y de mantenimiento de las estructuras que permiten el funcionamiento de los *tajos* suelen ser sencillas y de tipo mecánico, prescindiendo para ello de herramientas motorizadas que funcionan a partir de combustibles fósiles. Las herramientas más frecuentemente utilizadas para dichas actividades son la pala, el pico o “talacha”, las barretas, el azadón y la carretilla.

En ocasiones los agricultores campesinos reciben apoyos por parte del gobierno municipal, estatal o federal para la construcción y mantenimiento de las estructuras de los *tajos*. A través de apoyos directos para comprar cemento y otros materiales de construcción, de programas de empleo temporal o de programas de apoyo al campo, como el caso del

Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), los productores tienen oportunidad de completar gastos y obras que de otras formas les serían incosteables.

1.2.6.-Los tajos como agroecosistemas dinámicos.

Los *tajos* del río Mezquital-Xichú son sistemas agrícolas altamente dinámicos desde distintas perspectivas. La forma y la ubicación donde son construidos, su vulnerabilidad a las crecientes del río, el aprovechamiento y la dependencia que tienen del agua del río, su alta agrobiodiversidad espacial y temporal reflejada a su vez en la compleja dinámica agrícola, así como los factores socio-económicos complejos que influyen en diversas escalas, hacen de estos sistemas complejos, diversos y dinámicos.

1.2.6.1.-Temporalidad y dinamismo espacial.

Los *tajos* son sistemas que dependen del artificio humano para su construcción y permanencia, siendo resultado como lo mencioné antes de la actividad humana intencionada. A la vez que estos sistemas dependen totalmente del río y sus insumos (agua y sedimentos), es el mismo río también la mayor amenaza para la permanencia de estos sistemas, y en muchos casos provoca la afectación recurrente de los *tajos*.

He mencionado previamente que los *tajos* cuentan con una serie de componentes que permiten su funcionamiento como sistemas productivos agrícolas, entre ellos los muros o “*tajos*” que usualmente son construidos con piedra. Estos muros son colocados en las orillas inferiores del sistema agrícola, usualmente en los bordes del río, y sirven para retener el suelo fértil y productivo del sistema agrícola al mismo tiempo que protegen a este de las crecientes del río en temporadas de lluvia. En ocasiones, cuando ocurren lluvias torrenciales o éstas son muy abundantes en periodos de tiempo cortos, las crecientes del río bajan con fuerza y destruyen parcial o totalmente los *tajos* que se encuentran más cercanos a éste y que por su posición respecto al mismo o por las características de su construcción se encuentren más vulnerables. La resistencia y durabilidad de los muros que sostienen al sistema son entonces factores principales para procurar la permanencia de los terrenos dedicados a este tipo de agricultura. No obstante, a pesar de ser destruidos recurrentemente a lo largo del tiempo, los *tajos* son reconstruidos gradualmente por los campesinos que habitan esas comunidades, ya sea en los mismos sitios donde existían previamente o en otros lugares donde las características del lecho del río y el valle aluvial así lo permiten.

Existe a su vez un gradiente de durabilidad y de permanencia de los *tajos* a lo largo de la zona de estudio. De acuerdo a los testimonios y a observaciones personales, es posible determinar que mientras mayor sea la altitud sobre el nivel del mar de los *tajos* en la zona de estudio, mayor es su estabilidad y permanencia a lo largo del tiempo, principalmente debido a los distintos volúmenes de agua que transporta el río en cada tramo y que es proporcional a la extensión de la microcuenca que le corresponde. De tal forma, en la comunidad de Organitos los terrenos agrícolas son más estables a lo largo del tiempo y son por lo general menos vulnerables a las crecientes del río, siendo un suceso raro la

destrucción completa de un tajo. Esto se debe en gran medida a que ahí el río corresponde a la microcuenca más pequeña de los tres tramos del río establecidos dentro de la zona de estudio y que por consecuencia las crecientes suelen ser de menor intensidad. En contraste, en la comunidad de La Laja que corresponde a la parte baja de la zona de estudio, la destrucción total de grandes extensiones de terreno ya establecidas para el cultivo, como consecuencia del desbordamiento y las fuertes crecientes del río, es un evento más recurrente. Esto no implica que todos los tajos en esa comunidad se encuentren bajo el mismo nivel de riesgo, si no que aquellos tajos que se encuentran directamente sobre los lechos y playones del río (que son la mayoría), son altamente vulnerables a las crecientes e incluso su destrucción periódica es considerado por los productores campesinos como un fenómeno inevitable sin tener otro remedio que su reconstrucción sucesiva. El tramo del río de la comunidad de Llanetes también presenta afectaciones recurrentes a sus terrenos agrícolas, pero en menor grado e intensidad que en La Laja.

En estas tres comunidades los informantes de la tercera edad, relatan que en el año de 1955 hubo un “temporal” muy lluvioso, además de un pequeño temblor, que ocasionó una creciente en el río de dimensiones nunca superadas y que arrasó con todos los tajos del río, así como con los árboles e incluso cerros completos. Este suceso, transformado en historia, es extensamente conocido por los habitantes de esa zona y se refieren a él como “el ciclón del 55”. Mencionan a su vez que todos los tajos que existen actualmente han sido reconstruidos a partir de entonces. Esta característica de temporalidad es un fenómeno que le confiere un alto dinamismo espacio-temporal a los agroecosistemas de tajos, pues en la misma medida que son construidos unos, otros sufren su destrucción, solamente para ser reconstruidos nuevamente con el paso del tiempo.

1.2.6.2.-Dinamismo agrosilvopastoril.

El manejo de los recursos vegetales y animales que existe dentro de los agroecosistemas de tajos se expresa en una compleja dinámica agrosilvopastoril dentro de los mismos. Dentro de estos agroecosistemas hay una serie de ciclos y de períodos en las estructuras y abundancias de especies vegetales y animales que dependen de múltiples y complejas variables que se expresan en distintas escalas espaciales y temporales.

Un ejemplo contundente de este dinamismo dentro de los tajos es el que comprende la diversidad y la temporalidad de los cultivos agrícolas dentro de ellos. Los ciclos y la temporalidad de los cultivos, a diferencia de los cultivos de temporal e incluso de riego de otras regiones del estado, es altamente variable a lo largo del año en los agroecosistemas de tajos. Como el cultivo depende directamente de la disponibilidad de agua en el río y se enfrenta a pocas otras limitantes climáticas (como son las heladas) a lo largo del año, la presencia de cultivos y su estadio en un momento dado depende de la abundancia de agua que se encuentra disponible para posibilitarlo. Esto tiene como resultado que sea posible apreciar a lo largo de la zona de estudio un mismo cultivo en muy distintos estadios al mismo tiempo, ya sea a punto de cosechar, recién sembrado o a distintas etapas de crecimiento, independientemente de la época del año y directamente relacionado a la

disponibilidad y temporalidad del agua en el río. Este fenómeno es más común en las partes más altas de la zona de estudio, donde hay mayor disponibilidad de agua a lo largo del año. En la parte baja de la zona de estudio, como consecuencia de que se seca más rápido el río o que en ocasiones el agua que llueve en las partes altas de la cuenca no alcanza a bajar hasta ahí, es menos común apreciar tan alto dinamismo en el estadio de los cultivos.

Otra forma de dinamismo en los cultivos se expresa en los ciclos de rotación y de descanso de los mismos. De haber agua a lo largo del año, sería posible producir tres cosechas de maíz anuales, considerando que las variedades locales del grano tardan solamente tres meses en estar listos para cosechar. Como este no es el caso, se puede observar que mínimo se realiza una cosecha al año y en la mayoría de los casos dos, aunque suele ser menos productiva la segunda ocasión. La siembra de garbanzo suele ser una práctica común después de haber cosechado la milpa, principalmente cuando no hay agua disponible en cantidad suficiente para realizar una segunda siembra de maíz, considerando los pocos requerimientos de humedad que tiene este cultivo secundario. Los períodos de descanso de la tierra agrícola son en general más cortos que en otros sistemas de agricultura de temporal en la región, pero este depende de cada caso en particular y en gran medida de la cantidad de precipitación que haya habido en ese año en específico. La temporada con menos actividad agrícola suele invariablemente ser entre el mes de marzo y el mes de mayo, que es cuando en muy rara ocasión permanece agua disponible en el río a lo largo de la zona de estudio. Las especies vegetales leñosas también están sujetas a una dinámica que se presenta a distintas escalas de espacio y tiempo, ligado a la dinámica de permanencia de los tajos mismos y a las decisiones de manejo que hacen sus productores.

La rotación de animales domésticos dentro del sistema, principalmente equinos para carga y tracción así como hatos de ganado caprino y vacuno, suele ser en estos cortos períodos de descanso o con pocos individuos atados para su controlarlos en sitios específicos de las parcelas. Los animales domésticos también se suman así a una compleja dinámica espacial y temporal dentro de los agroecosistemas de tajos.

1.2.6.3.-Dinamismo socioeconómico.

Los complejos mecanismos socio-económicos que actúan a distintas escalas sobre las decisiones de manejo que toman los productores campesinos dentro de los de tajos son un factor clave en el dinamismo de estos agroecosistemas. Identificar a profundidad estos mecanismos y cómo actúan sobre las decisiones de manejo es un proceso complicado y que requiere a su vez de otros enfoques y herramientas de investigación que van más allá del tema central del presente trabajo. Lo que sí es evidente y crucial para esta investigación, es el hecho de que toda decisión y acción consecuente que es llevada a cabo dentro de los *tajos* tiene detrás una profunda lógica y una racionalidad de tipo social y económica que se encuentra en constante adaptación a los nuevos modelos y desafíos que se presentan. Estas decisiones de manejo consecuentes, son a su vez el principal motor del dinamismo en los *tajos*.

Los requerimientos alimenticios de las comunidades humanas, las preferencias culturales de ciertos productos por encima de otros, los precios de mercado asociados a esos productos, los requerimientos fisiológicos de los cultivos y su productividad relativa, entre muchos otros factores, determinan el las acciones emprendidas para satisfacer esas necesidades. La construcción de los tajos, los cultivos que ahí se producen, los árboles, arbustos y plantas que ahí inducen o toleran, los animales que ahí mantienen y toda la gama de decisiones y acciones consecuentes, así como el tiempo invertido en cada una ellas, son resultado de esta racionalidad socio-económica de los productores campesinos de esas comunidades. Todas esas decisiones y prácticas consecuentes son el motor principal del dinamismo espacio-temporal y agrosilvopastoril que existe en los agroecosistemas de tajos.

1.3.-Prácticas y manejo de los agroecosistemas de tajos.

En los *tajos* de la Sierra Gorda se expresa una amplia gama de prácticas y formas de manejo específicas de este agroecosistema. Cada forma de manejo lleva consigo un conjunto de conocimientos, herramientas y técnicas que resultan de una larga interacción empírica entre el medio ambiente y el campesino.

Un factor central es el manejo del agua y del suelo que acarrea el río y que son aprovechados con fines agrícolas. Las formas de manejar el agua y el suelo dependen de una serie de estructuras entre las que destacan los “*tajos*” o muros de piedra que sostienen el sedimento y las “*acequias*” o canales que conducen el agua y los sedimentos desde el río hacia los *tajos*.

El cultivo de maíz, frijol y otros cultivos secundarios así como especies perennes, tanto nativas como exóticas, son las principales formas de aprovechamiento del *tajo*. El cultivo de milpa con fines de autoconsumo familiar representa la principal actividad productiva de la zona y de ella depende en gran medida la economía familiar campesina de las comunidades. El manejo de especies perennes tiene como objetivos el aprovechamiento de frutos, madera y leña, igualmente con fines de autoconsumo familiar.

Las labores agropecuarias se suelen realizar en grupos conformados por lazos familiares, así como por arreglos y contratos de trabajo tanto asalariado como por acuerdos de reciprocidad y solidaridad mutua. Los conocimientos y la constante perfección y adaptación de las técnicas tradicionales se adquieren tanto por transmisión oral de las generaciones mayores, por imitación e intercambio de experiencias entre los campesinos de la zona y la región y a través del conocimiento netamente empírico. La mayoría de los campesinos de la zona comienzan a adquirir este tipo de conocimientos desde edades muy tempranas, alrededor de los cinco o seis años, cuando ya se ven obligados a colaborar en las labores agropecuarias de las que depende al mantenimiento de la economía familiar.

1.3.1.-Siembra, diversidad y rotación de cultivos.

Como se ha dicho, la principal actividad agrícola en los tajos es el cultivo de maíz y frijol (Ver Foto #5 del ANEXO II). En la parte alta de la zona es común lograr dos cosechas de

maíz al año, mientras que en la parte baja es más variable; siendo frecuente una sola cosecha y ocasionalmente dos. Cuando no se completa la cosecha de grano del segundo ciclo agrícola, se consigue al menos aprovechar la pastura para forraje de los animales domésticos. El ciclo del cultivo de maíz dura tres meses en la zona, por lo que si hubiera disponibilidad de agua en el río a lo largo de todo el año se lograría hasta tres cosechas de este grano anuales. El rápido desarrollo del maíz es considerado por los productores como una de las principales ventajas de la agricultura de tajos sobre otros sistemas de la región. Antonio Calixtro, de la comunidad de Llanetes, expresó: “... *lo bueno aquí es que es rápido el maíz, habiendo un año con buen temporal (de lluvias) se puede sembrar luego de cosechar la primera siembra y en tres meses se vuelve a cosechar. No que en la “sierra” (parte alta de la cuenca), ahí duran hasta seis, siete meses para cosechar... y si cayó una helada o ya no alcanzó agua ya se fregó aquello.*”

En la zona de estudio se cultivan por lo regular tres variedades de maíz “criollo”, el maíz blanco, el maíz “garambullo” y el maíz colorado (Figura 17), siendo más comunes las dos primeras. Las variedades de maíz “criollo” que se siembran en la zona son distintas a las que se siembran en la parte alta de la cuenca. En la parte alta de la zona de estudio, en la comunidad de Organitos, algunos productores suelen sembrar también maíz híbrido o “mejorado”. De acuerdo a los campesinos, el “maíz mejorado” tiene mayores requerimientos de agua pero igualmente tiene mayor rendimiento en la producción de grano por unidad de superficie. De las nueve parcelas muestreadas, solamente en dos de ellas en la comunidad de Organitos se registró la siembra de maíz “mejorado”, los demás productores no recurren a la siembra de este maíz por ser costosa la compra de la semilla o por considerar esa variedad menos adaptada a las condiciones climáticas de la zona, además concebirla como una semilla contaminada por procesos químicos.

Las labores de labranza de la tierra (siembra, escarda y barbecho) se realizan principalmente empleando arado egipcio tirado por una yunta de animales de tracción. Los arados más viejos suelen ser de madera y de fabricación casera, pero la mayoría de los productores lo han sustituido por arados “modernos” de metal y de origen industrial; aún así, es posible observar que la mayoría de los productores conservan e incluso utilizan ambos (Figura 18). Los yugos para la yunta siguen siendo de madera y de fabricación artesanal. Los animales que utilizan para tirar el arado son la mayoría de las veces un par de mulas o machos, pero también caballos, bueyes y burros. Alrededor de los meses de abril y de mayo, antes de la primer siembra o siembra de “temporal”, realizan el barbecho del terreno agrícola.



Figura 17: Fotografía de las tres variedades de maíz “criollo” que se cultivan en la zona de estudio: a) Maíz blanco, b) Maíz “garambullo”, c) Maíz “colorado”.

El barbecho puede consistir de entre una y tres pasadas con el arado al terreno, dependiendo del criterio del productor para preparar el suelo. En cuanto llegan las primeras crecientes del río, los productores derivan sus aguas para realizar el primer riego y para “abonar” el suelo, con la humedad del primer riego realizan la siembra de maíz y de frijol en forma de milpa. La siembra se realiza entre dos personas, una que dirige la yunta y maniobra el arado y otro que se dedica a colocar la semilla en el surco. El sembrador emplea una mano para la semilla de maíz y otra para la del frijol y a veces de calabaza, por cada tres pares de semilla de maíz que arroja solamente aplica una de frijol. Los surcos quedan siempre separados por una distancia de entre 80 cm y 1 m y son trazados de tal forma que permitan la adecuada distribución del agua de los siguientes riegos, a veces en formas “terciadas” o en cortes diagonales, dependiendo de la forma de la inclinación del terreno. Durante el desarrollo temprano del cultivo de maíz se realiza también una escarda, con el fin de eliminar la competencia de hierbas arvenses mientras se “levanta” la planta.

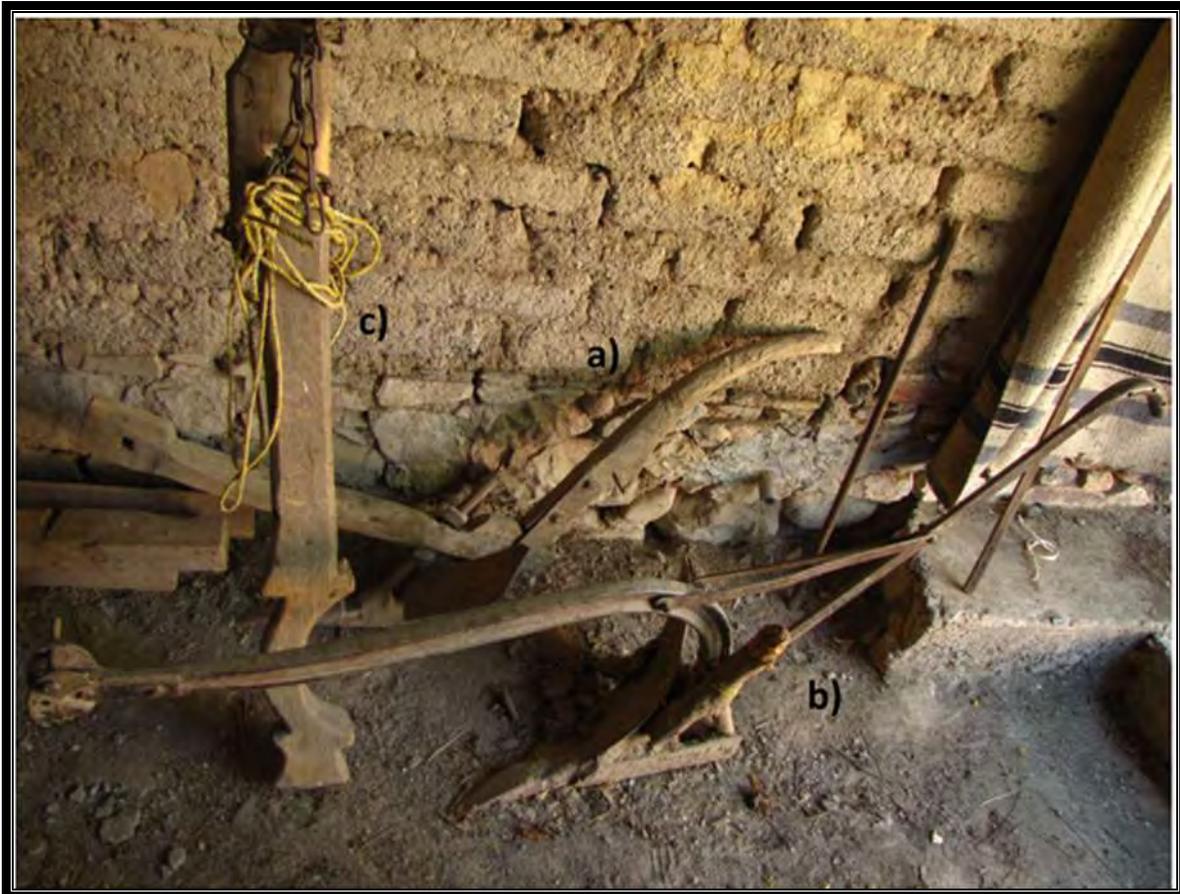


Figura 18: Fotografía de un a) arado de madera, b) de fierro, y c) yugo de madera, principales herramientas de labranza en los agroecosistemas de tajos. Foto de Vincent M. Hoogesteger

Para el desarrollo óptimo de cada ciclo de cultivo de maíz se requiere aplicar tres riegos, uno antes de sembrar, otro tres semanas después de la siembra y uno último cuando empieza a “jilotear” (producción de la inflorescencia femenina) el maíz. Los riegos pueden durar entre un día y una semana para completarse y dejar el suelo con humedad suficiente, dependiendo el tiempo y el volumen de agua requerido principalmente de la superficie del terreno. Antes de la cosecha, en cuanto “amarra” la mazorca de maíz, suelen removerse las hojas y la inflorescencia masculina de las plantas para que el grano resulte más vigoroso.

En la zona los productores distinguen entre siembra de “temporal” y de “riego” o “medio riego”. A la primera siembra del año la denominan siembra de “temporal”, ya que es la que se realiza durante la temporada de lluvias y aprovecha tanto el agua del río como la precipitación que cae directamente sobre las parcelas. Esta siembra suele comenzar a finales de mayo o durante el transcurso del mes de junio, dependiendo de la disponibilidad de agua tanto del río como de la precipitación directa. En la siembra de “temporal” combinan las distintas variedades de maíz con frijol (*Phaseolus vulgaris*) que llaman “negro enredador” y en ocasiones también con pequeñas cantidades de calabaza (*Cucurbita pepo*). La siembra de “riego”, también llamada de “medio riego”, se realiza posterior a la cosecha de la siembra de “temporal”, entre los meses de octubre y enero, dependiendo de

cuándo terminó la primera cosecha y de la disponibilidad de agua en el río para su irrigación. Esta segunda siembra la denominan “de riego” debido a que depende exclusivamente del riego con agua del río para su crecimiento. A diferencia de la siembra de “temporal”, antes de la segunda siembra no se realiza el barbecho de la tierra y se cultiva únicamente maíz, ya que de acuerdo a los productores con una sola siembra de frijol bien lograda les alcanza este grano para todo el año. Además, argumentan que no se desarrolla bien este cultivo durante el segundo ciclo agrícola del año y que compite por la humedad disponible con el maíz.

Una práctica frecuente es la siembra de garbanzo (*Cicer arietinum*) inmediatamente después de la primera o de la segunda cosecha, cuando aún queda humedad en el suelo pero no hay agua suficiente en el río para volver a aplicar un riego. De todos los cultivos, el garbanzo es el que tiene menores requerimientos de agua y cuidados durante su desarrollo, a pesar de ello, la baja demanda de este grano hace que no sea un cultivo tan abundante y común como lo es el maíz y el frijol. Una observación hecha en el tajo de Audencio Enríquez en la comunidad de Llanetes, durante el mes de noviembre del 2011, atestigua cómo durante una siembra de “riego” el productor combinó en el cultivo semilla de maíz, de frijol y de garbanzo de forma simultánea. Más tarde, durante la entrevista, Audencio comentó que esta siembra mixta tenía como objetivo minimizar el riesgo de pérdida total del esfuerzo de siembra, si llegara a escasear el agua para el maíz y el frijol, por lo menos se lograría una cosecha segura de garbanzo.

Otros cultivos secundarios como el chile, el jitomate, la caña de azúcar, el cacahuete y otras frutas y verduras que en ocasiones son producidos en los agroecosistemas de tajos requieren mayores cantidades de agua y cuidados. Estos cultivos son producidos cuando la abundancia de agua así lo permite o en ocasiones cuando su precio en el mercado es alto, haciendo más rentable su siembra y cuidado. Para la siembra de estos cultivos se emplean herramientas manuales, principalmente el azadón, con las cuales preparan la tierra de acuerdo a los requerimientos o formas de cultivo específicos de cada especie.

Independientemente del tipo de cultivo, la cosecha y procesamiento de los productos obtenidos son realizados manualmente y han tenido pocos cambios a lo largo del tiempo. Las mazorcas de maíz son recolectadas a mano cuando la planta aún está en pie y almacenada en costales de fibra natural o de plástico, posteriormente es desgranado a mano en “oloterías”. El frijol también se junta y se “varea” para separar la semilla manualmente.

1.3.2.-Manejo de especies vegetales perennes.

