



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE DOS MICROCUENCAS PERTENECIENTES AL
MUNICIPIO DE XOCHICOATLÁN, HIDALGO, MÉXICO”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTAN:

Amador-Cruz, Francisco y Hernández-Amador, Edgar

Directora de tesis:

M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros

Tlalnepantla, Estado de México, 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

Francisco: A mi madre y a mi padre por que este esfuerzo es tanto de ellos como mio. Es dedicado a las decenas de ocasiones que leyeron la tesis y escuchar cuando yo la leía; por decirme que nada es imposible, por estar ahí cuando los he necesitado y por sus consejos. Les agradezco infinitamente todo lo que son.

Este trabajo esta dedicado a todos mis amigos que me apoyaron a lo largo de la carrera y a los que lo siguen haciendo. Una mención especial para Alan Roldán, Daniel Castillo, Daniel Sánchez, Edgar Hernández, Fernando Santana, Graciela Ramírez, Montserrat Martínez, Mauricio Santiago y Adriana Terán

A mis compañeros y amigos del laboratorio 8, en especial a Aleida Díaz a quien le agradezco por todo en lo que me ha apoyado durante estos dos años.

A Daniel Sánchez, sigamos viajando amigo.

A Edgar Hernández (güero), lo hemos logramos amigo; lo que veíamos lejano e incluso imposible, aquí esta, después de dos años. Las aventuras y anécdotas que nos trajimos de Xochicoatlán son inolvidables. Eres un gran biólogo pero un mejor amigo.

A los académicos que han influido de forma significativa en mi vida Alfredo Reyes (q.e.p.d.), Salvador Gracián y a la Maestra Ana Lilia Muñoz, gracias.

Finalmente este trabajo implico un gran esfuerzo y paciencia por parte tuya; aquí esta, por fin lo logramos. Gracias por tu apoyo y consejos. Te amo Edith Flores.

Edgar: A la vida, que me dio una segunda oportunidad, en el momento en que no creía que nada malo pasaría.

A mi familia que me apoyó en todo momento, a mi mamá por su infinita paciencia, cariño y soporte; a mi papá por los buenos ratos que pasamos juntos; a mis hermanos por estar ahí cuando los necesitaba, a mis tíos por su apoyo y comprensión.

A los médicos y paramédicos que me atendieron durante mi incidente, sin ellos no hubiera podido estar aquí escribiendo esto.

A Eddy Porras por apoyarme durante mi rehabilitación, eres una gran persona que no conoce la frase “no se puede”.

A mis amigos y confidentes Sayil Cruz Toscano, Mauricio Santiago Hernández, Gabriela Mahelet Lozada Aranda, Diana Verónica Medina, Francisco Amador Cruz (primo), Montse Martínez y Aline Méndez Rodríguez (guerrera) por pasar los ratos más agradables y saber que puedo confiar en ellos. Aline un agradecimiento especial para ti, eres una persona

inolvidable, me alegra tanto haber pasado muchos momentos agradables contigo, compartir proyectos, conocimientos y alegrías.

A la maestra Ana Lilia por confiar en este proyecto, por su paciencia, apoyo incondicional y amistad, es una gran persona, que bueno que exista gente como usted. A mis compañeros de laboratorio 8 por compartir su tiempo, conocimiento y buenos momentos, en especial a Aleída.

A la maestra Alin por sus valiosos consejos, su apoyo incondicional e infinita paciencia.

Francisco (chino), amigo, juntos hicimos posible la realización de este ambicioso proyecto, siempre disfruté tu compañía y conocimientos, el duo dinámico.

A todos los profesores que me infundieron el gusto por la biología, no coloco nombres por ingratitud sino porque la lista es muy larga.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por el apoyo de este proyecto.

A quienes ayudaron en la determinación de material biológico y abótico: Ana Lilia Muñoz (Flora) Patricia Ramírez (Ornitofauna), Sergio Delgadillo (Familias del Orden Lepidoptera), Alejandro Calzada y César Toscano (Herpetofauna), Saharay Gabriela Cruz (Entomofauna), Alan Roldán (Calidad del agua), Mayra Hernández (Edafología y Paisaje), Edith Villafranco (Etnobotánica).

A la M. en C. Ana Lilia Muñoz por confiar en el proyecto, su paciencia y apoyo incondicional.

A nuestros sinodales Dr. Daniel Jesús Muñoz Iniestra, M. en C. Mayra Mónica Hernández Moreno, M. en C. María Edith López Villafranco, M. en C. Alin Nadyeli Torres Díaz, M. en C. Rodolfo García Collazo y M. en C. Jonathan Franco López.

A Daniel Joaquín Sánchez, Aline Méndez y a Aleida Díaz por las fotografías realizadas en la zona y el apoyo en campo.

Agradecemos a Santiago Arias, Alejandro Perea, Reme Jesús Lara y a la familia Amador por el apoyo en campo.

A rancho La Era por permitirnos el acceso a sus instalaciones.

A nuestros amigos por todas las experiencias inolvidables durante la carrera.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	5
OBJETIVOS	6
General	6
Particulares.....	6
ÁREA DE ESTUDIO	7
MATERIAL Y MÉTODO	11
Revisión documental.....	11
Caracterización físico-geográfica	11
Diferenciación altitudinal	11
Clasificación de clases de tierra.....	11
Geología	11
Geomorfología	11
Trabajo de campo.....	12
Medio abiótico	12
Suelo	12
Agua.....	13
Medio biótico	17
Flora y vegetación	17
Flora sinantrópica.....	17
Distribución geográfica	17
Especies que ameritan mención especial	18
Forma biológica	18
Análisis de similitud:.....	18
Análisis estructural	18
Fauna	20
Invertebrados	20
Anfibios y reptiles.....	20
Aves	20

Mamíferos	20
Medio socioambiental.....	21
Aspectos socioeconómicos	21
Trabajo de gabinete	21
Paisaje	21
Matriz simple de interacción (causa-efecto) de Leopold <i>et al.</i> (1971) modificada.....	23
Modelo de Presión-Estado-Respuesta (P-E-R)	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
Caracterización físico-geográfica	25
Diferenciación altitudinal y pendientes	25
Clasificación de clases de tierra.....	26
Geología	28
Geomorfología	30
Suelos	31
Análisis de Agua	50
Índice de Calidad del Agua (ICA)	52
Caracterización del ambiente biótico	63
Flora y vegetación	63
Composición florística.....	63
Flora sinantrópica.....	63
Distribución geográfica	65
Especies que ameritan mención especial	66
Forma biológica.....	67
Análisis de similitud.....	68
Análisis estructural y Valor de importancia.	70
Índices de Diversidad.	82
Fauna	84
Invertebrados.....	84
Anfibios.....	91
Reptiles.....	95
Aves.....	101
Mamíferos.....	118

Caracterización medio socio-económico	124
Demografía.....	124
Escolaridad	125
Actividades económicas	126
Viviendas e infraestructura	130
Salud y seguridad	131
Agua potable	132
Aprovechamiento de los recursos naturales.....	133
Cambios en el ambiente e interés sobre la fauna.....	144
Tradiciones	145
Paisaje	147
Matriz de Leopold <i>et al.</i>	157
Modelo P-E-R.....	160
RECOMENDACIONES	167
CONCLUSIONES	169
LITERATURA CITADA.....	171
ANEXOS	190
Anexo 1. Listado florístico de Xochicoatlán.	191
Anexo 2 Acervo fotográfico de flora.	204
Anexo 3 Formato de encuesta realizada a los pobladores	209

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de las microcuencas Xochicoatlán dentro del municipio.	7
Figura 2: Microcuencas Xochicoatlán, Hidalgo.	8
Figura 3: Escudo de Xochicoatlán	8
Figura 4: Diagrama ombrotérmico de Xochicoatlán.	9
Figura 5: Puntos de muestreo edafológico.	12
Figura 6: Puntos de muestreo de agua.	13
Figura 7: Puntos de muestreo de vegetación.	19
Figura 8: Variación altitudinal	25
Figura 9: Intervalo de pendientes.	26
Figura 10: Clases de tierra.	27
Figura 11: Geología.	28
Figura 12: Geomorfología.	31
Figura 13: Perfil Chacalapa Norte.	35
Figura 14: Perfil zona Centro (Cabecera Municipal Xochicoatlán).	40
Figura 15: Perfil Tecoloco Norte.	42
Figura 16: Perfil Tecoloco Sur.	45
Figura 17: Perfil Parteaguas Sur (La Era).	47
Figura 18: Mapa de suelos.	48
Figura 19: Río Chacalapa.	54
Figura 20: Río Tecoloco.	56
Figura 21: Río Coatitlamixtla.	58
Figura 22: Tiradero a cielo abierto de residuos sólidos municipales.	59
Figura 23: Tiradero a cielo abierto en la parte alta del Río Chacalapa.	60
Figura 24: Actividades ganaderas en las cercanías del Río Tecoloco.	61
Figura 25: Mina de Manganese a cielo abierto en Nonoalco, Xochicoatlán.	62
Figura 26: Malezas	64
Figura 27: Distribución de especies	65
Figura 28: Formas de vida.	67
Figura 29: Dendrograma de vegetación.	69
Figura 30: Estructura del BMM en el Parteaguas Norte.	70
Figura 31: Estructura del BMM en la Ladera Norte.	72
Figura 32: Estructura del Bosque de Galería del Chacalapa Norte.	74
Figura 33: Estructura del Bosque de Galería del Chacalapa Sur.	76
Figura 34: Estructura del Bosque de Galería del Tecoloco Norte.	78
Figura 35: Estructura del Bosque de Galería del Tecoloco Sur.	79
Figura 36: Estructura del BMM en el Parteaguas Sur (La Era).	81
Figura 37: Invertebrados	91
Figura 38: Trabajos de riqueza de anfibios realizados en el estado de Hidalgo.	92
Figura 39: Anfibios observados en el área de estudio.	95
Figura 40. Trabajos de riqueza de reptiles realizados en el estado de Hidalgo.	96

Figura 41: Reptiles encontrados en el área de estudio.	100
Figura 42. Trabajos de riqueza de aves realizados en el estado de Hidalgo, los números indican el número de especies.	101
Figura 43: Imágenes de algunas aves registradas.....	118
Figura 44. Trabajos de riqueza de mamíferos realizados en el estado de Hidalgo.....	119
Figura 45: Imágenes de los mamíferos observados.....	123
Figura 46: Porcentaje de personas por localidad.....	124
Figura 47: Estancia de la población en el municipio.....	125
Figura 48: Escolaridad de la población.....	125
Figura 49: Tipos de cultivos.....	127
Figura 50: Lugares de comercio.....	129
Figura 51: Variedades cultivadas de maíz.....	129
Figura 52: Porcentaje de personas con acceso a los servicios básicos.....	130
Figura 53: Evidencia de contaminación por desechos sólidos en el Río Chacalapa.	131
Figura 54: Enfermedades más comunes.....	132
Figura 55: Usos de los recursos naturales	133
Figura 56: Plantas medicinales.....	134
Figura 57: Plantas comestibles.....	137
Figura 58: Árboles utilizados como leña.....	141
Figura 59: Estufa Patsari y estufa Lorena.	142
Figura 60: Cacería.....	143
Figura 61: Rancho La Era	144
Figura 62: Eventos destacados	145
Figura 63: Arco del Xantolo o Día de Todos los Muertos.	146
Figura 64: Puntos seleccionados para evaluar la calidad de paisaje.	147
Figura 65: Ladera del Parteaguas Norte.....	148
Figura 66: Manchón de BMM bien conservado del Parteaguas Norte.	148
Figura 67: Potreros en el Parteaguas Norte.....	149
Figura 68: Río Chacalapa.....	149
Figura 69: Cementerio de Xochicoatlán cubierto por la neblina.....	150
Figura 70: Cabecera municipal de Xochicoatlán cubierto por la neblina.	150
Figura 71: Relictos de vegetación natural en la Cabecera municipal de Xochicoatlán.....	151
Figura 72: Paisaje observado desde la Cabecera municipal de Xochicoatlán.....	151
Figura 73: Paisaje de la microcuenca Sur	152
Figura 74: Senderos en el Parteaguas Sur, Rancho la Era.....	152
Figura 75: BMM en las zonas mejor conservadas del Parteaguas Sur.....	153
Figura 76: Río Tecoloco con Bosque de Galería	153
Figura 77: Paisaje obtenido por la metodología de Velázquez y Bocco (2003).	155
Figura 78: Propuesta para el manejo del territorio en Xochicoatlán, Hidalgo.	156
Figura 79: Matriz de Leopold <i>et al.</i> , desarrollada	158

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Relación de los nombres de las localidades con las características del bosque.....	10
Cuadro 2: Fórmulas para estandarizar valores al ICA.	14
Cuadro 3: Aplicación del ICA.....	15
Cuadro 4: Usos del agua, según su ICA.....	16
Cuadro 5: Datos utilizados para obtener el valor de importancia.	19
Cuadro 6: Descripción de los atributos utilizados para evaluar calidad de paisaje..	21
Cuadro 7: Tipos de calidad de paisaje.....	22
Cuadro 8: Descripción de las características de las clases de tierra	26
Cuadro 9: Resultados del análisis edáfico del perfil Parteaguas Norte.	32
Cuadro 10: Resultados del análisis edáfico del perfil Chacalapa Norte.....	34
Cuadro 11: Resultados del análisis edáfico del perfil Chacalapa Sur.	36
Cuadro 12: Resultados del análisis edáfico del perfil Zona Centro.	38
Cuadro 13: Resultados del análisis edáfico del perfil Tecoloco Norte.	41
Cuadro 14: Resultados del análisis edáfico del perfil Tecoloco Sur.	43
Cuadro 15: Resultados del análisis edáfico del perfil Parteaguas Sur (La Era).	46
Cuadro 16: Resultados de los parámetros analizados en el laboratorio.	50
Cuadro 17: Resultados al aplicar las fórmulas del ICA, para el Río Chacalapa.	52
Cuadro 18: Valores relativizados y valor de ICA, para el Río Chacalapa.	53
Cuadro 19: Resultados al aplicar las fórmulas del ICA, para el Río Tecoloco.	54
Cuadro 20: Valores relativizados y valor de ICA, para el Río Tecoloco.	55
Cuadro 21: Resultados al aplicar las fórmulas del ICA, para el Río Coatitlamixtla.	56
Cuadro 22: Valores relativizados y valor de ICA, para el Río Coatitlamixtla.	57
Cuadro 23: Comparación de los tres Ríos con su uso, según su ICA.	58
Cuadro 24: Comparación del número de especies de flora.	63
Cuadro 25: Especies de mención especial.....	66
Cuadro 26: Valores de importancia de las especies encontradas en el Parteaguas Norte	71
Cuadro 27: Valores de importancia de las especies encontradas en la Ladera Norte	73
Cuadro 28:Valores de importancia de las especies encontradas en el Chacalapa Norte.	75
Cuadro 29: Valores de importancia de las especies encontradas en el Chacalapa Sur	77
Cuadro 30:Valores de importancia de las especies encontradas en el Tecoloco Norte.....	79
Cuadro 31: Valores de importancia de las especies encontradas en el Tecoloco Sur	80
Cuadro 32: Valores de importancia de las especies encontradas en el Parteaguas Sur	81
Cuadro 33: Resultados de los Índices de Diversidad Shannon-Wiener y α Fisher.....	82
Cuadro 34: Comparativo de la diversidad en diferentes BMM del país	83
Cuadro 35: Listado de invertebrados	84
Cuadro 36: Comparativo del número de especies de anfibios.	92
Cuadro 37: Listado de anfibios..	93
Cuadro 38: Comparativo del número de especies de reptiles.	96
Cuadro 39: Listado de reptiles.	97
Cuadro 40: Comparativo del número de especies de aves	102
Cuadro 41: Listado de avifauna..	103
Cuadro 42: Listado de mastofauna	120

Cuadro 43: Escolaridad de la población de las microcuencas Xochicoatlán.	126
Cuadro 44: Listado de las plantas medicinales	134
Cuadro 45: Listado de las plantas comestibles.....	137
Cuadro 46: Valoración Cuantitativa del paisaje.....	154
Cuadro 47: Frecuencia de impactos ambientales.	159
Cuadro 48: Modelo P-E-R.....	160

RESUMEN

El municipio de Xochicoatlán se encuentra ubicado en la porción noreste del estado de Hidalgo. Representa uno de los relictos de Bosque Mesófilo de Montaña en el estado, sin embargo son escasos los estudios en esta zona.

Se trabajó en dos microcuencas que comparten la cabecera municipal. El proyecto se dividió en tres etapas: revisión documental, trabajo de campo y análisis de datos. En la primera se recopiló la información disponible del área. Con base en esta búsqueda se delimitó la zona de estudio, se definió la metodología más adecuada de muestreo y los alcances del proyecto. El trabajo de campo se efectuó de junio de 2013 a abril de 2014, en el que se recolectaron muestras de agua, suelo, ejemplares botánicos y registros faunísticos (métodos directos e indirectos), así como la realización de encuestas e identificación de las principales actividades causantes de algún grado de impacto.

El análisis de datos mostró que la zona de estudio presenta un paisaje que le confiere características poco aptas para el desarrollo de actividades agropecuarias, mismas que se desarrollan actualmente en la zona. El tipo de suelo Leptosol húmico domina sobre el Luvisol crómico, ambos son fácilmente erosionables, por lo cual se sugieren usos de suelo más adecuados a la aptitud de la tierra. En las microcuencas hay dos ríos el Río Chacalapa y el Río Tecoloco; los análisis de agua muestran que estos no rebasan los límites permisibles, salvo para Coliformes totales y fecales.

Se determinaron 307 especies de plantas; 56 son malezas (ocho exóticas); reportamos catorce especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 32 en listados de conservación internacional; la forma de vida dominante es Fanerófito escaposo; se establecieron los valores de importancia e índices de diversidad para siete parcelas, los elementos que determinan la estructura de la vegetación fueron *Liquidambar styraciflua* y *Platanus mexicana*.

Se realizaron los primeros listados de invertebrados, avifauna y mastofauna para el municipio, así como se aportan registros nuevos de herpetofauna. Cabe destacar la presencia de 109 especies bajo alguna categoría de protección nacional o internacional.

Se estableció que los Parteaguas Norte y Sur presentan una calidad tipo A (Alta) y el Parteaguas Centro tipo B (Media). Para aumentar y mejorar la calidad paisajística se recomendaron medidas de mitigación con el uso de corredores biológicos, cercas vivas y reforestación.

Se identificaron los principales impactos de las actividades generadas por el humano así como los componentes afectados por dichas acciones. Se establecieron nueve actividades como las más importantes por tener mayor número de interacciones negativas y una magnitud alta. Con éstas se desarrolló el modelo P-E-R, en el cual se propusieron medidas de mitigación, prevención y de desarrollo sustentable apoyadas en la Legislación mexicana. Así mismo se propusieron algunas recomendaciones adicionales para tener alternativas económicas amigables con el ambiente.

INTRODUCCIÓN

La reciente preocupación por los problemas ambientales, el desarrollo con una dimensión de la sustentabilidad y la administración de los recursos naturales, demandan de importantes esfuerzos para coordinar las decisiones públicas y privadas, ya que es necesario que el desarrollo económico del país sea sustentable ahora y en el futuro. Esto puede lograrse a través de la utilización de una amplia gama de instrumentos que hacen disponibles la legislación y las instituciones vigentes, los cuales son fundamentales en la actuación tanto del gobierno como de la sociedad (INECC, 2007).

El diagnóstico ambiental es una herramienta de algunos instrumentos de política ambiental como los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET), la Evaluación de Impacto ambiental (EIA) y el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP), entre otros. El diagnóstico tiene como objetivo comprender e interpretar los procesos ecológicos a través de la caracterización del medio físico, biótico y la infraestructura social. La realización de estos estudios ofrece un conocimiento general del estado ambiental de un sitio, sobre el cual se pueden establecer políticas ambientales idóneas que hagan posible el desarrollo sustentable y aprovechamiento de los recursos naturales. Así mismo, reconoce las actividades que afectan a la entidad local con el objetivo de subsanarlas, permite el cumplimiento de la legislación ambiental y proporciona un punto de arranque para la ejecución y establecimiento de acciones ambientales en el territorio (Muñoz-Flores, 2009).

La cuenca es reconocida como la unidad de estudio territorial más adecuada para la realización de trabajos relacionados con la gestión ambiental a través de instrumentos de política ambiental (Cotler, 2004 y Cotler, 2010), debido a que es posible estudiar las relaciones entre los componentes físicos, biológicos, sociales y económicos. Se define como un espacio territorial delimitado por un parteaguas donde se concentran todos los escurrimientos que confluyen y desembocan en un punto común llamado punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago (en el caso de una cuenca endorreica) o el mar (llamada cuenca exorreica). En estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico, los modos de apropiación y las instituciones (SEMARNAT, 2013).

México cuenta con 1,471 cuencas, en las cuales se aprecia una amplia variabilidad de tamaños, desde miles a un kilómetro cuadrado, por lo cual pueden jerarquizarse en cuencas, subcuencas y microcuencas (Cotler, 2004 y Cuevas *et al.*, 2004). Estas cuencas han sido agrupadas en 13 regiones mayores de carácter administrativo, lo cual facilita la gestión de los recursos naturales. La agrupación de las cuencas está estructurada con base en sus rasgos orográficos e hidrográficos, de tal manera que cada región es diferente en relieve y escurrimientos (INECC. 2012).

Esta complejidad de paisajes compuestos por montañas, ríos, lagos, etc. confiere una amplia diversidad de ambientes, suelos y climas, que dan origen a un complejo mosaico de ecosistemas, naturales y manejados, donde se crea una conexión física entre poblaciones alejadas unas de otras debido a las externalidades, transportadas por los cursos del agua (Cotler, 2010). Los elementos anteriores han sido fundamentales para establecer a México como un país megadiverso, ya que éste y otros 11 países más albergan casi el 70% de la diversidad biológica.

La diversidad biológica suele asociarse principalmente a las selvas tropicales, sin embargo los ecosistemas templados forman parte importante en la conformación de ésta. Tal es el caso que los bosques templados de México fueron de gran relevancia al establecer el *Hotspot* (punto caliente de biodiversidad) “Madrean Pine-Oak Woodlands” (Sierras Madre de Pino-Encino) (Myers *et al.*, 2000 y Conservation International, 2013).

La historia biogeografía de los bosques templados, asociados principalmente a zonas montañosas, es muy diferente a la de las selvas, ya que se desarrollaron en eventos más antiguos, especialmente en el Plioceno (hace aproximadamente cinco millones de años), lo cual ha permitido el desarrollo de diversas especies y ecosistemas. Lo anterior es más evidente en regiones con relieves más intrincados, los cuales contribuyen a la evolución, belleza y presencia de especies endémicas, además de su amplia capacidad para generar servicios ambientales, sociales y económicos (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2003).

Los tipos de bosques que se pueden desarrollar en estos ambientes son principalmente Bosque de *Pinus*, Bosque de *Quercus*, Bosque de *Abies*, en los cuales domina algún género o incluso una única especie, en grandes extensiones (Rzedowski, 2005, Sanchez *et al.*, 2003). Así mismo, hay bosques en los cuales no es apreciable la dominancia de alguna especie, y en caso contrario es indicador de perturbación, éstos son los Bosques Mesófilos de Montaña (BMM en lo sucesivo) (Rzedowski, 1983).

El término BMM es equivalente al “Cloud Forest”, “Montaine Rain Forest”, “Evergreen Cloud Forest”, “Elfin Forest”, “Bosque Nublado”, “Forêt Dense Humide de Montagne” “Bosque de Niebla” o “Selva nublada” (Rzedowski, 2005), y se aplica a una serie de comunidades vegetales que se desarrollan en determinadas condiciones, donde el clima es húmedo y fresco a la vez, es por esto que su distribución es limitada y fragmentaria (Rzedowski, 1996).