Las plantas perennes (árboles y arbustos) presentes en los *tajos* son una combinación de especies nativas a la región y especies exóticas. Las plantas perennes en los *tajos* se encuentran presentes debido a tres mecanismos de manejo principales por parte de los campesinos: 1. la tolerancia de especies vegetales perennes que se establecen de forma natural 2. la protección de determinadas especies perennes que aparecen de forma natural y 3. la inducción y propagación deliberada de especies nativas y exóticas. La ubicación de las

plantas perennes dentro de los *tajos* depende en gran medida de las decisiones de manejo que toma el campesino que trabaja el *tajo*. Los sitios donde habitualmente existe una gran densidad y diversidad de especies vegetales perennes son los linderos del *tajo*, ya sean los linderos con el río, con las parcelas vecinas o con la ladera. Los productores campesinos coinciden en que la incidencia y el establecimiento de muchas plantas en los *tajos*, ya sean perennes o anuales, nativas o exóticas, depende del acarreo de bancos de semillas que realiza el agua del río, transportando semillas de las partes altas de la cuenca.

Las plantas perennes que son toleradas en los *tajos* son resultado de los mecanismos naturales de propagación y establecimiento y representan la vegetación más conspicua dentro de los *tajos*, tanto por su abundancia como por su diversidad. La tolerancia de las especies perennes dentro de los *tajos* depende de la percepción del campesino sobre cada especie en particular. Aquellas que tienen algún valor utilitario o estético dentro de la cultura local tienden a ser toleradas ampliamente. La mayoría de las especies toleradas son nativas a los ecosistemas de la zona; aún así, existen algunas especies de origen exótico que se han establecido y propagado de forma natural y que forman parte de las especies toleradas en los *tajos*. El árbol del paraíso (*Melia azedarach*) es uno de las especies que mejor ejemplifican este fenómeno. El aprovechamiento de frutos, la calidad de la madera y de la leña, la calidad de sombra, su aporte para la alimentación de animales domésticos y el valor ornamental son cualidades que generalmente buscan los campesinos en las especies que toleran dentro de las áreas agrícolas, siempre y cuando no estorben las labores agrícolas ni el desarrollo de los cultivos u otras plantas inducidas deliberadamente.

La motivación para remover, eliminar o evitar la propagación de ciertas plantas perennes (y anuales también) es que éstas estorben, compitan por los recursos con los cultivos y otras plantas preferidas, o incluso que causen algún efecto negativo sobre la salud humana o los animales. Estas en general son especies que compiten demasiado por los nutrientes, la humedad y la radiación solar con los cultivos, las especies que son urticantes o tóxicas y aquellas que tienen poca apreciación de acuerdo a la cultura local suelen ser removidas o controladas sus poblaciones. El higuero (*Ficus cotinifolia*), a pesar de apreciarse su sombra y por su valor estético, suele ser evitado dentro de las parcelas por “sombrear” demasiado y competir por la radiación solar con los cultivos, la mala mujer (*Cnidioscolus multilobus*) y el huau (*Toxicodendron radicans*) son especies no deseadas y removidas por ser urticantes al contacto con ellas, mientras el huamúchil (*Pithecellobium dulce*) es a veces removido por “resecar” mucho el suelo agrícola.

Algunas especies de plantas perennes nativas son promovidas y protegidas deliberadamente dentro de los *tajos* por ser especialmente valoradas utilitaria, estética o culturalmente de alguna forma. Especies que son muy valoradas y que suelen ser toleradas e incluso protegidas dentro de los *tajos* son el mezquite (*Prosopis laevis*), por la calidad de su madera, de su leña, sus frutos, como forraje y por su sombra, el huamúchil (*Pithecellobium dulce*) y el capulín (*Sideroxylon palmerii*), por sus frutos, su leña y su sombra, el pitayo (*Stenocereus pruinosus*) por sus frutos, el álamo (*Platanus mexicana*) por su sombra, su madera y su valor estético, el palo hediondo (*Senna atomaria*) por su sombra y sus flores, por destacar algunas de las principales especies. Si bien no es una regla que

todos los individuos de las especies valoradas sean necesariamente protegidas, sí hay una tendencia a privilegiar y a promover la permanencia y abundancia de estas especies sobre otras. Las plantas bajo este estatus de manejo suelen ser protegidas de los animales domésticos y silvestres, así como de eventos climáticos extremos, además de que recurren con frecuencia a la poda, el cuidado especial y a la fertilización de éstas.

Otras especies vegetales perennes dentro de los tajos son aquellas intencionalmente inducidas, la mayoría de las cuales son árboles frutales. La mayoría de las especies inducidas en las parcelas agrícolas son exóticas, algunas provenientes de otras zonas de México o del Continente Americano y otras del sudeste asiático y de la región mediterránea. Las especies de árboles frutales inducidos más valoradas y comunes en la zona son el aguacate (*Persea americana*), el mango (*Mangifera indica*), una gran variedad de cítricos (*Citrus sp.*), el nogal (*Carya illinoensis*), el higo (*Ficus carica*), el plátano (*Musa paradisiaca*), la papaya (*Carica papaya*) y el ciruelo amarillo (*Spondias mombin*).

La práctica de injertar árboles frutales, principalmente aquellos que son inducidos, entre distintas variedades de una sola especie o con especies muy cercanamente emparentadas para mejorar las cualidades deseadas es muy común en algunas especies, entre ellas el aguacate, el mango, el nogal y los duraznos. Las cualidades buscadas suelen ser la resistencia y el vigor de las plantas durante su desarrollo, el tamaño y el sabor de los frutos, así como las temporadas y la periodicidad de su producción. Muchos productores tienen la presencia de más de una variedad de una especie, principalmente en árboles frutales. Entre las distintas variedades del mismo fruto destacan el aguacate el “liso” y “chino”, en el mango “criollo” y “manila”, duraznos “criollo” y “fino”, nogal “criollo” y “cáscara de papel”, papaya y pitayas “roja” y “amarilla”, por citar algunos ejemplos. Muchos de los árboles que son inducidos los propagan localmente en los huertos familiares o en las parcelas mismas, siendo frecuentemente intercambiados, regalados o vendidos entre productores de la misma comunidad o entre comunidades vecinas. Otra práctica común es la compra de árboles y plantas, regularmente exóticos, a comerciantes que visitan regularmente las comunidades, en la cabecera municipal o en otros poblados de la región o incluso del país. Se registró en campo especies y variedades de plantas, tanto en huertos y traspatios familiares como dentro de las parcelas agrícolas, que de acuerdo a los dueños las introdujeron de sitios tan lejanos como Yucatán o Texas.

La presencia de especies inducidas en los tajos depende principalmente de sus requerimientos hídricos y de la disponibilidad de agua para regarlos, siendo más abundantes las especies con altos requerimientos de agua en la parte alta de la zona de estudio. También depende directamente de voluntad del productor de cada tajo el mantener o no árboles frutales dentro de ellos, así como de la rentabilidad que les signifique.

La Tabla 3 muestra las principales formas de manejo de especies vegetales perennes dentro de los tajos y sus respectivas especies más representativas.

Tabla 3: Principales estatus y formas de manejo de especies vegetales perennes dentro de los tajos así como algunas de las especies de más significativas y su usos.

Estatus de manejo	Principales Especies	Razones/Usos	Formas de manejo
Removidas	<i>Cnidoscolus multilobus</i> <i>Toxicodendron radicans</i> <i>Ficus cotinifolia</i> <i>Pithecellobium dulce</i>	Urticantes Competencia con cultivos por recursos	Removidas superficialmente o desde raíz. Cortadas con hacha o machete, removidas con barretas, quemadas
Toleradas	<i>Melia azedarach</i> <i>Acacia farnesiana</i> Otras varias	No compiten con cultivos ni causan otros perjuicios	Ninguna en específico, en ocasiones podadas o parcialmente removidas
Protegidas	<i>Prosopis laevigata</i> <i>Pithecellobium dulce</i> <i>Sideroxylon palmeri</i> <i>Platanus mexicana</i> <i>Senna atomaria</i> <i>Morus sp.</i> <i>Stenocereus pruinosus</i> <i>Psidium guajava</i> <i>Carya illinoensis</i>	Madera, leña, sombra, forraje y frutos para autoconsumo Madera, sombra y frutos Madera, sombra y ornato. Frutos para autoconsumo familiar	Protegidas de animales domésticos y silvestres, principalmente ganado. Protegidas de crecientes del río, de vientos, sequías y temperaturas extremas. Podadas y fertilizadas. En pocas ocasiones trasplantadas.
Inducidas	<i>Persea americana</i> <i>Mangifera indica</i> <i>Citrus sp.</i> <i>Carya illinoensis</i> <i>Musa paradisiaca</i> <i>Carica papaya</i> <i>Prunus pérsica</i>	Frutos para autoconsumo familiar y para venta	Adquiridas mediante el intercambio o la compra. Propagadas en macetas y almácigos en huertos familiares y parcelas. Trasplantadas a sitios privilegiados. Fertilizadas, irrigadas, podadas e injertadas.

1.3.3.-Manejo de animales domésticos.

Los animales domésticos, principalmente los hatos ganaderos, son mantenidos fuera de los *tajos* la mayor parte del tiempo. El desnivel de los *tajos* de piedra hacia el lado del río, los cercos de alambre de púas o de malla metálica, los cercos vivos e incluso la pronunciada pendiente de la ladera vecina evitan el paso de animales domésticos a los terrenos agrícolas. Los hatos ganaderos más comunes son de ganado vacuno y caprino; las ovejas son menos abundantes pero también están presentes en las comunidades de la zona de estudio. Alrededor de las viviendas, los huertos familiares y en la comunidad misma merodean aves tales como gallinas y guajolotes de forma libre, a veces metiéndose a los campos de cultivo. No todos los campesinos que siembran *tajos* cuentan con rebaños propios, pero la posesión de alguna bestia, caballo o burro para la carga, para tirar el arado o para montar es casi generalizada.

Tres productores de la parte media de la zona de estudio no poseían ningún tipo de hato ganadero, argumentando que tener ganado significa tener más pérdidas que ganancias ya que no hay suficiente disponibilidad de alimento a lo largo del año en la zona, provocando la muerte recurrente de los animales. Los demás campesinos entrevistados sí tenían por lo menos algunas vacas, con rebaños de entre cinco y veinte vacas cada uno, dependiendo del año en particular. Durante el período en que se realizó el trabajo de campo (agosto 2011-abril 2012), la región se encontraba en un periodo de estiaje prolongado excepcionalmente seco. Tal situación obligó a los campesinos a vender una importante fracción de sus hatos, especialmente de ganado vacuno, debido a la escasez de alimento para su mantenimiento.

De los productores que dijeron tener hatos ganaderos, únicamente aquellos que no tienen árboles frutales en abundancia en sus *tajos* permiten el acceso ocasional de los animales. Árboles frutales tales como el mango, el aguacate, el plátano, los nopales, y otros son severamente perjudicados por el ramoneo de vacas y cabras que merodean libres. Los productores que a veces dejan libres a los animales dentro de los *tajos*, lo hacen exclusivamente en temporadas en que no tienen nada cultivado, permitiendo que éstos se alimenten de los esquilmos de los cultivos y de las hierbas arvenses que quedan después de la cosecha. Cuando el productor observa que su cultivo de maíz ya se “secó” o se “malogró” antes de la cosecha por falta de agua, en ocasiones permiten también el pastoreo libre o controlado de animales para que aprovechen por lo menos el forraje que se alcanzó a producir. El resto del año, cuando están cultivados los *tajos*, la gente deja que los animales pastoreen libremente alrededor de la comunidad, alimentándolos ocasionalmente con maíz y rastrojo en temporadas de estiaje. Algunos campesinos que tienen rebaños numerosos, suben sus animales a potreros y agostaderos que se ubican en la parte media y alta de la cuenca, donde el pasto y otros forrajes son más abundantes, durante la temporada de lluvia.

Otra práctica común entre los campesinos que son dueños de los *tajos* pero que no tienen rebaños propios es rentar su terreno agrícola en descanso a otras personas con ganado para aprovechar la hierba y los esquilmos que quedan después de la cosecha. Se pagan alrededor de \$1000 pesos por hectárea o por tajo por temporada.

1.3.4.-Manejo de insumos agrícolas y plagas.

Además de agua y sedimentos del río, así como de la fuerza de trabajo invertida por los campesinos que los trabajan, los sistemas de *tajos* dependen de pocos insumos externos. En ninguna de la parcelas que fueron muestreadas hubo registro de que se emplearan fertilizantes o abonos aparte del “lamedal” del río, mucho menos de tipo agroquímico. Tampoco se aplican insumos agroquímicos o de origen industrial para el control de plagas o de malezas, recurriendo a su control manual o biológico.

El manejo de los ciclos de nutrientes en el suelo depende casi exclusivamente del aporte de nutrientes que se da cada vez que se “abona” la parcela con los sedimentos ricos en materia orgánica y en minerales que acarrea la corriente del río. Existe un claro conocimiento por parte de los campesinos de que el suelo y la abundante materia orgánica del “lamedal” provienen de la parte alta de las montañas, donde el tipo de vegetación natural es bosque de pino-encino, que éstos son resultado de la erosión en esa zona y que son extremadamente fértiles. Al respecto, Don Abundio Nieto, de la comunidad de La Laja comentó: *“Aquí todo el “lamedal” viene de la “sierra” (parte alta de la montaña), es toda la basurita, toda la hojarasca y la tierra que se lava con las lluvias primerizas del año. Eso es con lo que aquí “abonamos” y con lo que sembramos año con año y nomás que no le falte el agua y nombre... se dan unas milpononas y unas mazorcas grandotas y se da mucho maíz. Aquí nomás lo que falta es el agua para regar pero le tierra es muy buena”*. Jacinto Vásquez, de la comunidad de Organitos, mencionó: *“...Cada año sembramos en tierra nueva, lo que agarra el arado es pura tierra que se hace del “lamedal”. El “lamedal” es muy bueno para la tierra y ya con eso, no se necesita echarle “medicina” (fertilizantes agroquímicos) como en otras partes para que produzca. En la “sierra” si necesitan echarle “medicina” para que cosechen algo y luego esa (los agroquímicos) sale muy cara para estarla comprando cada año.”* Los campesinos entrevistados también identifican otros aportes nutrimentales al sistema pero que no significan un aporte considerable en comparación a la fertilidad del “lamedal”. Un mecanismo es dejar pastorear en forma controlada a animales domésticos dentro de las parcelas, éstos contribuyen al reciclaje de nutrientes del suelo con su estiércol. También saben que la aplicación de estiércol o de compostas al suelo incrementa su fertilidad pero no recurren regularmente a esa práctica por no ser innecesario o porque implica un esfuerzo adicional que no es redituable. También existe entre los campesinos el conocimiento de que al momento de construir los *tajos* y durante cada ciclo de rotación del suelo, las hierbas arvenses que quedan y que son incorporadas al suelo aportan nutrientes en forma materia orgánica, ya sea verde o seca.

El manejo y control de plagas y de especies invasoras es variable dentro de los agroecosistemas de tajos que fueron estudiados. En la parte alta y media todos los productores entrevistados a excepción de Leonardo Ramírez, de la comunidad de Las Adjuntas, dijeron utilizar plaguicidas agroquímicos para fumigar los cultivos de maíz e incluso en algunas ocasiones recurren al uso de herbicidas. Tamaron 600 de Bayer y Malation 1000-E de Velsimex son los plaguicidas agroquímicos más utilizados para fumigar. Aplican un litro de agroquímico por hectárea de dos a tres veces por ciclo agrícola, dependiendo de la incidencia de plaga y de la solvencia económica para comprar los productos que cuestan alrededor de \$250 por litro. Los agroquímicos se aplican únicamente con mochila de aspersión (Figura 19), sin otras medidas de seguridad que en su caso un pañuelo improvisado como cubreboca. Antonio Calixtro de Llanetes explicó lo siguiente: “...se fumiga según como haya de plaga. El jitomate se fumiga unas dos veces por semana, el huaje se fumiga igual que el maíz una o dos veces por temporada, el frijol unas tres. Algunos no fumigan, pero así es como no cosechan mucho. Fumigando y poniendo abono orgánico cosecha uno más.” En la misma comunidad, Audencio Enríquez dijo al respecto: “...ahorita como estamos en estos años, pues sí se fumiga. Porque si no se fumiga el maíz se lo chinga el gusano y ya no hay nada. Antes no había de eso... cuando está chiquito (el maíz) se lleva nomás un litro, ya grande se puede llevar hasta dos litros, tres litros. Se fumiga por lo menos dos veces, uno quisiera tres veces pero no rinde, sale muy caro y cuesta ir a conseguirlo hasta Xichú o San Luis (de la Paz).” En la comunidad de La Laja ninguno de los productores entrevistados dijeron utilizar algún tipo de plaguicida ni herbicida agroquímico para fumigar. Uno de ellos, Abel Sánchez explicó: “...No, nosotros nunca fumigamos, a la voluntad de Dios, lo que se dé. Y se da bien.”



Figura 19: Foto de mochila de aspersión tomada en Organitos

Para el control de malezas, de plantas invasoras, de animales silvestres perjudiciales y de otras plagas que afectan los cultivos, en caso de no utilizar herbicidas, plaguicidas y otros agroquímicos, se buscan formas de control manual o biológico. Las malezas suelen ser “dequelitadas” (removidas) a mano o mediante la escarda, posteriormente empleándose, en la mayoría de los casos, para alimentar animales domésticos. Los animales silvestres que

perjudican los cultivos, (tlacuaches, ardillas, mapaches y ratones, principalmente) son tolerados la mayoría de las veces, al ser poco lo que alcanzan a dañar. En caso de ser grandes los estragos por este tipo de fauna, se recurre a su cacería, a colocar trampas o a amarrar perros domésticos dentro de las parcelas para ahuyentarlos. La práctica de colocar veneno para deshacerse de estos animales es muy poco frecuente, ya que los productores temen envenenar a sus propios animales domésticos o a la presencia del veneno en el sistema. Algunas ocasiones colocan espantapájaros dentro de las parcelas para ahuyentar aves que se alimentan de los cultivos, pero consideran que suelen ser poco efectivos.

Existe una percepción generalizada entre los campesinos agricultores de la zona de estudio que conforme pasa el tiempo aumenta la incidencia y el número de plagas y de especies invasoras. Muchos de los que fueron entrevistados, de forma especial aquellos de mayor edad, comentan que en la actualidad y de forma reciente existen poblaciones de insectos y de plantas invasoras que representan plagas para los cultivos y no existían o representaban ningún perjuicio anteriormente. Atribuyen muchas de las plagas al acarreo de semillas desde las partes altas de la cuenca, a las temperaturas cálidas de los años recientes y a la ausencia de heladas que controlan la incidencia de plagas de forma natural.

La Tabla4 muestra los principales tipos de plagas, los cultivos más afectados por ellas y las principales formas de control de las mismas.

Tabla 4. Principales plagas que inciden en los tajos, los principales cultivos afectados, y las formas de control de las mismas.

Tipo de plaga	Principales formas de plaga	Cultivos afectados	Tipo de control de la plaga	Insumos utilizados	Formas de aplicación	Inversión realizada
Insectos	Gusanos Chapulines	Maíz Frijol Guajes Jitomate	Agroquímico Control biológico	Tamaron600 Malatión1000	Aspersión con mochila. 1 L/Ha	+ - 250/Litro
Plantas invasoras	Pastos y otras especies invasoras	Todos, principalmente el maíz	Manual C. biológico Agroquímico	Ninguno Herbicidas	Escardar <i>Desquelitar</i> Herbicidas	Fuerza de trabajo

2.- Diversidad y composición de especies vegetales perennes en los tajos.

Dentro de los nueve agroecosistemas de tajos muestreados se identificó un total de 72 especies vegetales perennes (ANEXO III), árboles y arbustos pertenecientes a menos 30 familias diferentes. En total, 25 son especies introducidas y 47 nativas. En promedio las parcelas albergan 119 individuos de plantas perennes, 18.8 especies, 17.5 géneros y 12.2 familias.

La mayoría de las especies vegetales perennes presentes en los tajos se encuentran ahí como resultado del manejo agroforestal, ya sea a través de la tolerancia, la protección, la plantación o la siembra deliberada de los individuos por parte de los campesinos productores. La proporción de especies introducidas tiende a ser mayor en la parte alta de la zona de estudio (comunidad de Organitos), donde abundan árboles frutales de origen exótico para la zona como son el aguacate (*Persea americana*), el mango (*Mangifera indica*) y distintas especies de cítricos (*Citrus* spp.). En la parte baja (comunidad de La Laja) las especies introducidas son pocas en relación a las especies nativas, siendo el ciruelo amarillo (*Spondias mombin*) la especie introducida más común en las parcelas. Las distintas especies pertenecientes a la familia de las leguminosas (Fabaceae) son en términos generales las especies más comunes y abundantes a lo largo de la zona de estudio. Especies nativas como el mezquite (*Prosopis laevigata*), el huamúchil (*Pithecellobium dulce*) y la pitaya (*Stenocereus pruinosus*) son toleradas ampliamente dentro de las parcelas de la zona de estudio, llegando a ser incluso protegidas o plantadas y/o sembradas en ciertas ocasiones.

2.1.- Cobertura vegetal de los agroecosistemas.

La cobertura de plantas perennes en los tajos depende de cinco tipos de prácticas agroforestales: 1) vegetación en las colindancias de las parcelas y las laderas, 2) vegetación en la colindancia de las parcelas y el río, 3) vegetación en las colindancia de las parcelas y sus parcelas vecinas, 4) franjas de vegetación dentro de las parcelas, generalmente sobre los muros de piedra o “tajos” y 5) árboles aislados dentro de las áreas de cultivo (Figura 20).

Las nueve parcelas muestreadas tienen en promedio el 26.77% de cobertura vegetal perenne con respecto al total de su área, y un promedio de área sin cobertura de 73.23%, que en su mayor parte está conformada por áreas de cultivo. De la superficie sin cobertura vegetal perenne el 86.88% corresponde a áreas de cultivo mientras el 10.51% restante consiste en áreas de pasto inducido y terrenos baldíos. La parcela con mayor proporción de cobertura vegetal es la parcela #3 de la comunidad de Organitos (parte alta de la zona de estudio) donde el área con cubierta vegetal es superior al 45.8% del total de su superficie. La parcela con menor proporción de cobertura vegetal es la parcela #7 de la comunidad de La Laja (parte baja de la zona de estudio), donde solamente el 5.5% de su superficie tiene cubierta vegetal perenne.

Promediando entre las nueve parcelas, casi el 45% de la cobertura vegetal corresponde a la práctica agroforestal de mantenimiento de vegetación perenne en las colindancias de las parcelas y las laderas adyacentes. El 29% de la cobertura vegetal entre las nueve parcelas está representada por la vegetación presente en las colindancias de las parcelas con el río. Las colindancias entre parcelas vecinas constituyen en conjunto alrededor del 10.83% de la cobertura vegetal total. Cabe señalar que las franjas de vegetación son más comunes en parcelas de mayor superficie, estando ausentes en parcelas pequeñas o angostas. Los árboles aislados estuvieron presentes en las parcelas de la parte alta de la zona de estudio, en parcelas donde es importante el cultivo de árboles frutales, así como en

los espacios baldíos de las parcelas donde aún no se prepara el terreno para las labores de cultivo.

La Tabla 5 muestra los porcentajes de cobertura vegetal perenne por cada tipo de práctica agroforestal así como los porcentajes de áreas desprovistas de cobertura vegetal perenne para cada una de las parcelas muestreadas, así como los promedios correspondientes entre las nueve parcelas.



Figura 20: Diagrama que muestra los cinco tipos de prácticas agroforestales de los agroecosistemas de tajos.

Tabla 5: Porcentajes de cobertura vegetal perenne por tipo de práctica agroforestal para las nueve parcelas muestreadas.

Tipo de práctica agroforestal	Orilla Ladera	Orilla Río	Colindancia	Franjas de vegetación	Árboles aislados	Cobertura vegetal total	Cultivos/ Sin cobertura
Parcela #1	7%	7.23%	1.11%	7.23%	0.00%	<u>22.60%</u>	<u>77.40%</u>
Parcela #2	16.62%	3.55%	10.68%	0.00%	7.12%	<u>38.00%</u>	<u>62.00%</u>
Parcela #3	8.43%	26.51%	0%	0%	10.84%	<u>45.80%</u>	<u>54.20%</u>
Parcela #4	25.80%	17.19%	0%	0%	0%	<u>43.00%</u>	<u>57.00%</u>
Parcela #5	17.03%	3.09%	3.87%	0%	0%	<u>24.00%</u>	<u>76.00%</u>
Parcela #6	7.05%	5.64%	0%	11.29%	0%	<u>24.00%</u>	<u>76.00%</u>
Parcela #7	2.20%	1.10%	1.10%	0%	1.10%	<u>5.50%</u>	<u>94.50%</u>
Parcela #8	9.27%	0%	7.42%	0%	0%	<u>16.70%</u>	<u>83.30%</u>
Parcela #9	13.55%	5.80%	1.93%	0%	0%	<u>21.30%</u>	<u>78.70%</u>
Promedio total	11.88%	7.79%	2.90%	2.06%	2.12%	<u>26.77%</u>	<u>73.23%</u>
Promedio del tipo de cobertura	44.37%	29%	10.83%	7.69%	7.91%	27.23%	72.77%

2.2.-Riqueza y abundancia de especies vegetales perennes.

Para las nueve parcelas muestreadas el número promedio de individuos de especies vegetales leñosas es de 133.77 y se registraron en promedio 191 individuos por hectárea. También en promedio, cada parcela contiene 21 especies vegetales perennes leñosas distintas y contienen 40.22 especies por hectárea. El promedio general de familias vegetales por parcela fue de 13.44 y el número de géneros diferentes fue de 19.11 por parcela.

La parcela con mayor número de individuos totales fue la parcela #7, denominada “El Tajo de la Casa” en la comunidad de Llanetes, con 217 individuos contabilizados en un área de 17,000 m² (1.7 ha). La parcela con menos individuos totales fue la parcela #2 (comunidad de Organitos), con tan solo 61 individuos contabilizados en un área de 3,600 m². La parcela que contiene mayor número de individuos por unidad de superficie es la parcela #4, denominada “La Virgencita” en la comunidad de Las Adjuntas, con una cifra de 497.46 individuos por hectárea, mientras que la parcela con menos individuos por unidad de superficie fue la parcela #7, denominada “El perfume” (comunidad de La Laja), con tan solo 78 individuos contabilizados en un área de 32 240 m² (3.224 ha, que corresponde a la parcela muestreada con mayor superficie), lo que da como resultado una densidad de 24.19 individuos por hectárea (Ver Tabla 6).

La parcela con mayor número de especies vegetales perennes totales es la parcela #1 “Los Pitayos” (comunidad de Organitos), con 37 especies vegetales distintas en un área de 15,710m². La parcela con menor número de especies corresponde a la parcela #7 con solamente 11 especies diferentes. En relación a su superficie, la parcela con mayor número de especies es la parcela #4 con una densidad de 108.7 spp./ha, mientras que la parcela #7 tiene la densidad de especies por unidad de superficie más baja con solamente 3.41 spp./ha. La parcela #2 contiene también el mayor número de familias y de géneros vegetales, con 25 familias y 32 géneros, respectivamente. La parcela #7 cuenta con la menor diversidad de familias y de géneros de especies vegetales con 4 familias y 10 géneros.

La familia de plantas más representativa es la de las leguminosas, con un total de 13 especies que fueron muestreadas dentro de las parcelas, seguido de la familia Cactaceae (4 especies), Anacardiaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Ulmaceae con tres especies cada una de ellas. Las cinco especies más frecuentes en el conjunto de parcelas estudiadas son las siguientes. El palo hediondo (*S. atomaria*) es la más frecuente con presencia en las nueve parcelas, con un total de 44 individuos, el mezquite (*P. laevigata*) (47 individuos) y el granjeno amarillo (*C. pallida*) son las segundas especies de mayor frecuencia en las parcelas con presencia en 8 de las nueve parcelas muestreadas (88.8%) y el huamúchil (*P. dulce*) y el palo arco (*L. acapulcensis*) son las que ocupan el tercer lugar como especies más frecuente con presencia en 7 de las nueve parcelas (77.7%). Las cinco especies más abundantes en las parcelas son la candela en primer lugar con un total de 245 individuos, seguido del granjeno amarillo (66 individuos), del huamúchil (61 individuos), el mesquitillo (*Desmanthus sp.*) (58 individuos), y el trompillo (*C. boissieri*) (50 individuos).

Tabla 6: Riqueza, abundancia y densidad de especies, géneros y familias vegetales para cada una de las nueve parcelas muestreadas. También incluye la especie más frecuente en cada parcela con su respectiva abundancia.

Parcela	Número de individuos	Número de especies	Número de géneros	Número de familias	Densidad de individuos por ha	Densidad de especies por ha	Sp. más abundante	Sp. menos abundante spp./ind.
Parcela #1	209	37	32	25	133	23.551	Aguacate (36)	14 de 1
Parcela #2	61	22	22	17	169.444	61.111	Jarilla (9)	11 de 1
Parcela #3	136	33	28	21	430.107	104.364	Mango (11)	7 de 1
Parcela #4	157	17	16	10	497.465	108.974	Candela (73)	4 de 1
Parcela #5	186	16	16	11	184.359	15.858	Candela (66)	Pitayo (1)
Parcela #6	217	21	18	11	127.64	12.352	Candela (65)	2 de 1
Parcela #7	78	11	10	4	24.193	3.41	Huizache (42)	6 de 1
Parcela #8	83	14	12	8	49.7	8.383	Candela (33)	7 de 1
Parcela #9	77	18	18	14	102.666	24	Mesquitillo (16)	8 de 1
Promedio	133.77	21	19.11	13.44	190.95	40.22	NA	NA

Los análisis de curvas de rarefacción muestran que efectivamente hay una tendencia a que disminuya la riqueza de especies vegetales perennes conforme uno descende a lo largo del río en la zona de estudio. La principal causa de ello es con toda probabilidad la abundancia de agua a lo largo del año, lo que puede estar influenciado también por la cercanía de la parcela a la vivienda del productor, por las preferencias y valoración distinta de ciertas plantas sobre otras y por toma de decisiones particulares de cada caso. La mayor aridez de la parte baja de la zona de estudio hace que la diversidad y la abundancia de especies vegetales perennes sea menor más, sin tener tanto influencia el grado de intensificación agrícola, siendo éste mayor en la parte alta de la zona de estudio. Las gráficas de curvas de rarefacción (Figuras 21 y 22) muestran las curvas de rarefacción con los valores esperados para la de diversidad de especies vegetales perennes distintas, con un margen de certidumbre del 95%, tanto por tramo (o comunidad) de la zona de estudio como individualmente por parcela muestreada.

Las gráficas hechas por comunidad (Figura 21) muestran que la diversidad esperada de especies vegetales perennes es considerablemente mayor en la parte alta de la zona de estudio. Las partes media y baja de la misma tienen valores esperados de diversidad inferiores que son más similares entre sí. Considerando el total de especies que fueron en las tres parcelas de cada comunidad, en la parte alta se espera hipotéticamente que haya más de 28 especies distintas por cada 55 individuos contabilizados, mientras en la parte media se esperan 18 especies y en la parte baja solamente se esperan 15 especies por el mismo número de individuos contabilizados. La parcela con mayor diversidad de especies vegetales leñosas por número de individuos es la parcela #3 “La Boca del Arroyo del Aguaje” en la comunidad de Organitos (parte alta), donde por cada 55 individuos contabilizados se espera que haya al menos 25 especies distintas. La parcela con menor diversidad de especies es la parcela #7 “El Perfume” en la comunidad de La Laja (parte baja) donde solamente se espera una diversidad de 9 especies distintas por cada 55 individuos muestreados.

Puede observarse también en la gráfica de curvas de rarefacción por parcela (Figura 22) que la parcela #3 es excepcionalmente alta en diversidad, y que la parcela #7 tiene una diversidad considerablemente inferior a la esperada para el resto de las parcelas. Podría ser consecuencia de que la parcela #3 se encuentra directamente contigua a la vivienda del productor, por lo que recibe mayor atención y manejo, mientras la parcela #7 está bastante alejada de la vivienda del productor y es la parcela con mayor vulnerabilidad a ser destruida por las crecientes del río, arrasando y modificando así constantemente la vegetación. La misma gráfica muestra que las parcelas #1 y #2 tienen diversidades considerablemente altas que son muy similares. Las parcelas #6 y #9 les siguen con una diversidad esperada muy similar entre ellas y las parcelas #4, #5 y #8 tienen diversidades esperadas más bajas, pero bastante superior a las de la parcela #7, que también muestran gran similitud entre sus valores.

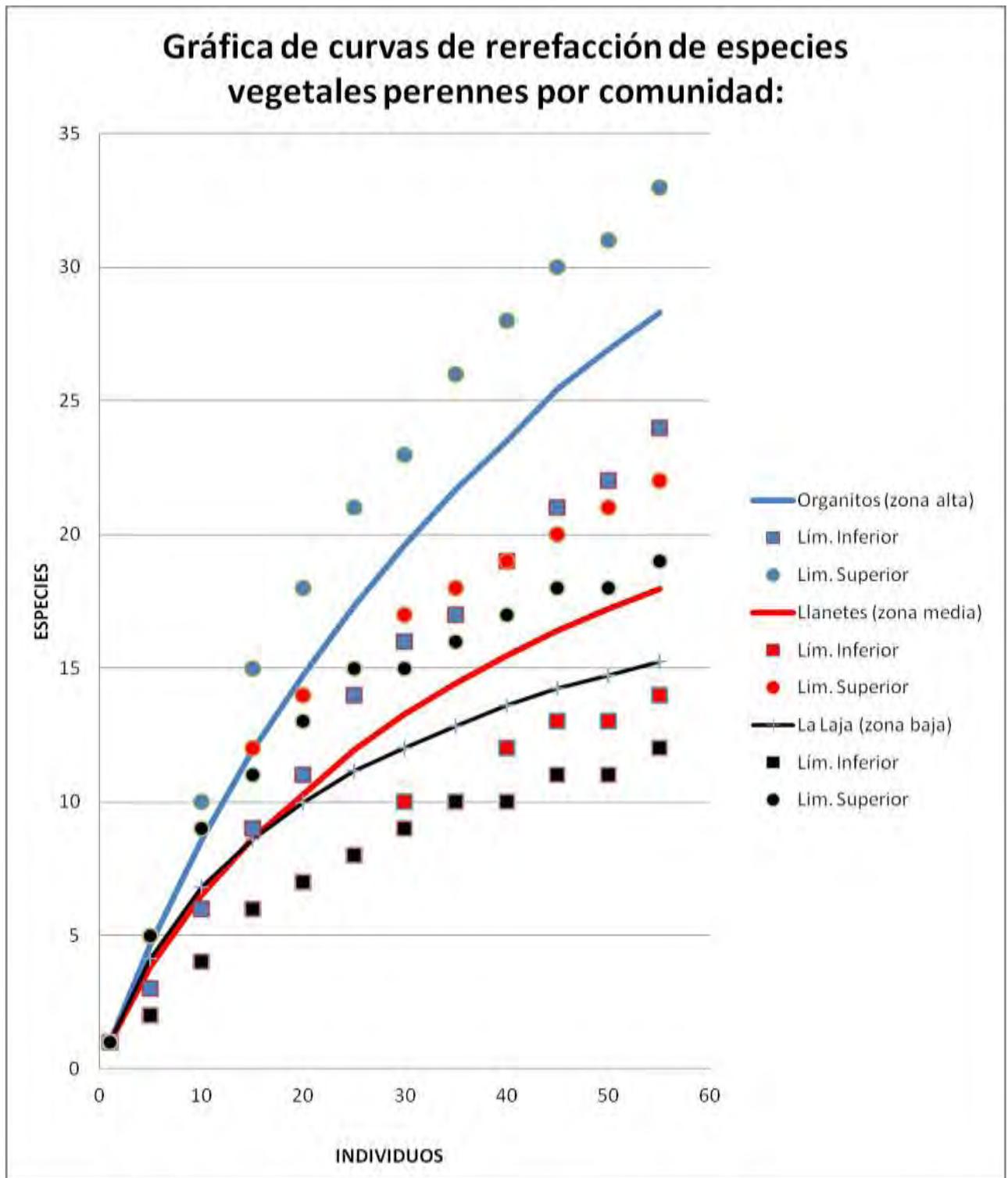


Figura 21: Gráfica de curvas de rarefacción por comunidad de estudio. La curva muestra el número esperado de especies por número de individuos muestreados, así como sus respectivos límites superior e inferior con un nivel 95% de confianza

Gráfica de curvas de rarefacción de especies vegetales perennes por parcela.

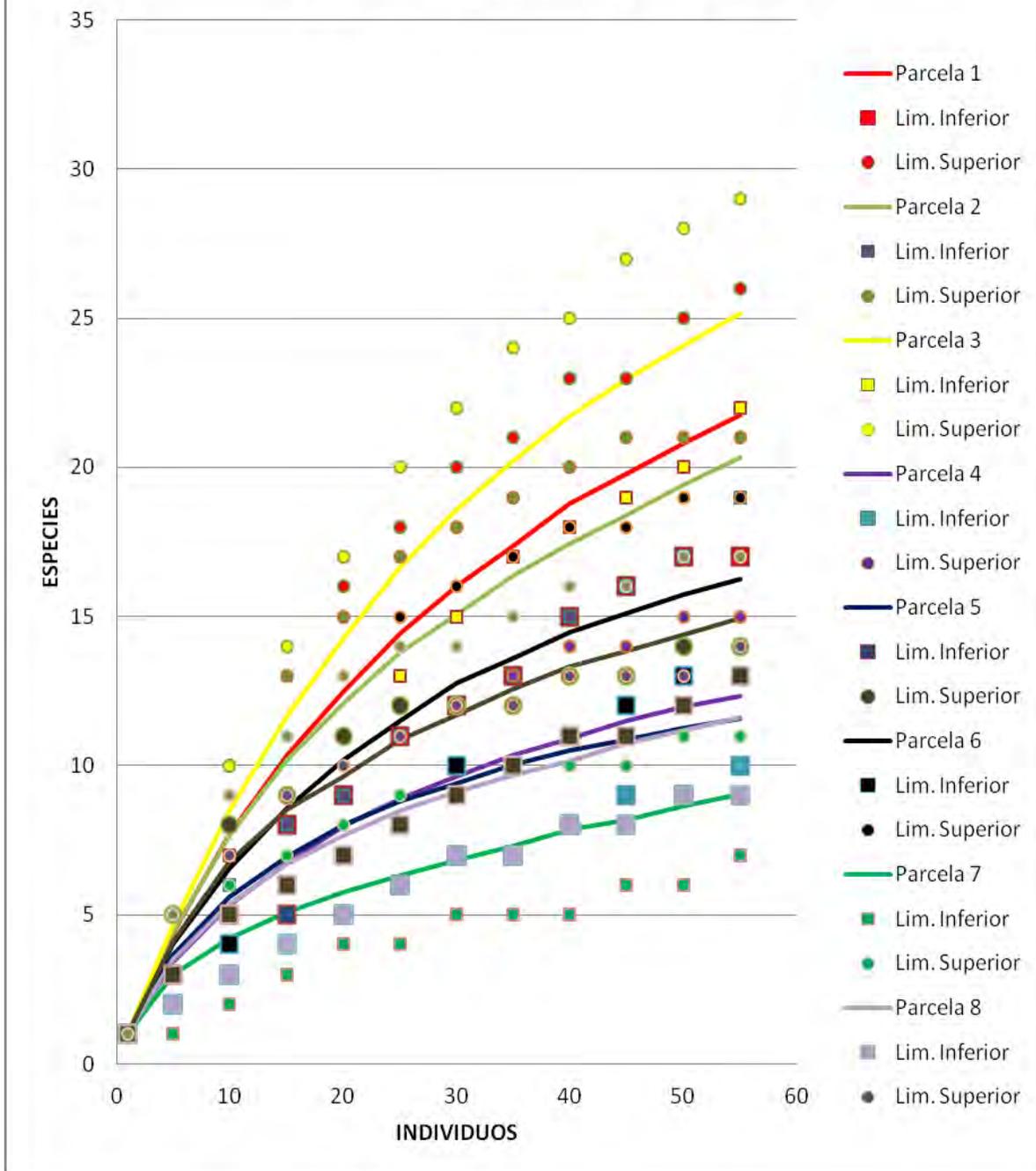


Figura 22: Gráficas de curvas de rarefacción por parcela. La curva muestra el número esperado de especies por número de individuos muestreados, así como sus respectivos límites superior e inferior con un nivel 95% de confianza.

2.3.-Relación de especies nativas vs. especies introducidas.

En las nueve parcelas muestreadas se encontró un total de 72 especies vegetales perennes, 25 (34.72%) de ellas introducidas a la zona y 47 (65.27%) nativas a la misma, pertenecientes a por lo menos 46 géneros distribuidos en 30 familias diferentes (ANEXO III). En términos generales las especies nativas se encuentran presentes como resultado del manejo agroforestal, principalmente a través de la práctica de tolerancia de estas dentro de los agroecosistemas. Las especies introducidas son casi siempre inducidas deliberadamente con algún fin utilitario específico, que la mayoría de las ocasiones son fines alimenticios, en especial la fruta, pero que también pueden ser de utilidad medicinal, ornamental o para material de construcción o fabricación de utensilios y artesanías. Las especies introducidas a la zona pueden ser nativas a la región mesoamericana pero no se presentan de forma natural en la zona o en la región de estudio, otras especies son exóticas a la región y fueron traídas de otros continentes y otras regiones del mundo.

Del total de individuos muestreados en las nueve parcelas (1204 individuos), el 76.41% (920 individuos) pertenecen a alguna especie nativa a la zona de estudio, mientras el 23.59% restante (284 individuos) son de alguna especie introducida. Las parcelas #2, #4, #5, #7, #8 y #9 tienen una notable dominancia de especies nativas sobre especies introducidas, todas con valores superiores al 90% de especies nativas respecto al total de su número de individuos. Solamente la parcela #1 obtuvo un valor proporcional de individuos de especies nativas inferior al 50%, con 47.36% de sus individuos pertenecientes a alguna especie nativa y el 52.64% de individuos restantes perteneciendo a alguna especie vegetal perenne introducida. El promedio de los porcentajes de individuos nativos para las nueve parcelas fue de 81.75% y el de individuos introducidos de 18.25%.

En las nueve parcelas existen en promedio 15.77 especies nativas y 5.33 especies introducidas por parcela. La parcela que presentó mayor número de especies nativas perennes es la parcela #1 “Los Pitayos” (comunidad de Organitos) con un total de 25 especies que representan el 67.56% del total de especies (37 spp.). La parcela con menor número de especies nativas perennes es la parcela #7 “El Perfume” (comunidad de La Laja) con 10 especies (90.9% del total de spp. (11)). La parcela #3 (comunidad de Organitos) es la que tiene mayor número de especies introducidas con un total de 14 especies de este tipo, en contraste a las parcelas #4, #7 y #8, las cuales solamente tienen una especie introducida que es el ciruelo amarillo (*Spondias mombin*).

Las parcelas con mayor número de individuos de especies nativas corresponden a la parcela #4, la #5, y la #6, todas ubicadas en la parte intermedia de la zona de estudio en las inmediaciones del “cañón del diablo”, con 156, 174 y 134 individuos, respectivamente, de plantas perennes nativas. La parcela con mayor número de individuos de especies introducidas es la parcela #1, con un total de 109 individuos introducidos, seguidas de la parcela #6 con 83 individuos y la parcela #3 con 65 individuos. Las parcelas #4, #7 y #8

presentaron solamente un individuo de alguna especie vegetal perenne introducida a la zona.

Del total de especies encontradas en las nueve parcelas, el 34.72% (25 spp.) son introducidas y 65.27% (47 spp.) son nativas a la zona (Tabla 7). Promediando los porcentajes de especies nativas contra especies introducidas entre las nueve parcelas da como resultado que el 79.31% de las especies son nativas contra un 20.80% de especies introducidas, tomando en cuenta que son proporciones promedio para la zona de estudio en su conjunto.

2.4.-Diversidad alfa (α), beta (β) y gamma (γ) de especies vegetales perennes en los tajos.

La diversidad alfa promedio ($\bar{\alpha}$) del total de especies vegetales perennes para los nueve sitios es de 21 especies. La diversidad $\bar{\alpha}$ de árboles y arbustos nativos para las nueve parcelas es de 15.77 especies y la diversidad $\bar{\alpha}$ de especies vegetales es de 5.22 especies. La diversidad gamma (γ) de especies vegetales perennes para el conjunto de las parcelas de estudio es de 72 especies, mientras que para la misma zona el valor de γ de especies vegetales perennes nativas es de 48 especies y γ de especies vegetales perennes introducidas es de 24 especies.

La unidad de muestreo con mayor diversidad alfa (α) del total de especies (72 spp.) es la parcela #1 (comunidad de Organitos) con 37 distintas plantas leñosas, mientras el valor de α más bajo es en la parcela #7 (comunidad de La Laja) con 11 especies en total. El valor más alto de α para especies nativas es también en la parcela #1 (25 spp.) y el más bajo es igualmente la parcela #7. Para especies introducidas, el valor de α es mayor en la parcela #3 (14 spp.) y tiene un valor de 1 sp. En las parcelas #4, #7 y #8.

La diversidad beta (β) para el total de especies es de 3.42 entre los nueve sitios. Para las especies nativas hay un valor promedio de β de 3.04 (similar al valor de β para el total de especies) y para las especies introducidas el valor de β entre las nueve parcelas es de 4.59. La parcela #7 tiene la mayor heterogeneidad de especies vegetales perennes respecto a los demás sitios, con un valor de β de 6.54 para el total de especies la parcela #1 tiene el valor más bajo de β (1.94), siendo la que tiene diversidad más representativa por contener un mayor número de especies en su conjunto. Para las especies nativas se repite el mismo patrón entre la parcela #1 y #7, con valores de 1.92 y de 4.8, respectivamente. Para la diversidad beta de especies introducidas el valor de β más alto (24) corresponde a las parcelas #4, #7 y #8, mientras el valor más bajo (1.71) es de la parcela #3, que coincide con la parcela que alberga mayor diversidad de especies introducidas.

Tabla 7: Relación de abundancias y porcentajes entre especies nativas y especies introducidas para las nueve parcelas muestreadas.

Parcela	Número total de individuos	Número de especies	No. Spp. Nativas	No. Spp. Introducidas	No. Individuos de spp. Nativas	No. Individuos de spp. Introducidas	Porcentaje spp. Nativas	Porcentaje spp. Introducidas	Porcentaje individuos nativos	Porcentaje individuos introducidos
Parcela #1	209	37	25	12	99	109	67.56%	32.43%	47.36%	52.64%
Parcela #2	61	22	17	5	56	6	77.27%	22.73%	91.80%	8.20%
Parcela #3	136	33	19	14	71	65	57.57%	43.43%	52.20%	47.80%
Parcela #4	157	17	16	1	156	1	94.11%	5.89%	99.36%	0.64%
Parcela #5	186	16	14	2	174	13	87.50%	12.50%	93.54%	6.46%
Parcela #6	217	21	12	9	134	83	57.14%	42.86%	61.75%	38.25%
Parcela #7	78	11	10	1	77	1	90.90%	9.10%	98.71%	1.29%
Parcela #8	83	14	13	1	82	1	92.85%	7.15%	98.79%	1.21%
Parcela #9	77	18	16	2	71	7	88.88%	11.12%	92.20%	7.80%
Promedio	133.77	21	15.77	5.33	102.22	31.77	79.31%	20.80%	81.75%	18.25%

En términos generales existe una mayor heterogeneidad entre los sitios muestreados para las especies vegetales perennes introducidas que para las especies nativas, siendo estas últimas las que representan mayor homogeneidad entre los sitios. La heterogeneidad es intermedia para el cálculo del total de especies (suma de spp. nativas y spp. introducidas). Esto se debe en parte a que en las parcelas de la parte media y baja de la zona de estudio hay menor abundancia y diversidad de especies vegetales perennes introducidas.

La Tabla 8 muestra los valores de diversidad alfa (α), beta (β) y gamma (γ) tanto para especies nativas, especies introducidas y para el total de especies entre las nueve parcelas que fueron muestreadas.

3.- Importancia de la agricultura de tajos para la economía familiar campesina.

Las familias campesinas que habitan las comunidades de la zona de estudio tienen un modo de subsistencia que depende de múltiples estrategias productivas y de actividades económicas diversificadas y complejas. Los campesinos recurren a una amplia gama de actividades dentro de las comunidades, principalmente la ganadería y la recolección de especies aromáticas silvestres, pero también en espacios geográficos más amplios, como lo es la migración en busca de trabajo asalariado a otras regiones del país o al extranjero. Para la mayoría de ellos las prácticas agrícolas dentro de los sistemas de *tajos* representan la principal forma de manutención familiar. Los productos agrícolas de los *tajos* son destinados principalmente al autoconsumo y a lograr la autosuficiencia de las unidades familiares, de ellos depende en gran medida la satisfacción de las necesidades alimenticias básicas a lo largo del año.