El bosque mesófilo de montaña es un tipo de vegetación que se encuentra desde los 400 a los 2,800 msnm (Ramírez-Bautista *et al.*, 2010). La precipitación media anual nunca es menor a los 1,000 mm, el número de meses secos es de 0 a 4, su distribución suele coincidir con las áreas expuestas a “Nortes”. La temperatura media anual va de 12 a 23° C y existe poca oscilación. Los suelos tienen generalmente buen drenaje, con abundante materia

orgánica en los horizontes mayores, son ácidos y húmedos todo el año (Puig, 1967 y Rzedowski, 1996).

Se caracteriza por poseer elementos propios de zonas Holárticas (principalmente del este de Estados Unidos y Canadá), donde la mayoría de las especies son árboles generalmente dominantes; además de elementos Neotropicales (principalmente de la región andina de Sudamérica), en general arbustos y herbáceas. Además es en estos bosques donde se puede observar de forma evidente las relaciones que existen con la flora asiática. Por lo anterior este tipo de vegetación es más diverso, por unidad de superficie, que cualquier otro en el territorio mexicano (Rzedowski, 1996).

Para 2006, el BMM se distribuía en áreas fragmentadas y se estimaba que ocupaba entre el 0.5 y 0.87% del territorio nacional (poco más de 10,000 km²) (Rzedowski, 1996); en la última década, la deforestación lo ha reducido hasta en un 50%, por lo que se considera un ecosistema en peligro de extinción (Challenger, 1998 y López-Pérez *et al.*, 2011).

Actualmente el área ocupada por este ecosistema se está reduciendo de manera acelerada debido al crecimiento demográfico y la expansión de las actividades productivas como la agricultura, la ganadería, la extracción forestal, entre otros; impidiendo la regeneración natural y propiciando el agotamiento de los recursos naturales con la consecuente pérdida de la biodiversidad (Cartujano *et al.*, 2002).

Un ejemplo claro de la reducción de la superficie de BMM es el estado de Hidalgo, que a pesar de ocupar el tercer lugar nacional en cobertura de este tipo de vegetación (Alcántar-Ayala y Luna-Vega, 2001), se han desarrollado pocos esfuerzos de conservación. Uno de los municipios hidalguenses con BMM es Xochicoatlán, del cual hay escasa información ambiental. Por lo anterior fue necesario el desarrollo de un diagnóstico ambiental, utilizando como unidad de estudio dos microcuencas, dentro de las cuales se determinaron los datos temáticos físicos, biológicos y socioeconómicos.

ANTECEDENTES

En el Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) del Estado de Hidalgo (2001), se hace una descripción general del territorio y el uso actual del suelo, además de incluir propuestas de uso óptimo de suelo, establecer criterios y principios para la protección del ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales; orientar y organizar los instrumentos administrativos, jurídicos y técnicos; asimismo se implementó un Sistema de Información Geográfica para el inventario, análisis y diagnóstico de la problemática ambiental y socioeconómica del territorio. Además de establecer los principios para el desarrollo racional de los procesos de urbanización, industrialización, redes de transporte y servicios (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2001).

La Región Terrestre Prioritaria (RTP) 102, Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental, que incluye al municipio de Xochicoatlán, es designada para la conservación debido a que integra una gran superficie de BMM representativo, presenta además poblaciones grandes de helechos arborescentes, así como algunas turberas asociadas con especies vegetales de distribución restringida (Arriaga *et. al* 2000)

El municipio de Xochicoatlán se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 75, Confluencia de las Huastecas, la cual se caracteriza por ser una región de alta biodiversidad y estar considerada como amenazada (CONABIO, 2012).

Los estudios realizados de flora y vegetación son escasos en el municipio siendo el más directo el realizado por Mayorga-Saucedo *et al.* (1998), además de otros estudios elaborados en áreas cercanas a la zona de estudio (Puig, 1976; Luna-Vega *et al.*, 1994; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006; Álvarez-Zuñiga *et al.*, 2012 y Pérez-Paredes *et al.*, 2012).

Los estudios faunísticos son escasos, siendo los de mayor importancia por su cercanía al área de estudio, para Zacualtipán, los estudios de herpetofauna realizados por Camarillo y Casas (1998), Ramírez-Bautista (2010) y Huitzil-Mendoza y Mayer-Goyenechea (2011); para avifauna en los municipios aledaños a Xochicoatlán por Martínez-Morales (2004 y 2007); y para mastofauna en Tlanchinol por Cervantes *et al.* (2002).

El Plan Municipal de Desarrollo Xochicoatlán 2012-2016, representa un documento donde se establece información sobre demografía, marginación, pobreza, empleo, infraestructura, tecnología, turismo, comunicaciones, seguridad, uso de suelo más común, datos de educación y las actividades propensas a ser financiadas (Gobierno del municipio de Xochicoatlán, 2012).

Por las características notables del BMM, los pocos estudios sobre los efectos de su pérdida y fragmentación, así como la urgente necesidad de crear nuevos conocimientos

para entender y resolver estos problemas, es relevante diseñar un diagnóstico ambiental en el municipio de Xochicoatlán, Hidalgo.

OBJETIVOS

General

- Realizar un diagnóstico ambiental de dos microcuencas del municipio de Xochicoatlán

Particulares

- Caracterizar las microcuencas considerando su topografía e hidrología.
- Caracterizar el medio biótico, físico y socioeconómico de la zona de estudio.
- Identificar las principales actividades antropocéntricas generadoras de impacto.
- Evaluar los impactos hacia los componentes ambientales.
- Proponer medidas de prevención y mitigación bajo el principio de sustentabilidad.

ÁREA DE ESTUDIO

Las microcuencas donde se realizó el estudio quedan comprendidas dentro del municipio de Xochicoatlán mismo que se localiza en la parte Noreste del Estado de Hidalgo, México, colinda al Norte con los municipios de Calnali y Lolotla, al Sur con los Municipios de Zacualtipán y Metztlán, al Oeste con el Municipio de Molango y al Este con el Municipio de Tianguistengo (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2011). El área de estudio se ubica en la porción central oeste del municipio (Figura 1).

Xochicoatlán, Hidalgo.

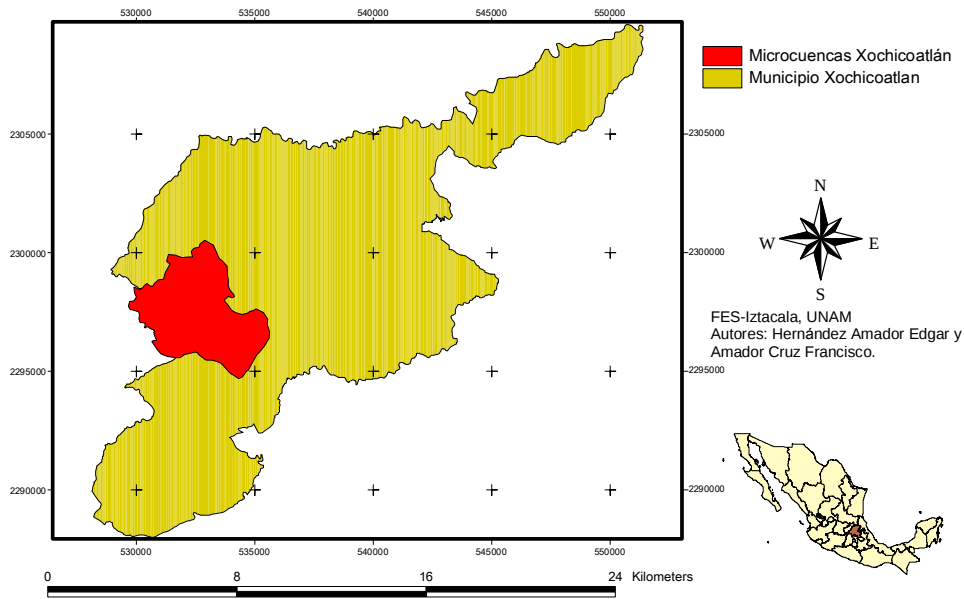


Figura 1: Ubicación de las microcuencas Xochicoatlán dentro del municipio.

Las microcuencas donde se realizó el estudio abarcan las localidades de Xochicoatlán, Coatitlamixtla, Tototla, Temoaya (Los Pocitos), Las Pilas (Agua Bendita) y Tenextitla. Se encuentran a una altitud de entre los 1140 a los 2080 m.s.n.m. Ocupan una superficie de 18.32 km² (1,832.39 ha). Las coordenadas extremas son 2,297,748.65 N y 529,671.58 E; 2,296,611.61 N y 535,647.98 E; 2,299,941.71 N y 531,372.36 E; y 2,294,699.15 N y 534,333.50 E (Figura 2). Pertenecen a la Región Hidrológico-Administrativa número IX (Golfo Norte); Región Hidrológica 26 del Río Pánuco; cuenca del Río Moctezuma; subcuenca RH26Dx Los Hules, la cual abarca 1506.34 km² con un coeficiente de escurrimiento del 20%-30% (INECC, ^{s/a}).

Microcuencas de Xochicoatlán.

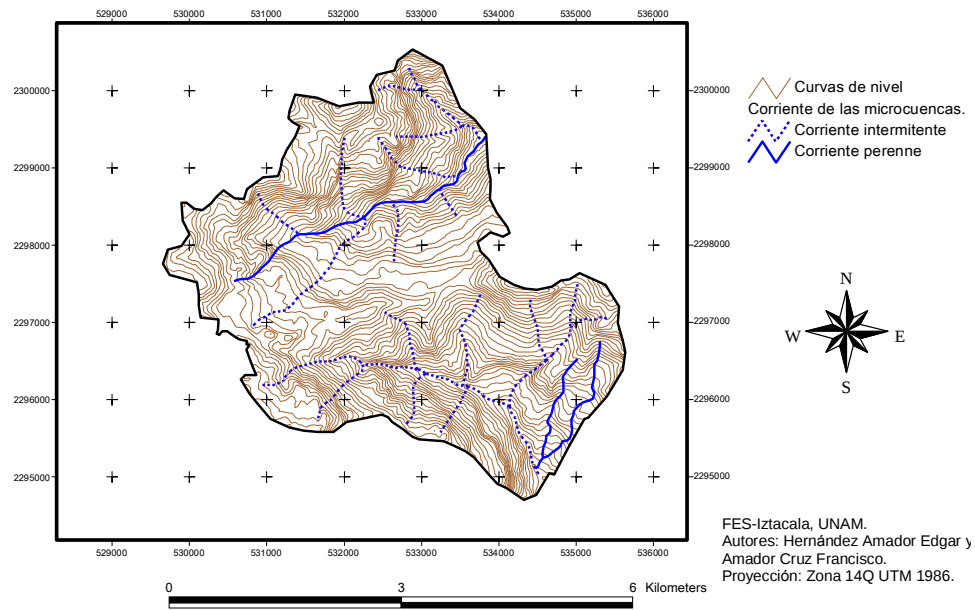


Figura 2: Microcuencas Xochicoatlán, Hidalgo.

Toponimia: El nombre del municipio, deriva de los vocablos Nahuatl “Xochitl” flor y “Kuauitl” árbol, *Lugar de árboles que florecen*, sin embargo, los pobladores hacen referencia a los vocablos “Xochitl” flor, “Koatl” víbora y “Lan” lugar, es decir *Lugar de flor de víbora*, ya que se identifican con una especie de orquídea llamada popularmente flor de víbora (*Stanhopea tigrina*) (Figura 3).

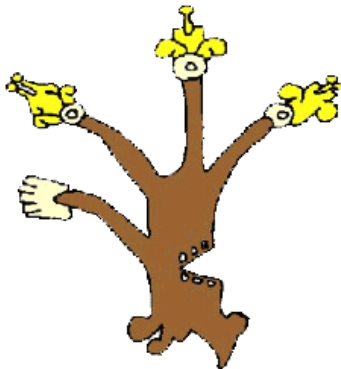


Figura 3: Escudo de Xochicoatlán.

Se localiza en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, también conocida como la Sierra Alta Hidalguense, en la subprovincia Carso-Huasteco (Azpeitia, 2007). Perteneció al cinturón de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental (Anticlinorio de Huayacocotla), la cual se caracteriza por la formación de cañadas, valles y cañones hasta llegar a la planicie costera.

Todas las rocas son de origen sedimentario (Azpeitia, 2007, Ochoa-Carrillo, 1997 y Montiel, 2005), de tipo arenisca-conglomerado del Triásico, caliza del Cretácico inferior, caliza-lutita del Cretácico Superior, caliza-lutita del Jurásico Superior y lutita-arenisca del Jurásico Inferior (Servicio Geológico Mexicano, 1997).

Para el municipio, el tipo de suelo más abundante es Leptosol que cubre el 35.0% en la parte centro, le siguen el Umbrisol (30.5%) en la parte centro, Luvisol (23.3%) en la porción suroeste del municipio, Cambisol (7.5%) en la parte noreste y Regosol en la parte noreste y centro (3.0%) (INEGI, 2009).

De acuerdo a la estación meteorológica Tlanchinol (98°39' N y 20°59' O a 1589 m.s.n.m.), elegida por la cercanía geográfica y por encontrarse en el mismo intervalo altitudinal que el área de estudio, la fórmula climática es (A)Cb(fm)(i')gw" (García, 2004), es decir, templado con lluvias en verano, de mayo a septiembre y menor proporción en invierno, temperatura media anual de entre 18° y 22°C (18.5°C), temperatura del mes más frío enero entre -3° y 18°C (14.9°C) y del mes más caliente mayo entre 6.5° y 22°C (21.2°C), verano fresco y largo, régimen de lluvias entre verano e invierno, poca oscilación térmica y marcha de temperatura tipo Ganges (Figura 4).

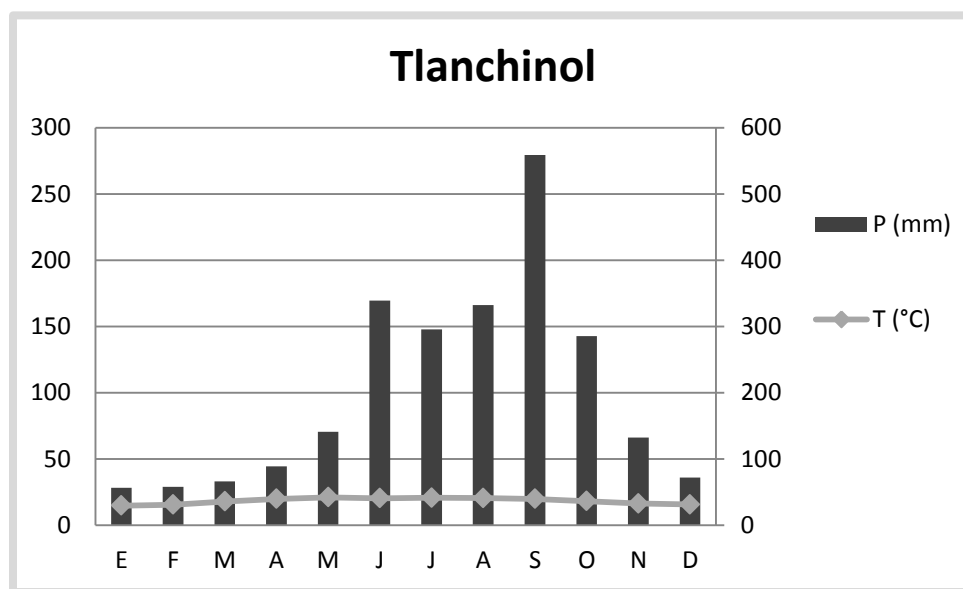


Figura 4: Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio obtenido a partir de la estación meteorológica Tlanchinol (2005).

El tipo de vegetación es BMM, incluido en la Región III de BMM Huasteca Alta Hidalguense, en la subregión Mesófilos del NE de Hidalgo y Huayacocotla, con la categoría de Prioridad Crítica (CONABIO, 2010).

El municipio pertenece a la Región Terrestre Prioritaria número 102 (RTP-102) Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental (Arriaga *et. al* 2000), colinda con el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) número 35 (Tlanchinol)-G1 (Con aves amenazadas globalmente) y pertenece a la Región Hidrológica Prioritaria 75 (Confluencia de las Huastecas).

Cuenta con 7,320 habitantes, de los cuales 3,702 son mujeres y 3, 618 son hombres (INEGI, 2010). Las principales actividades económicas son la agricultura de temporal con 3,480 ha sembradas y la ganadería; siendo la producción más importante la del ganado bovino (141 toneladas), de porcino (44 toneladas), ovino (3 toneladas) y gallináceas (35 toneladas) (INEGI, 2009). La principal vía de acceso a la zona de estudio es a través de la carretera federal 105.

A lo largo del municipio es muy evidente la relación que existe entre la gente y el BMM, debido a que el nombre de algunas localidades hace referencia al bosque, su fauna o bien a la niebla (los vocablos se escribieron con referencia a Amador, 2013) (Cuadro 1).

Cuadro 1: Relación de los nombres de las localidades con las características del bosque.		
Localidad	Vocablos	Definición
Tototla	“Tototl-tepetl”	Cerro de los pájaros
Coatitlamixtla	“Kuautla-titla-mixtli-tla”	Entre el bosque y las neblinas
Acatepec	“Akatl-tepetl-k”	En el cerro del carrizo
Acomulco	“Atl-kokomoltik”	En el agua de los barrancos
Epopulco	“Epatl-popotl-ko”	En la mazorca y el popote
Papaxtla	“Pa-paxtli-tla”	Muchas nubes
Mazahuacán	“Mazatl-hua-kan”	Lugar del venado
Tuzancoac	“Tuzan-ko-atl”	Tuza en el agua
Mecapala	“Mekatl-palli-atl-pan”	Sobre el cordón de agua borrosa
Michumitla	“Mixtli-chiuh.motl”	Donde se hace una nube de flechas
Zapocoatlán	“Tzapotl-koatl-tlan”	Culebra entre los zapotes
Molangotzi	“Molanko-tzin”	Lugarcito de nubes
Huitzintla	“Huitzintzilin-tla”	Lugar de colibríes

MATERIAL Y MÉTODO

Revisión documental

Se recabó información sobre los trabajos que se realizaron en la zona de estudio y en sitios cercanos al mismo. Se consultaron artículos científicos, libros, la cartografía de la región, además de revisar los registros de las estaciones meteorológicas más cercanas.

Caracterización físico-geográfica

Diferenciación altitudinal

El mapa hipsométrico se obtuvo a partir del Modelo Digital de Elevación escala 1:50 000 F14D51 (INEGI, 2001) y F14D52 (INEGI, 2001b) con una resolución de 2 metros, las cuales se convirtieron a formato GRID en el Sistema de Información Geográfica Arc View 3.1 (ESRI, 1995-2014).

Clasificación de clases de tierra

La clasificación de tierras se llevó a cabo tomando como base el método propuesto por INEGI (2009), el cual fue modificado por los autores. Considerando que el terreno es irregular, esta clasificación nos permitirá conocer cual es la aptitud de la zona mediante los valores de pendiente.

Geología

Se obtuvo de la digitalización de un mapa en el programa Arc View 3.1 (ESRI, 1995-2014), derivado a partir de lo publicado por Pérez-Tello (2009).

Geomorfología

Se utilizaron los valores de diferenciación altitudinal para establecer el tipo de geoforma, de acuerdo al criterio de Lugo (2011); además de considerar que el relieve de la zona de estudio es de tipo kárstico.

Trabajo de campo

Medio abiótico

Suelo

Se realizaron siete puntos de muestreo en la zona de estudio, considerando la variación del relieve (Figura 5). En cada una se tomaron muestras simples de los perfiles hasta el horizonte R (roca) y se trasladaron para el análisis en el laboratorio de Edafología de la FES-Iztacala, con la finalidad de determinar el tipo de suelo, comparar y corroborar con las cartas temáticas de edafología F1411 escala 1: 250,000 del INEGI (1978).

Puntos de muestreo de suelo en Xochicoatlán

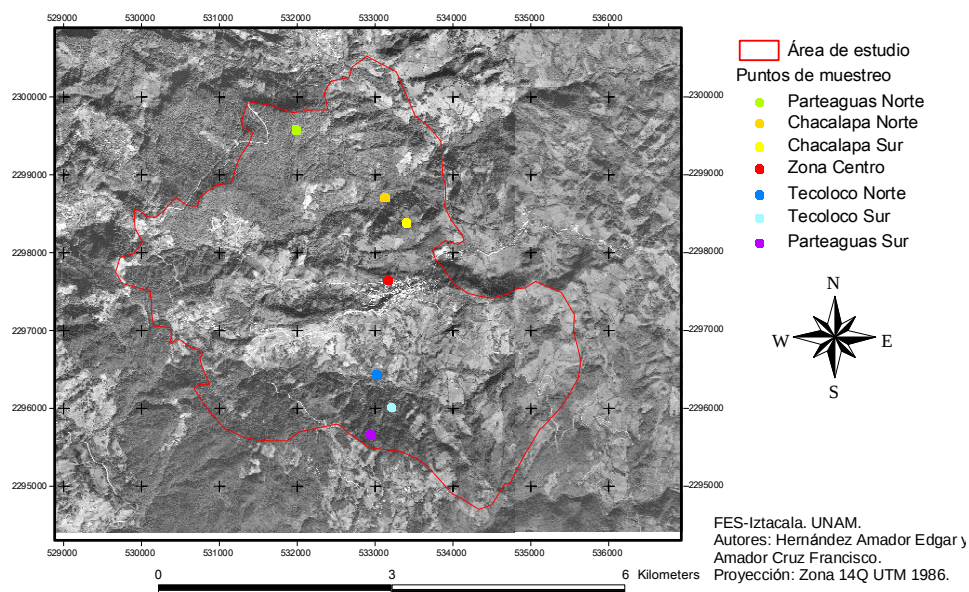


Figura 5: Puntos de muestreo edafológico.

Las características valoradas de los horizontes fueron: el color (seco y húmedo) de acuerdo a lo establecido por Munsell Soil Color Charts (1994), la textura mediante el método del hidrómetro, densidad real por método del picnómetro, densidad aparente por el método volumétrico, porosidad, estructura (Muñoz-Iniestra *et al.*, 2013), consistencia (seco y húmedo), adhesividad, plasticidad, pH por método del potenciómetro, materia orgánica mediante el método de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico, capacidad de intercambio catiónico por el método volumétrico del Versenato (EDTA), Calcio y Magnesio intercambiables mediante el método volumétrico del Versenato; Sodio y Potasio

mediante el método de espectrofotómetro de flama (Muñoz-Iniestra *et al.*, 2012 y Cuanalo, 1981).

Agua

El muestreo se realizó en época de lluvias en los meses de Septiembre y Noviembre, se tomaron tres muestras simples de agua en los ríos Chacalapa, Tecoloco y Coatitlamixtla, los dos primeros elegidos por ser los principales dentro las microcuencas, éstos se encuentran a una altitud de 1280 a 1900 m y 1160 a 1980 m respectivamente; el río Coatitlamixtla a pesar de no estar dentro de las microcuencas fue elegido ya que las aguas que transporta son utilizadas para consumo ganadero, además de que en 1964, en la parte alta del río, se inauguró la Unidad Nonoalco de la Compañía Minera Autlán, S.A. de C.V. en Nonoalco, Xochicoatlán, de donde se extrae Bióxido de Manganeso Natural y se obtiene Bióxido de Manganeso Natural Grado Cerámico, por lo cual se decidió comparar la calidad de agua (Figura 6).