El maíz y el frijol son los productos de mayor demanda para la alimentación básica de las familias campesinas de la región, son también los cultivos más comunes en la agricultura de *tajos* y de cuya producción en cantidades suficientes dependen directamente el mantenimiento y la seguridad alimentaria a nivel familiar a lo largo del año. La producción de otros cultivos secundarios, a pesar de no contribuir en la misma proporción a la economía familiar campesina, aporta significativamente alimentos que diversifican la dieta familiar y en ocasiones también significan un pequeño a mediano ingreso económico de forma periódica para los agricultores y sus familias.

En términos generales, la economía familiar de los campesinos de la zona depende en primer término de la autosuficiencia en productos agropecuarios provenientes de los tajos, de la ganadería extensiva y de la recolección, recurriendo en ocasiones a transacciones monetarias o a realizar actividades asalariadas. Los intercambios monetarios son escasos y se realizan casi exclusivamente para obtener los productos que utilizan de forma habitual y que no producen ellos mismos o en su comunidad. El intercambio en especie o trueque, así como los mecanismos familiares y comunitarios de solidaridad y reciprocidad suelen sustituir muchas veces los intercambios monetarios.

Tabla 8: Tabla con valores de diversidad alfa (α), alfa promedio ($\tilde{\alpha}$), beta (β) y gamma (γ) para el total de especies así como para especies nativas e introducidas por separado de las nueve parcelas muestreadas.

Total de Especies	Diversidad alfa (α)	Diversidad beta (β)	Diversidad gamma (γ)	α spp. nativas	β spp. nativas	γ spp. nativas.	α spp. introducidas	β spp. introducidas	γ spp. introducidas
Parcela #1	37	1.94	72	25	1.92	48	12	2	24
Parcela #2	22	3.27	72	17	2.82	48	5	4.8	24
Parcela #3	33	2.18	72	19	2.52	48	14	1.71	24
Parcela #4	17	4.23	72	16	3	48	1	24	24
Parcela #5	16	4.5	72	14	3.42	48	2	12	24
Parcela #6	21	3.42	72	12	4	48	9	2.66	24
Parcela #7	11	6.54	72	10	4.8	48	1	24	24
Parcela #8	14	5.14	72	13	3.69	48	1	24	24
Parcela #9	18	4	72	16	3	48	2	12	24
Promedio ($\tilde{\alpha}$)	21	3.42	72	15.7777778	3.04	48	5.22222222	4.59	24

3.1.-Maíz y frijol, insumos básicos e indispensables de la unidad familiar campesina.

La importancia que representan los agroecosistemas de *tajos* para la economía y el sustento familiar campesino depende directamente de la capacidad que tienen estos sistemas de producir y proveer en cantidades suficientes los granos básicos y lograr la autosuficiencia. El maíz, consumido diariamente en forma de tortillas así como ocasionalmente en atoles, tamales, gorditas o como elote, es el grano básico y con mayor demanda para la alimentación de la población campesina de la zona. También es un suplemento básico de la alimentación de los animales domésticos, principalmente gallinas, mulas, caballos y vacas. El frijol, consumido regularmente en todas las comidas, es el segundo grano del que depende en mayor medida la subsistencia de la población local. La cantidad de estos granos que es requerida para el autoabasto anual depende del número de integrantes con que cuenta cada unidad familiar, que puede ser conformada por una familia nuclear o por una familia extendida. Para el caso del maíz también depende su demanda de la cantidad de animales domésticos que son alimentados con ese grano.

En relación con su demanda, el maíz es el cultivo más apreciado en los *tajos*, es su principal producto y el de mayor significancia para el productor campesino y el mantenimiento de su economía familiar. Como resultado de ello es también el cultivo que mayor superficie, cuidados e inversión demanda en los *tajos*.

De los nueve productores que fueron entrevistados, cinco dijeron ser completamente autosuficientes en maíz, coincidiendo con aquellos que tienen unidades familiares pequeñas o que en su caso tienen amplias superficies de cultivo. De estos cinco, tres llegan a producir la mayoría de los años excedentes que venden localmente. Los otros producen suficiente maíz por lo menos para la mitad o dos terceras partes del año. Estos se ven frecuentemente obligados a comprar este producto a finales de la temporada de estiaje, la mayoría de las veces a otros agricultores locales, pero también en ocasiones a comerciantes foráneos que traen el maíz de otros lugares lejanos y que la mayoría de las veces es de origen agroindustrial. Un sustituto del maíz que es ampliamente utilizado para la elaboración de tortillas, principalmente entre aquellas familias que no son autosuficientes en maíz a lo largo del año, es MASECA o alguna otra harina de maíz similar, y que adquieren por lo regular en las tiendas comunitarias del Abasto Social de Leche (LICONSA).

El consumo promedio de maíz para consumo humano por unidad familiar (dependiendo del número de integrantes por familia) es de alrededor de 3 o 4 g al día, es decir entre 1.5 y dos costales de maíz desgranado (70kg/costal) al mes (100- 140 g), que equivale a entre 18 y 24 costales por año (1260- 1700kg). A esta cuenta se suma el consumo de maíz por parte de los animales domésticos que puede ser igual o mayor, dependiendo del número y del tipo de animales que se tengan. En promedio, los agricultores entrevistados requieren de 1.8 a 2 toneladas de maíz para el consumo familiar al año. El precio de compra-venta del maíz es volátil e influye de forma decisiva en las ganancias o los costos que implica ser autosuficiente, deficitario o producir excedentes para la venta de este producto. En años recientes se ha reportado un aumento considerable del precio del maíz y una disminución relativa en el volumen de producción del mismo.

La autosuficiencia de frijol es por lo general mayor entre las familias campesinas de la zona de estudio. Aún así, suele ser un cultivo más errático que el maíz. Por ejemplo, los campesinos señalan que durante el ciclo agrícola previo a este estudio (el ciclo agrícola 2011-2012), tanto en la comunidad de Llanetes como en La Laja sí hubo quienes lograron una considerable producción de maíz pero no hubo cosecha de frijol, debido a la severa sequía que se reportó en ese año. Los productores entrevistados dicen tener suficiente frijol para el consumo familiar de todo el año con alrededor de ocho a diez costales (60kg/costal). El consumo anual promedio entre los campesinos entrevistados y sus familias es de poco más de 520 kg. Estas cifras significan un consumo familiar diario que en promedio es superior a 1.4 kg de frijol por día. En caso de tener producción deficitaria, la compra de frijol significa un importante gasto para las familias campesinas, considerando el elevado precio de este grano que durante 2011 (año en que comenzó el trabajo de campo) ya superaba los \$20 pesos/kg.

Las gráficas de las Figuras 23 y 24 muestran la producción y la demanda anual promedio de maíz y frijol de los nueve productores campesinos entrevistados. Las cifras corresponden a la producción total del conjunto de sistemas agrícolas que maneja cada productor, no únicamente a la producción de las parcelas que fueron muestreadas, así como a la demanda total de su unidad familiar. Los datos son aproximaciones con base en criterios cualitativos de los mismos productores. La demanda depende a su vez del número de integrantes de cada familia, de las necesidades particulares de cada una de ellas y del número de animales domésticos que alimentan, principalmente con maíz.

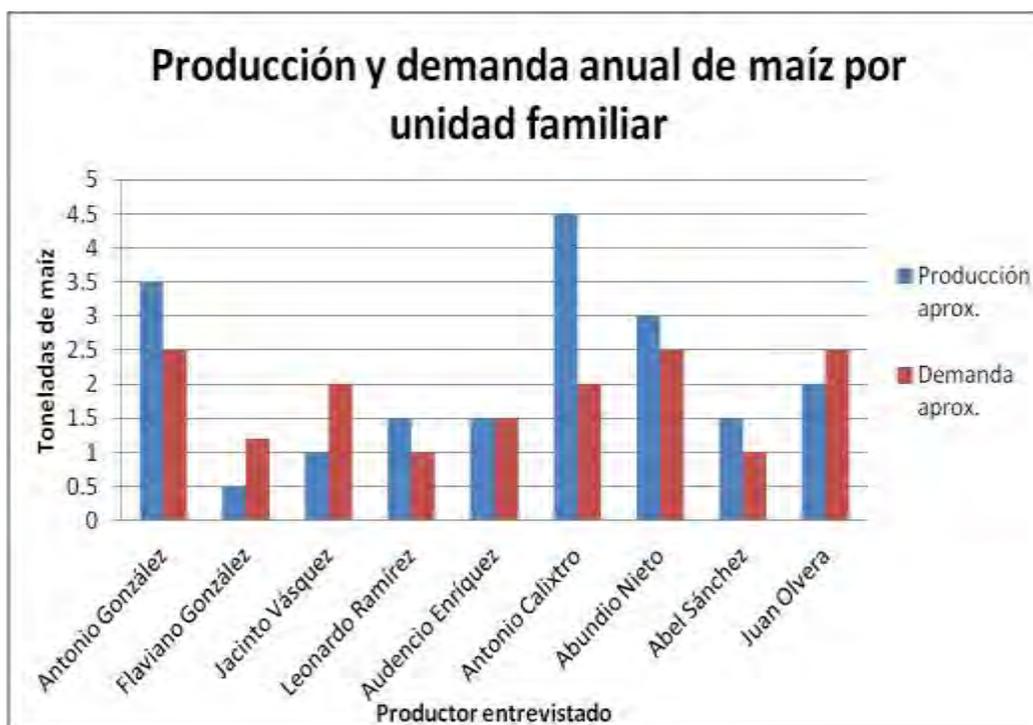


Figura 23: Gráfica que muestra los niveles de producción y de demanda aproximada de maíz al año por unidad familiar de cada productor entrevistado.

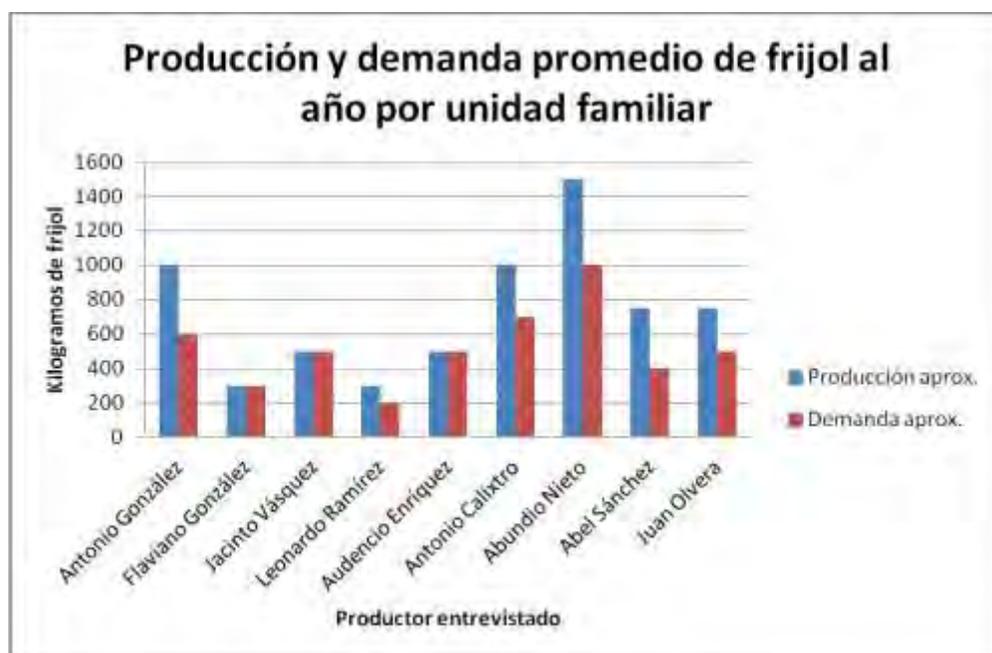


Figura 24: Gráfica que muestra los niveles de producción y de demanda aproximada de maíz al año por unidad familiar de cada productor entrevistado.

3.2.-Cultivos secundarios, frutos y especies arvenses: su papel en la economía familiar.

La producción de otros cultivos y árboles frutales en los *tajos*, a pesar de tener un aporte menos significativo para la economía familiar que la producción de maíz y frijol, representa una contribución importante al permitir la diversificación. La diversidad y la abundancia de cultivos secundarios varía considerablemente entre las distintas parcelas muestreadas, además de variar en cada ciclo agrícola dentro de las mismas. El aporte principal que tienen los cultivos secundarios es diversificar la variedad de alimentos consumidos por las familias campesinas, y genera un ocasional ingreso monetario a través de la venta de los excedentes de estos productos dentro de la misma comunidad o en comunidades vecinas. El aporte económico que significa la venta de excedentes, además del costo que implica la compra de los insumos básicos de los que se carece, está simétricamente correlacionado con el precio de mercado que tiene en ese momento cada producto en particular.

El cultivo esporádico de diversos cultivos secundarios, como el garbanzo, calabaza, cacahuate, entre otros, suele responder a una lógica de autoconsumo y autosuficiencia por parte de los campesinos, permitiéndoles diversificar la dieta familiar. Diversas hortalizas como el jitomate, tomate verde, distintas variedades de chile, el cultivo de guajes y el cultivo de frutos como el aguacate y el mango, la mayoría de las ocasiones tiene como finalidad la venta a pequeña escala dentro de la comunidad. Mientras en la actualidad el cultivo de hortalizas para la venta es más común en las comunidades de Llanetes y La Laja, en Organitos juega un papel más importante la producción de árboles frutales y la eventual venta de los excedentes de su producción. Para dos de los tres productores entrevistados en Organitos, la venta anual de aguacate y de mango representa un

significativo ingreso económico. Don Jacinto Vásquez comentó al respecto “*El árbol de aguacate quiere de mucho cuidado y es muy sediento... quiere que uno siempre lo esté abonando y regando... ese ocupa mucha agua, más que ningún otro árbol que hay aquí. Plantar aguacate es como criar un niño, requiere de mucho cuidado al principio, pero ya una vez que se pone a producir bien... nombre... es como tener un hijo en “el norte” (Estados Unidos) que cada año te ayuda con un buen dinerito...*” Los que se dedican a vender aguacate, dicen que un solo árbol de buen tamaño llega a producir alrededor de cinco a ocho cajas de fruta, obteniendo más de \$250 pesos por la venta de cada caja. El árbol de mango grande produce más de diez cajas al año de fruta, teniendo un precio de entre de \$100 y \$150 pesos cada caja. La venta de estos productos se realiza dentro de la misma comunidad, en comunidades vecinas o en la cabecera municipal de Xichú.

Anteriormente (de 10 a 20 años atrás), el cultivo de jitomate para la venta en las tres comunidades jugó un papel importante en la economía de los agricultores locales. La producción de caña de azúcar para producir piloncillo destinado a su venta regional, fue hasta hace 30 años una de las principales actividades económicas de la comunidad de Organitos. Actualmente el cultivo de caña de azúcar en la parte alta de la zona de estudio corresponde estrictamente a necesidades de consumo familiar, consumida principalmente a finales del año durante la temporada navideña, además de ser utilizada como forraje para complementar la dieta de los animales domésticos, principalmente para las vacas. En la comunidad de Llanetes, el productor Antonio Calixtro cultivó casi exclusivamente guajes durante el ciclo agrícola del 2011, argumentando que los beneficios económicos provenientes de la venta de los guajes serían mayores a los obtenidos por la venta de los excedentes de producción de maíz, considerando el precio del maíz en ese momento. A un precio de \$15 pesos por pieza al mayoreo, vende los guajes a comerciantes e intermediarios que vienen a comprarlos desde localidades distantes. Al enterarse que subió el precio del maíz, Antonio decidió volver a cultivar ese grano básico en toda la superficie agrícola y así poder lograr excedentes para su venta.

Además de los cultivos secundarios y de los árboles frutales, el aprovechamiento y el consumo de *quelites* que provienen de los tajos también contribuye a la diversificación y a la provisión de alimentos para la dieta de las familias campesinas. Los *quelites* no son sembrados ni cultivados intencionalmente, son plantas arvenses anuales que crecen en los terrenos agrícolas asociados a otros cultivos y que a menudo compiten con ellos. La especie más ampliamente distribuida y aprovechada para el consumo humano en la zona es *Amaranthus hybridus*, conocido localmente por el mismo nombre “*quelite*”. La verdolaga (*Portulaca oleracea*) es menos común en los cultivos y de menor aceptación para el consumo humano entre los habitantes locales pero también se registra su aprovechamiento.

Una gran diversidad de otras plantas arvenses, así como de arbustos y árboles nativos que aparecen de forma natural en los tajos, son aprovechados por los campesinos para múltiples propósitos y requerimientos del hogar. Muchas de las especies vegetales nativas que hay en los tajos son aprovechadas con fines medicinales, comestibles, como combustible (leña), como madera para la construcción, así como forraje para los animales. La medicina tradicional que aún se practica ampliamente entre los habitantes de las

comunidades utiliza una amplia diversidad de especies vegetales nativas que crecen tanto en los agroecosistemas como en las laderas. Los campesinos de la zona recurren frecuentemente a la aplicación algún remedio casero o a un médico tradicional, empleando casi siempre plantas, antes de acudir a un médico. El aprovechamiento de los arbustos y árboles para leña es generalizado en toda la zona, considerando que la mayoría de los hogares campesinos cocinan exclusivamente con leña y que las estufas de gas son muy poco comunes y poco utilizadas por el elevado costo del combustible fósil. La madera de ciertas especies de árboles es también apreciada y aprovechada por la calidad de su madera. Con la madera se fabrican utensilios de forma artesanal, como yugos, arados, bancas y muebles, así como material para la construcción de viviendas.

3.3.-Actividades productivas complementarias: un eslabón de las estrategias múltiples de subsistencia de la unidad familiar.

Las actividades agropecuarias y productivas distintas a la agricultura de tajos representan también una contribución importante para la manutención familiar de los campesinos de la zona de estudio, pero en muy pocos casos sustituye el papel central de las actividades agrícolas. Las actividades productivas adicionales a la agricultura, que son múltiples y diversificadas, tienen el objetivo de lograr ingresos monetarios periódicos que de otra forma son casi imposibles de obtener.

En muchas ocasiones las actividades productivas complementarias a la agricultura tienen el propósito de conseguir los recursos económicos necesarios para seguir desarrollando ciertas prácticas agrícolas. También son importantes para lograr la subsistencia familiar durante malos temporales agrícolas, en las que por alguna u otra razón la producción agrícola de los tajos no produjo lo suficiente para garantizar la autosuficiencia familiar.

Las actividades productivas más comunes, además de la agricultura, son la ganadería extensiva de ganado vacuno y caprino, la recolección anual de especies vegetales silvestres para su venta a granel y la migración temporal al extranjero o a centros urbanos en busca de trabajo asalariado. Los pocos y espaciados ingresos de dinero en efectivo que perciben los habitantes de las comunidades generalmente son destinados a los ocasionales gastos monetarios que realizan a lo largo del año y pocas veces son utilizados para adquirir productos agrícolas de los que depende su alimentación básica, ya que estos suelen obtenerse primordialmente a través de la autoproducción.

La recolección de especies vegetales silvestres que se lleva a cabo anualmente en las laderas que rodean las comunidades es para muchos de los habitantes de la zona una importante forma de ingreso económico que les ayuda a completar los gastos familiares. Especies que crecen de forma natural en la zona, como el orégano (*Lippia graveolens*), la damiana de california (*Turnera diffusa*), el chiltepin (*Capsicum annum*), son recolectados a mano en grandes cantidades cada año al concluir la temporada de lluvias, entre los meses de octubre y enero, para su venta a comerciantes e intermediarios que lo revenden a otras

regiones o a industrias que las procesan. Las frutos de las pitayas (*Stenocereus pruinosus*) también son recolectadas anualmente pero con fines de autoconsumo principalmente.

El esfuerzo y el volumen de recolección varían cada año así como varía cada año la especie más recolectada, esto depende de la demanda y del precio en el mercado de cada una de ellas durante ese periodo. De acuerdo a la gente entrevistada, la disponibilidad y abundancia de cada especie en las laderas depende en gran medida de la cantidad de precipitación recibida en la temporada de lluvias anterior a la recolección así como del tipo de manejo que tiene cada comunidad sobre esos recursos. Por la magnitud del volumen que es recolectado y por los ingresos que significa, el orégano es la mayoría de los años la especie recolectada en mayor cantidad y la que más contribuye económicamente a los hogares campesinos. A pesar de ello, durante la temporada en que se realizó el trabajo de campo (2011), la damiana tuvo mayor demanda y mejor precio en el mercado que el orégano. A consecuencia la recolección de orégano durante el 2011 fue mínima. El precio de venta al mayoreo del orégano en las comunidades durante el 2011 fue de \$8.00 pesos el kilogramo, mientras que la damiana se compró en ese mismo año a \$11.00 pesos/kg. El año anterior (2010) el orégano estaba a \$10.00 pesos/kg y la demanda de damiana fue mínima con un precio de \$5.00 pesos/kg. El chiltepín suele tener poca demanda y en su caso ésta suele ser dentro de la misma región, a pesar de ello algunos habitantes de las comunidades dijeron que ocasionalmente se dedican a su recolección para la venta.

De los nueve productores entrevistados, cinco dijeron haber recolectado damiana durante el 2011 para la venta; de ellos, solamente dos recolectaron también orégano en ese periodo. Esos mismos campesinos dijeron recolectar especias de forma regular cada año para la venta y depender parcialmente de esa actividad para completar los gastos económicos familiares. De las especias se vende la pura hoja y flor parcialmente limpia. Dependiendo del número de integrantes que colaboren en la actividad y del esfuerzo de recolección invertido, una sola familia recolecta un mínimo de 20 a 30 costales de 20kg cada uno de orégano y/o damiana por temporada, lo que llega a representar un ingreso de aproximadamente \$4 000 pesos por año.

La migración en busca de trabajo asalariado hacia otras regiones del país, principalmente los grandes centros urbanos, así como a los Estados Unidos de América, es la principal actividad productiva realizada por los campesinos de la zona afuera de sus comunidades de origen. Esta actividad, realizada la mayoría de las veces de forma temporal y periódica, es frecuentemente la principal fuente de ingresos monetarios de muchas familias campesinas en esas comunidades.

La mayoría de los habitantes de las comunidades que migran en busca de trabajo son los varones de entre 18 y 40 años de edad, aproximadamente, siendo menos frecuente el fenómeno migratorio entre niños, mujeres y hombres de la tercera edad. Las principales razones para migrar en busca de ofertas de trabajo asalariado son los gastos imprevistos, ceremoniales o de requerimientos materiales básicos que se presenten a la familia. Los problemas de salud, la boda, los quince años o el bautizo de algún miembro de la familia así como los gastos para la construcción de vivienda son frecuentemente las principales causas. Buscar salida a las condiciones de extrema pobreza o debido a los cánones socio-

culturales de la región son otros frecuentes motivos para recurrir a la migración, principalmente cuando ésta es hacia los Estados Unidos.

Las labores que desarrollan los trabajadores migrantes son diversas, destacando entre ellas las actividades agropecuarias como la cosecha de frutos y legumbres así como las actividades relacionadas a la industria de la construcción. Los destinos nacionales más recorridos son las ciudades de Querétaro y de México, mientras que los estados de Texas, Colorado y Georgia son los principales destinos de la Unión Americana. Los sueldos percibidos son variables según el tipo de actividad pero son a menudo superiores a los que son posibles obtener dentro de su región de origen. En ocasiones, principalmente si se trabaja dentro del país, el sueldo percibido no compensa los gastos ni las implicaciones que significa radicar fuera de la comunidad de origen.

El comercio también es una actividad que se realiza en ocasiones de forma paralela a la agricultura. Atender una pequeña tienda de abarrotes propia o ser el encargado de la tienda LICONSA de la comunidad es una actividad que algunos campesinos agricultores realizan y que significa una aportación significativa a la economía familiar. Uno de los campesinos entrevistados, Audencio Enríquez de Llanetes, se dedicaba además de a la agricultura de tajos a atender la tienda LICONSA de su comunidad.

La Tabla 9 muestra las actividades productivas complementarias a la agricultura de tajos que realizan los campesinos entrevistados como modo de subsistencia familiar.

Tabla 9: Tabla que muestra las principales actividades productivas complementarias a la agricultura que realiza cada uno de los campesinos entrevistados.

Actividades complementarias a la agricultura realizadas por los productores entrevistados.				
Actividad Nombre productor	Recolección de especies	Migración	Comercio	Otras
Celso Glez.	NA	Antes	NA	Ganadería
Flaviano Glez.	NA	NA	NA	Ayuntamiento municipal
Jacinto Vásquez	Cada año	Antes	NA	Antes trabajo asalariado
Leonardo Ramírez	Ocasionalmente	NA	Tienda de refrescos	Médico tradicional
Audencio Enríquez	Cada año	Antes	Tienda LICONSA	NA
Antonio Calixtro	Ocasionalmente	Antes	NA	NA
Abundio Nieto	Cada año	Antes	NA	Ganadería
Abel Sánchez	Cada año	NA	NA	Ganadería
Juan Olvera	Cada año	Antes	NA	Ganadería

3.4.-Intercambio, lazos de reciprocidad y de solidaridad comunitaria: su importancia para la economía familiar campesina.

Las redes de intercambio de productos y las relaciones de reciprocidad y la solidaridad a nivel familiar y comunitario juegan un papel importante en el mantenimiento de la economía de las familias campesinas que habitan la zona de estudio. Tales relaciones, que se presentan frecuentemente entre los miembros de una familia o de la comunidad, desempeñan un papel fundamental en la realización de las labores agrícolas así como para asegurar la alimentación mínima de sus integrantes. El trueque de productos agrícolas entre campesinos les permite a su vez diversificar los insumos de la dieta familiar, intercambiando productos que les sobran o que poseen en abundancia por aquellos de los que carecen o que ellos mismos no producen. Los lazos de reciprocidad y solidaridad son más evidentes entre el núcleo familiar y en segundo término entre los integrantes de una misma comunidad. El intercambio de productos suele ser más frecuente entre comunidades vecinas o incluso con comunidades lejanas que por lo regular se encuentran en condiciones ambientales distintas y que producen otras cosas.

Durante la realización de labores agrícolas, principalmente en aquellas que requieren de mayor esfuerzo humano, es común observar que se brindan ayuda mutua entre los integrantes de la familia así como entre amigos o conocidos de la comunidad. La construcción de los muros de piedra de los tajos, la construcción y mantenimiento de las acequias y presas derivadoras, así como las labores de preparación de la tierra, la siembra y la cosecha, son frecuentemente realizadas entre varias personas que tienen acuerdos de reciprocidad y solidaridad mutua. Realizar estas labores a cambio de un salario de entre \$120 y \$150 pesos al día es también una práctica común entre los varones adultos, pero de igual forma se apoyan unos a otros al proporcionarse empleo entre integrantes de la misma comunidad.

El intercambio en especie de unos productos por otros es un mecanismo de provisión de insumos para el consumo familiar que también se practica de forma frecuente entre los miembros de una misma comunidad o entre comunidades vecinas. Usualmente se intercambian aquellos productos que se poseen en abundancia por aquellos de los que escasean o de los que carecen. Por ejemplo, un campesino que produce excedentes de maíz, en caso de no venderlo, intercambia cierta cantidad de maíz por frutas u otro grano (frijol por ejemplo) que el mismo no produce o que produce de forma deficitaria. En la zona de estudio se dan ocasiones en que campesinos de la comunidad de La Laja (parte baja), donde se suele producir más maíz, intercambian los excedentes de maíz que producen por fruta, aguacates y mangos principalmente, proveniente de la comunidad de Organitos (parte alta) donde hay mayor abundancia de árboles frutales. Estos intercambios significan un beneficio recíproco para los campesinos y permite diversificar los productos agrícolas para el consumo familiar con los que se disponen.

El intercambio de distintas variedades del mismo producto también se practica por poseer cada una de ellas cualidades, características o formas de uso diferentes. Un

campesino de los que fueron entrevistados que intercambia distintas variedades de maíz de manera regular con campesinos de otras comunidades ubicadas en la “sierra” o parte alta de la cuenca. Él produce una variedad de maíz en los tajos que es de gran tamaño y que se utiliza para elaborar tortillas, la cual intercambia por otra variedad que se destina exclusivamente para la elaboración de un tipo particular de atole, la cual se produce en las zonas templadas de la región.

La solidaridad económica es fuerte entre los integrantes de las familias campesinas, brindándose casi siempre apoyo entre sus miembros. Es muy común que los integrantes de la familia que migran en busca de trabajo, especialmente aquellos que se encuentran trabajando en los Estados Unidos, envíen remesas y apoyos económicos, en distintas cantidades y usualmente de forma periódica, a aquellos que permanecen en la comunidad y que carecen de ingresos monetarios fijos. El préstamo de tierras agrícolas a miembros de la familia o a amistades que sufren de carencia económica es un mecanismo de solidaridad que también se pudo observar. En términos generales, la solidaridad alimentaria en las comunidades es muy grande entre sus integrantes, los cuales están acostumbrados (incluso como parte del cumplimiento de las normas culturales locales) a compartir sus alimentos, por escasos que estos sean, de forma regular con familiares, miembros de la comunidad y gente extraña a la misma.

3.5.-Evaluación general de la productividad y la rentabilidad de la agricultura de tajos.

El conjunto de actividades de producción agrícola responde a una lógica económica basada en lograr la autosuficiencia y la supervivencia a nivel familiar. La importancia que representan los tajos para el mantenimiento de la economía de cada familia campesina que los maneja es altamente variable. El sustento de las familias de los campesinos que fueron entrevistados depende en promedio un 70% de los productos obtenidos de los *tajos*. La proporción y la forma en que contribuyen las prácticas agrícolas realizadas en los tajos dependen de múltiples variables que no son estables a lo largo del tiempo y que tienden a modificarse cada año que transcurre. Entre este tipo de variables, algunas de las más relevantes son el clima, la fuerza de trabajo invertida, los precios de mercado de los productos, la diversidad de cultivos y el volumen de producción.

El beneficio total obtenido por los campesinos como resultado de las prácticas agrícolas en los tajos es difícilmente comprensible desde una cuantificación en términos monetarios, implica más bien la valoración multicriterio de la amplia gama de servicios y productos cuyo eje central es lograr la autosuficiencia a nivel familiar, principalmente en materia alimentaria. Al ser los tajos agroecosistemas con producción diversificada y por poseer una alta agrobiodiversidad, las aportaciones para el mantenimiento familiar son igualmente diversificadas y, a pesar de la predominancia del maíz como cultivo, no dependen de un solo producto. Para los campesinos que los manejan, es el conjunto de todos los productos agropecuarios (cultivos, plantas arvenses y animales domésticos) y de toda la materia prima (leña, madera, fibras, planta medicinales) que proveen los tajos lo que

representa el beneficio neto que perciben, siempre considerando la autosuficiencia y la seguridad alimentaria familiar como propósito central. Los criterios de valoración de cada producto o beneficio obtenido esta a su vez profundamente ligado a las normas, costumbres y preferencias de la cultura campesina local.

El volumen y la diversidad de productos que demanda cada unidad familiar dependen de su número de integrantes y de sus necesidades particulares. Considerando el papel central del maíz y del frijol en la dieta y en la seguridad alimenticia general de las familias campesinas, el nivel de autosuficiencia de estos productos es determinante para establecer el grado de dependencia que tienen éstas de los tajos. La diversidad y abundancia de cultivos secundarios y de árboles frutales también es un indicador importante para establecer criterios de autosuficiencia general de las unidades familiares, así como lo es la aportación de otros insumos provenientes de los tajos como son leña y forraje, por citar algunos ejemplos.

El nivel de autosuficiencia de maíz, el nivel de autosuficiencia de frijol, la diversidad relativa de cultivos secundarios, la diversidad relativa de árboles frutales, el número promedio de cosechas (ciclos de cultivo) de maíz al año, la provisión de otros productos (leña, madera y forraje, principalmente) y la posibilidad de tener excedentes de productos para la venta fueron los siete indicadores de provisión de los tajos considerados como los más significativos para alcanzar la autosuficiencia y el mantenimiento de la economía familiar. El nivel de dependencia general que tienen las familias campesinas de las prácticas agrícolas realizadas dentro de los tajos fue elegido como el octavo indicador, ya que implica la consideración de los otro siete que fueron citados, además de otros indicadores que no aparecen explícitamente señalados.

Las gráficas de AMIBA de las Figuras 25, 26 y 27 muestran las tendencias generales de satisfacción de los ocho indicadores establecidos en términos porcentuales. Las tablas 10, 11 y 12 muestran los valores que se utilizaron de referencia para las graficas de variables múltiples. Los datos corresponden a la percepción cualitativa sobre cada indicador que fue expresada por los campesinos durante las respectivas entrevistas. Cada gráfica de AMIBA corresponde a los resultados obtenidos con cada uno de los tres campesinos que fueron entrevistados en las comunidades de la zona de estudio, que son Organitos (parte alta), Llanetes (parte media) y La Laja (parte baja), respectivamente. Los resultados corresponden a la aportación total conjunto de sistemas agrícolas que maneja cada productor y no únicamente a la producción de los tajos de su propiedad que fueron muestreados para la caracterización y la descripción de diversidad y composición vegetal.

Tabla 10: Valores de referencia para las gráficas multivariadas de las parcelas de la comunidad de Organitos.

Indicador	Celso González	Flaviano González	Jacinto Vásquez	Óptimo de referencia
Autosuficiencia de maíz	100	50	60	100
Autosuficiencia de frijol	100	100	100	100
Diversidad de cultivos secundarios	75	25	75	100
Diversidad de árboles frutales	58	14	58	100
Cosechas de maíz al año	75	60	75	100
Provisión de otros productos	75	50	75	100
Venta de excedentes	50	0	50	100
Dependencia general del sistema	90	25	50	100

Tabla 11: Valores de referencia para las gráficas multivariadas de las parcelas de la comunidad de Llanetes.

Indicador	Leonardo Ramírez	Audencio Enríquez	Antonio Calixtro	Óptimo de referencia
Autosuficiencia de maíz	100	100	100	100
Autosuficiencia de frijol	100	100	100	100
Diversidad de cultivos secundarios	30	50	75	100
Diversidad de árboles frutales	4	8	33	100
Cosechas de maíz al año	60	60	60	100
Provisión de otros productos	50	50	75	100
Venta de excedentes	0	0	50	100
Dependencia general del sistema	30	50	100	100

Tabla 12: Valores de referencia para las gráficas multivariadas de las parcelas de la comunidad de La Laja.

Indicador	Abundio Nieto	Abel Sánchez	Juan Olvera	Óptimo de referencia
Autosuficiencia de maíz	100	100	80	100
Autosuficiencia de frijol	100	100	100	100
Diversidad de cultivos secundarios	60	50	40	100
Diversidad de árboles frutales	8	8	13	100
Cosechas de maíz al año	50	50	50	100
Provisión de otros productos	20	50	50	100
Venta de excedentes	20	40	0	100
Dependencia general del sistema	90	90	50	100

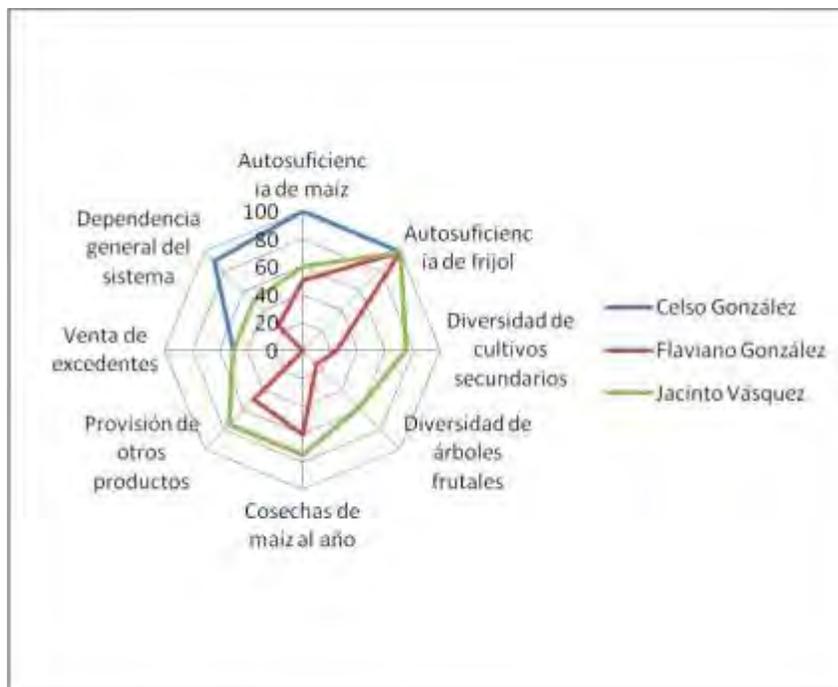


Figura 25: Gráfica de variables múltiples (AMIBA) que muestra los siete principales indicadores que significan una aportación de los tajos a la economía de cada familia campesina así como el indicador de aportación (dependencia) general de los tajos para las mismas. Esta gráfica corresponde a la comunidad de Organitos (parte alta de la zona de estudio)

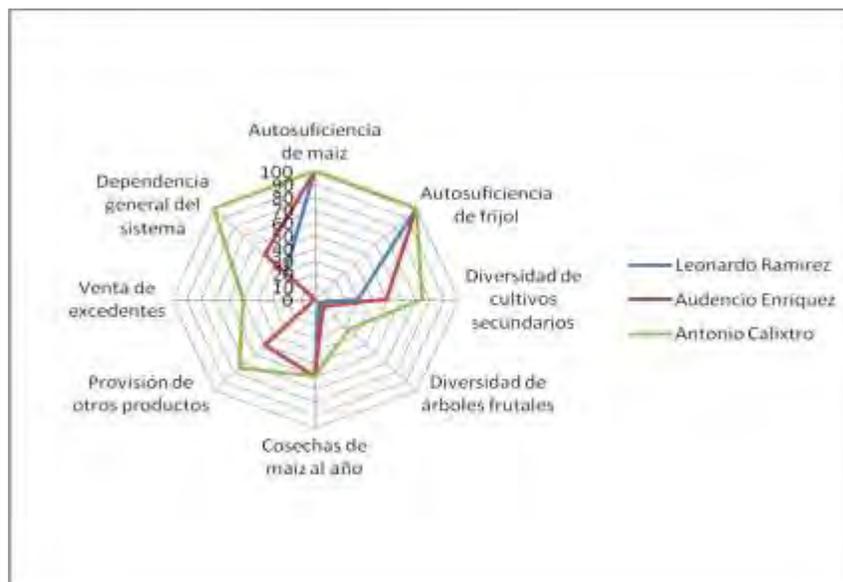


Figura 26: Gráfica de variables múltiples (AMIBA) que muestra los siete principales indicadores que significan una aportación de los tajos a la economía de cada familia campesina así como el indicador de aportación (dependencia) general de los tajos para las mismas. Esta gráfica corresponde a la comunidad de Llanetes (parte media de la zona de estudio)

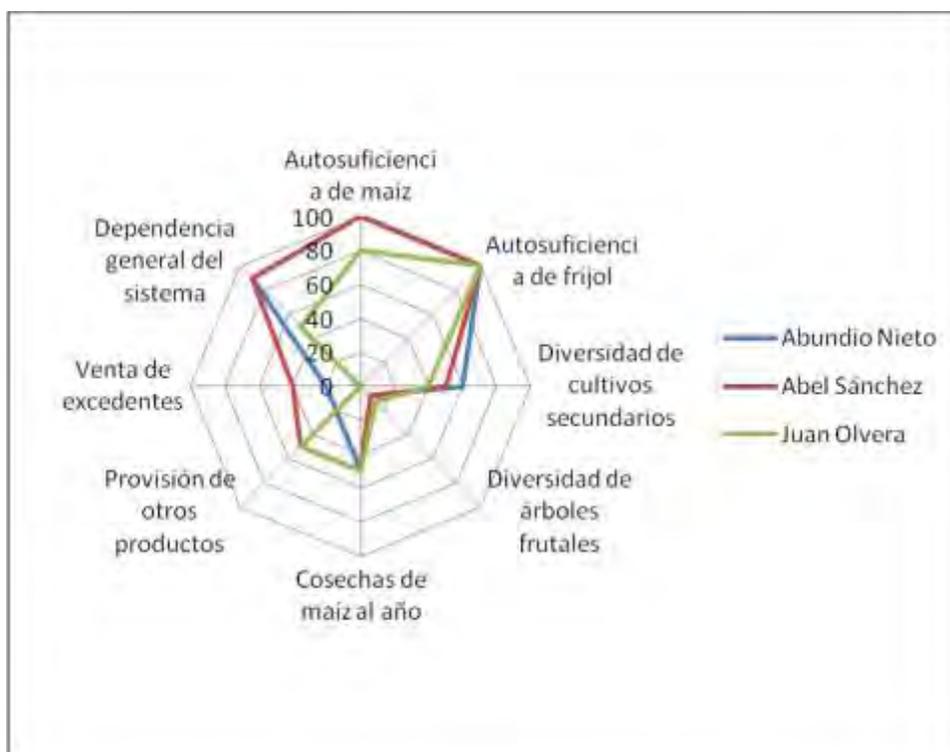


Figura 27: Gráfica de variables múltiples (AMIBA) que muestra los siete principales indicadores que significan una aportación de los tajos a la economía de cada familia campesina así como el indicador de aportación (dependencia) general de los tajos para las mismas. Esta gráfica corresponde a la comunidad de la Laja (parte baja de la zona de estudio).

El indicador de cosechas de maíz al año señala el número de ciclos agrícolas de maíz que son cultivados al año expresado en valor porcentual. Considerando que habiendo disponibilidad de agua para riego a lo largo del año serían posibles hasta tres cosechas de maíz, un valor cercano al 100% significaría que se lleva a cabo la siembra y cosecha de tres ciclos completos de ese grano. El valor de 50% en este indicador significa que hay por lo menos una cosecha de maíz al año y que ocasionalmente logran dos cosechas, un valor superior a 60% pero inferior al 90% significa que es habitual la cosecha de maíz dos veces al año pero no se alcanza a completar la tercera.

La provisión de otros productos señala en términos porcentuales el aprovechamiento que hacen las familias campesinas de productos múltiples, entre ellos leña, madera, forraje y plantas medicinales, que requieren a lo largo del año y que provienen de los agroecosistemas de tajos.

La venta de excedentes es un indicador que muestra la producción de excedentes que pueden significar un beneficio económico por su venta, el valor expresa la medida del aporte económico que significa la venta para las familias campesinas a lo largo del año. Para este indicador todos los valores son inferiores al 50% debido a que son en general pocos los excedentes y que la aportación económica que significa para las familias campesinas no es tan significativa

El indicador de dependencia general de la agricultura expresa un valor porcentual de la importancia general de las prácticas agrícolas realizadas en los tajos para el mantenimiento de la unidad familiar a lo largo del año. Este último indicador resume la importancia general que significan los agroecosistemas de tajos para cada familia campesina como una valoración integral de los otros siete indicadores así como de otros indicadores que no fueron expresados explícitamente en los gráficos.

VI.- DISCUSIÓN.

1.- Los Tajos como sistemas agroforestales tradicionales.

De acuerdo con las definiciones que sobre agricultura y pueblos tradicionales elaboran Toledo y Barrera-Bassols (2008), Fortanelli *et al.* (2007), Uribe (2009) y Perfecto y Vandermeer (2008), entre otros autores, se puede sustentar que los agroecosistemas de *tajos* de la Sierra Gorda Guanajuatense son sistemas agrícolas tradicionales. Esto se expresa en el conjunto de conocimientos, prácticas y herramientas que tienen un profundo arraigo en una agricultura antigua que hasta la fecha ha sido poco alterada por los procesos de modernización agrícola. Entre estos elementos se pueden mencionar la práctica de policultivos, el conjunto de prácticas agroforestales, la presencia de diversas variedades de un mismo cultivo (como el caso de las tres variedades de maíz “criollo” que se cultivan) y el empleo de herramientas rústicas que se basan en el uso de la fuerza manual y animal. Pocos son los elementos y las prácticas que han cambiado con el proceso de modernización agrícola, entre los que se encuentran el uso incipiente de insumos y pesticidas agroquímicos, la siembra incipiente en la parte alta de la zona de estudio de variedades de maíz híbrido y la moderada adopción o modificación de algunas herramientas que antes no conocían, entre ellos la sustitución de arados de madera de fabricación artesanal por arados de fierro comprados traídos del exterior, el uso de mochilas de aspersión, entre otras. Aún así, haciendo un balance entre los elementos vinculados a la agricultura tradicional y aquellos que evidencian la incursión de la agricultura industrial o “moderna”, predomina notablemente la presencia de los elementos y las prácticas de la agricultura tradicional campesina.

La razón de que haya perdurado la agricultura tradicional de los tajos puede ser en parte el histórico aislamiento de la región, su agreste topografía, las carencias económica así como el abandono prolongado por parte de las autoridades y los programas de gobierno dirigidos. Pero en buena medida, las imperantes limitaciones ecológicas que tiene la zona para las prácticas agrícolas, ante las cuales el sistema constituye una respuesta tecnológica eficaz, parece ser una motivación principal para el mantenimiento de los tajos.

Al ser producto de una modificación de los ecosistemas naturales y al utilizar los recursos naturales disponibles con fines utilitarios antropocéntricos, los tajos pueden ser definidos también como agroecosistemas de acuerdo a la definición que hacen de éstos Hernández-X. (1991) y García-Moya (2007). Por ser los tajos una forma de manejo agrícola basado en conocimientos tradicionales y caracterizado por tener una gran

diversidad de cultivos, así como por mantener y mejorar las condiciones edáficas y por hacer una adecuada gestión del agua y la biodiversidad, estos pueden ser considerados como un tipo de agroecosistema exitoso adaptado a las condiciones socio-ambientales particulares de la zona en la que se ubican.

Por ser los *tajos* ejemplo de una forma de manejo y aprovechamiento tradicional de los recursos naturales y por ser un tipo de sistema agrícola dinámico socio-ambiental, en el que existen factores socioculturales, económicos y ecológicos que interactúan entre sí para generar un conjunto de beneficios, por lo que de acuerdo Ortiz-Ávila (2008; en Astier *et al.*, 2008) y Uribe (2009) los agroecosistemas de *tajos* deben ser considerados también como un Sistema de Manejo de Recursos Naturales. Este sistema constituye a su vez un subsistema de un SMRN más amplio, que comprende el aprovechamiento del conjunto de unidades ambientales de la zona de estudio. Las prácticas de manejo del agua para riego agrícola, la práctica de retención de sedimentos para formar suelo cultivable y el manejo y uso múltiple agrobiodiversidad que incluye una alta variedad de especies nativas e introducidas, son ejemplo del manejo de recursos naturales, que permiten confirmar la condición de los *tajos* como agroecosistemas tradicionales. Así mismo, como un SMRN que se ha adaptado exitosamente a lo largo del tiempo a las condiciones bioclimáticas, edáficas y orográficas de la zona en que se encuentran.

Por contar con mecanismos de manejo que incluyen la retención deliberada, la introducción o la combinación de árboles y otras especies vegetales leñosas perennes en los campos agrícolas para obtener un beneficio de las interacciones ecológicas y económicas resultantes, los *tajos* son sistemas agroforestales de acuerdo a lo planteado por Nair (1984), Schoth *et al.* (2004), Moreno-Calles y Casas, (2008) y Moreno-Calles *et al.* (2010, 2012). Cuentan con altos niveles de biodiversidad (en este caso de especies vegetales), que es producto tanto de la biodiversidad planificada como de la biodiversidad asociada, siendo una cualidad que Perfecto y Vandermeer (2008) consideran como una característica distintiva de los SAF. Como prueba de ello está el registro de cuando menos 72 especies vegetales perennes (árboles y arbustos) diferentes dentro de las parcelas muestreadas que se encuentran presentes como resultado del manejo agroforestal en los *tajos* y que interactúan con una considerable diversidad de cultivos manejados y los animales domésticos asociados al agroecosistema.

Los agroecosistemas tradicionales de *tajos* son a su vez ejemplo de una forma de manejo agroforestal que representan una alternativa de manejo agrícola que tiene una producción altamente diversificada que es considerablemente rentable para las familias campesinas que los manejan y que son parte fundamental del sustento de las mismas. Además representan una forma de producción y de aprovechamiento tradicional que se practica en zonas que de acuerdo a la lógica de la agricultura industrial o “moderna” no son aptas o rentables para la producción agrícola.

2.- Los agroecosistemas de *tajos*: mezcla de las tradiciones agrícolas prehispánica y mediterránea.