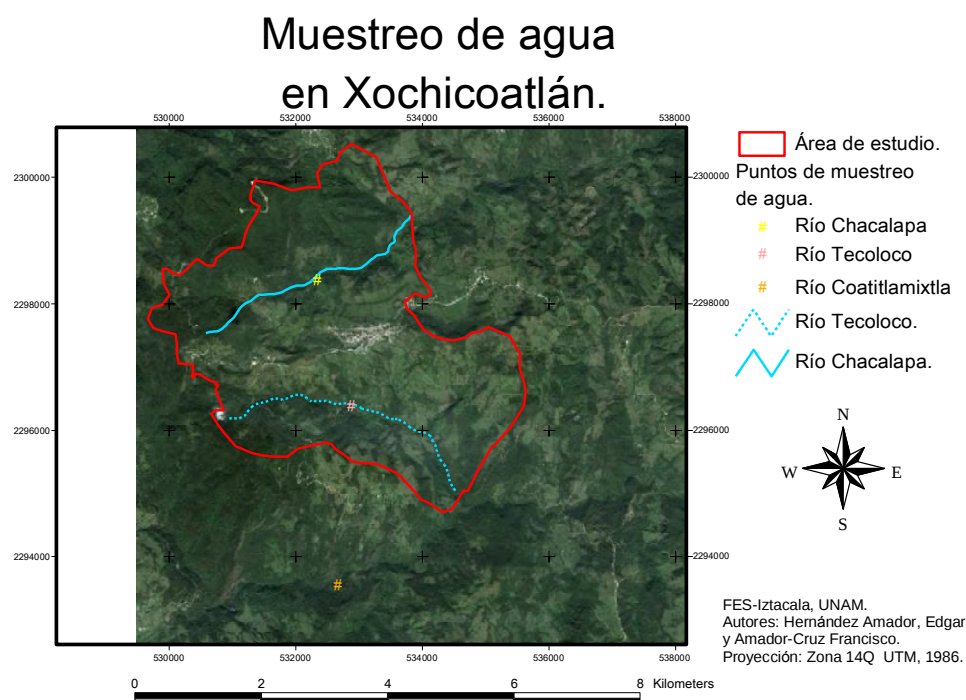


Figura 6: Puntos de muestreo de agua en la zona de estudio.

Los parámetros analizados fueron pH, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, alcalinidad total, alcalinidad a la fenolftaleína, dureza total, ortofosfatos, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y coliformes totales y fecales (Gama-Flores *et al.*, 2010).

Además se obtuvieron tres muestras para oxígeno disuelto (O.D.) usando frascos Winkler, fijando con MnSO₄, álcali-yoduro-azida y H₂SO₄ concentrado (Gama-Flores *et al.*, 2010), y se tomaron tres muestras para análisis bacteriológico utilizando bolsas estériles Whirl-plack. Las muestras se etiquetaron conforme a la Norma Mexicana NMX-AA-014-1980 y fueron transportadas al laboratorio de la Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y Educación (UIICSE) para su análisis químico y bacteriológico.

Con los resultados se realizó un análisis ICA (Índice de Calidad de Agua) (SEMARNAT, 2010), con la intención de conocer el uso óptimo del agua con base a su calidad, se utilizaron las siguientes formulas (Cuadro 2):

Cuadro 2: Fórmulas para estandarizar valores al ICA.	
Parámetro	Fórmula
pH	$I_{pH} = 10^{0.2335pH + 0.440}$ Si, pH<6.7
	$I_{pH} = 100$ Si, 6.7<pH<7.3
	$I_{pH} = 10^{4.22 - 0.293pH}$ Si, 7.3<Ph
Sólidos disueltos	$I_{sd} = 109.1 - (0.0175 * sd)$ (sd, en mg/l)
Conductividad eléctrica	$I_{ce} = 540 * (ce)^{-0.379}$ (ce, en µmhos/cm)
Alcalinidad total	$I_a = 105 (a)^{-0.186}$ (a, en mg/l como CaCO₃)
Dureza total	$I_d = 10^{1.974 - (0.00174 * d)}$ (d, en mg/l como CaCO₃)
Ortofosfatos	$I_{Of} = 34.215 * (Of)^{-0.46}$ (Of, en mg/l)
Cloruros	$I_{cl} = 121 * (cl)^{-0.223}$ (cl, en mg/l)
Oxígeno disuelto	$I_{Od} = (Od / Od \text{ saturación}) * 100$ (Od, mg/l)
	Od saturación= C*(Presión del lugar(642mm de Hg)/Presión atmosférica(760mm de Hg)) $C = 14.6 - (0.3943 * T) + (0.007714 * T^2) - (0.0000646 * T^3)$
Demanda bioquímica de Oxígeno	$I_{dbo} = 120 * (dbo)^{-0.6733}$ (dbo, en mg/l)
Coliformes totales	$I_{ct} = 97.5 * (ct)^{-0.27}$ (ct, en NMP/ml)
Coliformes fecales	$I_{cf} = 97.5 * (Ec)^{-0.27}$ (cf, en Escherichia coli/ml)

Posteriormente los datos estandarizados se relativizaron para obtener el ICA en valores porcentuales (Cuadro 3).

Cuadro 3: Aplicación del ICA Donde “li” es el valor obtenido al aplicar la formula, Wi es el valor de importancia e “ICA” se obtiene de “li*Wi/Wi”					
-	li	Wi	li*Wi	-	-
pH		1			
Sólidos disueltos		0.5			
Conductividad eléctrica		2			
Alcalinidad total		1			
Dureza total		1			
Ortofosfatos		2			
Cloruros		0.5			
Oxígeno Disuelto		5			
DBO5		5			
Coliformes totales		3			
Coliformes fecales		4			
Suma		25		ICA	

Los valores cercanos a 0% representan agua altamente contaminada y próximo a 100% significan excelente calidad. De acuerdo al valor ICA obtenido, el agua puede designarse para diferentes usos (Cuadro 4).

Cuadro 4: Usos del agua, según su ICA. Según SEMARNAT, 2010.

	Suministro de agua potable	Recreación	Peces y moluscos de vida silvestre	Industria y agricultura	Navegación	Transporte de desechos tratados
100	No requiere purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para todos los organismos	No requiere purificación	Aceptable	Aceptable
90	Ligera purificación			Ligera purificación para algunos procesos		
80	Mayor necesidad de tratamiento			Sin tratamiento para industrial normal		
70		Aceptable pero no recomendable	Excepto especies muy sensibles			
60		Dudoso para especies sensibles				
50	Dudoso	Dudoso para contacto directo	Sólo organismos muy resistentes	Con tratamiento en la mayor parte de la industria	Restringido	
40	Inaceptable	Sin contacto con el agua	Inaceptable	Uso muy restringido		
30		Uso muy restringido		Inaceptable		
20		Inaceptable		Inaceptable		
10	Abastecimiento público	Recreación	Pesca y vida acuática	Industrial y agrícola	Navegación	Inaceptable
0						Transporte de desechos tratados

Finalmente, ya que el agua es consumida por los pobladores de forma directa, fue necesario conocer si existen valores arriba de los permisibles propuestos por la normatividad, para ello los datos se compararon con el Acuerdo de Criterios Ecológicos de

Calidad del Agua CE-CCA-001/89 (SEMARNAT y CONAGUA. 1989), así como con la NOM-127-SSA1-1994.

Medio biótico

Flora y vegetación

Composición florística: Se realizó un listado florístico de las especies vegetales, para ello se recolectaron ejemplares botánicos durante todas las salidas. El material botánico se procesó con base en las técnicas propuestas por Lot y Chiang (1986). Además se realizó un registro fotográfico, con una cámara Canon PowerShot SX30 IS, proporcionada por la FES-Iztacala.

La determinación de las especies se realizó utilizando las claves dicotómicas de Flora Fanerogámica del Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 2005), Flora del Bajío (Rzedowski y Rzedowski, 2003), Flora de Veracruz (Castillo-Campos, 1978), La Flora del Valle de México (Sánchez, 1980), además de literatura especializada como Malezas de México (CONABIO, 2012), Manual de malezas del valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones (Espinosa y Sarukhán, 1997) y Helechos y licopodios de México (Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009). Cada ejemplar observado posee nombre científico y nombre del autor. Toda la información taxonómica está actualizada conforme a lo reportado en Tropicos.org y la organización del listado se llevó a cabo en orden alfabético tanto para fanerogamobiontes como para pteridobiontes y así facilitar su búsqueda. Los ejemplares en mejores condiciones se depositarán en la colección del Herbario de la FES-Iztacala.

Además se realizó un registro de los nombres comunes de las especies y los usos por parte de los pobladores, obtenidos a través de 53 encuestas aplicadas (Anexo 3).

Flora sinantrópica: Este indicador se determinó únicamente con las especies consideradas malezas por CONABIO, 2012b; Instituto Nacional de Ecología, ^{s/a}; y Espinosa y Sarukhán, 1997. Se realizó una gráfica donde se aprecia su estatus (nativa o exótica); esta información fue considerada debido a que las plantas exóticas tienden a competir o transmitir enfermedades a las especies nativas; además para conocer si en la zona de estudio se encontraba alguna especie exótica del tipo invasora, ya que éstas se consideran la segunda causa de extinción, después de la pérdida de hábitat.

Distribución geográfica: Las especies determinadas se agruparon en categorías geográficas según su distribución. Esta se estableció con base en revisiones actualizadas de las especies, a partir de la información disponible en las floras regionales y en Tropicos.org, del Missouri Botanical Garden. La base de datos para distribución geográfica esta incluida en el listado florístico del Anexo 1.

En el apartado de resultados de este trabajo sólo se presentó una síntesis de los valores obtenidos de este indicador, mediante una gráfica de barras.

Especies que ameritan mención especial: El indicador se refiere a las especies endémicas, raras, o las que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2013) y la Lista Roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2010).

Forma biológica: Se utilizó este indicador debido a que es la expresión adaptativa de las plantas a las presiones del medio. La clasificación utilizada fue la de Raunkiaer, modificado por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974): terófito (T), criptófito (Cr), hemicriptófito (H), caméfito (Ca), fanerófito cespitoso (FC), fanerófito escaposo (FE), epífito (E), liana (L), parásita o hemiparásita (P) e hidrófito (Hy).

Análisis de similitud: Para el establecimiento de los tipos de vegetación se utilizó el índice de similitud de Jaccard, apoyándonos del programa PC-ORD (McCune y Mefford, 1999) para el procesamiento de los datos. El programa arrojó un dendrograma en el cual se muestra la similitud entre las parcelas muestreadas y el porcentaje de las especies compartidas.

Análisis estructural: La caracterización y descripción de la vegetación se realizó tomando en cuenta los valores de importancia y utilizando el índice de diversidad α Fisher y Shannon-Wiener (Lara, 2009), obtenidos con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001). Los valores más altos de α Fisher y Shannon-Wiener se compararon con estudios similares en el mismo tipo de vegetación (Corral-Rivas, 2002).

Se consideraron siete puntos de muestreo, de forma preferencial, se eligieron las zonas relativamente mejor conservadas y con variaciones del relieve. Se realizaron tres repeticiones por punto de muestreo, con una orientación Sureste a Noroeste, con la intención de establecer la frecuencia de las especies. Con esto se muestrearon, en total, 21 cuadrados de 10x10m (Figura 7).

Puntos de muestreo de Vegetación

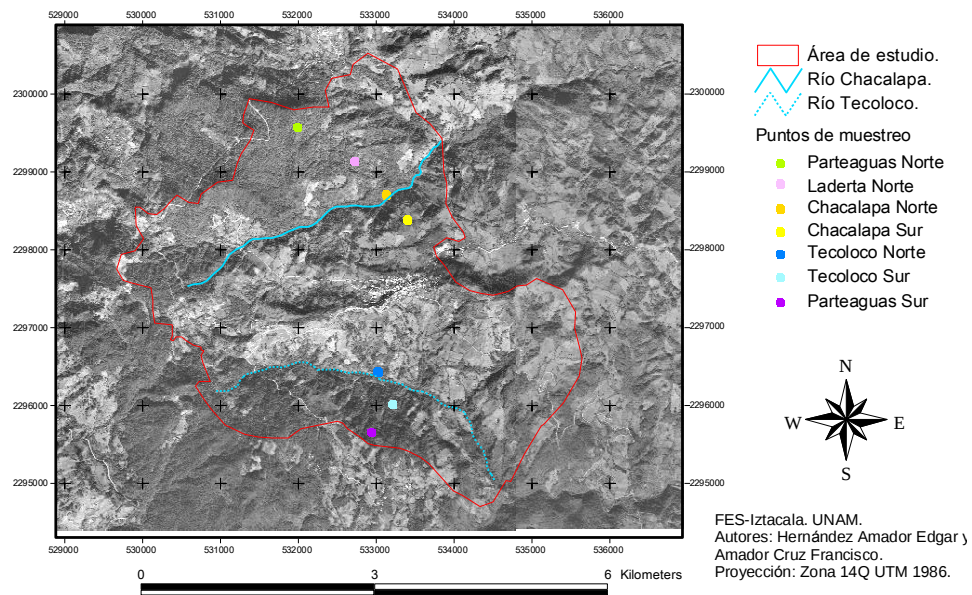


Figura 7: Puntos de muestreo de vegetación de las microcuencas de Xochicoatlán.

En cada parcela se registró, identificó, midió la altura, abundancia, frecuencia y Perímetro a la Altura del Pecho (PAP), de los individuos con forma de vida Fanerófito Escaposo enraizado dentro de la parcela; en el caso de los individuos con tallos múltiples se midió el PAP para cada uno por separado. Con la intención de determinar el valor de importancia (VI) se sumaron los valores de frecuencia, abundancia y PAP, se relativizaron y se multiplicó por 100%, finalmente se sumaron. Lo anterior se visualiza más claro en la siguiente tabla (Cuadro 5) y fórmula

Cuadro 5: Datos utilizados para obtener el valor de importancia.										
Especie	Frec.	Frec. Rel.	%	Abun	Abun. Rel.	%	PAP	PAP Rel.	%	VI

$$VI = \%Frecuencia + \%Abundancia + \%PAP = 300\%$$

Los valores cercanos a 300% se consideraron con mayor valor de importancia, estos datos se procesaron en Excel 2010.

Fauna

Invertebrados: Se capturaron aquellos organismos encontrados a lo largo del camino y presentes en los cuerpos de agua, a fin de determinar especies indicadoras de la calidad del ambiente y del agua, se fijaron en alcohol al 70% y se determinaron con las claves de Triplehorn y Johnson (2005). En el caso de Lepidópteros sólo se tomaron registro fotográfico, con una cámara Canon PowerShot SX30 IS.

Anfibios y reptiles: La colecta se realizó de manera directa, los organismos se fotografiaron con una cámara Canon PowerShot SX30 IS y fueron liberados, sólo se recolectaron los organismos que se encontraban muertos y se fijaron en formol al 7%. Las especies se determinaron a través de las claves especializadas de Casas y Mc Coy, (1987) y Flores *et al.* (1995) y con ayuda de la guía de campo de Ramírez-Bautista *et al.* (2010).

Aves: Para el registro de aves se llevaron a cabo censos en diferentes puntos de la zona estudiada. La determinación de las especies se realizó a través del registro fotográfico y el uso de binoculares, con apoyo de las guías de campo Peterson y Chalif (1989), Howell y Webb (1995) y National Geographic (2002).

Mamíferos: En el caso del registro de mamíferos se utilizó la colecta directa con 30 trampas Sherman (8 x 9 x 23 cm) para mamíferos pequeños usando de cebo avena con vainilla; una trampa Tomahoke (25 x 30 x 82 cm) para mamíferos entre 6 kg y 12 kg utilizando de cebo fruta, carne en descomposición y comida de gato; además del uso de dos fototampas Bushnell (Modelo 119467). También se utilizaron métodos indirectos que consistieron en la determinación de huellas y rastros (Aranda 2000) y (Aranda 2012). Los mamíferos se determinaron utilizando las guías de campo Burt y Grossenheider (1976). Se tomó registro fotográfico de cada especie y los individuos capturados se liberaron posteriormente. Asimismo se consideraron los registros obtenidos por comunicación personal con los pobladores de la localidad.

No se realizó el muestreo para mamíferos voladores por interferir con las horas de muestreo para anfibios, además de no contar con el material suficiente para su colecta (redes de niebla), asimismo por su dificultad en su determinación ya que presenta especies crípticas y simpátricas que requieren del sacrificio de los individuos.

A cada ejemplar faunístico observado se le asignó su nombre científico, nombre del autor y el año en que se describió, y su nombre común. La organización de los listados faunísticos se realizó con base en lo establecido por The American Ornithologist's Union

(2014) para aves, CONABIO (2009) para anfibios, CONABIO (2009b) para reptiles y Ramírez-Pulido (1999) para mamíferos.

Medio socioambiental

Aspectos socioeconómicos: Se realizaron 53 encuestas a los pobladores en la proporción de 26 hombres y 27 mujeres (Anexo 3) con el fin de conocer algunos aspectos demográficos, la utilización de sus recursos naturales, la frecuencia con que lo hacen y si existe disposición para llevar a cabo otras actividades. Además se buscó información en el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010). La clasificación de los grupos de edades se realizó utilizando la propuesta por Mansilla (2000): gente adulta, adultos mayores, adolescentes y jóvenes adultos.

Trabajo de gabinete

Paisaje

Se utilizaron dos métodos con la intención de comparar lo obtenido con cada uno, debido a que no hay una metodología ideal para analizarlo (Velázquez y Bocco, 2003). El primer método se refiere a la propuesta hecha por el Bureau of Land Management (1980) la cual consistió en evaluar de forma cuantitativa el paisaje, a través de los atributos: Morfología, Vegetación, Presencia de agua, Color, Fondo escénico, Rareza y Actuación humana (Cuadro 6).

Cuadro 6: Descripción de los atributos utilizados para evaluar calidad de paisaje. Bureau of Land Management (1980).		
Atributo	Descripción	Valor
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado, prominente y predominante.	5
	Relieve montañoso, pero no muy marcado ni predominante.	3
	Relieve llano o con colinas suaves, fondos de valle, etc.	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	5
	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos.	3
	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Presencia de agua	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara.	5
	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje.	3

	Ausente o inapreciable.	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, rocas, agua y nieve.	5
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	3
	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	3
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región. Posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	5
	Característico, aunque similar a otros en la región.	3
	Bastante común en la región.	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	2
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas o por modificaciones intensas o extensas.	0

Para determinar la calidad del paisaje se sumaron los valores obtenidos por atributo y se compararon según el siguiente cuadro siguiente (Cuadro 7).

Cuadro 7: Tipos de calidad de paisaje		
Clases	Calidad escénica	Puntuación
A	Alta calidad, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19-33
B	Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales	12-18
C	Baja calidad, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0-11

El segundo método es el de Velázquez y Bocco (2003), el cual consiste en determinar tres unidades principales de trabajo:

- La unidad social: Ésta se evaluó con la realización de un mapa, donde se identificaron como actores a las actividades económicas que se desarrollan en la cuenca. Por otro lado se evaluó el impacto de la actividad en el ambiente. Este mapa consideró a las “áreas de fragmentación” en la unidad biótica.
- La unidad biótica: Este mapa se construyó con las facetas de Vegetación primaria, Vegetación secundaria y áreas de fragmentación. Esta información fue obtenida a partir de fotointerpretación de las ortofotos digitales F14D51F (INEGI, 2001c) y F14D52D (INEGI, 2001d) con una resolución de 2 metros.
- La topodiversidad: Se integraron en un mapa el relieve, la litología y los suelos.

Con la información obtenida de los tres mapas se generó un cuarto mapa con la intención de generar una representación de la ubicación de las actividades humanas en el territorio y cuáles son las condiciones más favorables para el desarrollo de éstas, a fin de incrementar la calidad del paisaje. Éste último mapa permitió proponer zonas de conservación, de reforestación y de ampliación de la mancha urbana (Velázquez y Bocco, 2003).

Las zonas de conservación que se eligieron fueron aquellas que presentaban menor perturbación, de difícil acceso y la presencia de especies en alguna categoría de riesgo; dando prioridad a las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las zonas de reforestación propuestas tienen la intención de incrementar la conectividad entre parches de vegetación y servir como cercas vivas. Por último, la ampliación urbana se propuso en aquellas zonas donde ya existía perturbación y con la aptitud de tierra adecuada.

Matriz simple de interacción (causa-efecto) de Leopold *et al.* (1971) modificada

Se utilizaron los fundamentos básicos propuestos por los autores del método, sin embargo se adecuó a las actividades de la zona.

La matriz se estructuró colocando las acciones o actividades en el eje horizontal y los factores ambientales susceptibles de impacto a lo largo del eje vertical. Cuando se esperaba que la acción provocara algún cambio en un factor, se apuntaba en la intersección de la matriz y se escribía la magnitud de -10 a 10 si era positivo o negativo y su importancia, cuyos valores van de 0-10 (Carter, 2003 y Vidal y Franco, 2009).

Para el análisis de la matriz se sumaron tanto el número de interacciones como la magnitud e importancia de las actividades humanas (columnas) y de los elementos naturales susceptibles a ser impactados (filas). Las actividades con mayor número de interacciones, valores altos de magnitud e importancia fueron analizadas en el modelo Presión-Estado-Respuesta y se realizó una síntesis de la matriz para poder observar cuáles eran los valores de magnitud e importancia más frecuentes en la zona.

Modelo de Presión-Estado-Respuesta (P-E-R)

En específico para este estudio se consideraron, como “presión”, a las principales actividades generadoras de impactos negativos, obtenidas de la Matriz de Leopold (1971). En el apartado de “estado” se hace referencia, de manera descriptiva, a los factores ambientales susceptibles y en “respuesta” se proponen los elementos económicos, sociales y ambientales, como medidas de prevención, mitigación y compensación (Aguirre, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización físico-geográfica

Diferenciación altitudinal y pendientes

Las microcuencas están delimitadas por una serie de elevaciones que van de los 1827 m.s.n.m. a los 2052 m.s.n.m., la altura máxima es 2079 m.s.n.m. en la ladera Oeste y la menor 1127 m.s.n.m. ubicándose en la ladera Sureste (Figura 8). El rango altitudinal es similar en ambas microcuencas, aunque la microcuenca del Norte tiene sitios con mayor altitud, ya que va de los 1214-2057 m.s.n.m., mientras que en la Sur las elevaciones van de 1138-2015 m.s.n.m.

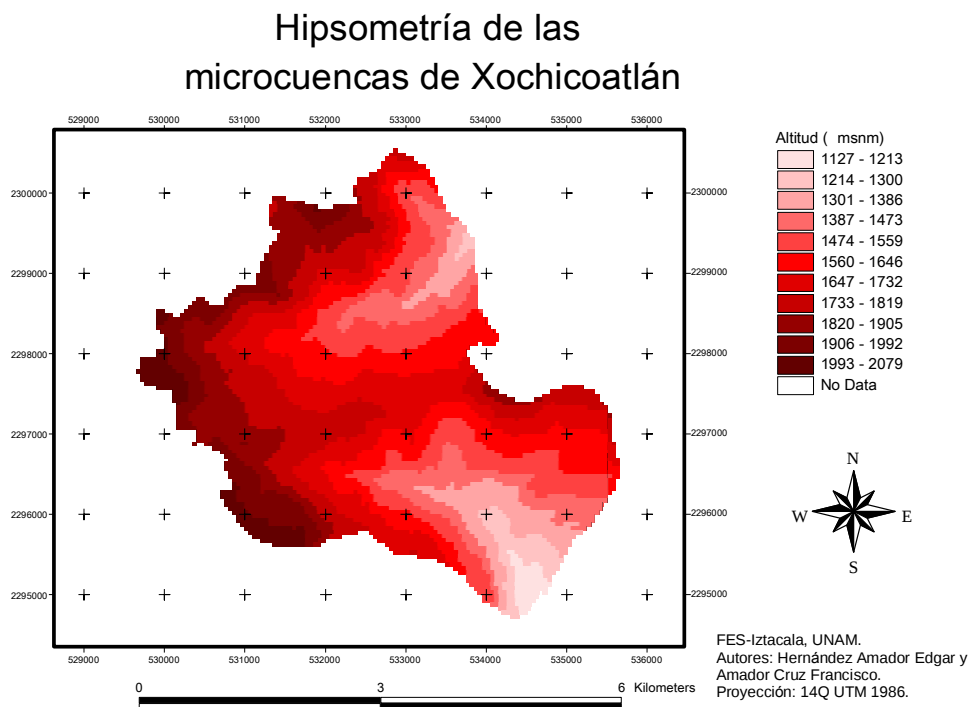


Figura 8: Variación altitudinal de Xochicoatlán, Hidalgo

Con lo que respecta al comportamiento de las pendientes, se tiene que las más inclinadas (40%-100%) están ubicadas en las cabeceras de ambas cuencas; estas son las pendientes más comunes (Figura 9). Lo anterior nos indica que la mayor parte del territorio cuenta con pendientes de 40-100%, 10-25% y 25-40%, que equivalen a 21.801° - 44.99° , 5.710° - 14.036° y 14.036° - 21.801° .