El conjunto de conocimientos, de prácticas y de tecnologías agrícolas que se manifiestan, así como el conjunto de especies nativas e introducidas y la agrobiodiversidad que se encuentran presentes dentro de los agroecosistemas de tajos son claro ejemplo de que en ellos persiste una tradición agrícola, ésta es resultado de la combinación histórica de la agricultura prehispánica mesoamericana y de la agricultura de tradición mediterránea que introdujeron los conquistadores europeos a la región. La combinación de elementos de ambas tradiciones agrícolas de origen milenario se ha dado gradualmente a través de la constante adaptación por parte de los pueblos agricultores a las cambiantes condiciones ambientales y socioculturales que sufrió la región mesoamericana a partir de la conquista.

Los tajos son sistemas de riego acompañados por sistemas de terrazas agrícolas, lo de acuerdo a Fortanelli *et al.* (2007) y Rojas-Rabiela *et al.* (2009) permite mayor control sobre la distribución y el aprovechamiento del agua y es una característica compartida con otros sistemas agrícolas de riego prehispánico. Otro claro ejemplo de la presencia de la tradición agrícola mesoamericana de origen prehispánico es el cultivo de diversas variedades “criollas” de maíz de forma intercalada con frijol y otras especies domesticadas en Mesoamérica en forma de policultivo conocido como “milpa”. El manejo generalizado en los tajos de una gran variedad de otras especies vegetales que han sido domesticadas y manejadas en sistemas agrícolas desde hace miles de años en Mesoamérica lo confirma, como es el caso de árboles como *Persea americana*, *Spondias mombin*, *Psidium guajava*, *Prosopis laevigata*, *Casimiroa edulis* y *Pithecellobium dulce*, cactáceas como *Stenocereus pruinosus* y *Opuntia* spp. y cultivos anuales como *Lagenaria siceraria*, *Phaseolus* spp., *Cucurbita pepo*, *Capsicum annum*, *Solanum lycopersicum*, *Physalis* spp. y *Zea maiz*, entre otras. La inherente presencia y utilización de elementos de infraestructura agrícola y de riego de origen prehispánico en los agroecosistemas de *tajos* demuestran la vigencia de la tradición agrícola mesoamericana en ellos. Las presas derivadoras efímeras y semipermanentes, las acequias y canales de riego y la construcción de muros de piedra en formas de terrazas agrícolas que forman parte central del funcionamiento de estos agroecosistemas son muy similares a obras de infraestructura agrícola que fueron documentadas por Ángel Palerm (1954) y por el equipo de Rojas-Rabiela *et al.* (2009) como de origen prehispánico y cuyo uso fue generalizado en diversas partes de la región mesoamericana desde tiempos remotos. Igualmente, el manejo hidráulico que se hace de los ríos y arroyos y el manejo de captura y almacenamiento sedimentos para formar suelo con fines agrícolas que se practica en los tajos tiene amplia similitud con los agroecosistemas de “trompezones” de la Montaña de Guerrero, descritos por Rojas-Rabiela *et al.* (2009) como de origen prehispánico.

Aunado a los elementos bióticos, abióticos y cognitivos de origen prehispánico dentro de los tajos, existen también múltiples elementos y especies que claramente tienen su origen en la tradición agrícola europea y de medio oriente, principalmente la de la región mediterránea. Las herramientas empleadas para la labranza de la tierra que tienen su origen en la región mediterránea así como animales domésticos y algunos cultivos (garbanzo, avena) son ejemplos de la influencia de esta tradición agrícola en los tajos. El ejemplo más representativo es el uso del arado egipcio, así como otras herramientas manuales que son

comunes en la zona y que eran desconocidas en Mesoamérica antes de la conquista. La mayoría de los animales domésticos que interactúan con los agroecosistemas de tajos tienen su origen en el Viejo Mundo, tal es el caso del ganado vacuno, el ganado caprino, las gallinas y los animales de tracción comunes en la zona como burros, caballos y mulas. Muchas especies cultivadas y otras de naturaleza perenne que fueron introducidas a la zona y que son ampliamente manejadas en los terrenos agrícolas también eran originalmente desconocidas en la región mesoamericana, y muchas de ellas tienen su origen de domesticación igualmente en la región mediterránea. Entre aquellas de origen mediterráneo se pueden mencionar algunos árboles frutales comunes en la zona como *Ficus carica*, *Prunus* spp., y diversos cítricos (*Citrus* spp.), y cultivos comunes como *Avena sativa*, *Menticago sativa* y *Cicer arietinum*, entre otros. Otras muchas especies con origen en diversas regiones del mundo que no son originarias de la región mediterránea ni de la región mesoamericana, pero que sí fueron introducidas como resultado del proceso colonial europeo en la última, también se encuentran presentes en los tajos. Entre ellas podemos citar especies como *Mangifera indica*, *Melia azedarach*, *Musa paradisiaca*, *Coffea arabica* y *Saccharum officinarum*, entre otras, muchas de ellas con su origen de domesticación en el sudeste asiático o en el continente africano pero introducidas a América por los procesos coloniales.

Considerando la ubicación de la zona de estudio en los límites septentrionales de Mesoamérica y los procesos históricos y socioculturales que sufrió la región, la presencia de múltiples elementos de estas dos tradiciones agrícolas en los agroecosistemas de tajos de la Sierra Gorda Guanajuatense pudo haber sido introducida desde los tempranos periodos coloniales. Estos elementos apoyan las prácticas agrícolas que Realpozo y González (2005) y Fortanelli *et al.* (2007) describen como resultado del proceso de colonización tlaxcalteca de Aridoamérica. Estos complejos procesos históricos y socioculturales que vivió la región a partir de la conquista en el siglo XVI en muchos casos no reemplazaron la tradición agrícola mesoamericana. Más bien condujeron a la combinación de ambas a través de la adopción y adaptación de estas dos tradiciones agrícolas de acuerdo a la propia lógica productiva, a la propia cosmovisión y a las propias necesidades de los pueblos que se han mantenido como tradicionales. Este es el caso de las comunidades campesinas mestizas que practican la agricultura de tajos, adaptándose así a las condiciones geográficas y bioclimáticas particulares de cada región que habitan.

3.-Los tajos como agroecosistemas heterogéneos y dinámicos.

Los *tajos* son sistemas altamente heterogéneos y dinámicos a lo largo de la zona de estudio. Existe un gradiente notable de variaciones en muchas características conforme uno descende a lo largo del río desde la comunidad de Organitos hasta comunidad de La Laja. Pero además, cada una de las parcelas de la zona (las que fueron muestreadas o no) tiene características morfológicas, bióticas, estructurales y hasta socioculturales y socioeconómicas completa o parcialmente distintas. Cada parcela tiene una exposición geográfica diferente, lo que provoca cambios en la incidencia de radiación solar y altera las

condiciones microclimáticas, que pueden ser altamente variables. La composición y las abundancias vegetales difieren también considerablemente, muchas veces como resultado de la toma de decisiones y de los cambios en la composición vegetal circundante de cada caso. Incluso las formas y los regímenes de manejo varían ligeramente en cada situación, lo que provoca cambios en las condiciones bióticas y abióticas de cada parcela.

En el aspecto morfológico, las parcelas tienen forma de polígonos que tienden a ser elípticas o triangulares, así como a tener colindancia directa tanto con la ladera como con el río, pero existe en toda la zona de estudio una infinidad de sistemas agrícolas con formas y polígonos irregulares de todo tipo, además de haber parcelas que no necesariamente colindan con el río y/o la ladera. Los componentes de infraestructura anteriormente descritos también cambia de acuerdo con las condiciones y requerimientos particulares de cada parcela. Esta alta heterogeneidad morfológica y estructural responde a la diversidad de condiciones geomorfológicas a lo largo del río y del valle aluvial intermontano, lo que obliga a los agricultores campesinos de la zona a adaptarse a las limitaciones y posibilidades particulares a la hora de ubicar, construir y manejar a lo largo del tiempo cada parcela. El tamaño de las parcelas también es variable (1.2 hectáreas en promedio para las parcelas muestreadas), aunque existe una tendencia a que estas sean mayores en superficie conforme uno descende a lo largo del río Mezquital-Xichú.

Con respecto a la biodiversidad y a la composición vegetal, las parcelas de la parte alta de la zona de estudio (comunidad Organitos) suelen tener mayor número de especies perennes introducidas, principalmente árboles frutales, así como una mayor diversidad y abundancia de cultivos a lo largo del año. La mayor disponibilidad de agua en ese tramo del río a lo largo del año sería de esta situación la principal causa. Esto ocasiona que los agroecosistemas de la parte alta de la zona de estudio suelen tener mayores índices de cobertura vegetal perenne, mayor número y abundancia de especies vegetales perennes en general, así como una producción agrícola más diversificada y más y mejores rendimientos de los cultivos a lo largo del ciclo agrícola anual por unidad de superficie.

Además de heterogéneos, los agroecosistemas de tajos son altamente dinámicos temporal y espacialmente. Este dinamismo se expresa en la diversidad de cultivos y de prácticas agrícolas así como en la ubicación, forma y presencia misma de los terrenos agrícolas.

Los *tajos* cuentan con un alto dinamismo agrícola al albergar diversos cultivos y una gran agrobiodiversidad en diferentes arreglos temporales y espaciales. Por otro lado, la rotación de cultivos es una práctica generalizada y periódica mientras los policultivos y prácticas agroforestales forman estructuras y composiciones vegetales diversas, tanto horizontal como verticalmente. La práctica de producir hasta tres ciclos agrícolas al año, en caso de haber agua disponible suficiente, y el pastoreo temporal (periódico u ocasional) de animales domésticos también otorga dinamismo al manejo de estos agroecosistemas.

Otra forma de dinamismo temporal y espacial el que se da mediante la construcción y la eventual destrucción total o parcial de los agroecosistemas. Así como son producto del artificio humano al ser construidos sobre los lechos y orillas del río, muchos *tajos* se encuentran expuestos a la destrucción total o parcial debido a la acción de las fuertes

crecientes del río que se presentan en situaciones de lluvias extremas. Esto hace que la fisionomía del valle aluvial cambie periódicamente como consecuencia de eventos climáticos extremos, lo cual provoca que la ubicación y el tamaño de los agroecosistemas de tajos que ahí se encuentren se vean también modificados. La constante acumulación de sedimentos y el consecuente incremento del perfil del suelo agrícola que se da con el manejo recurrente son otra expresión del dinamismo de estos agroecosistemas. Esta característica concuerda a con la descripción que hacen Rodríguez y Hernández (2005) y Rojas-Rabiela *et al.* (2009) de los trompezones del Valle de Huamuxtlán en Guerrero.

Las condiciones anteriores de heterogeneidad y de dinamismo de los tajos le confieren una cualidad como agroecosistemas tradicionales que son altamente adaptables, estables y resilientes a lo largo del tiempo a las condiciones bioclimáticas y geomorfológicas de la zona donde se ubican. La adaptabilidad a dichas condiciones demuestra que el manejo de los tajos es producto de una larga tradición empírica, consolidada a su vez en conocimientos tradicionales de manejo agrícola, que ha permitido a lo largo del tiempo la realización de prácticas agrícolas en un área geográfica en las que las condiciones naturales no lo permiten.

4.-Los tajos como sistemas agroecológicos biodiversos, sustentables y eficientes.

La gran agrobiodiversidad de los agroecosistemas de tajos, expresada en la presencia de cuando menos seis especies anuales cultivadas regularmente, 25 especies vegetales perennes introducidas (34.72%) y 47 especies vegetales perennes nativas (65.27%), los hacen sistemas agrícolas ricos en diversidad vegetal. Si bien no todas las especies descritas se encuentran simultáneamente en todas las parcelas, entre las parcelas muestreadas hay una riqueza promedio de más de 40 especies vegetales perennes por parcela, además de contar en distintos periodos del año con los principales cultivos descritos. Esta diversidad vegetal, que muchas veces se expresa en forma de policultivos, además de promover la diversificación de la dieta, promueve también la funcionalidad dentro de los tajos a través del mejor reciclaje de nutrientes, la mayor resistencia a plagas y malezas, el uso más eficiente de recursos disponibles, la reducción del riesgo de pérdidas, la maximización de la producción y la provisión de servicios ambientales como son la regulación del microclima y los procesos hidrológicos locales (Altieri, 1999 y Remolacha, 1982 en Altieri y Toledo, 2011). El manejo de especies vegetales introducidas contribuye además a la biodiversidad a nivel regional, ya que la mayoría de ellas se encuentran solamente presentes dentro de los sistemas agrícolas.

La derivación de agua de los ríos para la irrigación agrícola y el proceso de captura de sedimentos ricos en materia orgánica son ejemplo de formas de manejo tradicional que promueven y optimizan el desarrollo de los cultivos y el eficiente reciclaje de nutrientes. El riego reduce el déficit hídrico provocado por la baja precipitación en la zona. La captura constante de sedimentos, provenientes de las zonas altas de la cuenca, significa una contribución neta de nutrientes al sistema agrícola, razón por la cual estos no requieren de la aplicación de otros insumos, como los fertilizantes agroquímicos, para procurar la

fertilidad del suelo y el desarrollo de los cultivos. Estas dos formas de manejo, además del manejo de variedades precoces de maíz (de ciclos agrícolas de 90 días), hacen posible que haya más de una cosecha de maíz al año y hacen de los tajos agroecosistemas altamente eficientes y productivos por unidad de superficie, siendo por estas razones considerado por los productores de la zona como terrenos agrícolas de mayor valor que los terrenos agrícolas de temporal de la “sierra” o parte alta de la cuenca.

El uso de insumos externos al sistema es en general bajo a lo largo de la zona de estudio. En ningún caso se documentó el uso de fertilizantes químicos y el uso de plaguicidas químicos es reducido, aplicándolos solamente en porciones mínimas para lograr una buena cosecha. Los agricultores de la zona consideran sumamente fértil el suelo agrícola de los *tajos* como resultado de la acumulación de sedimentos, lo que hace innecesaria la aplicación de fertilizantes. La razón de no aplicar mayores cantidades de plaguicidas corresponde principalmente a los elevados costos de estos productos en el mercado. Mientras algunos de los productores entrevistados dijeron nunca utilizar plaguicidas, otros consideran que al no usarlos la cosecha no es óptima, asegurando utilizar la menor cantidad posible de ellos por ser costosos.

Ocurre que algunos años la precipitación en temporadas de lluvia es insuficiente para lograr el número de cosechas óptimo, que puede ser dos o hasta tres cosechas al año; sin embargo, en la parte baja de la zona de estudio (comunidad de La Laja) afirman que mínimo lograr una cosecha al año y en la parte alta (comunidad de Organitos) aseguran por lo menos dos cosechas al año. En caso de haber destrucción de los terrenos agrícolas de forma periódica, esto llega a afectar la producción por cierto períodos de tiempo, hasta que son reconstruidos gradualmente los tajos. No obstante, todos los agricultores entrevistados aseguraron que “*siempre es más lo que deja el río que lo que se lleva*”, dando a entender que a largo plazo la agricultura de tajos es una actividad rentable y sustentable en términos productivos.

El conjunto de prácticas y de formas de manejo agrícola que se manifiesta en los tajos tienden a promover procesos agroecológicos. El manejo de altos niveles de biodiversidad, el constante insumo de nutrientes por medio de los sedimentos del río, el uso de agua superficial para la irrigación y la mínima dependencia de insumos agrícolas externos hacen de estos agroecosistemas un claro ejemplo de sistemas productivos que hacen uso de complejas y eficientes prácticas agroecológicas que les confiere un alto grado de sustentabilidad a largo plazo. La capacidad de aguantar fuertes grados de disturbio y volver a su estado habitual, así como de reorganizar sus elementos para adecuarse a las nuevas condiciones (Berkes y Folke, 1998 en Fortanelli *et al.*, 2007) es otra cualidad de estos sistemas agrícolas tradicionales como consecuencia del manejo adaptativo y dinámico que hay en ellos.

5.-Los *tajos* como agroecosistemas productivos de gran importancia económica y sociocultural.

No obstante su pequeña escala (1.2 hectáreas en promedio por parcela) y a la mínima proporción la superficie municipal y regional que ocupan los terrenos agrícolas (5.07% de la superficie del municipio de Xichú), de los cuales solamente una pequeña fracción corresponde a la agricultura de *tajos*, esta forma de manejo de los recursos naturales es de gran importancia para los habitantes locales de la zona de estudio en términos productivos, económicos y culturales. Como es común entre los agricultores tradicionales, los productores agrícolas de la zona adoptan una estrategia de uso múltiple de los recursos naturales (Toledo, 1990 en Altieri y Toledo, 2011) que les lleva a diversificar las actividades productivas que realizan. Además de dedicarse a las actividades de producción agrícola en los *tajos*, muchos de ellos realizan alguna actividad productiva complementaria, siendo la ganadería, la recolección de especies silvestres, la migración en busca de trabajo asalariado y el comercio de pequeña escala aquellas realizadas con mayor frecuencia. Si bien estas actividades son muy comunes y contribuyen de forma importante al gasto familiar a lo largo del año, la mayoría de los habitantes de la zona manifiestan depender en mayor medida de la agricultura de *tajos* para su sustento económico, principalmente en medida que proveen la mayor parte de los alimentos básicos consumidos en su dieta habitual durante el año.

Aunque prevalecen las condiciones económicas marginales, existe entre los productores agrícolas de la zona de estudio un alto nivel de autosuficiencia alimentaria como producto de las prácticas agrícolas realizadas en los *tajos*. La mayoría de los agricultores logran año con año una autosuficiencia total de maíz y frijol, que son los dos productos alimenticios de mayor demanda entre las unidades familiares. Solamente en años con lluvias muy escasas (como fue el caso del 2011 cuando se realizó el trabajo de campo) existe un déficit generalizado de estos dos productos entre los agricultores de la zona, pero incluso en años con lluvias erráticas muchos de ellos logran producir más del 50% del maíz que consumen a lo largo del año y es poco frecuente que haya producción deficitaria de frijol. Los productores que tienen unidades familiares pequeñas o que manejan más de una parcela agrícola producen regularmente excedentes de maíz, los cuales comercializan localmente a aquellos que no producen este grano en cantidades suficientes. La producción de cultivos secundarios y de frutos diversos contribuye también al sustento familiar de la población local, principalmente al promover la diversificación de la dieta familiar. La contribución neta de estos productos es mayor entre los agricultores que producen excedentes de frutos con alto valor comercial, como es el aguacate y el mango, situación que es frecuente en la parte alta de la zona de estudio pero que en la parte baja prácticamente se reduce a la esporádica venta de pitayas. Esta condición de autosuficiencia básica a nivel familiar como producto de las prácticas agrícolas coincide con el carácter agrocéntrico de los pueblos tradicionales de Mesoamérica que describe Bonfil-Batalla, (1987, 1989). La baja rentabilidad de la ganadería en la zona como consecuencia de la

aridez y del tipo de vegetación que predomina hace que tenga incluso mayor valor relativo la práctica de la agricultura.

Además de ser el eje central de las actividades productivas, los agroecosistemas de *tajos* son un elemento clave en la reproducción cultural de los habitantes campesinos de la zona. Dentro y alrededor de estos agroecosistemas existe un gran conjunto de conocimientos, de prácticas y de tradiciones agrícolas que forman parte viva de la cultura campesina particular de esas comunidades. Al considerarse como agricultores campesinos, la identidad cultural y los elementos cognitivos asociados de los habitantes de la zona dependen directamente de la permanencia de esta forma de manejo agricultura distintiva. Alrededor de la construcción y el mantenimiento de los tajos, las acequias y los demás elementos de infraestructura que conforman estos agroecosistemas existe un enorme acervo de conocimientos tradicionales que dependen de la permanencia de estas prácticas para subsistir y ser transmitidos a las generaciones siguientes. Es el conjunto de todos los elementos bióticos (agrobiodiversidad y diversidad asociada) y abióticos (estructuras, herramientas y tecnologías) que se expresan en y alrededor del los agroecosistemas de *tajos* los que mantienen vigente y viva la tradición agrícola campesina de la población local. De acuerdo con Toledo (1990) con Toledo y Barrera-Bassols (2008), la naturaleza, la cultura y la producción son aspectos inseparables que permiten la construcción de los saberes locales, por lo que al dejarse de practicar este tipo de agricultura en la zona, no solo se perdería el potencial productivo y ecológico de estos sistemas, si no que desaparecería por completo la identidad cultural agrocéntrica de sus habitantes así como la cosmovisión (*kosmos*), los conocimientos (*corpus*) y las prácticas (*praxis*) en torno al manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales disponibles.

6.- Perspectivas futuras de la agricultura de *tajos*.

Como en otras regiones del trópico cálido-seco, en la zona de estudio el factor clave para la reproducción vegetal es la escasez y la irregularidad en el abastecimiento de agua de lluvia, como demuestran Toledo y Barrera-Bassols (2008). La disponibilidad de agua en el río en cantidad suficiente a lo largo del año para la irrigación de los agroecosistemas de *tajos* es sin duda alguna el principal factor limitante para la agricultura en la zona de estudio. Todos los campesinos entrevistados afirmaron que de haber mayor disponibilidad de agua en el río a lo largo del año hubiera más y mejor producción agrícola. Muchos de ellos dijeron que la principal razón de no cultivar mayor diversidad de especies anuales y de árboles frutales es la escasez y la disponibilidad errática de agua para riego a lo largo del año. La relación entre la presencia y desarrollo de policultivos diversificados, el incremento de la productividad agrícola y la maximización del trabajo humano con el riego agrícola coincide con el planteamiento que hacen al respecto Rojas-Rabiela *et al.* (2009).

Cada año alcanza el agua para lograr al menos una cosecha en la parte baja y dos cosechas en la parte alta de la zona de estudio. Sin embargo todos los agricultores entrevistados y en especial aquellos de edades más avanzadas, coinciden en que cada año que pasa hay menos agua disponible en el río a lo largo del año. Los campesinos

entrevistados en La Laja afirman que mientras antes (hace aproximadamente 30 años) el río contaba con agua alrededor del la mitad del año (6 meses), en la actualidad solo hay agua en un periodo errático de tres o cuatro meses. Otro punto de acuerdo entre todos los que fueron entrevistados es que la escasez prolongada y recurrente de agua en el río es la principal amenaza que enfrenta la agricultura de tajos.

Hay una noción generalizada entre los habitantes de la zona, principalmente entre aquellos de mayor edad, de que las condiciones climáticas han cambiado y se han vuelto más extremosas. Comentan que mientras antes había mayor precipitación a lo largo del año, ésta se distribuía mejor y no eran frecuentes eventos climáticos extremos. Uno de los campesinos entrevistados manifestó que *“antes era más lo que llovía, pero no aguacereaba como ahora, sino que era pura llovizna que duraba varios días, así rendía más tiempo el agua en el río y no había crecientes tan grandes como ahora”*. Haciendo referencia a una noción que hay entre los habitantes de la zona de cambio climático, la misma persona añadió *“... antes todo se daba a su tiempo, si era tiempo de lluvias llovía, el calor y el frío hacían en su tiempo que les correspondía, todo se venía en su momento y uno sabía que esperar en cada temporada del año. Ahora ya no, ya no llueve como antes o cuando llueve son unos aguaceros, ya no hace frío en su tiempo, y ya no se sabe como antes cómo vienen los tiempos...”* La mayor incidencia y fuerza de las crecientes en el río en años recientes han provocado el ensanchamiento del mismo y ha disminuido considerablemente la superficie agrícola en el valle aluvial de la zona como consecuencia de su destrucción, fenómeno que afecta con mayor evidencia la parte baja y media de la zona de estudio. La mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, como lo son períodos de sequía y de altas temperaturas más prolongados y la precipitación más escasa y extremosa, han complicado las labores agrícolas, afectando la diversificación y la productividad agrícola en la zona. Aunado al proceso anterior y probablemente como consecuencia, del mismo, hay una mayor incidencia de plagas agrícolas y de especies vegetales invasoras en años recientes. Esto ha provocado un aumento en la dependencia de productos agroquímicos como herbicidas y plaguicidas y han aumentado los costos de producción. El grado en que dependen las familias campesinas de la agricultura de *tajos* y la rentabilidad que estos significan para las mismas ha disminuido en términos generales como consecuencia de los fenómenos anteriores.

La incursión en la zona de nuevos modelos económicos y socioculturales han provocado el abandono de muchas prácticas tradicionales entre la población campesina local. La sustitución de productos elaborados artesanalmente de forma local por productos de materiales sintéticos y fabricados de forma industrial en otras regiones ha modificado los modos tradicionales de producción y consumo. La aculturación y el cambio de valores y percepciones sociales han sido también constantes como producto de la migración a los centros urbanos y al extranjero. Como consecuencia de lo anterior se han dejado de elaborar y de consumir muchos productos locales que formaban parte de la cultura campesina de la zona y que promovían la producción agrícola diversificada así como la diversidad de actividades productivas y de formas de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. La pérdida de interés generalizada entre la juventud en las prácticas

agropecuarias y en la producción agrícola ha provocado el envejecimiento de los productores y amenaza con la pérdida de los conocimientos agrícolas tradicionales.

El cambio climático regional y global que afecta entre otras cosas la disponibilidad de agua, hace más vulnerables a los sistemas agrícolas a plagas, especies invasoras y eventos climáticos extremos, y representa una mayor amenaza para la continuidad de esta forma de manejo agrícola tradicional que los procesos socioculturales expuestos en el párrafo anterior. El deterioro de la cobertura vegetal y de los procesos y las funciones ecosistémicas en la cuenca y su área de influencia, en especial la pérdida y deterioro de los bosques templados de la parte alta de la misma, podrían ser responsables en mayor grado del cambio climático regional y de los procesos de desertificación en la zona de estudio que el cambio climático global. El futuro de la agricultura de tajos depende en gran medida del adecuado manejo y conservación de la cobertura vegetal y de las áreas boscosas la región, de tal forma que se procure la continuidad de los procesos ecológicos en la cuenca y la provisión de servicios ambientales resultantes, como lo es la provisión de agua y la de sedimentos ricos en materia orgánica en los ríos de las partes bajas de la cuenca de las que depende directamente esta práctica agrícola. De continuar los procesos de desertificación y de aculturación en la región en que se ubica la zona de estudio podría deteriorarse e incluso desaparecer la agricultura de tajos en el mediano plazo.

7.- Propuestas y recomendaciones.

Buscar mecanismos participativos y horizontales que promuevan el gran valor de los conocimientos, prácticas y la agrobiodiversidad asociada a la agricultura de *tajos* es un primer paso para evitar el abandono y la pérdida de los mismos. Promover el diálogo entre los agricultores de la tercera edad que cuentan con mayor experiencia y que conservan el mayor conjunto de conocimientos asociados a la agricultura de *tajos* y los jóvenes dentro de las comunidades contribuiría grandemente en esta dirección, lo que ayudaría también a fortalecer la identidad campesina de esas comunidades. Fomentar y promover el uso y conocimiento de la agrobiodiversidad presente en los sistemas agrícolas es otra estrategia pertinente para buscar la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos vegetales presentes en la zona. Fortalecer y desarrollar el potencial de las prácticas agroecológicas que se llevan a cabo en estos agroecosistemas a través del intercambio de saberes entre los campesinos agricultores de la zona y el intercambio de éstos con el sector académico podría ayudar a optimizar y mejorar el manejo en estos sistemas productivos. Al mismo tiempo, permitiría que el conocimiento agropecuario local aporte su prolongada y exitosa experiencia a la ciencia de la agroecología para aplicarla en otros sitios donde fuera pertinente.

La elaboración y cumplimiento de un plan de manejo sustentable de los ecosistemas a nivel regional podría ayudar a frenar el proceso de deterioro de los ecosistemas, de la cobertura vegetal y de sus funciones ecológicas. La restauración de zonas boscosas que han sido deterioradas o eliminadas completamente en la parte alta de la cuenca ayudaría a recuperar los servicios ecosistémicos hidrológicos y de regulación climática que se han

perdido, lo que a mediano y largo plazo probablemente contribuiría a que hubiera mayor disponibilidad de agua en el río a lo largo del año y a disminuir la fuerza destructiva de sus crecientes. Considerando que la cuenca y la región circundante ha sido declarada como Reserva de la Biósfera de nivel federal, la elaboración de un plan de manejo sustentable de los recursos naturales y la disponibilidad de conseguir recursos económicos para realizar acciones de conservación y restauración ecológica se ve favorecida.

Que las autoridades y los actores sociales competentes reconozcan la importancia ecológica, social y económica que tienen los agroecosistemas de *tajos*, la cual ha sido expuesta en el presente trabajo, es crucial para que estos sean valorados, considerados y manejados de forma adecuada. El diálogo y la cooperación entre los distintos actores, como son los tres niveles de gobierno, las autoridades correspondientes de la reserva de la biósfera y de forma especial la población campesina de las comunidades, es indispensable para que la elaboración y el cumplimiento de un plan de manejo sustentable de los recursos naturales, y en este caso el manejo de los sistemas agrícolas de tajos, sea realizado de forma holística e interdisciplinaria, considerando la importancia de los elementos ecológicos, cognitivos y culturales que están involucrados.

Buscar alguna forma de proveer de agua para riego agrícola a la zona media y baja de la zona de estudio durante tiempos de estiaje o de precipitaciones escasas permitiría aumentar considerablemente la producción por unidad de superficie de los terrenos agrícolas, promovería la diversificación de especies vegetales en los mismos y ayudaría a mejorar las condiciones de vida de los campesinos que ahí habitan. La construcción de pequeñas represas de agua en áreas del río aptas para ello y sus respectivos sistemas de canalización para riego, es una propuesta que requiere de una gran inversión en infraestructura y de importantes acuerdos de cooperación entre los usuarios y habitantes de la zona. Apoyar a los agricultores de la zona media y baja de la zona de estudio para cavar pequeñas norias y pozos en el valle aluvial con fines de riego es otra alternativa. Como un apoyo por parte de las autoridades gubernamentales y/o de la reserva a los habitantes de las comunidades, la construcción de pozos de uso común entre varios productores agrícolas que fueran utilizados para riego durante el estiaje pudiera ser una alternativa a considerar.

Finalmente, hacer un proyecto participativo para el manejo integral de la toda la cuenca hidrográfica en que se ubica la zona de estudio (que comprende la mayor parte del municipio de Xichú) que tome en cuenta los conocimientos y la toma de decisiones de las comunidades campesinas ahí asentadas y que esté enfocado en mejorar los procesos hidrológicos y ecosistémicos de la cuenca, sería la mejor estrategia a largo plazo para afrontar este y otros problemas socio ambientales en una dimensión de mayor complejidad y amplitud. Buscar formas participativas entre las comunidades y las autoridades competentes para restablecer y mejorar las condiciones del río Mezquital-Xichú brindaría la posibilidad de recuperar terrenos agrícolas perdidos, así como su composición biótica y su potencial productivo que representa una forma de vida para los campesinos de esas comunidades.

8.- Alcances y limitaciones del estudio.

El presente trabajo aspira a hacer una contribución al conocimiento agroecológico, agroforestal y etnoecológico asociado a este tipo de agroecosistemas particulares de la Sierra Gorda de Guanajuato. Describe y caracteriza los componentes bióticos, abióticos y culturales que se encuentran presentes en estos sistemas productivos tradicionales, así como de las prácticas y de las formas de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales que hay en ellos, especialmente de la agrobiodiversidad. Es el primer trabajo con este enfoque en las comunidades en las que se trabajó y probablemente en todo el municipio, lo que busca aportar para el conocimiento agropecuario y etnobotánico de esta zona. Finalmente, el trabajo pretende buscar la valoración adecuada de los agroecosistemas de tajos como un espacio productivo que es ecológicamente, económicamente y culturalmente importante para los habitantes campesinos de esa zona, además de ser una unidad paisajística biodiversa de considerable belleza estética y que tiene alto potencial de conservación *in situ* de recursos vegetales nativos y de agrobiodiversidad en general.

Ampliar el número de parcelas muestreadas y de campesinos entrevistados, así como llevar a cabo el estudio a otras comunidades permitirá sin duda una comprensión más profunda del sistema. La comparación de este sistema con otros agroecosistemas de la región, evaluando su grado de sustentabilidad y producción, así como otras particularidades y características exclusivas de cada uno de ellos, permitirá identificar propuestas prioritarias para fortalecer la capacidad de resiliencia del sistema. Hacer un análisis con indicadores multicriterio de sustentabilidad con métodos como el MESMIS (Maserá *et al.* 2000; Astier *et al.* 2008), permitirá aportar una visión más completa del funcionamiento y las variables de los agroecosistemas de tajos. Hace falta aún una comparación de los agroecosistemas de tajos con sitios no transformados para la agricultura en los que el tipo de vegetación fuera considerada como la probable vegetación original de la zona y complementar el estudio sobre la composición, riqueza y abundancia de especies considerando el estrato herbáceo en los agroecosistemas muestreados. Llevarlo a cabo permitirá un panorama más completo del trabajo florístico y etnobotánico que se realizó.

9.- Propuestas para investigaciones futuras.

Ampliar el esfuerzo de muestreo de parcelas en la zona de estudio, así como completar este trabajo con la información florística de especies herbáceas y anuales lograría un conocimiento más detallado sobre los agroecosistemas de *tajos*. Estudiar los agroecosistemas que se manejan de forma muy similar y que se encuentran en otras zonas de la Sierra Gorda y de México también haría una importante contribución al tema de estudio y al conocimiento académico sobre los agroecosistemas tradicionales de riego que aún se practican en esta región que tiene una importante herencia agrícola de origen prehispánico.

Completar un estudio etnobotánico sobre los conocimientos, las percepciones y los usos tradicionales que hay de la vegetación en las comunidades donde se trabajó es

también un tema de investigación interesante que contribuiría al diseñar formas de manejo, de conservación y de aprovechamiento sustentable de estos recursos. Este estudio etnobotánico sería también interesante a nivel municipal y/o regional, tomando en cuenta los muy distintos tipos de vegetación, de ecosistemas y de unidades paisajísticas y ambientales que caracterizan la Sierra Gorda. Investigar la diversidad de variedades de maíz “criollo” y su distribución así como los mecanismos de introducción de maíces híbridos y genéticamente manipulados en esta región es otro tema relevante para el mejor conocimiento de este cultivo tan importante. El estudio interdisciplinario y holístico de las distintas unidades ambientales y de aprovechamiento de recursos naturales que hay en la región es también pertinente para fomentar el uso y manejo sustentable de los recursos naturales en una región altamente biodiversa como la Sierra Gorda. Hacer un estudio interdisciplinario a nivel de cuencas hidrográficas podría ayudar a mejorar la toma de decisiones y el manejo de los recursos naturales, lo que promovería la conservación y recuperación de múltiples servicios ambientales que brinda una región ecológicamente tan importante como la Sierra Gorda, además de promover la conservación de su inmensa biodiversidad y el bienestar de su población.

VII.- CONCLUSIONES

Los sistemas agrícolas de *tajos* de la Sierra Gorda de Guanajuato son un tipo de agroecosistema tradicional que conserva un gran conjunto de conocimientos, de prácticas y de formas de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. Estos agroecosistemas demuestran una larga historia de manejo agrícola que se ha adaptado exitosamente a las condiciones biológicas, climáticas y geográficas adversas para la agricultura de las profundas barrancas de la región serrana. Conservan como resultado de este proceso un profundo arraigo a las prácticas y a los conocimientos agrícolas de la tradición agrícola prehispánica y mediterránea, ambas de origen milenario.

El empleo de sistemas de riego, la construcción de terrazas agrícolas y la práctica de captura de sedimentos para la formación de suelos fértiles representan una forma de manejo que hace un uso eficiente de los recursos naturales locales para posibilitar la producción agrícola. Así los agroecosistemas de *tajos* representan una especie de fértiles oasis agrícolas en medio de una zona extremadamente agreste y semiárida donde bajo condiciones naturales es imposible la agricultura, siendo producto del manejo tradicional de las comunidades campesinas que la habitan. Con un uso mínimo de insumos agroquímicos son sistemas agrícolas considerablemente productivos por unidad de superficie, estos tienen una producción altamente diversificada como resultado de la gran agrobiodiversidad que albergan. También tienen un alto potencial de conservación *in situ* de especies vegetales perennes nativas así como de variedades locales de cultivos anuales. Representan además una forma de vida, la principal fuente de sustento económico y el eje central de la identidad cultural para los campesinos agricultores que habitan las comunidades de esa región montañosa del noreste de Guanajuato.

La permanencia y continuidad de esta práctica agrícola tradicional no solo significa la conservación de un gran conjunto de conocimientos agrícolas valiosos para el diseño de sistemas agroecológicos, sino que de ello depende la conservación *in situ* de una importante agrobiodiversidad, de sus variedades genéticas particulares y de una gran diversidad vegetal nativa. De deteriorarse o desaparecer este tipo de agricultura en la zona, se perderían también muchos de los elementos cognitivos tradicionales, la larga experiencia agrícola en el lugar y su agrobiodiversidad asociada e incluso muchos de los elementos culturales que identifican a los campesinos serranos que la habitan. El deterioro de los ecosistemas y su consecuente cambio climático a escala regional y global, que ha provocado la progresiva desertificación y el aumento de eventos climáticos extremos en la zona, así como los procesos recientes y acelerados de aculturación, que conducen al abandono de las prácticas y los conocimientos agropecuarios, son las principales amenazas a la permanencia de los agroecosistemas de tajos en la zona a mediano y largo plazo.

VIII.- BIBLIOGRAFIA

1. Altieri Miguel A., 1999.- The ecological role of biodiversity in agroecosystems.- Agriculture, Ecosystems and Environment 74 (1999) 19–31
2. Altieri Miguel A., 2001.- Agroecología: El Camino hacia una Agricultura Sustentable. Capítulo 2: Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables.- CIED. Lima, Perú, 2001. pp 27-33
3. Altieri Miguel A. y Toledo Víctor M., 2011.-La Revolución Agroecológica en Latinoamérica: rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino.- The Journal of Peasant Studies Vol. 38, No. 3, Julio 2011, pp 587-612, Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología.
4. Ardón Mario, 1993.- Agricultura Prehispánica y Colonial. Aproximación al manejo de cultivos en Mesoamérica durante el s. XVI- Escuela Agrícola Panamericana, Editorial Guaymuras, Tegucigalpa, Honduras, abril 1993. pp 85-92
5. Astier M., Masera O., Galván-Miyoshi Y. (Coord.), 2008.- Evaluación de Sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional.- SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España, 1ª edición, Valencia, España, 2008 Capítulos 3, 4 y 5, pp 41-92.
6. Bonfil-Batalla Guillermo, 1987-1989.- México Profundo: Una civilización negada.- Ensayo Historia. Editorial DeBolsillo, enero 2012. pp 24-36, 55-60
7. Carranza Eleazar, 2005.- Conocimiento actual de la flora y la diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México.- Flora del Bajío y Regiones Adyacentes, Fascículo complementario XXI, Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Michoacán, México, diciembre 2005
8. Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., Zárata, S., 1997.- Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica- Bol. Soc. Bot. Mex 61, 31–47.

9. Casas A, Otero-Arnaiz A, Pérez-Negrón E, Valiente-Banuet A., 2007- In situ management and domestication of plants in Mesoamerica.- Annals of Botany 2007
10. Casas, A., Rangel-Landa, S., Torres-García, I., Pérez-Negrón, E., Solís, L., Parra, F., Delgado, A., Blancas, J., Moreno-Calles, A., 2008. In situ Management and Conservation of Plant Resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico: An Ethnobotanical and Ecological Perspective, .-Current Topics in Ethnobotany (De Albuquerque , U.P. y Alves-Ramos Edit.).
11. CONAGUA, 2010- Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego: Año agrícola 2008-2009.- Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Junio de 2010.
12. CONANP, SEMARNAT, IEEG, 2005-Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida “Sierra Gorda de Guanajuato”-Noviembre, 2005
13. COPALDEG, 2002.- Programa de Desarrollo Regional: Región I Noreste.- Consejo para el Desarrollo Regional Noreste, Gobierno del Estado de Guanajuato, 2002.
14. Denevan W., 1992.- The pristine myth: The landscape of the Americas in 1492.- Taylor & Francis, Annals of the Association of American Geographers Vol. 82 No. 3
15. Diario Oficial de la Federación, México 2007.- DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la zona conocida como Sierra Gorda de Guanajuato localizada en los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú, en el Estado de Guanajuato.- Felipe de Jesús Calderón Hinojosa, viernes 2 de febrero del 2007.
16. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, 2011.- Xichú, Estado de Guanajuato.- <http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM11guanajuato/municipios/11045a.html>
17. Fortanelli Martínez Javier, Loza León J., Carlín Castellán F., Aguirre Rivera J. 2007.- Jardines en el Desierto: Agricultura de riego, tradicional y moderna, en el altiplano potosino.- Instituto de Investigación en Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2007. pp 5-9, 15-24
18. García-Moya Fabián, 2007.- Saber campesino y sostenibilidad agrícola en el noreste de Guanajuato, México.- Universidad Internacional de Andalucía, Sede Antonio Machado. Baeza, Jaén, España, junio 2007. pp 18-23, 37-105
19. Gliessman Stephen R., 1998.- Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible.- LITOCAT, Turrialba, C.R., 2002, pp 3-24, 229-237
20. Gotelli N. y Colwell R., 2001.- Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness.- Ecology Letters, 4: 379-391
21. Huerta Montero Juan (Diputado).- Sierra Gorda exhorta al ejecutivo.- Rúbrica, Recinto Legislativo de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, a 28 de abril de 2010.
22. INEGI, 1999.- Carta topográfica 1:50,000 (El Carricillo) 414C37 Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí.

23. INEGI, 1999.- Carta topográfica 1:50,000 (Xichú) 414C36 Guanajuato
24. IPNI, 2012.- The International Plant Names Index
<http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>
25. Lara Gerardo, 2002.- Aculturación religiosa en Sierra Gorda: El Cristo viejo de Xichú.- EHN pp. 59-89
26. Martínez Maximino, 1979.- Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.- Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
27. Masera O., M. Astier, S. López-Ridaura. 2000.- Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS.- Gira, Mundi Prensa. México, D. F. p 13.
28. Moreno-Calles I., Casas A. 2008 -Conservación de Biodiversidad y Sustentabilidad en Sistemas Agroforestales de Zonas Áridas del Valle de Tehuacán, México-CIEco, UNAM, 2008.
29. Moreno-Calles I, 2010.-Sistemas agroforestales y manejo de la biodiversidad: El caso de las zonas áridas del valle de Tehuacán.- CIEco, UNAM, Morelia, Michoacán, México, agosto 2010.
30. Pengue Walter A., 2005.- La importancia de la agricultura familiar en el desarrollo rural sostenible.- Artículo publicado en LA TIERRA, periódico de la Federación Agraria Argentina, Año XCIII, Número 7426.
31. Perfecto I. y Vandermeer J., 2008-Biodiversity Conservation in Tropical Agroecosystems, A New Conservation Paradigm- School of Natural Resources and Environment, Department of Ecology and Evolutionary Ecology, University of Michigan. Publicado en New York Academy of Sciences, 2008.
32. Realpozo R. y Gonzáles C., 2005.- La introducción del riego hispano colonial y sus repercusiones: El caso de los regantes del barrio de Tapias en Santa María de los Ángeles, Jalisco, México.- Avances en Investigación Agropecuaria Vol. 9, No. 2, Universidad de Colima, Colima, México, mayo-agosto, 2005.
33. Rodríguez A. y Hernández B., 2010.- Los trompezones en el sistema de riego de la cañada de Huamuxtitlan: Tradición y actualidad en la Montaña de Guerrero.- Primer Congreso Red de Investigadores Sociales Sobre Agua, 18 y 19 de marzo, 2010.
34. Rojas-Rabiela, T., 1991.- Agricultura prehispánica, in: La Agricultura En Tierras Mexicanas Desde Sus Orígenes Hasta Nuestros Días (Rojas-Rabiela T Coord.), Los Noventa. -CONACULTA y Grijalbo S.A. de C.V., México, D.F., pp. 15-50, 141-178, 217-222
35. Rojas-Rabiela T., 2001.- La agricultura y el riego en Mesoamérica.- CONACULTA, INAH, Planeta DeAgostini S.A. de C.V., México,D.F
36. Rojas-Rabiela T., Martínez José Luis, Murillo Daniel, 2009.- Cultura Hidráulica y Simbolismo Mesoamericano del Agua en el México Prehispánico.- IMTA-UNESCO, Jiutepec, Morelos, México, 2009. pp 51-61, 90-98
37. Rzedowski, J., Calderón de Rzedowski y R. Galván . 1996.-Nota sobre la vegetación y la flora del noreste del estado de Guanajuato.- Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc. Complementario XIV. 22 pp.

38. Taylor S. J. y Bogdan R., 1987.- Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados.- Editorial Paidós Básica. pp. 100-132
39. Toledo, V.M., 1990. -The ecological rationality of peasant production, -Altieri, M., Hecth, S. (Eds.), Agroecology and Small-farm Development. CR Press, Boca Raton, Florida, pp. 51–58.
40. Toledo Víctor M. y Barrera-Bassols Narciso, 2008-La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales.-Perspectivas agroecológicas, editorial Icaria, Barcelona 2008. pp 40-57. 123-129
41. Vela F. 2004- Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa- En: Tarrés, M. L. (Coordinadora) Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. Miguel Ángel Porrúa, Editores Flacso, El Colegio de México, México D.F. pp 63-91
42. Uribe Yahir M., 2009.- Evaluación de dos sistemas de manejo de recursos naturales de Xochimilco con indicadores de sustentabilidad.- Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México, 2009. Pp. 36-45

IX.- ANEXOS

ANEXO I

Entrevista a profundidad

Entrevista a profundidad sobre manejo, diversidad de especies y uso diversificado en los sistemas agrosilvícolas de tajos de las vegas fluviales en la Sierra Gorda de Xichú, Guanajuato.

I.-Datos generales

Fecha _____

Comunidad _____ Municipio Xichú Estado
Guanajuato -

Altura msnm _____ Coordenadas _____

Nombre de productor _____ Nombre de
parcela _____

Tamaño de parcela (Ha, m²) de acuerdo al productor _____ y al

GPS _____

Tipo de tenencia de la tierra (ejido, p. propiedad, comunal,
etc.) _____

Número de parcelas que maneja _____

Tiempo de uso actual (dueño actual) _____

Tiempo de uso total _____

Número de integrantes de familia _____

Número de integrantes de familia que laboran la parcela _____

Descripción socio-cultural

II.- Origen, construcción y reglas de uso de los sistemas agrícolas.

1 -¿De lo que usted sabe, cuál es el origen (histórico/cultural) de este tipo particular de sistema agrícola?

2.- ¿Qué características cree que son las distintivas del sistema agrícola? ¿Qué hace diferente este tipo de parcelas

3.- ¿Tiene algún nombre particular este tipo de sistema agrícola?

4.- ¿Cómo designan cada parcela? ¿Existe alguna tradición para nombrar a las parcelas de forma particular?

5.-¿Qué componentes de infraestructura tiene el sistema agrícola?

6.- ¿Podría describir extensamente la forma en que son construidos los sistemas (Cajones, canales, cercos vivos/no vivos, elección del sitio, etc..)?

7.- ¿Cuál de los siguientes factores es más importante para que haya producción (principal factor limitante): agua del río en cantidad y calidad, suelo fértil, clima (temperaturas deseables), lluvia en el sitio, etc?

8.- ¿Existen reglas sobre el uso del agua del río?

- 9.- ¿Existen reglas para la ubicación y la construcción de este tipo de parcelas? ¿Qué lugares se prefieren sobre otros o son los mejores para construir este tipo de parcelas?
- 10.- ¿Quién le enseñó a trabajar la tierra, las prácticas y los conocimientos tradicionales sobre el uso de la tierra?
- 11.- ¿Cuántas generaciones en su familia se han dedicado a este tipo de agricultura? ¿Han cambiado las prácticas y formas de uso desde entonces? ¿Por qué?

III.- Manejo y nivel de intensificación de los sistemas agrícolas.

- 12.- ¿Es de temporal, de riego o mixto el sistema agrícola de las parcelas?
- 13.- ¿Cómo denomina el sistema de riego utilizado?
- 14.- ¿De qué depende que haya o no riego?
- 15.- ¿Cuántos meses al año (en promedio) cuentan con riego? ¿En qué temporada?
- 16.- ¿Considera la calidad y abundancia del agua buena/mala/regular? ¿Depende? De qué depende?
- 16.- ¿Cómo considera la calidad del suelo de la parcela, buena/mala/regular? ¿Por qué?
- 17.- ¿Qué manejo le dan al suelo para mejorar su calidad?
- 18.- ¿Cuáles son las herramientas más utilizadas? ¿Para qué se utilizan?
- Mecánicas _____ Uso _____
- No mecánicas _____
- 19.- ¿Utiliza algún tipo de insumos (herbicidas, fertilizantes, estiércol, etc.)? ¿Cuál es su origen y cuáles son sus costos/año?