Pendientes de las microcuencas de Xochicoatlán

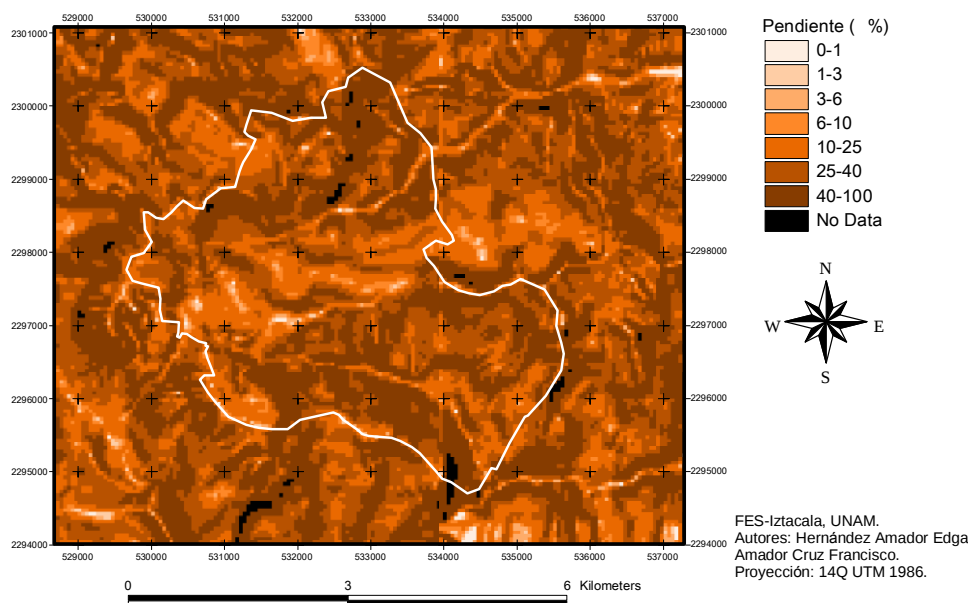


Figura 9: Intervalo de pendientes representado en porcentaje.

Clasificación de clases de tierra

Considerando que el terreno es irregular y que se observan altos valores de pendiente; las clases de tierra predominantes fueron T7, T5 y T6 con 672.82 ha (36.71%), 565.29 ha (30.84%) y 29.36 ha (29.36%) respectivamente, seguidas por las clases T8 con 25.18 ha (1.37%), T4 con 22.48 ha (0.33%), T2 con 4.39 ha (0.23%) y T3 con 4.16 ha (0.227%) (Cuadro 8 y Figura 10).

Cuadro 8: Descripción de las características de las clases de tierra

Clases de Tierra	Área	%	Características
T2	43 914.84	0.24	Son áreas con escasa pendiente, expuestas a erosión poco acentuada.
T3	41 603.65	0.23	Tierras con pendiente moderada a fuerte, muy susceptibles a la erosión.
T4	224 870.55	1.23	La pendiente varía entre moderada a fuerte, con alta susceptibilidad a erosión por viento y agua.
T5	5 652 978.07	30.85	Terrenos de pendiente moderada a fuerte, con gran cantidad de piedras.
T6	5 381 837.32	29.37	Tierras con pendiente moderada y fuerte, que ofrecen escasa resistencia a la erosión por viento y agua.

T7	6 728 291.65	36.71	Terrenos con pendiente muy escarpada, con mínima resistencia a la erosión hídrica y eólica.
T8	251 888.99	1.37	Son tierras muy escarpadas y rocosas con serias limitaciones.

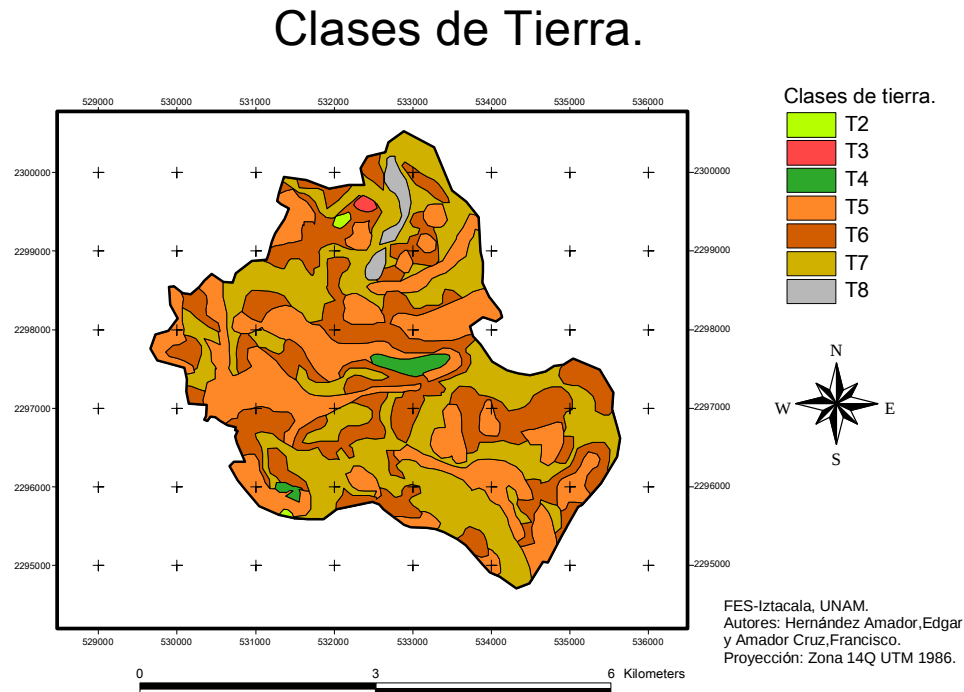


Figura 10: Clases de tierra de las microcuencas de Xochicoatlán, Hidalgo.

De acuerdo con la guía de interpretación cartográfica de uso potencial del suelo (INEGI, 2009b), las clases de tierra T7, T6 y T5 no son aptas para la agricultura, pero si para cultivo de perennes o vegetación natural, las primeras dos porque tienen pendientes muy escarpadas y suelos delgados que ofrecen poca resistencia a la acción erosiva del agua y viento. Las tierras T5 son aptas para silvicultura sin limitaciones con pendientes moderadas a fuertes y suelos poco profundos; y las tierras T4 tienen poco potencial para la práticamente, ya que la acción erosiva del agua y el viento es fuerte, además de tener suelos poco profundos. Por lo anterior el 96.91% son zonas donde no es apropiado el cultivo de plantas anuales (maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus* sp.), calabaza (*Cucurbita* sp.), sin embargo estos son los principales cultivos que se desarrollan en las microcuencas (53% del total de plantas cultivadas).

Geología

Como se mencionó anteriormente la zona de estudio pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, donde afloran las rocas más antiguas de México (Precámbrico). Corresponde al Anticlinorio de Huayacocotla, que a su vez es parte del cinturón de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental (Mayorga-Saucedo *et al.*, 1998). La mayoría de las rocas son de origen sedimentario secundario marino (Puig, 1967), en cinco estratos geológicos. El primero corresponde al Jurásico Inferior perteneciente a la Formación Huayacocotla con rocas Lutita-Arenisca, que cubren el 50.98% del territorio. Tres formaciones correspondientes al Jurásico Medio: Cahuasas que contiene Arenisca, Conglomerado y Lutita roja (28.04%); Santiago con Lutita negra calcárea y Caliza calcárea negra (3.8%) y Tepexic con Lutita calcárea gris (14.34%). Por último la Formación Chipoco (2.84%) del Jurásico Superior con Calizas-Lutitas manganisíferas (Carrillo-Bravo, 1965, Ochoa-Camarillo *et al.*, 1998 e INEGI, 2013) (Figura 11).

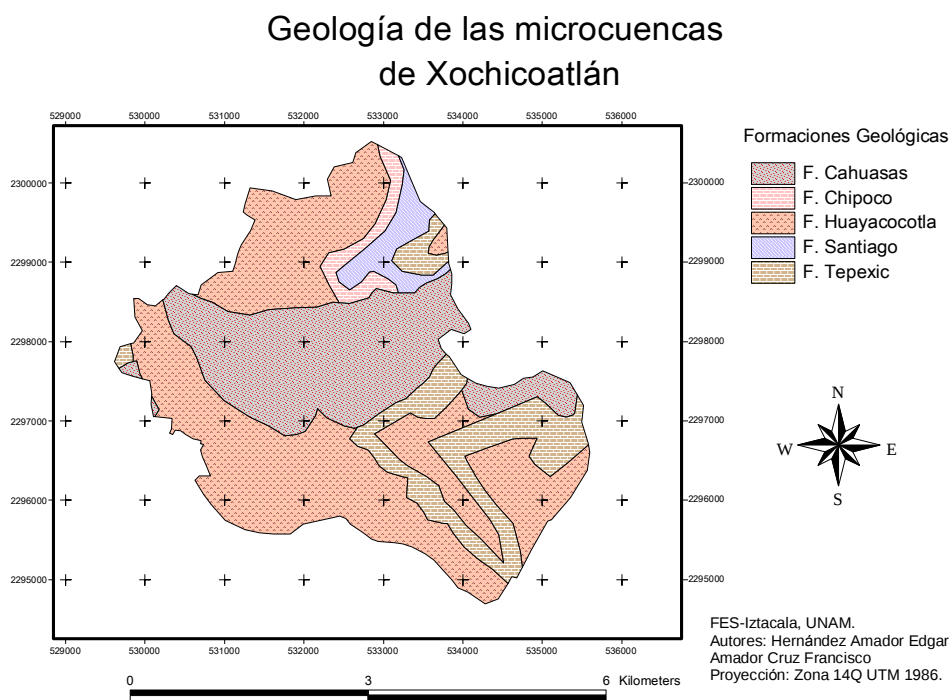


Figura 11: Geología de las microcuencas de Xochicoatlán, Hidalgo.

Jurásico Inferior

Formación Huayacocotla. “Nombre dado por Imay *et al.* (1978) a una fracción constituida en su parte inferior por conglomerado, arenisca y lutita sementadas por material arcilloso-arenoso gris oscuro, hacia la parte superior está formada por calizas arenosas con pelecípodos y sobre de ésta lutita gris oscura, carbonosa, con capas alternadas de arenisca gris oscuro”.

“Está constituida, de la base a la cima, por un conglomerado basal de 20 metros aproximadamente compuestos por fragmentos de cuarzo de diferentes tamaños y de arenisca cementada por material arcillo-arenoso y lutita gris oscuro, sobre ésta hay 40 metros de caliza arenosa y arenisca calcárea de grano fino a medio, gris con pelecípodos. Sobre éste hay más de 500 metros de lutita carbonosa gris a negro, alternando con capas delgadas de arenisca calcárea gris oscuro, que se intemperiza a color amarillento, ocasionalmente con helechos del género *Holofites*; además de amonites de *Arnioceras* y *Vermiceras*, algunos pelecípodos, asignándole edad del Sinemuriano”.

Jurásico Medio

Formación Cahuadas. “Formación descrita por Carrillo-Bravo (1965) como secuencia continental de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerado de color rojo. Formada por conglomerados de 20 metros de espesor en la base, mal clasificado, compuesto por fragmentos angulosos de cuarzo. Sobre ésta descansan limolita y arenisca arcillosa rojas, las areniscas y conglomerados frecuentemente presentan estratificación cruzada. Sin registros paleontológicos, pero se le asigna la edad más joven que el Pliensbachiano y más antigua que el Calloviano”.

Formación Santiago. “Antes considerada parte de la formación Tamán, Cantú-Chapa la eleva a categoría de formación en 1971, esta formación consiste en de una secuencia de limolita calcárea carbonosa gris oscuro a negro, con intercalaciones de caliza en espesores de medianos a gruesos. Contiene piritita diseminada y se intemperiza a color pardo amarillento. Contiene concreciones calcáreas que se localizan en la cima de la formación, así como amonites piritizadas. Su espesor no ha sido medido, subyace al horizonte manganesífero, siendo de gran interés en la exploración regional, se le ha asignado la edad del Oxfordiano”.

Formación Tepexic. “Descrita originalmente por Erben (1956) como calcarenita gris oscuro, con intercalaciones de lutita calcárea con estratos delgados gris oscuro, ambas se intemperizan a color amarillo. Constituida por calizas arcillosas de textura arenosa con intercalaciones de lutita calcárea, ambas gris oscuro, presentan abundantes fósiles de las familias de los Ostrácodos y Rodistas. Se distingue por presentarse en pequeños acantilados

y por el color pardo amarillento que presenta al intemperizarse. De acuerdo con los estudios paleontológicos de Imay *et al.* (1948) y por la presencia de *Neuqueniceras neogaeum* y *Reineckeia* se le asigna la edad del Calloviano medio y superior”.

Jurásico Superior

Formación Chipoco. “Antes denominada formación Tamán mixta, fue definida por Hermoso de la Torre y Martínez-Pérez (1972), es una secuencia de caliza y limolita calcáreas alternadas, ambas gris oscuro, presentándose en estratos delgados y medianos. El horizonte manganesífero de Molango está integrado en esta formación; dicho horizonte se encuentra en la base formado por una secuencia de caliza manganesífera de grano fino gris oscuro a negro, que se intemperiza a color pardo, de estratificación laminar. Ocasionales fracturas rellenas de cuarzo, calcita y en ocasiones rodocrosita. Se compone de la base a la cima por una capa brechoide de 0.50 metros de caliza manganesífera (horizonte económico). En la parte superior (18 metros) los estratos se engrosan a un metro de espesor a medida que disminuye el contenido de manganeso, sobre éste hay una secuencia rítmica de caliza cristalina gris claro y limolita calcárea gris oscuro”.

“En los afloramientos los carbonatos se oxidan originando el enriquecimiento secundario del horizonte manganesífero, se encuentran fósiles de Ostrácodos, Equinodermos y Amonites del Oxfordiano superior en la base y Tithoniano en la cima”.

Geomorfología

Las microcuencas presentan un relieve kárstico, encontrando comúnmente laderas abruptas ($>35^\circ$) y accidentadas en la porción Norte y Sur de la zona de estudio, con orientaciones al sureste; que protegen a la vegetación de la insolación y de los fuertes vientos; además de laderas medias (15° - 35°) al Sur con orientación Noreste y al Norte con orientación Sur y Sureste; y laderas tendidas (5 - 15°) al Norte con exposición Este, al Centro con orientación Noreste y Noroeste y finalmente al Suroeste expuestas hacia el Suroeste (Figura 12).

Geomorfología de las microcuencas de Xochicoatlán.

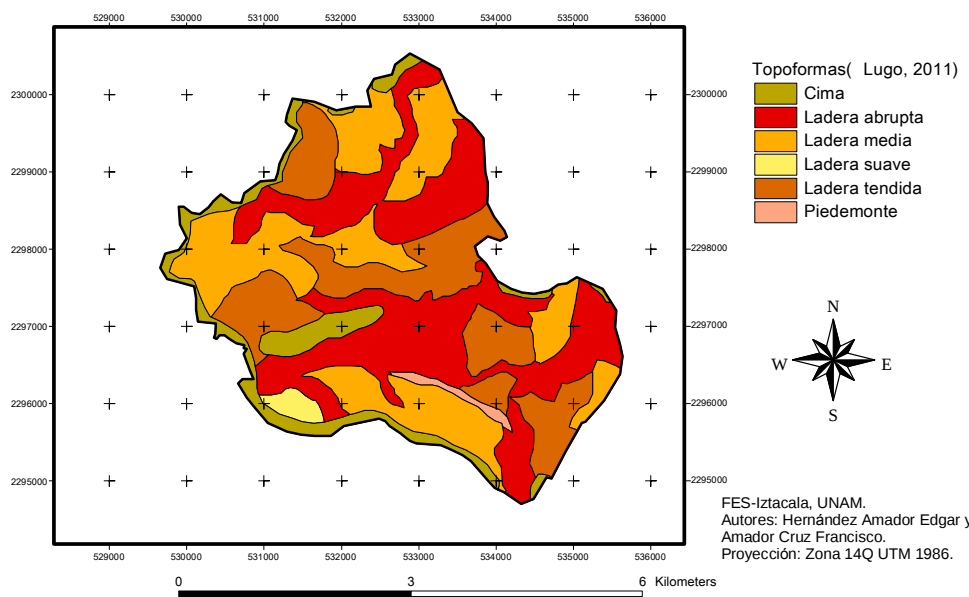


Figura 12: Geomorfología de las microcuencas de Xochicoatlán, Hidalgo.

Suelos

Enseguida se realiza una descripción amplia de los resultados obtenidos por perfil y al finalizarla se realiza un comparativo.

Parteaguas Norte (Cuadro 9)

Suelo muy somero, apenas de 5 cm. formado por un horizonte de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, colores derivados del aporte de materia orgánica al ser un sitio con alto grado de conservación de BMM. De consistencia muy friable y en húmedo, ligeramente duro en seco, no plástico por el alto porcentaje de arenas que lo conforman y le confieren además una estructura moderada, de elementos granulares medios y gruesos y poliedros subangulares medianos, abundantes y grandes rocas. La textura es areno francosa con muy bajo porcentaje de limos y arcillas, por tanto es un suelo con predominio de poros grandes.

El pH es muy fuertemente ácido (4.63) por el aporte de materia orgánica, cuyo valor alcanza 31.63 %, su capacidad de intercambio catiónico es alto (37.17 cmol/kg), las bases de calcio ocupan el mayor porcentaje de los iones solubles (43.53%), seguidas por las de

magnesio (13.10%). Lo anterior se puede relacionar con el material parental (rocas sedimentarias calizas). El valor del potasio (0.939%) es bajo y el porcentaje de sodio es muy bajo, por lo cual no hay problemas de sodicidad.

Cuadro 9: Resultados del análisis edáfico del perfil Parteaguas Norte.		
Parámetros		Horizontes
		HA
	Profundidad (cm)	5
Color	Seco	10 YR 5/2 (pardo grisáceo)
	Húmedo	10 YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro)
Textura	Arenas (%)	81.6
	Limo (%)	10
	Arcilla (%)	8.4
	Clase	Areno franco
Densidad	Aparente (g/cm ³)	0.29 (Bajo)
	Real (g/cm ³)	1.48 (Bajo)
Estructura	Condición de la estructura	Moderada condición
	Forma de los agregados	Granular (medio y grueso)
		Poliédrico subangular (medio)
	Dispersión	Ligeramente disperso
	Adhesividad	Ligeramente duro
	Plasticidad	No plástico
Porosidad	Porcentaje	80.47
	Categoría	Muy alto
Consistencia	Seco	Blando
	Húmedo	Muy friable
pH	Unidades	4.63
	Categoría	Muy fuertemente ácido
Materia orgánica	Porcentaje	31.63
	Categoría	Extremadamente rico
Capacidad de intercambio catiónico	Valor (cmol (+) kg ⁻¹ de suelo	37.17
	Categoría	Alto
Ca y Mg	Ca	43.533 (Medio)

Intercambiables (%)	Mg	13.106 (Medio)
Na y K	Na	1.916
intercambiables (%)	K	0.939 (Bajo)

Con base en los resultados anteriores y comparando con el mapa de edafología de INEGI (1978), se determinó que el suelo corresponde a un Leptosol húmico (lhu/2/GL). Es decir, este tipo de suelo es muy somero, con 25 cm. o menos de profundidad, que yacen sobre roca dura o material altamente calcáreo. Los leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Son particularmente comunes en áreas de montaña con una topografía accidentada y son susceptibles a la erosión. Si bien los Leptosoles son suelos azonales, algunos de sus calificadores responden claramente a factores ambientales que determinan su presencia y distribución. La clase textura es franca, y las fases limitantes son físicas de dos tipos, superficiales (fase gravosa) y de profundidad (fase lítica).

Chacalapa Norte (Cuadro 10 y Figura 13)

Suelo somero (16 cm. de profundidad), formado por dos horizontes con límite poco diferenciado, el primero presenta colores pardo claro (7.5 YR 6/3) en seco y pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo, el segundo es gris rosado (7.5 YR 6/2) en seco y pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo. De consistencia friable en húmedo y ligeramente dura a muy dura en seco, ligeramente plásticos; condición moderada con agregados granulares a poliédricos subangulares de tamaño medio y grueso a muy grueso; moderadamente y ligeramente dispersos, contiene un alto porcentaje de rocas. Textura franco arcilloso arenoso y franco arenoso, el porcentaje de limos y arcillas es similar, pero la fracción de arenas es dominante, con muchos poros.

El pH es ligeramente ácido, con valores de 6.46-6.18, ambos horizontes ricos en materia orgánica por el aporte de hojarasca; capacidad de intercambio catiónico medio y bajo (30.76 y 14.43 cmol/kg), las bases de calcio en el primer horizonte son más dominantes (56.56%) seguidas por el magnesio (23.19%); en el caso del segundo, las bases de magnesio tienen una concentración muy alta (40.99%) en comparación a las del calcio (36.17%); sin embargo en ambos horizontes el potasio se encuentra en una concentración media; y a pesar de tener la concentración más alta de sodio (3.31%) no presenta problemas de sodicidad. Lo anterior podría reflejar un lavado de bases.

Cuadro 10: Resultados del análisis edáfico del perfil Chacalapa Norte			
Parámetros		Horizontes	
		HA	HC
	Profundidad (cm)	1	15
Color	Seco	7.5 YR 6/3 (pardo claro)	7.5 YR 6/2 (gris rosado)
	Húmedo	7.5 YR 3/3 (pardo oscuro)	7.5 YR 3/2 (pardo oscuro)
Textura	Arenas (%)	51.6	67.6
	Limo (%)	26	22
	Arcilla (%)	22.4	10.4
	Clase	Franco arcilloso arenoso	Franco arenoso
Densidad	Aparente (g/cm ³)	1.03 (Medio)	0.89(Bajo)
	Real (g/cm ³)	2.25 (Bajo)	2.27 (Bajo)
Estructura	Condición de la estructura	Moderada condición	Moderada condición
	Forma de los agregados	Granular (medio, grueso y muy grueso)	Granular (medio)
		Poliedrico subangular (medio)	Poliedrico subangular (medio)
	Dispersión	Moderadamente disperso	Ligeramente disperso
	Adhesividad	Ligeramente adhesivo	No adhesivo
	Plasticidad	Ligeramente plástico	No plástico
Porosidad	Porcentaje	54.23	60.86
	Categoría	Alto	Alto
Consistencia	Seco	Duro	Ligeramente duro
	Húmedo	Friable	Friable
pH	Unidades	6.46	6.18
	Categoría	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido
Materia orgánica	Porcentaje	9.69	5.83
	Categoría	Rico	Rico
Capacidad de intercambio catiónico	Valor (cmol (+) kg ⁻¹ de suelo	30.76	14.43
	Categoría	Medio	Bajo
Ca y Mg	Ca	56.558 (Medio)	36.169 (Bajo)

Intercambiables (%)	Mg	23.188 (Alto)	40.992 (Muy alto)
Na y K intercambiables (%)	Na	1.119	4.114
	K	3.310 (Medio)	3.691 (Medio)

Con base en los resultados anteriores y comparando con el mapa de edafología de INEGI (1978), se determinó que el suelo corresponde a un Leptosol húmico (lhu/2/GL). Es decir, este tipo de suelo es muy somero, con 25 cm. o menos de profundidad, que yacen sobre roca dura o material altamente calcáreo. Los leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Son particularmente comunes en áreas de montaña con una topografía accidentada y son susceptibles a la erosión. Si bien los Leptosoles son suelos azonales, algunos de sus calificadores responden claramente a factores ambientales que determinan su presencia y distribución. La textura es franca, y las fases limitantes son físicas de dos tipos, superficiales (fase gravosa) y de profundidad (fase lítica).



Figura 13: Perfil Chacalapa Norte.

Chacalapa Sur (Cuadro 11)

Suelo somero (30 cm. de profundidad), formado por dos horizontes con límite poco diferenciado, el primero más oscuro de color pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; el segundo pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco y pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo. De consistencia suelta y friable en húmedo y ligeramente duro a muy duro en seco, no plástico y ligeramente plástico; de condición moderada con fracción granular y poliedros subangulares de tamaño pequeño y medio, grueso y muy grueso; moderadamente disperso y ligeramente disperso, con alto porcentaje de rocas. Textura franco arenoso y areno franco, alto porcentaje de limos, pocas arcillas 55% y arenas con 37%, además presenta una alta porosidad.

El pH es ligeramente neutro, con valores de 7.3 y 6.95, los horizontes contienen mucha materia orgánica disponible que le confiere colores muy oscuros, capacidad de intercambio catiónico medio y alto (22.12 y 47.73 cmol/kg), las bases de calcio aportando más de la mitad de los iones solubles, porcentaje medio en ambos horizontes (50.92% y 56.87%), las de magnesio en concentración muy alta y media (31.34% y 11.30%), con niveles de potasio medio y bajo (3.34% y 2.778%). Los horizontes no presentan problemas de sodicidad por sodio.

Cuadro 11: Resultados del análisis edáfico del perfil Chacalapa Sur.			
Parámetros		Horizontes	
		HA	HC
	Profundidad (cm)	5	25
Color	Seco	10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro)	10 YR 5/2 (pardo grisáceo)
	Húmedo	10 YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro)	7.5 YR 3/2 (pardo oscuro)
Textura	Arenas (%)	55.6	75.6
	Limo (%)	38	16
	Arcilla (%)	6.4	8.4
	Clase	Franco arenoso	Areno franco
Densidad	Aparente (g/cm ³)	0.48 (Bajo)	1.03 (Medio)
	Real (g/cm ³)	1.67 (Bajo)	2.04 (Bajo)
Estructura	Condición de la estructura	Moderada condición	Moderada condición
	Forma de los	Granular (pequeño y grueso)	Granular (medio)

	agregados	Poliédrico subangular (medio)	Poliédrico subangular (pequeño, medio y grueso)
	Dispersión	Moderadamente disperso	Ligeramente disperso
	Adhesividad	No adhesivo	No adhesivo
	Plasticidad	No plástico	Ligeramente plástico
Porosidad	Porcentaje	71.17	49.53
	Categoría	Muy alto	Medio
Consistencia	Seco	Ligeramente duro	Muy duro
	Húmedo	Suelto	Friable
pH	Unidades	6.13	5.70
	Categoría	Ligeramente ácido	Moderadamente ácido
Materia orgánica	Porcentaje	31.44	13.24
	Categoría	Extremadamente rico	Rico
Capacidad de intercambio catiónico	Valor (cmol (+) kg ⁻¹ de suelo	22.21	47.73
	Categoría	Medio	Alto
Ca y Mg	Ca	50.920 (Medio)	56.868 (Medio)
Intercambiables (%)	Mg	31.335 (Muy alto)	11.300 (Medio)
Na y K	Na	1.895	0.801
intercambiables (%)	K	3.343 (Medio)	2.778 (Bajo)

Con base en los resultados anteriores y comparando con el mapa de edafología de INEGI (1978), se determinó que el suelo corresponde a un Leptosol húmico (lhu/2/GL). Es decir, este tipo de suelo es muy somero, con 25 cm. o menos de profundidad, que yacen sobre roca dura o material altamente calcáreo. Los leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Son particularmente comunes en áreas de montaña con una topografía accidentada y son susceptibles a la erosión. Si bien los Leptosoles son suelos azonales, algunos de sus calificadores responden claramente a factores ambientales que determinan su presencia y distribución. De textura franca, y las fases limitantes son físicas de dos tipos, superficiales (fase gravosa) y de profundidad (fase lítica).

A diferencia de los otros Leptosoles húmicos de la zona, este presenta una profundidad que sale del rango para ser considerado Leptosol (menos de 25 cm.), sin

embargo se ubicó dentro de este grupo ya que no se observó una diferenciación clara entre los horizontes. La profundidad podría estar evidenciando un proceso de transformación de Leptosol húmico a Feozem (Universidad de Extremadura, 2002).

Zona centro (Cabecera municipal de Xochicoatlán) (Cuadro 12 y Figura 14).

Suelo profundo, con 99 cm. de profundidad, formado por dos horizontes el primero presenta colores pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, el segundo amarillo rojizo (7.5 YR 7/8) en seco y pardo fuerte (7.5 YR 5/6) en húmedo, colores característicos de rocas calizas intemperizadas. De consistencia friable y ligeramente duro en húmedo, ligeramente plásticos y de consistencia dura en seco; estructura moderada con agregados moderadamente dispersos y dispersos, granular a poliédrico subangular de tamaño pequeño a mediano y gran cantidad de rocas. Textura franco arcillo arenoso con importante porcentaje de limos y arcillas, pero la fracción de arenas dominante con gran porcentaje de poros.

El pH es ligeramente ácido, con valores de 6.36-6.51, los horizontes son pobres en materia orgánica debido a que se encuentra en sitios desprovistos de vegetación, con capacidad de intercambio catiónico alto (34.24-46.06 cmol/kg), siendo las bases de calcio la fracción dominante (48.71% y 45.16% respectivamente), seguidas por las de magnesio (12.19 % y 18%) relacionados con el origen de la fracción mineralógica. El potasio se encuentra con valores medios lo que significa que no es relativamente escaso como en otros horizontes de la zona, y el porcentaje de sodio bajo por lo cual se puede deducir que no hay problemas de sodicidad.

Cuadro 12: Resultados del análisis edáfico del perfil Zona Centro.			
Parámetros		Horizontes	
		HA	HB
	Profundidad (cm)	22	67
Color	Seco	10YR 6/4 (pardo amarillento claro)	7.5 YR 7/8 (amarillo rojizo)
	Húmedo	10 YR 3/3 (pardo amarillento oscuro)	7.5 YR 5/6 (pardo fuerte)
Textura	Arenas (%)	50	56
	Limo (%)	27.6	29.6
	Arcilla (%)	22.4	26.4
	Clase	Franco arcillo arenoso	Franco arcillo arenoso

Densidad	Aparente (g/cm ³)	1.02 (Medio)	0.98 (Bajo)
	Real (g/cm ³)	2.38 (Bajo)	2.00 (Bajo)
Estructura	Condición de la estructura	Moderada condición	Moderada condición
	Forma de los agregados	Granular (medio y grueso)	Granular (medio y grueso)
		Poliédrico subangular (pequeño y medio)	Poliédrico subangular (pequeño y medio)
	Dispersión	Moderadamente disperso	Disperso
	Adhesividad	Ligeramente adhesivo	Muy adhesivo
	Plasticidad	Ligeramente plástico	Ligeramente plastico
Porosidad	Porcentaje	57.16	51.04
	Categoría	Alto	Alto
Consistencia	Seco	Muy duro	Muy duro
	Húmedo	Friable	Friable
pH	Unidades	6.36	6.51
	Categoría	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido
Materia orgánica	Porcentaje	1.19	0.52
	Categoría	Pobre	Extremadamente pobre
Capacidad de intercambio catiónico	Valor (cmol (+) kg ⁻¹ de suelo	34.24	46.06
	Categoría	Alto	Alto
Ca y Mg	Ca	48.71 (Medio)	45.167 (Medio)
Intercambiables (%)	Mg	12.19 (Medio)	18.003 (Alto)
Na y K	Na	0.6426	1.007
Intercambiables (%)	K	3.954 (Medio)	2.373 (Bajo)

Con base en los resultados anteriores y comparando con el mapa de edafología de INEGI (1978), se determinó que el suelo de esta unidad presenta características de un Luvisol crómico (Lc/2/L), que se caracteriza por la acumulación de arcillas del subsuelo, el subtipo es crómico (c) y significa rojizo, de textura media (2) y fase lítica (L), es decir, con abundantes rocas que limitan el desarrollo de raíces.



Figura 14: Perfil zona Centro (Cabecera Municipal Xochicoatlán).

Tecoloco Norte (Cuadro 13 y Figura 15)

Suelo somero de 23 cm., formado por dos horizontes con límite poco diferenciado, el primero más oscuro presenta colores pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en seco y en húmedo por el importante aporte de hojarasca que se transforma en materia orgánica disponible, el segundo pardo claro (7.5 YR 6/4) en seco y pardo (7.5 YR 4/4) en húmedo. De consistencia friable en húmedo y ligeramente duro en seco, ligeramente plástico; de moderada estructura con agregados granulares a poliédricos subangulares de tamaño mediano y grueso sin dispersión y ligeramente dispersos. Textura areno franco y franco arcilloso, el porcentaje de limos y arcillas aumenta con la profundidad, pero la fracción de arenas dominan, proveyendo una porosidad entre media y alta.

El pH va de ligeramente neutro a ligeramente alcalino, con valores de 7.29-7.73, el primer horizonte extremadamente rico en materia orgánica y el segundo con menor proporción, pero considerado en la categoría de rico; esto se atribuye a que se encuentra en sitios conservados de vegetación riparia con alto aporte de hojarasca. La capacidad de intercambio catiónico es alta y media (37.41-25.76 cmol/kg), siendo las bases de calcio la fracción más dominante en el primer horizonte (65.10% y 64.15%) y las de magnesio en concentración media (13.48% y 10.13%). No se presentan problemas de sodicidad, los bajos valores de potasio se puede relacionar con un buen reciclaje de nutrientes realizado por los microorganismos.

Cuadro 13: Resultados del análisis edáfico del perfil Tecoloco Norte.			
Parámetros		Horizontes	
		HA	HC
	Profundidad (cm)	3	20
Color	Seco	7.5 YR 3/2 (pardo oscuro)	7.5 YR 6/4 (pardo claro)
	Húmedo	7.5 YR 3/2 (pardo oscuro)	7.5 YR 4/4 (pardo)
Textura	Arenas (%)	76	33.6
	Limo (%)	11.6	28
	Arcilla (%)	12.4	38.4
	Clase	Areno francosa	Franco arcilloso
Densidad	Aparente (g/cm ³)	0.72 (Bajo)	0.79 (Bajo)
	Real (g/cm ³)	1.33 (Bajo)	2.11 (Bajo)
Estructura	Condición de la estructura	Moderada condición	Moderada condición
	Forma de los agregados	Granular (medio y grueso)	Granular (medio y grueso)
		Poliédrico subangular (pequeño y medio)	Poliédrico subangular (medio y grueso)
	Dispersión	Sin dispersión	Ligeramente disperso
	Adhesividad	Adhesivo	Adhesivo
	Plasticidad	Ligeramente plástico	Ligeramente plástico
Porosidad	Porcentaje	45.86	62.48
	Categoría	Medio	Alto
Consistencia	Seco	Duro	Duro
	Húmedo	Friable	Friable
pH	Unidades	7.29	7.23
	Categoría	Neutro	Ligeramente alcalino
Materia orgánica	Porcentaje	22.33	7.03
	Categoría	Extremadamente rico	Rico
Capacidad de intercambio catiónico	Valor (cmol (+) kg ⁻¹ de suelo	37.41	26.73
	Categoría	Alto	Alto

Ca y Mg	Ca	65.103 (Alto)	64.153 (Alto)
Intercambiables (%)	Mg	13.485 (Medio)	10.129 (Bajo)
Na y K	Na	0.767	1.374
intercambiables (%)	K	1.295 (Bajo)	0.690 (Bajo)

Con base en los resultados anteriores y comparando con el mapa de edafología de INEGI (1978), se determinó que el suelo corresponde a un Leptosol húmico (lhu/2/GL). Es decir, este tipo de suelo es muy somero, con 25 cm. o menos de profundidad, que yacen sobre roca dura o material altamente calcáreo. Los leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Son particularmente comunes en áreas de montaña con una topografía accidentada y son susceptibles a la erosión. Si bien los Leptosoles son suelos azonales, algunos de sus calificadores responden claramente a factores ambientales que determinan su presencia y distribución. La clase textural es franca, es decir, con un equilibrio en la proporción de arenas, limos y arcillas. Las fases limitantes son físicas de dos tipos, superficiales (fase gravosa) y de profundidad (fase lítica).



Figura 15: Perfil Tecoloco Norte.

Tecoloco Sur (Cuadro 14 y Figura 16)

Suelo de características similares al anterior, somero (20 cm.), formado por dos horizontes con límite poco diferenciado, el primero más oscuro presenta colores pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 4/2) en húmedo por el importante aporte de hojarasca que se transforma en materia orgánica disponible, el segundo horizonte es pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Tienen una consistencia friable en húmedo y ligeramente dura en seco, son ligeramente plásticos; presentan una condición moderada con agregados granulares a poliédricos subangulares, de tamaño pequeño a grueso y muy grueso moderadamente dispersos, contiene alto porcentaje de rocas. Textura franco arenoso y franco arcilloso, el porcentaje de limos y arcillas aumenta con la profundidad, la fracción de arenas es dominante, proveyendo una alta porosidad.

El pH es ligeramente neutro, con valores de 7.3-6.95, el primer horizonte extremadamente rico en materia orgánica y el segundo moderadamente rico, al encontrarse en sitios conservados de vegetación riparia con aporte de hojarasca alto; capacidad de intercambio catiónico alto (45.23-45.34 cmol/kg), siendo las bases de calcio la fracción más dominante (65.01% y 41.09%); las de magnesio en concentración media y alta (12.31% y 20.13%); el potasio se encuentra en una concentración media (46.64-53.35 ppm) y el sodio con valores bajos por lo que no hay problemas de sodicidad.

Cuadro 14: Resultados del análisis edáfico del perfil Tecoloco Sur.			
Parámetros		Horizontes	
		HA	HC
Profundidad (cm)		3	17
Color	Seco	10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro)	10 YR 5/4 (pardo amarillento)
	Húmedo	10 YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro)	10 YR 4/4 (pardo amarillento oscuro)
Textura	Arenas (%)	65.6	37.6
	Limo (%)	22	30
	Arcilla (%)	12.4	32.4
	Clase	Franco arenoso	Franco arcilloso
Densidad	Aparente (g/cm ³)	0.53 (Bajo)	0.9 (Bajo)
	Real (g/cm ³)	1.52 (Bajo)	2.05 (Bajo)

Estructura	Condición de la estructura	Moderada condición	Moderada condición
	Forma de los agregados	Granular (pequeño y grueso)	Granular (pequeño y grueso)
		Poliedrico subangular (medio y grueso)	Poliedrico subangular (medio, grueso y muy grueso)
	Dispersión	Moderadamente disperso	Moderadamente disperso
	Adhesividad	Ligeramente adhesivo	Ligeramente adhesivo
	Plasticidad	Ligeramente plástico	Ligeramente plástico
Porosidad	Porcentaje	65.22	56.15
	Categoría	Alto	Alto
Consistencia	Seco	Ligeramente duro	Ligeramente duro
	Húmedo	Friable	Friable
pH	Unidades	7.30	6.95
	Categoría	Neutro	Neutro
Materia orgánica	Porcentaje	45.45	4.34
	Categoría	Extremadamente rico	Moderadamente rico
Capacidad de intercambio catiónico	Valor (cmol (+) kg ⁻¹ de suelo	45.23	42.34
	Categoría	Alto	Alto
Ca y Mg Intercambiables (%)	Ca	65.011 (Alto)	41.090 (Medio)
	Mg	12.309 (Medio)	20.134 (Alto)
Na y K intercambiables (%)	Na	1.607	1.344
	K	3.024 (Medio)	2.824 (Bajo)

Con base en los resultados anteriores y comparando con el mapa de edafología de INEGI (1978), se determinó que el suelo corresponde a un Leptosol húmico (lhu/2/GL). Es decir, este tipo de suelo es muy somero, con 25 cm. o menos de profundidad, que yacen sobre roca dura o material altamente calcáreo. Los leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Son particularmente comunes en áreas de montaña con una topografía accidentada y son susceptibles a la

erosión. Si bien los Leptosoles son suelos azonales, algunos de sus calificadores responden claramente a factores ambientales que determinan su presencia y distribución. La clase textural es del tipo franca, es decir un equilibrio en la proporción de arenas, limos y arcillas. Las fases limitantes son físicas de dos tipos, superficiales (fase gravosa) y de profundidad (fase lítica).



Figura 16: Perfil Tecoloco Sur.

Parteaguas Sur (La Era) (Cuadro 15 y Figura 17)

Suelo muy somero, apenas de 5 cm. formado por un horizonte de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, colores derivados del gran aporte de materia orgánica al ser un sitio con alto grado de conservación de BMM. De consistencia friable en húmedo, duro en seco, suelo ligeramente plástico por el altísimo porcentaje de arenas que lo conforman, le confiere además una estructura moderada de elementos granulares medios y gruesos y poliedros subangulares medianos, abundantes y grandes rocas. La textura es franco arenoso con muy bajo porcentaje de limos y arcillas, por tanto es un suelo muy poroso.

El pH es ligeramente ácido (6.36) por el aporte de materia orgánica, cuyo valor alcanza 28.108 %, su capacidad de intercambio catiónico es alto (34.556 cmol/kg), las bases de calcio ocupan el mayor porcentaje de los iones solubles (56.225%), seguidas por las de magnesio (18.685%), esto se puede relacionar con el material parental (rocas

sedimentarias calizas). El valor del potasio (2.382%) es bajo y el porcentaje de sodio (1.461%) es muy bajo, por lo cual no hay problemas de sodicidad.

Cuadro 15: Resultados del análisis edáfico del perfil Parteaguas Sur (La Era).		
Parámetros		Horizontes HA
	Profundidad (cm)	5
Color	Seco	10 YR 5/2 (pardo grisáceo)
	Húmedo	10 YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro)
Textura	Arenas (%)	66.1
	Limo (%)	21.5
	Arcilla (%)	12.4
	Clase	Franco arenoso
Densidad	Aparente (g/cm ³)	0.61 (Bajo)
	Real (g/cm ³)	1.65 (Bajo)
Estructura	Condición de la estructura	Moderada condición
	Forma de los agregados	Granular (medio y grueso)
		Poliédrico subangular (medio)
	Dispersión	Ligeramente disperso
	Adhesividad	Ligeramente adhesivo
	Plasticidad	Ligeramente plástico
Porosidad	Porcentaje	63.39
	Categoría	Alto
Consistencia	Seco	Duro
	Húmedo	Friable
pH	Unidades	6.36
	Categoría	Ligeramente ácido
Materia orgánica	Porcentaje	28.108
	Categoría	Extremadamente rico

Capacidad de intercambio catiónico	Valor (cmol (+) kg ⁻¹ de suelo	35.56
	Categoría	Alto
Ca y Mg Intercambiables (%)	Ca	56.225 (Medio)
	Mg	18.225 (Alto)
Na y K intercambiables (%)	Na	1.461
	K	2.3822 (Bajo)

Con base en los resultados anteriores y comparando con el mapa de edafología de INEGI (1978), se determinó que el suelo corresponde a un Leptosol húmico (lhu/2/GL). Es decir, este tipo de suelo es muy somero, con 25 cm. o menos de profundidad, que yacen sobre roca dura o material altamente calcáreo. Los leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Son particularmente comunes en áreas de montaña con una topografía accidentada y son susceptibles a la erosión. Si bien los Leptosoles son suelos azonales, algunos de sus calificadores responden claramente a factores ambientales que determinan su presencia y distribución. La textura es franca y las fases limitantes son físicas de dos tipos, superficiales (fase gravosa) y de profundidad (fase lítica).



Figura 17: Perfil Parteaguas Sur (La Era).

Finalmente con la información obtenido se elaboró un mapa de edafología de las microcuencas, en dónde se observa que el suelo más dominante es el Leptosol húmico con una superficie de 1467.74 ha (Figura 18).

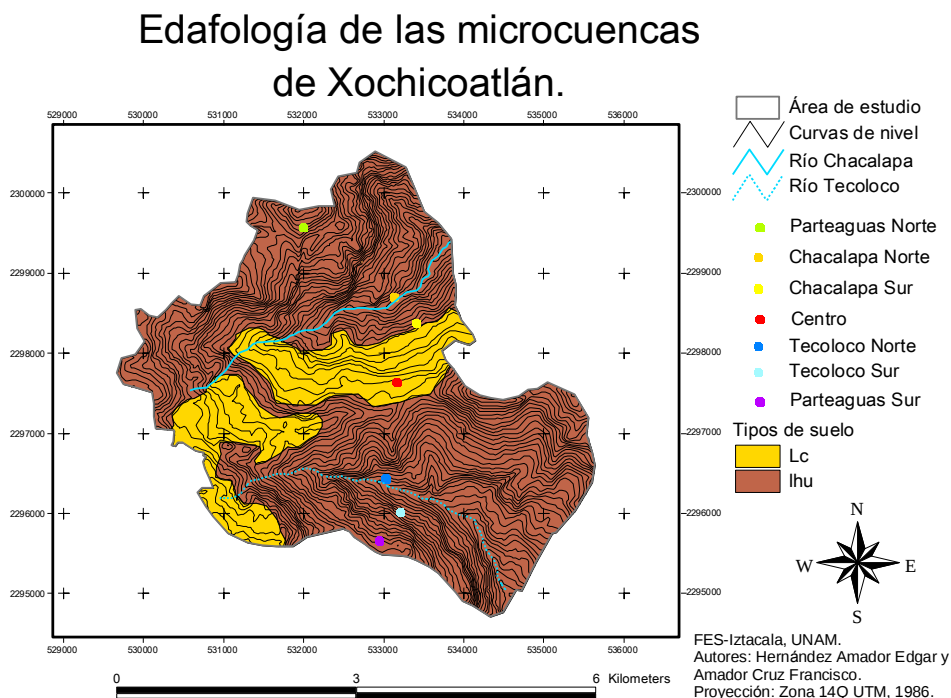


Figura 18: Mapa de suelos.

Los suelos del tipo Leptosol húmico (del griego “leptos”fino y del latín “hummus” tierra) se caracterizan por ser someros debido a encontrarse en laderas y tienen a la roca como principal limitante es la roca; su profundidad es menor a 25 cm.; son azonales y fácilmente erosionables, aunque pueden ser utilizados para la actividad silvopastoril. El horizonte húmico se diferencia de otros por tener colores Munsell con croma de 3 o menos en húmedo, un valor de 3 o menos en húmedo y 5 o menos en seco; y un contenido de carbono orgánico de más de 2%. Los Leptosoles húmicos se desarrollan sobre roca básica, poseen texturas francas a arenosas; con agregados estables porque el Ca funciona como catión en los enlaces arcillo húmicos que le confiere una buena permeabilidad, aireación y poca retención de agua. El pH es neutro o ligeramente ácido a ligeramente alcalino. Con contenido aceptable de K, aunque cuando es bajo puede atribuirse al alto contenido de Ca y Mg que limita su absorción (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007).

Los suelos del tipo Luvisol crómico (del latín “luere” lavar; y del griego “kromos” color) presentan una acumulación de arcillas en los horizontes inferiores, son frecuentemente rojos o amarillentos; generalmente son profundos, en la zona alcanza una profundidad de 89 cm.; en la zona son destinados para el desarrollo urbano, agricultura y ganadería extensiva, aunque se debe considerar que son suelos altamente susceptibles a la erosión. Estos suelos por lo general son altos en nutrientes, sin embargo los resultados muestran que los valores de potasio fueron menores a los encontrados en el Leptosol.

Los luvisoles crómicos se caracterizan por presentar un horizonte B árgico de color rojo intenso (un hue Munsell de 7.5 YR o más y un croma húmedo de más de 4), carecer de horizonte E álbico, de propiedades vérticas y de horizonte cálcico. Son suelos de espesor variable, casi siempre desarrollados sobre calizas (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007).