Completar tabla I:

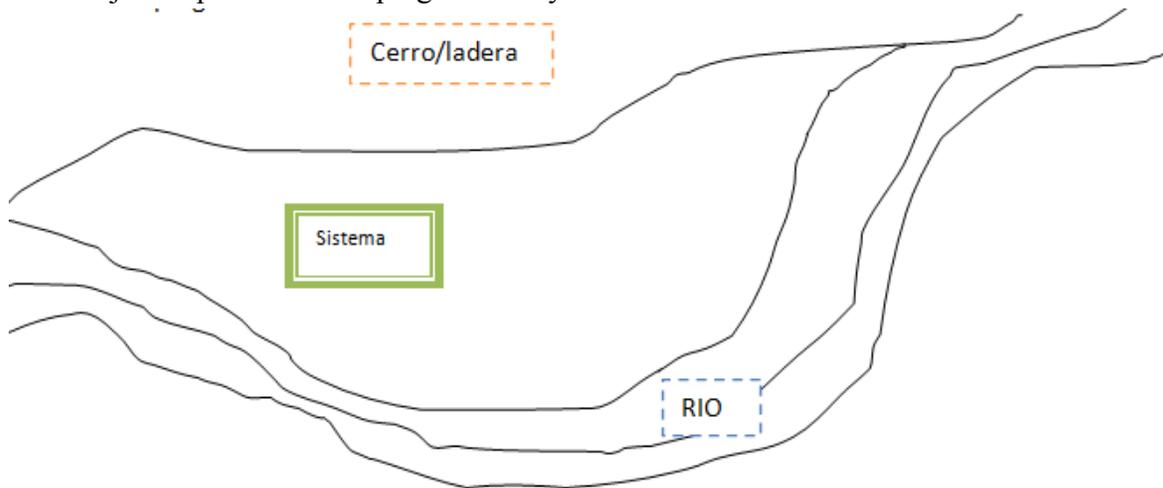
Tipo (fertilizante/herbicida/ insecticida, ect.)	Químico/Orgánico	Origen de abastecimiento	Precio \$\$\$	Veces que es aplicado/año	Temporada de aplicación

- 20.- ¿Qué insumo es el más utilizado? ¿Por qué?
- 21.- ¿Cuántos ciclos agrícolas (en promedio) de distintos cultivos tiene al año?
- 22.- ¿En qué mes /meses suele hacer la primera siembra o la más importante del año?
- 23.- ¿Realiza ciclos de rotación y descanso de las parcelas? ¿De cuánto tiempo?
- 24.- ¿Qué manejo (uso) le dan a la parcela en estos tiempos de descanso (pastoreo, nada, otras actividades)?
- 25.- ¿Cuántas veces al año barbecha o rota la tierra? ¿En qué épocas del año?
- 26.- ¿Contrata mano de obra para realizar el trabajo que demanda la parcela? ¿Cuántas personas? ¿En qué temporadas?

IV.- Descripción biótica y biodiversidad: Componentes agrosilvopastoriles.

- 27.- ¿Cuántas diferentes plantas *estima* que maneja dentro de la parcela?
- Cultivadas _____
- Silvestres _____
- 28.- ¿Cuántas son útiles? ¿Cuántas no lo son? Para qué se utilizan?
- 29.- ¿Cuál es el principal cultivo (1) en la parcela (más importante, más común, imprescindible)?

- 30.- En caso de haber maíz, ¿cuántas variedades diferentes reconoce? ¿Se cultiva cada variedad en un lugar o tiempo diferente?
- 31.- ¿Cuales son los otros principales cultivos secundarios en el sistema (2-3)?
- 32.- ¿Cuántas variedades de cada cultivo reconoce?
- 33.- ¿Qué otras plantas (árboles, arbustos, herbáceas) existen en el sistema?
- 34.- ¿Qué plantas consideradas *Quelites* son aprovechadas en el sistema?
- 35.- ¿Cuáles considera las plantas más importantes (mejores) de la parcela y por qué?
- 36.- ¿Qué plantas tolera, protege, induce o propaga en la parcela? ¿Por qué?
- 37.- ¿En qué lugares (linderos, orilla del río, del lado del cerro, aleatorio, agregado, etc.) suele dejar las plantas de las preguntas 35 y 36?



- 38.- ¿Cuáles son las principales razones por lo que prefieren ciertas plantas por encima de otras en la parcela?
- 39.- ¿Qué especies útiles considera raras o poco abundantes? ¿Por qué cree que son poco abundantes?
- 40.- ¿Qué animales (caballos, vacas, burros, gallinas, cabras, borregas, etc.) mantiene dentro del sistema y por qué? ¿Cuál es su abundancia? ¿Cuál es su utilidad o destino?
- Completar tabla III:

Animal	Razón	Abundancia	Uso/ Precio\$\$\$	Ubicación

- 41.- ¿En qué arreglos espaciales y temporales mantiene los animales dentro de la parcela? ¿Deja los animales todo el tiempo en la parcela y en los mismos lugares los cambian de lugar? ¿Por qué?

V.- Descripción económica, de mercado y de uso diversificado de los recursos.

- 42.- ¿Considera importante la parcela para el sustento y la economía familiar?
- 43.- ¿Considera que es rentable trabajar la parcela? ¿Se obtiene más de ella de lo que se invierte?
- 44.- ¿Cuál es el producto más importante para el sustento familiar que se obtiene de la parcela?

- 45.- ¿Los productos obtenidos en la parcela son principalmente para a) Autoconsumo, b) venta local, c) venta al exterior, d) mixto?
- 46.- En caso de vender los productos ¿Dónde los vende (comunidad, mercado, intermediarios, etc.)
- 47.- ¿Cuál es el precio de los productos venidos normalmente?
- 48.- ¿Es autosuficiente en producción de maíz y frijol? ¿Cuánto produce y consume de cada producto al año?
- 49.- ¿Qué productos de los obtenidos en la parcela son los más caros o los de mayor valor? ¿Por qué?
- 50.- ¿Qué otros productos son los más importantes para autoconsumo o venta?
- 51.- ¿Cuánto se produce (en toneladas, atadas, costales, etc.) de los principales cultivos en la parcela en promedio al año?

Completar tabla IV:

Cultivo (spp.)	Rendimiento (unidad/ha o parcela/año)	Superficie aprox. cultivada/año	Veces que es cultivado / año	Destino(autoconsumo/venta)	Precio/unidad

- 52.- En caso de contratar mano de obra externa ¿Cómo y cuánto les paga (por día, jornada, mes)?
- 53.- ¿Qué otras actividades realiza aparte de trabajar la parcela o son importantes para el sustento familiar (migración, empleo temporal, recolección, ganadería, etc)?
- 54.- Para el sustento familiar, ¿Son los beneficios obtenidos de la parcela mayores, menores o iguales a aquellos obtenidos de las otras actividades? ¿Por qué? Estimar porcentaje
- 55.- ¿Son beneficiarios de algún tipo de subsidio, programa de apoyo o crédito por trabajar la tierra o producir algún producto en especial?
- 56.- ¿Qué piensa sobre el futuro de la producción de su parcela como proveedor de sustento familiar rentable y confiable?

**REALIZAR DIAGRAMA Y MAPA DE LA PARCELA:
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS:**

ANEXO II

Mapas, perfiles e imágenes de la zona y de los agroecosistemas de estudio.

1.-Mapa topográfico georreferenciado de la zona de estudio.



Figura 1: Mapa #3 Mapa topográfico georreferenciado que muestra las tres comunidades y las subdivisiones de la zona de estudio. Muestra las áreas que ocupan los agroecosistemas de tajos en verde, el río Mezquitil-Xichú en azul, los transectos (líneas rojas) a partir de los cuales se elaboraron los tres perfiles topográficos de las (Figuras 5, 6 y 7 de este anexo) del valle aluvial de la zona de estudio y la ubicación de las parcelas de estudio (estrellas rojas). Elaboración propia.

2.- Perfiles topográficos de las tres comunidades de la zona de estudio.

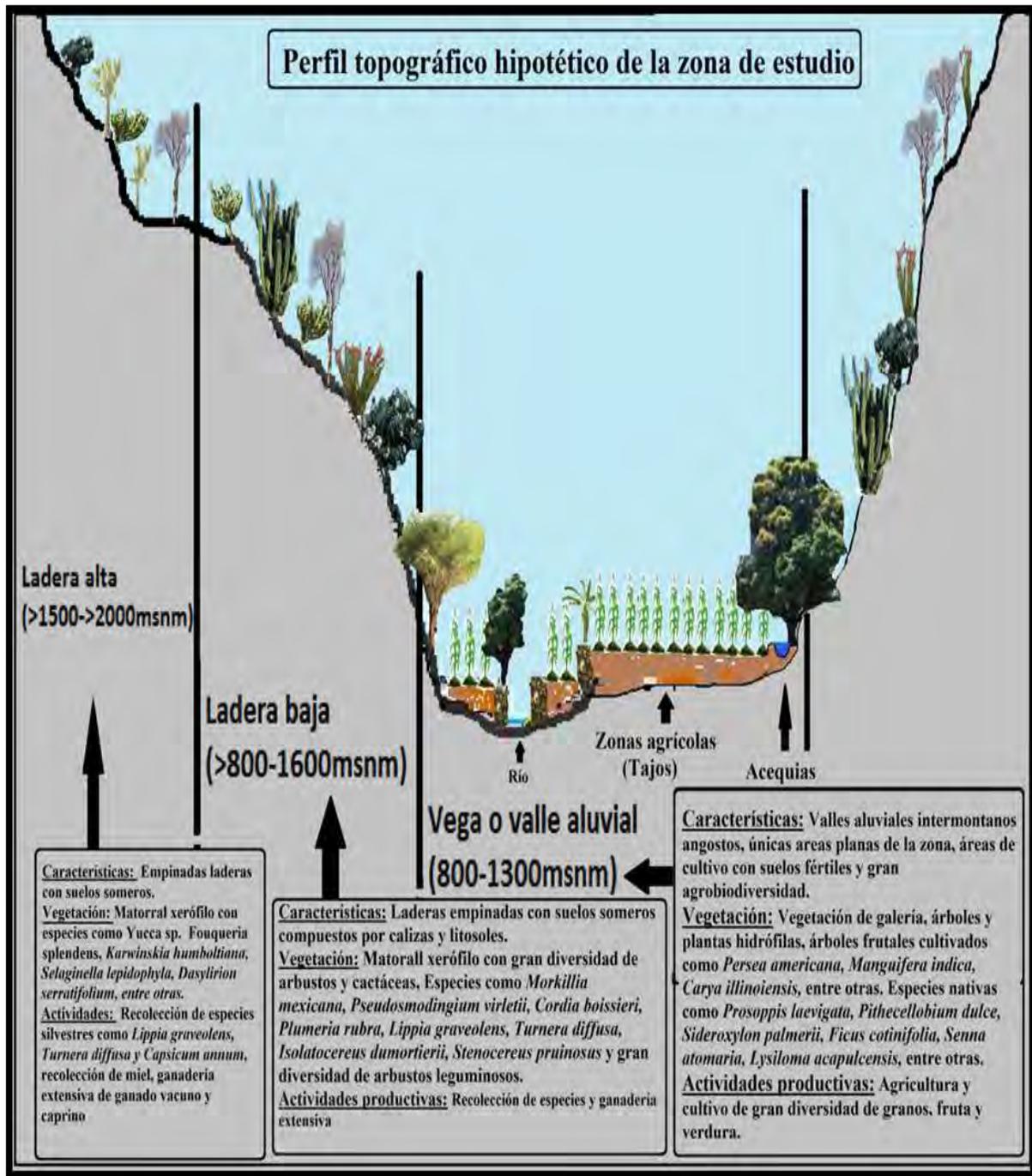


Figura 2: Perfil topográfico hipotético de la zona de estudio que muestra las dos principales unidades ambientales que presenta, la ladera y el valle aluvial. Contiene información sobre las principales características y formas de vegetación que se presentan en cada unidad ambiental así como de las principales actividades productivas que ahí se desarrollan. Elaboración propia.

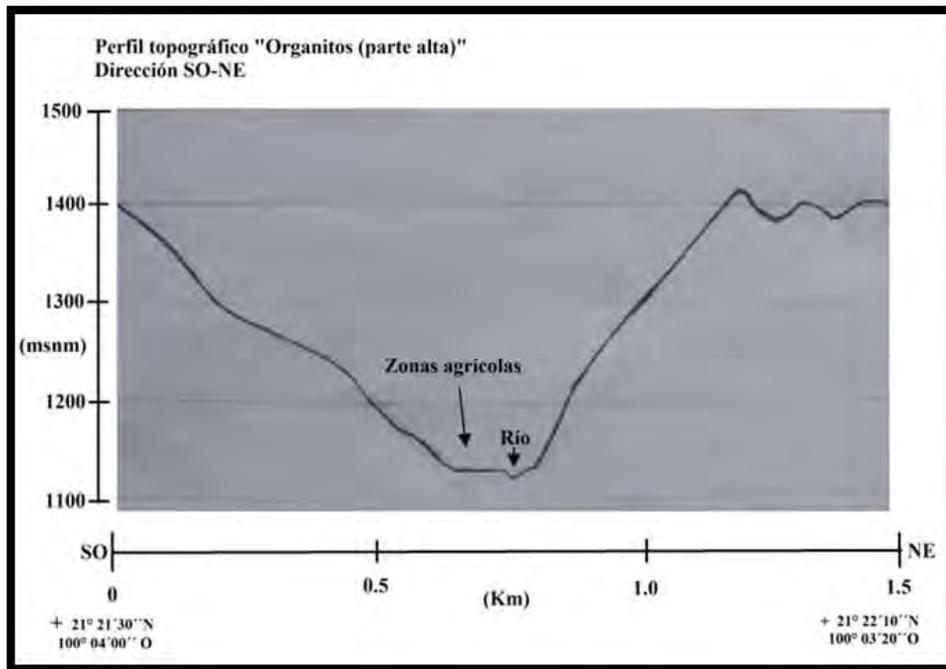


Figura 3: Perfil topográfico #1 que muestra el valle aluvial en la comunidad de Organitos (parte alta de zona de estudio). Elaboración propia.

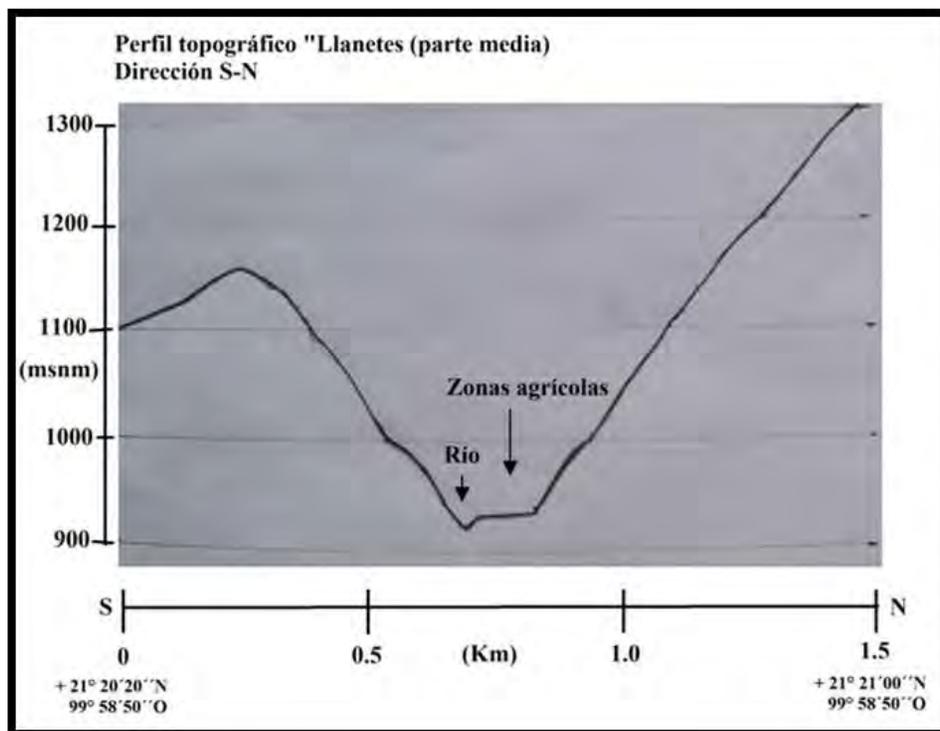


Figura 4: Perfil topográfico #2 que muestra el valle aluvial en la comunidad de Llanetes (parte media de zona de estudio). Elaboración propia.

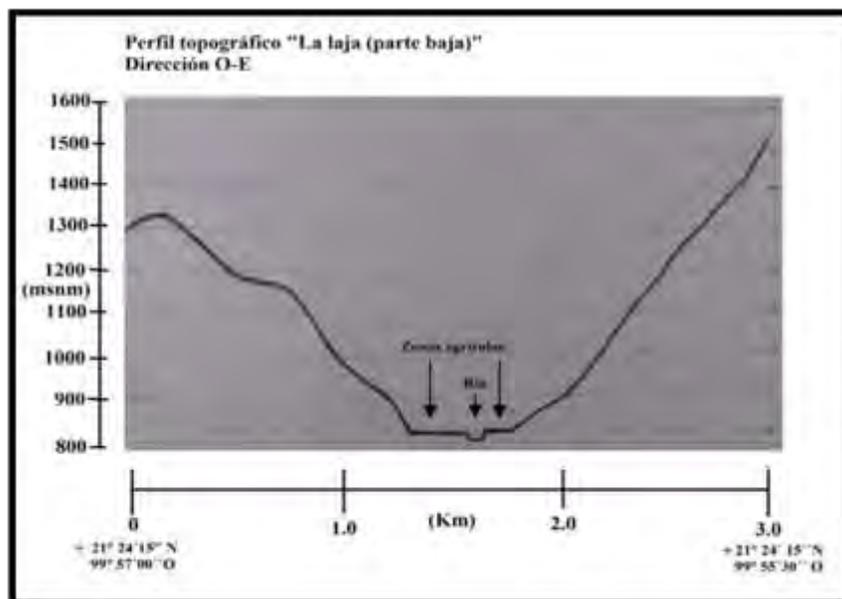


Figura 5: Perfil topográfico #3 que muestra el valle aluvial en la comunidad de La Laja (parte baja de la zona de estudio). Elaboración propia.

3.- Fotografías representativa de los agroecosistemas de *tajos*.



Figura 8: Fotografía #1: Foto representativa de un conjunto de agroecosistemas de *tajos* típico en la comunidad de Las Adjuntas municipio de Xichú. Se puede observar el tipo de vegetación de las laderas así como la presencia de árboles frutales y de cultivos. Foto Vincent M. Hoogesteger



Foto #2



Foto #3



Foto #4



Foto #5



Foto #6



Foto #7

Figura 9: Fotografía #2: Celso González haciendo labores de riego en Organitos. Fotografía #3: Don Jacinto Vásquez compartiendo sus conocimientos agrícolas. Fotografía #4: Milpa y árboles de aguacate en Organitos. Fotografía #5: *Tajo* en la comunidad de Llanetes. Fotografía #6: *Tajo* “El Coyote” en La Laja con presencia de algunos animales domésticos. Fotografía #7: *Tajo* “El Chilar” en La Laja. Fotos Vincent M. Hoogesteger

ANEXO III

Listado florístico de especies vegetales perennes de los tajos.

Tabla que contiene el listado florístico de especies vegetales perennes (leñosas) halladas en las parcelas estudiadas. Contiene la información sobre cada morfoespecie que se pudo recabar sobre el nombre local, nombre científico, familia botánica, forma de crecimiento, los usos y si son o no nativas a la zona.

Familia	Especie	Nombre local	Origen Nativa/ Introducida	Forma de crecimiento	Usos
Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	Magüey manso	Introducida	Agave	Aguamiel Fibra
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> <i>Rhus toxicum</i> <i>Spondias mombin</i>	Mango Huau Ciruelo amarillo	Introducida Nativa Introducida	Árbol Arbusto Árbol	Fruta Urticante Fruta
Asteraceae	<i>Montanoa sp.</i> <i>Senecio salignus</i> <i>Senecio sp.</i>	Candela Jara amarilla Jarilla	Nativa Nativa Nativa	Arbusto Arbusto Arbusto	Medicina No especificado (NE)
Boraginaceae	<i>Cordia boissieri</i> <i>Heliotropium sp.</i> <i>ME 1</i>	Trompillo ME 4 ME 1	Nativa Nativa Nativa	Árbol Arbusto Arbusto	Forraje NE NE
Buddlejacaceae	<i>Buddleja sp.</i> <i>Buddleja sp.</i>	Tepozán Tepozancillo	Nativa Nativa	Árbol Arbusto	NE NE
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Copal	Nativa	Árbol	NE
Cactaceae	<i>Isolatocereus dumortieri</i> <i>Opuntia imbricata</i> <i>Opuntia sp.</i> <i>Myrtillocactus geometrizans</i> <i>Stenocereus pruinosus</i>	Órgano Cardón Nopal Garambullo Pitayo	Nativa Nativa Introducida Nativa Nativa	C. columnar C. columnar C. columnar	Fruta/leña NE Verdura/fruta Fruta Fruta

Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Introducida		Fruta
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	Chicharroncillo	Nativa	Árbol	#3
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> <i>Acacia penatulla</i> <i>Acacia sp.</i> <i>Desmanthus sp.</i> <i>Desconocido</i> <i>Eysenharthia polistachia</i> <i>Lysiloma acapulcensis</i> <i>Mimosa sp.</i> <i>Pithecellobium dulce</i> <i>Prosopis laevigata</i> <i>Prosopis sp.</i> <i>Senna atomaria</i> <i>Desmodium sp.</i>	Huizache Tepame Huizachillo Mesquitillo Tenaza Palo dulce Palo arco Garabatillo Huamúchil Mezquite Palo gusano Palo hediondo ME 2	Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa Nativa	Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Arbusto	Leña Leña Leña Leña NE Leña #Leña NE Fruta/leña/madera / sombra /forraje Ornato Leña/sombra NE
Juglandaceae	<i>Carya illinoensis</i>	Nogal	Introducida	Árbol	Fruta
Labiatae	<i>Salvia sp.</i>	Salvia	Nativa	Arbusto	Medicinal
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Introducida	Árbol	Fruta
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazuma	Nativa	Árbol	Leña/sombra
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	Introducida (espontánea)	Árbol	Ornato
Moraceae	<i>Ficus carica</i> <i>Ficus cotinifolia</i>	Higuera Higuerón	Introducida Nativa	Árbol Árbol	Fruta Ornato/sombra
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano jamaico	Introducida		Fruta

Myrthaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	Introducida (espontánea)	Árbol	Fruta
	<i>desconocido</i>	Palo amole	Nativa	Árbol	#14 NE
Nyctaginaceae	<i>Buganvillea spectabilis</i> <i>desconocido</i>	Camelina desconocido	Introducida	Arbusto Arbusto	Ornato NE
Plantanaceae	<i>Platanus mexicana</i>	Álamo	Nativa	Árbol	Ornato/ madera
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Introducida (espontánea)	Pasto	Elaborar artesanías
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sarabullo	Nativa	Arbusto	Tóxica
Rosaceae	<i>Prunus doméstica</i>	Ciruelo	Introducida	Árbol	Fruta
	<i>Prunus pérsica</i>	Durazno	Introducida	Árbol	Fruta
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	Introducida	Arbusto	Infusión
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	Introducida	Árbol	Fruta/ medicina
	<i>Citrus sp.</i>	Lima, Limón, Naranja, Mandarina, Limón real	Introducidas	Árbol	Fruta
Scrophulareacea e	<i>ME 3</i>	ME 3	Nativa	Arbusto	NE
Simaroubaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	Olivo	Nativa	Arbusto	Ornato

Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	Tomatillo	Nativa	Arbusto	NE
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno amarillo	Nativa	Arbusto	Leña
	<i>Celtis sp.</i> <i>Celtis sp.</i>	Palo blanco Granjeno	Nativa Nativa	Árbol Árbol	Sombra NE
Verbenaceae	<i>Lantana cámara</i>	Lantana	Nativa	Arbusto	Ornato
Zapotaceae	<i>Sideroxylon palmeri</i>	Capulín	Nativa	Árbol	Fruta/madera/ sombra
Zygophillaceae	<i>Morkillia mexicana</i>	Viuda	Nativa	Arbusto	Ornato
Familia desconocida	<i>ME 9</i> <i>ME 7</i> <i>ME 8</i>	Aquiche ME 7 ME 8	Nativa Nativa Nativa	Árbol Árbol Arbusto	NE NE NE