Presentan un horizonte A ócrico de color rojo, muy pobre en materia orgánica y muy poco espesor, cuyo límite con el horizonte B árgico es muy difuso. El HB árgico descansa sobre caliza, es arcilloso, de color rojo intenso y tiene una fuerte estructura poliédrica. Los luvisoles crómicos están muy lavados y presentan pH débilmente ácido, una C.I.C. media y no están completamente saturados. Son suelos que retienen gran cantidad de agua y que presentan como inconveniente la desigual disolución de la caliza, que presenta constantes afloramientos lo que dificulta enormemente su utilización para agricultura (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007).

Análisis de Agua

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis realizados en la Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y Educación (UIICSE), FESI, UNAM (Cuadro 16).

Cuadro 16: Resultados de los parámetros analizados en el laboratorio. *Valor mínimo permisible						
■ Valores fuera de norma. * NMP= Número más probable						
Parámetro	Técnica	NOM-127	CE-CCA-001/89	Coatitlamixtla	Chacalapa	Tecoloco
Temperatura	Termómetro		>2.5	20	17	12
pH	Potenciómetro	6.5-8.5		5	5	8.6
Sólidos disueltos en mg/L	Gravimétrica	1'000	500	75	190	252
Conductividad en µmhos/cm	Conductimétrica		1'000	184	247	360
Alcalinidad total en mg/L como CaCO ₃	Volumétrica		400	34	90.7	165
Alcalinidad a la fenolftaleína en mg/L como CaCO ₃	Volumétrica			0	0	6.6
Dureza total en mg/L como CaCO ₃	Volumétrica	50'000	50-150	65.3	132.6	199
Dureza de Calcio en mg/L como CaCO ₃	Volumétrica			5.7	32.7	156
Ortofosfatos en mg/L	Colorimétrica		0.1	<0.01	<0.01	<0.01
Cloruros en mg/L	Volumétrica			1.05	1.05	2
Oxígeno disuelto en mg/L	Winkler		4'	6.58	6.39	7.78
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	Dilución			<2	<2	<2
Coliformes totales en *NMP/100 ml	NMP	Ausente		2200	260	1100
Coliformes fecales en *NMP/100 ml	NMP	Ausente	20-1'000	330	70	1700
Sulfatos en mg/L	Turbidimétrica	400	500	25.8	68.8	-

Los valores obtenidos para Coliformes totales y fecales del Río Tecoloco muestran un error en la técnica de análisis, ya que las coliformes fecales están incluidas en las totales (Campos, 2003)

Se puede observar que los valores referentes a contaminación microbiológica, están fuera de la NOM-127-SSA1-1994, siendo el Río Coatitlamixtla el que obtuvo los valores más altos (2200 NMP/100 ml) seguido por el Río Tecoloco y el Río Chacalapa. Estos valores no sobrepasan los propuestos en el CE-CCA-001/89, a excepción del Río Tecoloco, por lo cual se puede utilizar para riego agrícola y como agua potable, bajo la aplicación de algún tratamiento de potabilización.

A pesar de que los valores obtenidos en coliformes totales y fecales son altos, contrastan con los obtenidos en DBO₅, los cuales indican que no existe materia orgánica disponible para el desarrollo y permanencia de estas bacterias, por lo cual su presencia está vinculada a los arrastres generados durante la época de lluvias y a la actividad ganadera río arriba y zonas aledañas a la toma de muestra.

En el caso del Río Tecoloco, los valores de pH están fuera de la norma referida, esto se puede explicar debido al valor de dureza obtenido, así como por la cantidad de sólidos disueltos del agua. Debido a que las muestras fueron tomadas en la época de lluvias se puede inferir que existió un arrastre de los minerales que componen las rocas (calizas) que aumentaron el valor de pH. Por lo anterior es necesario llevar a cabo un método de neutralización, si es que se desea su potabilización (NOM-127-SSA1-1994).

Los valores obtenidos para oxígeno disuelto están por arriba del límite mínimo establecido en el CE-CCA-001/89 y se consideran satisfactorios para la realización de dos actividades: el abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional; y la conservación de flora y fauna acuática, siendo éste último uso el que requiere una mejor calidad. Éstas concentraciones pueden atribuirse a que los ríos carezcan de algas y/o bacterias degradadoras de materia orgánica, ya que los valores de ortofosfatos y DBO₅, son relativamente bajos, y éstos se vinculan directamente con el fenómeno de eutrofización realizada por estos organismos (SEMARNAT, 2005). El Río Moctezuma ha presentado valores de oxígeno disuelto muy parecidos e incluso más altos, esto se debe a que, como son zonas con altas pendientes se forman rápidos o cascadas donde el oxígeno penetra más fácilmente que en aguas lénticas (Arce-Peréz *et al.* 2010; SEMARNAT y CONAGUA, 2002; Global Water Watch, 2011).

Respecto a los demás parámetros no existe problema alguno en lo que se refiere a la calidad del agua, por lo que se recomienda mejorarla en lo referente a contaminación microbiológica, lo cual se puede lograr con el establecimiento de plantas de tratamiento para aguas residuales, además de evitar el desarrollo de ganadería en los principales escurrimientos de las microcuencas.

Ya que el agua es consumida por los pobladores y que representa un riesgo a la salud, se debe potabilizar utilizando algunos de los métodos propuestos por la NOM-127-SSA1-1994 (desinfección con cloro, compuestos de cloro, yodo, ozono, luz ultravioleta, plata iónica o coloidal, coagulación-sedimentación-filtración o filtración en múltiples etapas). Los autores recomiendan la técnica de potabilización mediante el uso de cloro, por lo cual se necesita concientizar a los usuarios de la cantidad adecuada y las precauciones que se deben de tener al utilizar este método.

Para disponer de mayor información sobre la calidad del agua, es necesario establecer un sistema de información geográfica apoyado en estaciones de muestreo permanentes sobre las partes alta, media y baja de las microcuencas. Esto con la intención de proponer programas de control de la contaminación y llevar un seguimiento que permita evaluar los avances de dichos programas.

Índice de Calidad del Agua (ICA)

En cada caso, se reportan los valores obtenidos al aplicar las formulas correspondientes a los parámetros, posteriormente se muestra otra tabla con los valores relativizados, para finalmente dar el valor del ICA.

El Río Chacalapa presenta una dirección Noreste y en él se generan pozas poco profundas (un metro), mide cuatro metros de ancho; es poco caudaloso; es bastante pedregoso y en la rivera es común encontrar vegetación asociada; existen potreros a no más de cinco metros del cauce. (Cuadro 17, Cuadro 18 y Figura 19).

Cuadro 17: Resultados al aplicar las fórmulas del ICA, para el Río Chacalapa.		
Parámetro	Fórmula	Valor ICA
pH	$I_{pH} = 10^{0.2335(5) + 0.440 Si, pH < 6.7}$	40.50
Sólidos disueltos	$I_{sd} = 109.1 - (0.0175 * 190)$	105.775
Conductividad eléctrica	$I_{ce} = 540 * (247)^{-0.379}$	66.92
Alcalinidad total	$I_a = 105 (90.7)^{-0.186}$	45.40
Dureza total	$I_d = 10^{1.974 - (0.00174 * 132.6)}$	55.37
Ortofosfatos	$I_{Of} = 34.215 * (0.01)^{-0.46}$	284.59
Cloruros	$I_{cl} = 121 * (1.05)^{-0.223}$	119.69
Oxígeno disuelto	Od saturación= = $C * (Presión\ del\ lugar(642mm\ de\ Hg) / Presión\ atmosférica(760mm\ de$	8.289

	$Hg))$ $=C*0.845$ Donde $C=14.6-(0.3943*17)+(0.007714*17^2)-(0.0000646*17^3)=$ 9.809 Od saturación $=9.809*0.845$	
	$I_{Od} = (6.39 / 8.289) * 100$	77.09
Demanda bioquímica de Oxígeno	$I_{dbo} = 120 * (2)^{-0.6733}$	75.04
Coliformes totales	$I_{ct} = 97.5 * (260)^{-0.27}$	21.73
Coliformes fecales	$I_{cf} = 97.5 * (70)^{-0.27}$	30.96

Cuadro 18: Valores relativizados y valor de ICA, para el Río Chacalapa.					
-	Ii	Wi	Ii*Wi	-	-
pH	40.5	1	40.5		
Sólidos disueltos	105.775	0.5	52.8875		
Conductividad eléctrica	66.92	2	133.84		
Alcalinidad total	45.4	1	45.4		
Dureza total	55.37	1	55.37		
Ortofosfatos	284.59	2	569.18		
Cloruros	119.69	0.5	59.845		
Oxígeno Disuelto	77.09	5	385.45		
DBO5	75.04	5	375.2		
Coliformes totales	21.73	3	65.19		
Coliformes fecales	30.96	4	123.84		
Suma	923.065	25	1906.7025	ICA	76.2681



Figura 19: Río Chacalapa.

El Río Tecoloco presenta una dirección Noreste y en él se generan pozas poco profundas (40 cm), mide cuatro metros de ancho; es poco caudaloso; es bastante pedregoso; tanto en la rivera, como en la parte media, es común encontrar vegetación asociada; existen potreros a no más de cinco metros del cauce. Los valores obtenidos del análisis son los siguientes (Cuadro 19, Cuadro 20 y Figura 20):

Cuadro 19: Resultados al aplicar las fórmulas del ICA, para el Río Tecoloco.		
Parámetro	Fórmula	Valor ICA
pH	$I_{pH} = 10^{4.22 - 0.293pH}$ Si, $7.3 < pH$	50.14
Sólidos disueltos	$I_{sd} = 109.1 - (0.0175 * sd)$ (sd, en mg/l)	104.69
Conductividad eléctrica	$I_{ce} = 540 * (ce)^{-0.379}$ (ce, en $\mu mhos/cm$)	58.02
Alcalinidad total	$I_a = 105 (a)^{-0.186}$ (a, en mg/l como $CaCO_3$)	40.62
Dureza total	$I_d = 10^{1.974 - (0.00174 * d)}$ (d, en mg/l como $CaCO_3$)	42.44
Ortofosfatos	$I_{Of} = 34.215 * (Of)^{-0.46}$ (Of, en mg/l)	284.59
Cloruros	$I_{cl} = 121 * (cl)^{-0.223}$ (cl, en mg/l)	103.67
Oxígeno disuelto	Od saturación=	9.183
	= $C * (\text{Presión del lugar}(642mm \text{ de Hg}) / \text{Presión atmosférica}(760mm \text{ de Hg}))$	
	= $C * 0.845$	
	Donde $C = 14.6 - (0.3943 * 12) + (0.007714 * 12^2) - (0.0000646 * 12^3) = 10.868$	

Od saturación =10.868*0.845		
	$I_{Od} = (7.78 / 9.183) * 100$	84.72
Demanda bioquímica de Oxígeno	$I_{dbo} = 120 * (dbo)^{-0.6733}$ (dbo, en mg/l)	75.04
Coliformes totales	$I_{ct} = 97.5 * (ct)^{-0.27}$ (ct, en NMP/ml)	14.72
Coliformes fecales	$I_{cf} = 97.5 * (Ec)^{-0.27}$ (cf, en Escherichia coli/ml)	13.09

Cuadro 20: Valores relativizados y valor de ICA, para el Río Tecoloco.					
-	Ii	Wi	Ii*Wi	-	-
pH	50.14	1	50.14		
Sólidos disueltos	104.69	0.5	52.345		
Conductividad eléctrica	58.02	2	116.04		
Alcalinidad total	40.62	1	40.62		
Dureza total	42.44	1	42.44		
Ortofosfatos	284.59	2	569.18		
Cloruros	103.67	0.5	51.835		
Oxígeno Disuelto	84.72	5	423.6		
DBO5	75.04	5	375.2		
Coliformes totales	14.72	3	44.16		
Coliformes fecales	13.09	4	52.36		
Suma	871.74	25	1817.92	ICA	72.7168



Figura 20: Río Tecoloco.

El Río Coatitlamixtla presenta una dirección Noreste y en él se generan pozas profundas (de dos a cuatro metros, dependiendo la estacionalidad), mide diez metros de ancho; es moderadamente caudaloso; es bastante pedregoso y en la rivera es común encontrar vegetación asociada; existen potreros a no más de cincos metros del cauce. En este se obtuvieron los siguientes datos (Cuadro 21, Cuadro 22 y Figura 21):

Cuadro 21: Resultados al aplicar las fórmulas del ICA, para el Río Coatitlamixtla.		
Parámetro	Fórmula	Valor ICA
pH	$I_{pH} = 10^{0.2335(5) + 0.440}$	40.50
Sólidos disueltos	$I_{sd} = 109.1 - (0.0175 * 75)$	107.7875
Conductividad eléctrica	$I_{ce} = 540 * (184)^{-0.379}$	74.82
Alcalinidad total	$I_a = 105 (34)^{-0.186}$	54.49
Dureza total	$I_d = 10^{1.974 - (0.00174 * 65.3)}$	72.51
Ortofosfatos	$I_{Of} = 34.215 * (0.01)^{-0.46}$	284.59
Cloruros	$I_{cl} = 121 * (1.5)^{-0.223}$	119.69
Oxígeno disuelto	$Od \text{ saturación} =$ $= C * (\text{Presión del lugar}(642\text{mm de Hg}) / \text{Presión atmosférica}(760\text{mm de Hg}))$ $= C * 0.845$ Donde $C = 14.6 - (0.3943 * 20) + (0.007714 * 20^2) - (0.0000646 * 20^3) = 9.283$	7.844

Od saturación =9.283*0.845		
	$I_{Od} = (6.58 / 7.844) * 100$	83.889
Demanda bioquímica de Oxígeno	$I_{dbo} = 120 * (2)^{-0.6733}$	75.04
Coliformes totales	$I_{ct} = 97.5 * (2200)^{-0.27}$	12.21
Coliformes fecales	$I_{cf} = 97.5 * (330)^{-0.27}$	20.37

Cuadro 22: Valores relativizados y valor de ICA, para el Río Coatitlamixtla.					
-	Ii	Wi	Ii*Wi	-	-
pH	40.5	1	40.5		
Sólidos disueltos	107.7875	0.5	53.89375		
Conductividad eléctrica	74.82	2	149.64		
Alcalinidad total	54.49	1	54.49		
Dureza total	72.51	1	72.51		
Ortofosfatos	284.59	2	569.18		
Cloruros	119.69	0.5	59.845		
Oxígeno Disuelto	83.889	5	419.445		
DBO5	75.04	5	375.2		
Coliformes totales	12.21	3	36.63		
Coliformes fecales	20.37	4	81.48		
Suma	945.8965	25	1912.81375	ICA	76.51255



Figura 21: Río Coatitlamixtla.

Se puede observar que los tres Ríos tienen un ICA parecido, aunque el río con mayor ICA fue el Río Coatitlamixtla, seguido por el Río Chacalapa y finalmente el Río Tecoloco. Con base a los valores obtenidos, podemos establecer que el uso de agua, en los tres ríos, es similar (Cuadro 23).

Cuadro 23: Comparación de los tres Ríos con su uso, según su ICA. Observe que los tres Ríos tienen capacidad para realizar cualquier uso mencionado en la segunda columna.	
Río	Uso
Coatitlamixtla	• Abastecimiento público con necesidad de tratamiento. • Aceptable para cualquier deporte acuático.
Chacalapa	• Aceptable para todos los organismos. • Requiere de una ligera purificación para la realización de procesos industriales y agrícolas.
Tecoloco	• Aceptable para el transporte de desechos tratados. • Aceptable para la navegación.

Sin embargo, las especies de insectos indicadores de la calidad del agua encontradas en el Río Chacalapa (*Notonecta* sp., *Microvelia* sp., *Corydalis* sp. y *Tipula* sp.) aportan la información de que este es el río con la mejor calidad.

Cada uno de los ríos estudiados presenta una problemática en particular, la cual ha estado afectando su calidad actual, y que en un futuro pueda ser la causante de un deterioro ambiental severo e irremediable.

En el Río Chacalapa, la problemática principal se observa en su parte alta, donde se encuentra el depósito de basura, en el cual no hay un tratamiento adecuado de los residuos, como lo propone la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR (Diario Oficial de la Federación 08-10-2003). El depósito a cielo abierto se encuentra en una ladera, dentro de la microcuenca norte, no existe acceso restringido, y está a menos de 500 m. del río, lo cual infringe la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 (Figura 22).



Figura 22: Tiradero a cielo abierto de residuos sólidos municipales.

Lo anterior es un gran problema ya que entre los daños ambientales, que provoca esta actividad están: la contaminación del suelo y los ríos; generación de gas tóxico o explosivo, por la descomposición orgánica; depósito o arrastre de material en cuerpos de agua y; contaminación del aire.

Los residuos que encontramos en el relleno son sólidos urbanos (RSU) como desperdicios de comida, envases, empaques, embalajes y residuos de manejo especial (RME) como residuos tecnológicos (Figura 23).



Figura 23: Tiradero a cielo abierto en la parte alta del Río Chacalapa.

Dentro de las encuestas, el 16% indican que las principales enfermedades son gastrointestinales, pudiendo relacionarse con el mal manejo de los residuos, ya que ésta actividad permite el desarrollo de fauna como dípteros (moscas) que favorece el desarrollo de éstas enfermedades, y otras 20 más, entre ellas la tifoidea, diarrea, salmonelosis, etc. Las moscas tienen un radio de acción de hasta 10 km, lo que resulta un riesgo considerando que la cabecera municipal se encuentra a 1.36 km; también blatodeos (cucarachas) vinculados con más de 70 enfermedades, entre otras, la gastroenteritis, tifoidea o lepra y por último los roedores, en particular *Mus musculus*, que deteriora y contamina los alimentos, dañan instalaciones eléctricas y transmite, diarrea, disentería, entre otras (SEMARNAT, 2008).

En lo referente al Río Tecoloco observamos que el principal problema radica en las altas concentraciones de bacterias coliformes fecales, las cuales se pueden deber, tanto a las actividades ganaderas aledañas como a los desagües al curso del río. Estas actividades tornan al agua no potable, de ahí que se requiera métodos convencionales para su potabilización (Figura 24). Las propuestas para el manejo de este río se presentarán más adelante, ya que este y el Río Coatitlamixtla presentan la misma problemática.



Figura 24: Actividades ganaderas en las cercanías del Río Tecoloco.

Para el Río Coatitlamixtla, la mina de manganeso, de la compañía minera Autlán, S.A. de C.V., en Nonoalco, Xochicoatlán (Figura 25), ubicada en la parte alta de la cuenca no parece ser el problema principal, ya que se observó que los resultados no estuvieron fuera de la norma referida. La problemática radica en la alta concentración de bacterias coliformes no fecales, problema similar al Río Tecoloco, por lo cual la medida que se propone es establecer sistemas sostenibles de ganadería intensiva (silvopastoril), los cuales proporcionarán beneficios sociales y a la biodiversidad. En estos sistemas existe una crianza de ganado, de engorda o productor de leche principalmente, en combinación con arbolado nativo. Los beneficios de esta actividad son: regeneración del sistema, uso de forrajes verdes anuales que no contienen agroquímicos, diversificación al establecer árboles frutales o de maderables (CONABIO, 2012c).



Figura 25: Mina de Manganeso a cielo abierto en Nonoalco, Xochicoatlán.

Caracterización del ambiente biótico

Flora y vegetación

Composición florística. Se registraron un total de 307 especies, pertenecientes a 240 géneros y 112 familias; de las cuales 271 son fanerogambiontes y 36 pteridobiontes. Las familias mejor representadas son Poaceae y Asteraceae con 16 especies (5.25 % cada una), seguidas por Polypodiaceae con 14 (4.59%) (Anexo 1 y Anexo 2). El número de especies es menor a lo reportado por otros autores cuyos estudios se realizaron en el estado de Hidalgo (Cuadro 24), pero mayor a lo encontrado por Luna *et al.* (1988) en Teocelo, Veracruz (277 sp.) y Fortanelli-Martínez *et al.*, (2004) en Copalillos, San Luis Potosí (199 sp.).

Cuadro 24: Comparación del número de especies de flora de este muestreo con otros realizados en regiones cercanas a la zona de estudio.

Referencia	Año	Localidad (es)	Número de especies
Este trabajo	2014	Xochicoatlán	307
Luna-Vega <i>et al.</i>	1994	Tlanchinol	336
Alcántara-Ayala y Luna-Vega	1997	Tenango de Doria	452
Mayorga-Saucedo <i>et al.</i>	1998	Molango-Xochicoatlán	391
Ponce-Vargas <i>et al.</i>	2006	Lolotla	359
Alcántara-Ayala y Luna-Vega	2001	Eloxochitlán y Tlahuelompa	394

Flora sinantrópica. Se puede estimar que cerca del 81.64% de las especies son propias de la vegetación natural y el 18.36% son plantas indicadoras de las actividades humanas de la zona de estudio. Estas segundas están clasificadas como malezas por Instituto Nacional de Ecología, (^{s/a}); Espinosa y Sarukhán (1997) y CONABIO (2012b),

La familia con mayor número de especies consideradas malezas es Asteraceae con siete, le sigue Solanaceae con cinco y Poaceae con cuatro, de forma general en nuestro país existen más malezas nativas que exóticas, aunque no se le puede quitar importancia a estas últimas (Villaseñor y Magaña, 2006); en este estudio se encontraron 48 malezas nativas y 8 exóticas, no obstante éstas últimas pueden significar un gran problema al convertirse en invasoras o en plagas, ya que en ausencia de depredadores naturales podrían incrementar sus poblaciones y dispersarse en las comunidades naturales hasta convertirse en una amenaza para la biodiversidad (Figura 26).

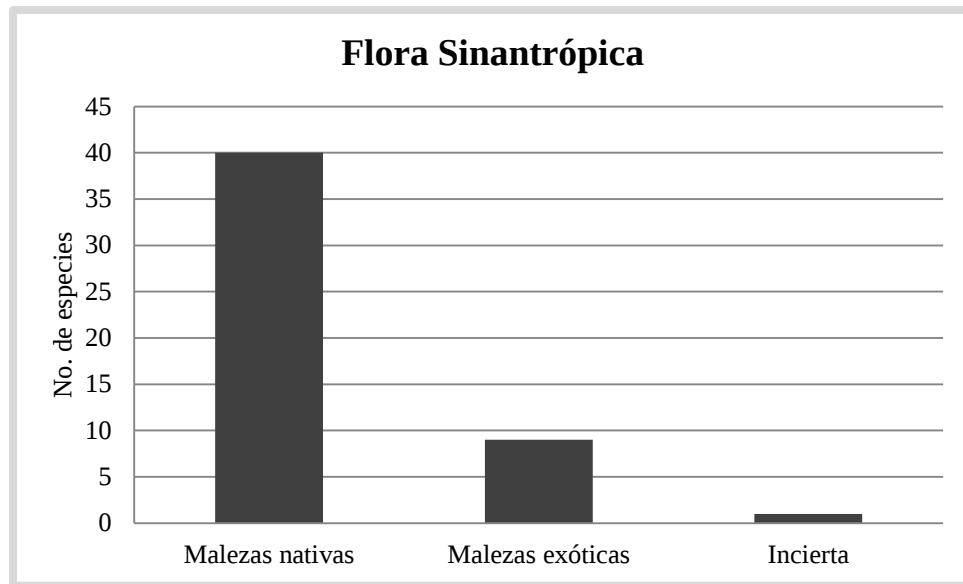


Figura 26: Número de malezas encontradas en la zona de estudio, se menciona su estatus migratorio en México (nativo o exótica).

Ejemplo de lo anterior es el pasto de origen africano *Cynodon dactylon*, que se introdujo intencionalmente por la disponibilidad de tecnologías para su cultivo y se han utilizado para forraje de ganado. El Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (2010), menciona que su adaptación es exitosa debido a la similitud de condiciones climáticas entre las áreas de introducción y la distribución original. Por lo cual su dispersión en ecosistemas nativos se da en relativamente pocos años reemplazando la cubierta vegetal nativa, esto podría ocurrir en Xochicoatlán si no se tiene un manejo de esta maleza exótica invasora.

Otra causa importante que facilita la introducción y establecimiento de plantas exóticas en la zona de estudio ha sido la ganaderización, que además fue favorecida por las políticas de desarrollo para expandir la frontera agropecuaria nacional y resolver los problemas de reparto agrario (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010).

La CONABIO (2010b) considera la introducción de especies exóticas invasoras como una de las mayores amenazas que actualmente enfrentan los ecosistemas y las especies nativas, por los daños que pueden causar en los ecosistemas terrestres y acuáticos, como provocar desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la composición de especies y en la estructura trófica, desplazamiento de especies nativas, pérdida de biodiversidad, reducción en la diversidad genética y transmisión de enfermedades como plagas agrícolas y forestales. De ahí que se deban tomar medidas de control de malezas como el método de eliminación manual, que consiste en retirar completamente a los individuos; la ventaja radica en que este método provoca menor

impacto en relación a fuegos controlados, métodos químicos, biológicos, manipulación de la fertilidad del suelo, o alcochonado (mulching) (Ceccon, 2013).

Distribución geográfica. La diversidad del BMM y la distribución de las especies son producto de la historia de colonización de grupos de distintos orígenes, formando islas con evolución vicariante (divergente) secuencial hasta su conformación actual a partir de cambios climáticos ocurridos en el pasado, su origen se remonta al Mioceno y Oligoceno, además de situarse en la zona de transición de las regiones biogeográficas Holártica y Neotropical (Luna *et al.*, 1988, Ramírez-Marcial, 2001, y Sánchez-Velázquez *et al.*, 2008).

El 55.42% de las especies determinadas son de amplia distribución, es decir rebasan los límites políticos y biológicos de México; de estas la mayor parte (35.46%) se comparten con Centroamérica, el 10.36% con Sudamérica, 3.98% con Norteamérica y el restante (5.98%) tiene distribución desde Norteamérica hasta Centroamérica. El 21.58% se encuentra dentro de los límites políticos de México, valor aproximado a lo reportado por Rzedowski (1991). Existen pocas especies compartidas con Asia y África (6.77% y 0.4% respectivamente), aunque Rzedowski (2005) menciona que la vegetación de BMM es donde se presentan más especies con afinidad asiática. Finalmente el 6.77% de las especies tienen distribución cosmopolita, la mayoría consideradas además malezas (Figura 27).

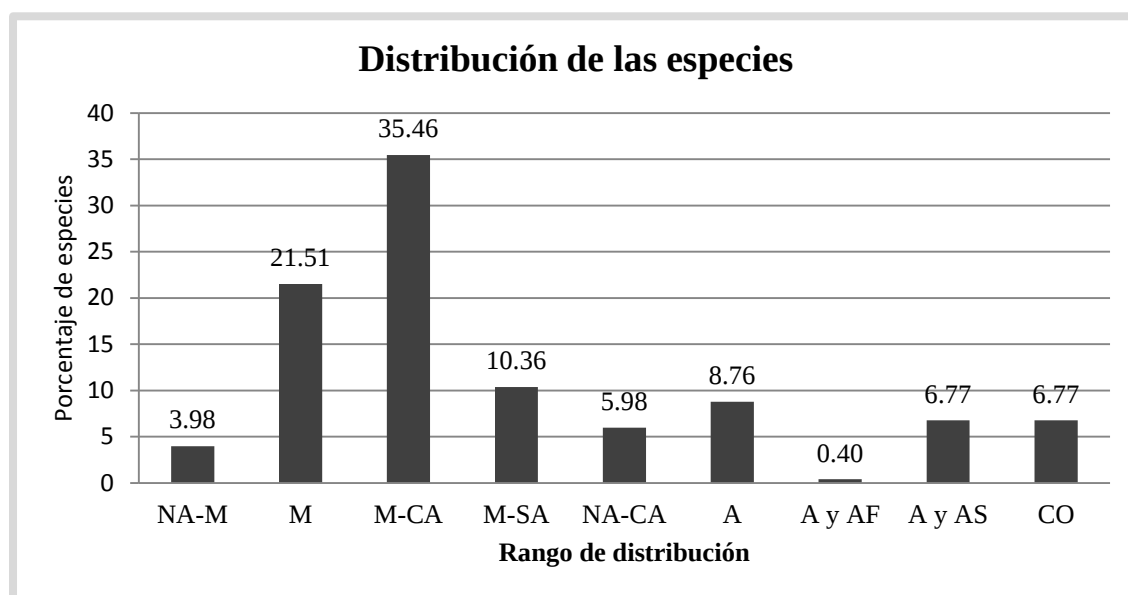


Figura 27: Distribución de las especies del BMM de Xochicoatlán, NA=Norteamérica, M=México, CA=Centroamérica, SA=Sudamérica, A=América, AF=África, AS=Asia y CO=Cosmopolita.

Los resultados encontrados coinciden con los estudios de biogeografía realizados por Alcántara-Ayala y Luna Vega (1997) y López-Pérez, *et al.* (2001) ya que los elementos tropicales dominan sobre los holárticos, además de encontrarse especies de afinidad asiática y pocos endemismos de México.

Además cabe resaltar a las especies de distribución restringida de la Sierra Madre Oriental como *Woodwardia martinezii* (Pérez-García y Riba, 1993), *Pinus greggii* (Ramírez-Herrera *et al.*, 2005), *Ceratozamia mexicana*, *C. miqueliana* (Vovoides, 1983), *Chamaedorea microspadix* (Hermilo, 2004), *Agave celsii* (Cartujano *et al.*, 2002), *Carya palmeri*, *Clethra pringlei* (Cartujano *et al.*, 2002), *Stanhopea tigrina* (CONABIO, 2010 c), *Tillandsia deppeana* (Hourning-Leoni *et al.*, 2011), *Tillandsia gymnotrya* y *Tillandsia heterophylla* (Cortes-Flores, 2009).

Especies que ameritan mención especial. En la zona de estudio se encontraron 14 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 32 en listados internacionales, de las cuales, 25 están en la IUCN (2010), y siete en el CITES (2013). Se encontraron 16 especies de alta prioridad por estar en más de un estatus de conservación (Cuadro 25).

Cuadro 25: Especies que ameritan mención especial. Categorías de riesgo: 1=Según la NOM-059-SEMARNAT-2010; P=Peligro de extinción, A= Amenazada y Pr=Protección Especial, 2= Según la IUCN (2013); EN=En peligro, VU=Vulnerable, NT=Casi amenazado y LC=Preocupación menor.

Especie	NOM-059	CITES	IUCN	Observaciones
<i>Acer negundo</i>	Pr		VU	
<i>Aporocactus flagelliformis</i>	Pr	II		
<i>Ceratozamia mexicana</i>	A		VU	Endémica
<i>Ceratozamia miqueliana</i>	P		CR	Endémica
<i>Chamaedorea microspadix</i>	A			Endémica
<i>Cupressus lusitánica</i>	Pr			
<i>Cyathea fulva</i>	P	II		
<i>Dalbergia palo-escrito</i>			CR	Endémica
<i>Erythrina coralloides</i>	A			
<i>Litsea glaucescens</i>	P			
<i>Magnolia dealbata</i>	P			Endémica

<i>Marattia weinmanniifolia</i>	Pr		
<i>Ostrya virginiana</i>	Pr		
<i>Pinus greggii</i>		NT	Endémica
<i>Rhynchostele rossii</i>	A	II	
<i>Stanhopea tigrina</i>	A	II	Endémica

Forma biológica. La forma de vida más abundante es fanerófito escaposo (FE) con 64 especies, seguida de la hemicriptófito (H) con 58, la caméfito (Ca) con 48 y la fanerófito cespitoso (FC) con 46 (Figura 28). El comportamiento anterior concuerda con lo mencionado por Rzedowski (2005) para Bosques Mesófilos de Montaña, donde el estrato arbóreo suele dominar sobre el resto, con uno o dos estratos arbustivos y en sitios bien conservados las hierbas son escasas aunque la abundancia de hemicriptofitos es alta por la presencia de helechos, los cuales, en ningún otro tipo de vegetación son tan abundantes.

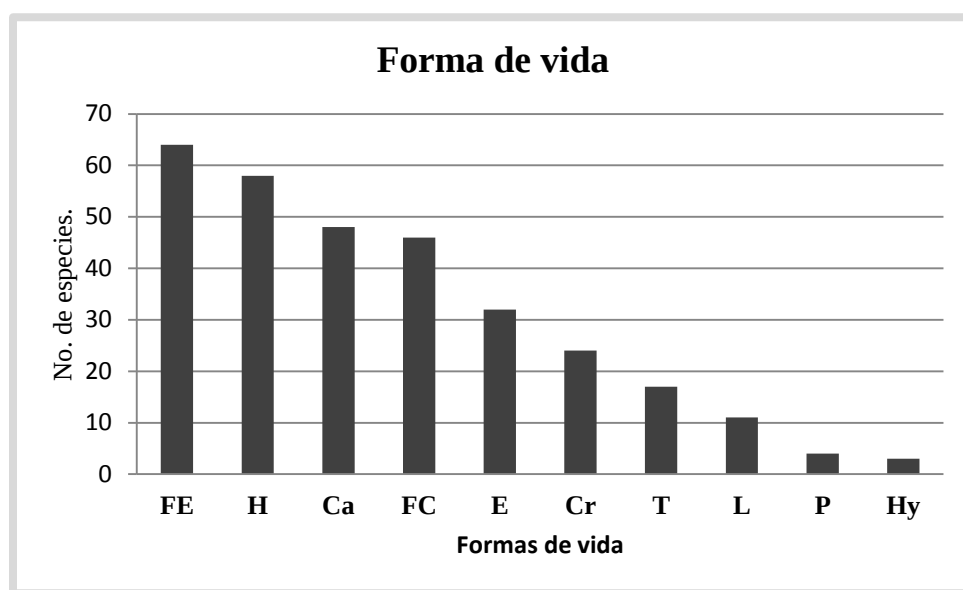


Figura 28: Espectro del comportamiento de las especies florísticas encontradas de Xochicoatlán.
FE= Fanerófito escaposo, H= Hemicriptófito, FC= Fanerófito cespitoso, Ca= Caméfito, E= Epífito,
Cr= Criptófito, T= Terófito, L= Liana, P= Parásita y Hy= Hidrófilo.

Los árboles (FE) están representados por *Liquidambar styraciflua*, *Alnus acuminata*, *Platanus mexicana* y *Quercus* spp., mientras que los hemicriptófitos (H) como ya se refirió incluyen a los helechos y en sitios con perturbación a las especies de pasto utilizado como forraje para el ganado. La forma de vida fanerófito cespitoso (FC) tiene alta riqueza pero no llega a ser abundante, está constituido por *Bocconia frutescens*, *Solanum* spp., *Piper* spp., *Cnidoscolus multilobus*, *Leandra cornoides*, los caméfitos por *Miconia* sp., *Tibouchina galeottiana*, *Selaginella* spp., *Sida rhombifolia*, *Pavonia uniflora* y *Anoda cristata*. Las epífitas (E), cuyo desarrollo es favorecido por el gran porcentaje de humedad ambiental, están bien representadas por especies de cactáceas como *Aporocactus flagelliformis*; orquídeas como *Encyclia candollei*, *Rhynchostele rossii* y *Stanhopea tigrina*; bromelias como *Tillandsia* spp; y helechos como *Phanerophlebia remotispora*, *Pleopeltis* spp., *Polypodium* spp. La mayoría de las criptófitas (Cr) se encontraron en sitios perturbados, exceptuando a *Equisetum hyemale*, *E. myriochaetum* y *Begonia* spp.

La presencia de terófitas (T) refleja cierto grado de perturbación, ocasionada por la apertura de claros que favorecen la entrada de luz provocando la germinación de semillas latentes e iniciando el fenómeno de sucesión. Las lianas (L) son pobres en riqueza y abundancia, observadas más comúnmente en sitios próximos a los arroyos, los cuales al tener una entrada natural de luz permiten el desarrollo de esta forma de vida (Mayorga-Suacedo *et al.*, 1998 y Ponce-Vargas *et al.*, 2006). Las formas de vida con menor presencia fueron la parásita (P) y las hidrófitas (Hy), las primeras encontrándose en lugares perturbados representadas por *Cuscuta campestris*, *Phoradendron velutinum*, *Phoradendron* sp. y *Struthanthus* sp.; mientras que las segundas en charcas temporales por *Hydromystria laevigata*, *Zantedeschia aethiopica* y *Juncus* sp.

Análisis de similitud. El análisis realizado por el programa PC-ORD demuestra que los tipos de vegetación encontrados en las microcuencas son dos, ya que se forman dos grupos principales, el primero formado por las parcelas Parteaguas Norte, Parteaguas Sur y Ladera Norte; y el segundo grupo que corresponde a las parcelas Chacalapa Norte, Chacalapa Sur, Tecolco Norte y Tecoloco Sur. (Figura 29).

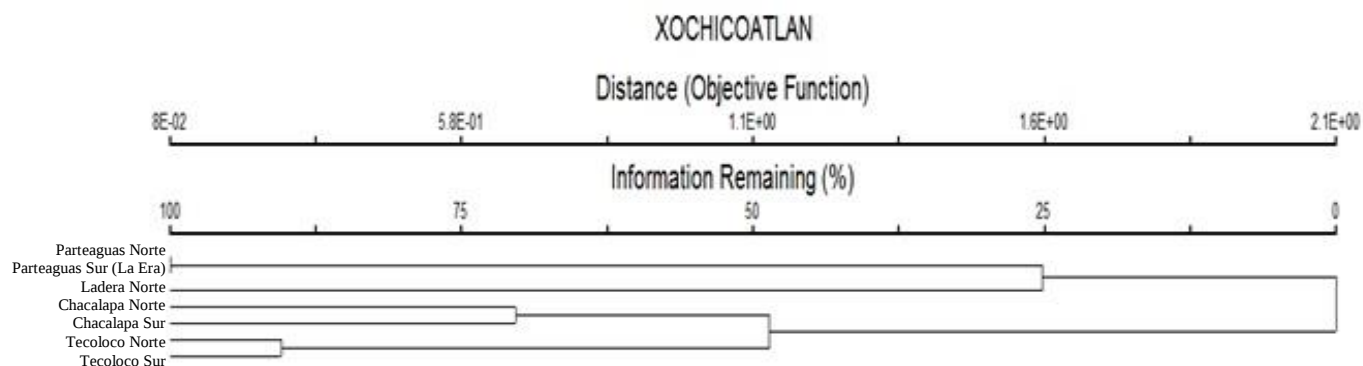


Figura 29: Dendrograma derivado del análisis de similitud, en donde se muestra la presencia de dos tipos de vegetación.

El primer grupo corresponde a la asociación Bosque Mesófilo de Montaña (Rzedowski, 2005), ya que se encontraron especies características de este tipo de vegetación, como: *Liquidambar styraciflua*, *Alnus acuminata*, *Acer negundo* y *Ostrya virginiana*. Además se refuerza esta afirmación con la presencia de los géneros: *Bocconia*, *Carya*, *Ceratozamia*, *Cercis*, *Clethra*, *Coccocypselum*, *Catopsis*, *Cyathea*, *Dalbergia*, *Encyclia*, *Lonchocarpus*, *Peperomia*, *Phoradendron*, *Piper*, *Prunus*, *Pteridium*, *Rhynchosstele*, *Sambucus*, *Selaginella*, *Smilax*, *Stanhopea*, *Struthanthus*, *Styrax*, *Tibouchina*, *Tillandsia*, *Turpinia* y *Vaccinium*.

La segunda formación integrada por la vegetación aledaña de los dos ríos (Chacalapa y Tecoloco), corresponde a Bosques de Galería (Rzedowski, 2005), ya que se encontraron especies características de este tipo de vegetación: *Alnus acuminata*, *Juglans mollis*, *Carya ovata* y *C. palmeri*. A pesar de que *Platanus mexicana* es una especie de amplia tolerancia ecológica sólo se observó en el Río Chacalapa. Finalmente en estas zonas se encuentran elementos propios de un Bosque Mesófilo de Montaña, lo cual se atribuye a su cercanía y a que no se muestra un límite claro entre un tipo de vegetación y otro, por ejemplo: *Ardisia*, *Arbutus*, *Ceratozamia*, *Chamaedorea*, *Dalbergia*, *Hymenophyllum*, *Laelia*, *Leandra*, *Litsea*, *Miconia*, *Myriocarpa*, *Oreopanax*, *Ornithocephalus*, *Paspalum*, *Peperomia*, *Persea*, *Piper*, *Saurauia*, *Selaginella*, *Smilax*, *Styrax*, *Tibouchina*, *Trophis* y *Zanthoxylum*.

Análisis estructural y Valor de importancia. Las especies arbóreas se establecieron en tres estratos: alto (> 30 m.), medio (8-30 m.) y bajo (2-8m.).

Parteagua Norte

Los resultados obtenidos nos indican que es un bosque homogéneo ya que se encontraron tres especies arbóreas en 300m²; sin embargo es muy denso puesto que se estiman cerca de 1'167 árboles por hectárea, considerando los valores de abundancia obtenidos (Corral-Rivas, *et al.* 2002). En este bosque se presentan dos estratos arbóreos uno bajo y uno medio (Figura 30).

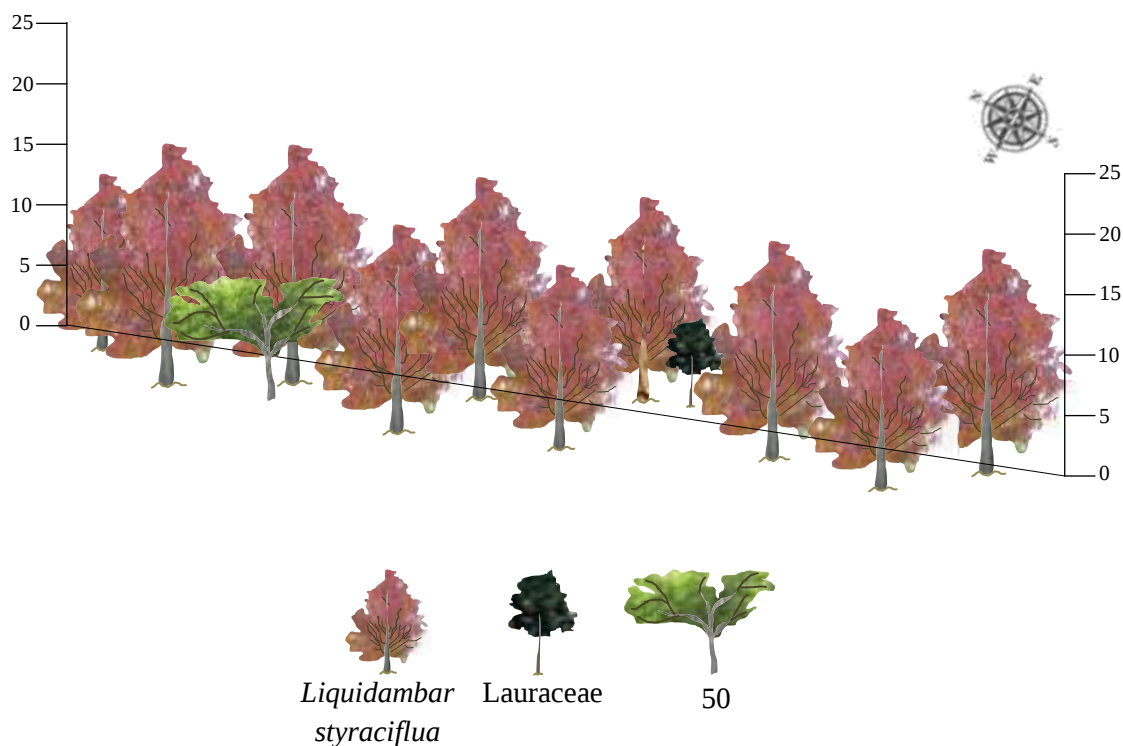


Figura 30: Estructura del BMM en el Parteaguas Norte.

La especie más dominante, frecuente y con mayor PAP, en los estratos arbóreos, es *Liquidambar styraciflua*, por lo cual es el más importante dentro de esta comunidad (Cuadro 26). Este árbol es característico del tipo de vegetación BMM, sin embargo en bosques conservados es esporádico, ya que es una especie heliófila, por lo cual se puede inferir que hubo un aprovechamiento en la zona (Rzedoswki, 1978), empero debido al PAP encontrado (80.48) y por su altura mayor a 15m., se infiere que esa actividad no es reciente y lleva como mínimo 16 años inactiva (Mendizábal-Hernández, *et al.* 2009).

Cuadro 26: Valores de importancia de las especies encontradas en el Parteaguas Norte.	
Especie	Valor de importancia
<i>Liquidambar styraciflua</i>	203%
Lauraceae	60.99%
50	35.66%

Ladera Norte

La información recabada permite inferir que este es un bosque heterogéneo ya que se encontraron 25 especies arbóreas en 300m²; se estiman cerca de 1'767 árboles por hectárea, considerando los valores de abundancia obtenidos, por lo cual este es un bosque denso (Corral-Rivas, *et al.* 2002). En este bosque se presentan dos estratos arbóreos uno bajo y uno medio (Figura 31).

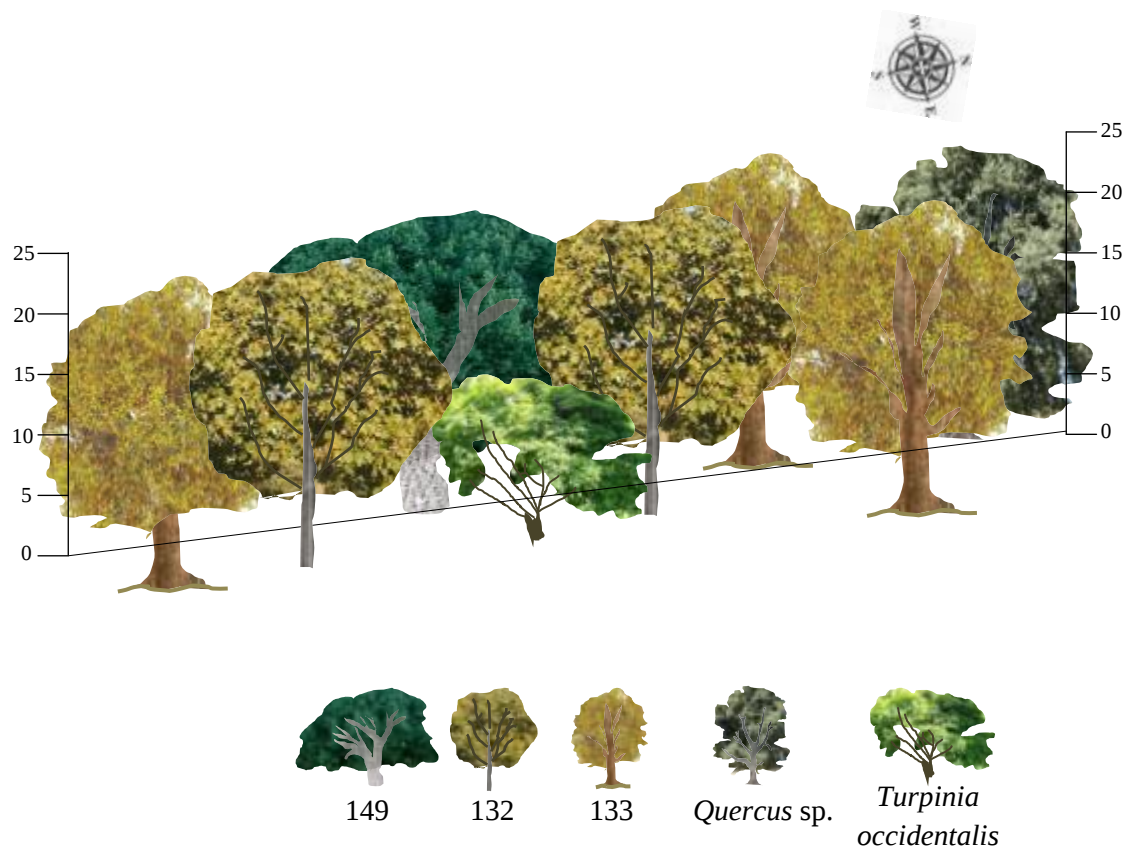


Figura 31: Estructura del BMM en la Ladera Norte.

Del total de especies sobresalen tres, las cuales por su número de colecta se establecieron como 149, 132 y 133, ya que no fue posible encontrar material fértil para su determinación (flor o fruto). Las especies 132 y 133 son las más dominantes (13% cada uno), sin embargo la especie más importante es la 149 ya que su PAP abarca un 19% (Cuadro 27). Al no conocer las especies no se puede realizar una descripción más detallada de la zona, sin embargo es relevante mencionar que este sitio es el más conservado y diverso de las dos microcuencas. Los elementos característicos y más evidentes de un BMM son escasos, es por esto que las especies compartidas con los Parteaguas Norte y Sur, son casi nulas (Rzedoswki, 1978).

Cuadro 27: Valores de importancia de las especies encontradas en la Ladera Norte.	
Especie	Valor de importancia
149	24.40%
132	21.60%
133	21.50%
118	19.60%
<i>Quercus</i> sp.	19.40%
146	16.60%
<i>Turpinia occidentalis</i>	16.30%
148	13.80%
147	12.70%
145	11.70%
117	11.00%
153	10.20%
125	9.70%
113	8.80%
124	8.70%
112	8.30%
116	7.80%
129	7.70%
115	7.60%
123	7.40%
119	7.20%
114	7.20%
134	7.20%
144	6.50%
154	6.50%

Chacalapa Norte

La información recaba permite inferir que este es un bosque poco heterogéneo ya que se encontraron 11 especies arbóreas en 300m²; se estiman cerca de 633 árboles por hectárea, considerando los valores de abundancia obtenidos, por lo cual este es un bosque poco denso (Corral-Rivas, *et al.* 2002). En este bosque se presentan dos estratos arbóreos uno bajo y uno medio (Figura 32).

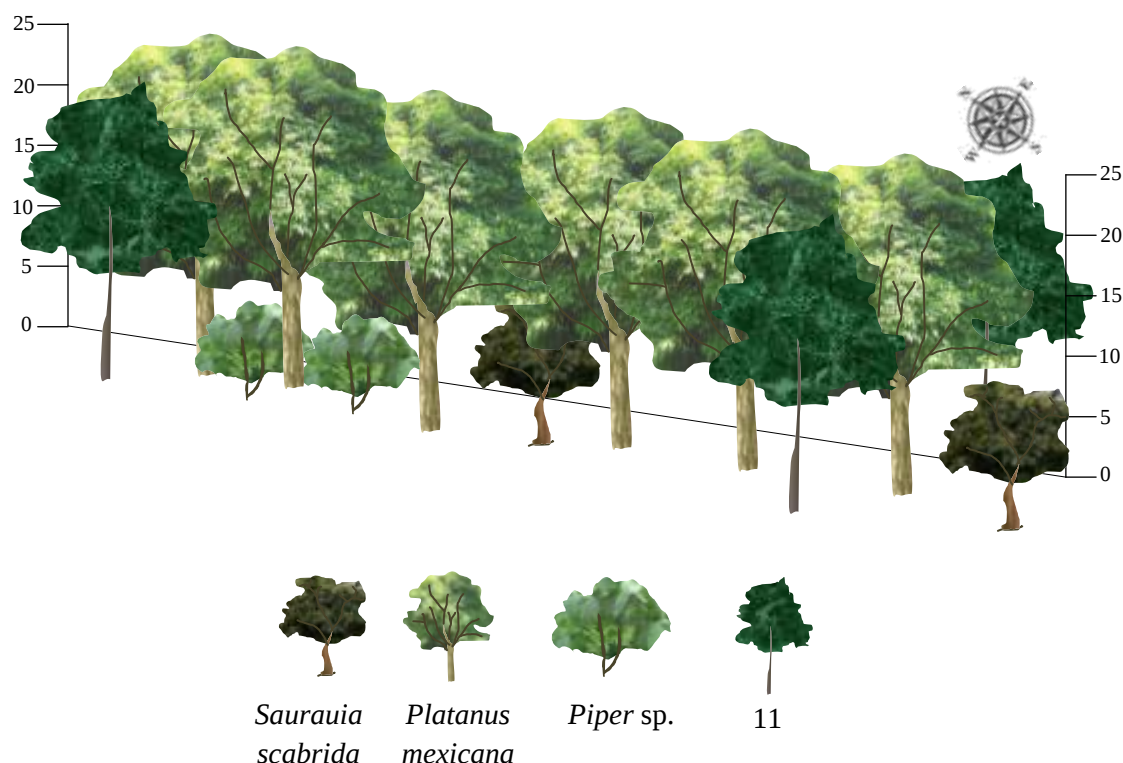


Figura 32: Estructura del Bosque de Galería del Chacalapa Norte.

Del total de especies sobresalen tres, una de las cuales por su número de colecta se estableció como 11, *Piper sp* y *Platanus mexicana* fueron las más abundantes (15.73%); la última es también la más frecuente (23%) y en cuanto a PAP representa un 45.44% (Cuadro 28). Esta especie es una de las más características en los Bosques de Galería, tiene una alta tolerancia ecológica y está ampliamente distribuida a nivel nacional (Rzedoswki, 1978).

Cuadro 28: Valores de importancia de las especies encontradas en el Chacalapa Norte.	
Especie	Valor de importancia
<i>Platanus mexicana</i>	84.17 %
<i>Saurauia scabrida</i>	36.86%
11	28.79%
<i>Piper</i> sp.	26.52%
67	25.76%
66	21.00%
9	18.80%
65	14.93%
71	14.45%
7	14.45%
<i>Chamaedorea</i> sp.	14.26%

Chacalapa Sur

La información recaba permite inferir que este es un bosque heterogéneo ya que se encontraron 20 especies arbóreas en 300m²; se estiman cerca de 900 árboles por hectárea, considerando los valores de abundancia obtenidos, por lo cual este es un bosque poco denso (Corral-Rivas, *et al.* 2002). En este bosque se presentan dos estratos arbóreos uno bajo y uno medio (Figura 33).

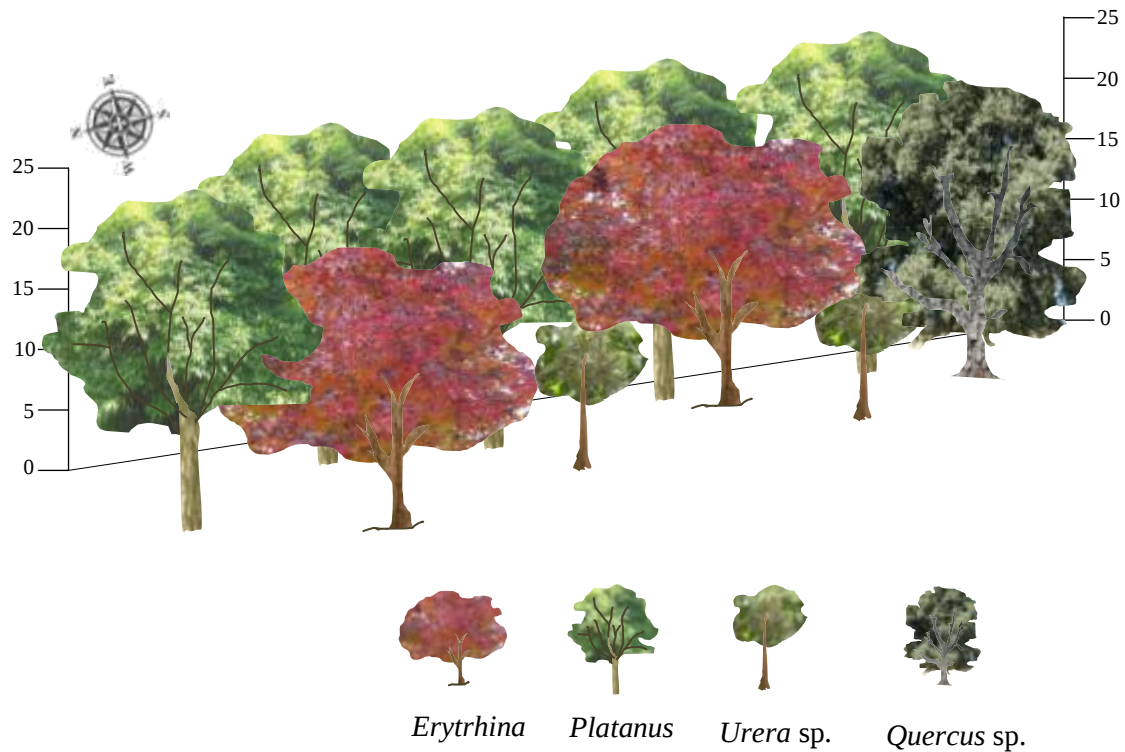


Figura 33: Estructura del Bosque de Galería del Chacalapa Sur.

Del total de especies sobresale tres; la más abundante es *Urera sp.* con 14.90%, esta especie y *Platanus mexicana* son la más frecuentes (9.50%), la última, en cuanto a PAP, representa un 42.10% (Cuadro 29). Esta especie es de las más características en los Bosques de Galería, tiene una alta tolerancia ecológica y está ampliamente distribuida a nivel nacional (Rzedoswki, 1978).

Cuadro 29: Valores de importancia de las especies encontradas en el Chacalapa Sur.	
Especie	Valor de importancia
<i>Platanus mexicana</i>	33.47%
<i>Urera</i> sp.	27.10%
<i>Quercus</i> sp.	17.77%
<i>Erythrina coralloides</i>	17.75%
99	16.56%
66	16.48%
90	15.76%
100	14.97%
96	14.36%
106	14.17%
104	13.98%
95	12.98%
93	11.78%
94	10.99%
103	10.97%
107	10.77%
91	10.19%
105	10.19%
90	10.19%
85	9.59%

Tecoloco Norte

Este es un bosque poco heterogéneo ya que sólo se encontraron 9 especies arbóreas en 300m²; se estiman cerca de 800 árboles por hectárea, considerando los valores de abundancia obtenidos, por lo cual este es un bosque poco denso (Corral-Rivas, *et al.* 2002). En este bosque se presentan dos estratos arbóreos uno bajo y uno medio (Figura 34).

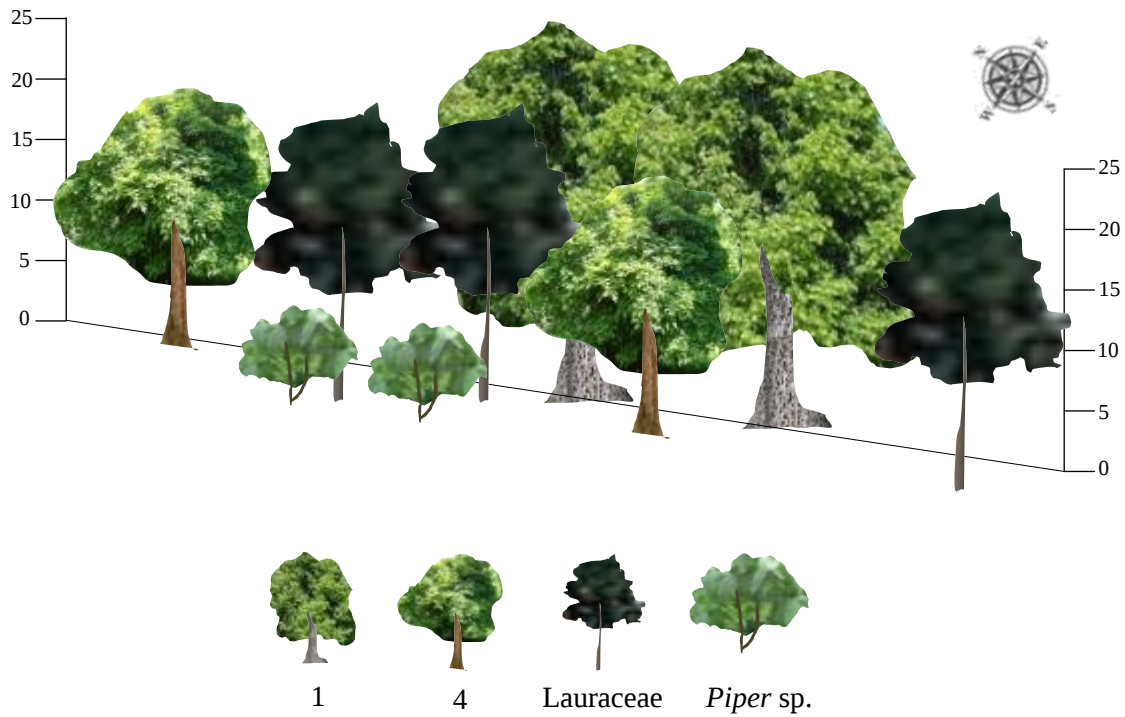


Figura 34: Estructura del Bosque de Galería del Tecoloco Norte.

Las especies más dominantes se establecieron como 4 y 1, ya que no fue posible encontrar material fértil para su determinación (flor o fruto), además de una especie de la familia Lauraceae (Cuadro 30). Al no conocer las especies es difícil realizar una descripción más detallada de la zona, no obstante es relevante mencionar que cerca de ésta existen desmontes destinados al desarrollo ganadero.

Cuadro 30: Valores de importancia de las especies encontradas en el Tecoloco Norte.	
Especie	Valor de importancia
4	69.06%
1	56.58%
Lauraceae	44.03%
8	31.91%
7	27.27%
6	19.84%
3	18.19%
2	17.21%
5	15.90%

Tecoloco Sur

Este es un bosque poco heterogéneo ya que sólo se encontraron 8 especies arbóreas en 300m²; se estiman cerca de 667 árboles por hectárea, considerando los valores de abundancia obtenidos, por lo cual este es un bosque poco denso (Corral-Rivas, *et al.* 2002). En este bosque se presentan dos estratos arbóreos uno bajo y uno medio (Figura 35).

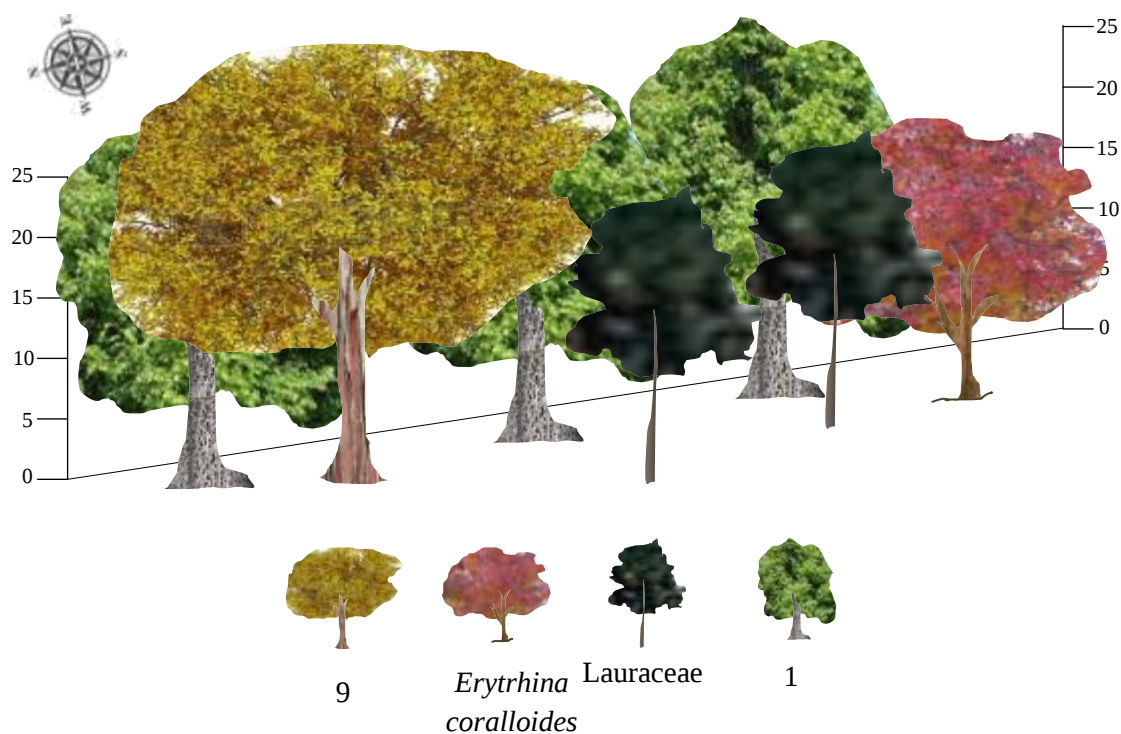


Figura 35: Estructura del Bosque de Galería del Tecoloco Sur.

Del total de especies sobresalen tres, una Lauraceae y dos que por su número de colecta se establecieron como 1 y 9, ya que no fue posible encontrar material fenológico para su determinación (flor o fruto). Las especies 9 y 1 son las más dominantes (30% y 20% respectivamente), esta última es la más frecuente (27.28%), sin embargo para el PAP la especie mejor representa es la Lauraceae (25.41%) (Cuadro 31). Al no conocer las especies se dificulta realizar una descripción más detallada de la zona, no obstante es relevante mencionar que cerca de esta existen desmontes para el desarrollo ganadero.

Cuadro 31: Valores de importancia de las especies encontradas en el Tecoloco Sur.	
Especie	Valor de importancia
1	51.89%
9	50.44%
Lauraceae	44.50%
3	42.74%
10	35.29%
<i>Erythrina coralloides</i>	31.92%
4	21.75%
14	21.74%

Parteaguas Sur (La Era)

Los resultados obtenidos indican que es un bosque homogéneo ya que se encontraron tres especies arbóreas en 300m²; sin embargo es muy denso puesto que se estiman cerca de 1'900 árboles por hectárea, considerando los valores de abundancia obtenidos (Corral-Rivas, *et al.* 2002). En este bosque se presentan dos estratos arbóreos uno bajo y uno medio (Figura 36).

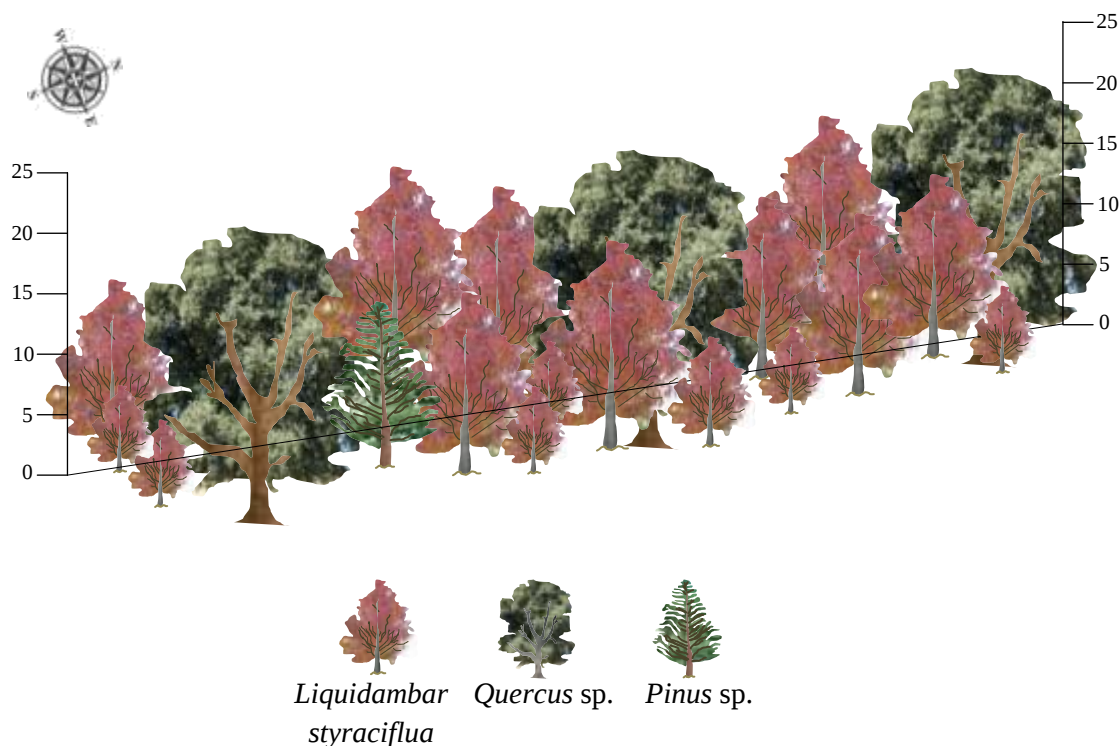


Figura 36: Estructura del BMM en el Parteaguas Sur (La Era).

De las tres especies sobresale *Liquidambar styraciflua*, siendo la especie más dominante (47.37%) y frecuente (42.84%), sin embargo, la especie con mayor PAP fue *Quercus* sp. (35,83%) (Cuadro 32). Al igual que en el bosque del Parteaguas Norte la presencia tan abundante de *L. styraciflua*, indica algún grado de disturbio, por lo cual se puede inferir que existió un aprovechamiento de la zona (Rzedoswki, 1978), empero los PAP's y las alturas encontrados (95 cm. y 17 m. respectivamente) son mayores a los hallados en el Parteaguas Norte, por lo cual se puede afirmar que el aprovechamiento lleva más años inactivo, ya que *L. styraciflua* crece cerca de 2.64 cm./año en PAP, en individuos maduros (Mendizábal-Hernández, *et al.* 2009, Williams, 1996).

Cuadro 32: Valores de importancia de las especies encontradas en el Parteaguas Sur (La Era).

Especie	Valor de importancia
<i>Liquidambar styraciflua</i>	123%
<i>Quercus</i> sp.	94.18%
<i>Pinus</i> sp.	82.61%

Índices de Diversidad. Los resultados obtenidos en las parcelas fueron procesados en el programa PAST, el cual arrojó los valores del índice de Shannon y α Fisher, estos se muestran en el cuadro siguiente (Cuadro 33)

Cuadro 33: Valores de índices de diversidad.		
Parcela	Shannon-Wiener (1964)	α Fisher (1943)
Parteaguas Norte	0.47	0.788
Ladera Norte	2.95	18.48
Chacalapa Norte	2.28	10.9
Chacalapa Sur	2.86	34.91
Tecoloco Norte	1.88	4.75
Tecoloco Sur	1.84	4.35
Parteaguas Sur	0.68	0.78

De acuerdo a los valores obtenidos del índice Shannon-Wiener, la Ladera Norte posee la diversidad más alta, concordante al tener la mayor cantidad de especies comparado con las demás parcelas, sin embargo; los resultados más altos de α Fisher fueron obtenidos en la parcela de Chacalapa Sur, demostrando que es muy heterogénea al poseer alta riqueza específica e individuos no dominantes; lo anterior se debe a que las parcelas se encuentran en sitios menos perturbados y con difícil acceso.

Asimismo las parcelas con menor diversidad fueron los dos Parteaguas, el situado al Norte se debe a la intensa tala para uso pecuario provocando la dominancia de *Liquidambar styraciflua*, especie heliófila y de rápido crecimiento. Mientras que en el Parteaguas Sur la diversidad es baja debido a una reforestación hecha por el rancho La Era utilizando en su mayoría *Pinus*, volviendo dominante a las especies de este género, que además son reflejados en los altos valores de importancia en estas especies. Las demás parcelas se sitúan en una diversidad media.

Para el análisis de los índices de diversidad se compararon los valores más altos de Shannon y α Fisher con otros estudios de diversidad de BMM del país (Cuadro 34)

Cuadro 34: Comparativo de la diversidad en diferentes BMM del país.				
Referencia	Año	Localidad (es)	Shannon-Wiener	α Fisher
Este trabajo	2014	Xochicoatlán	2.95	18.48
Hernández-Hernández.	2004	San Agustín Loxicha, Oax.	4.71	-
Mejía-Dominguez <i>et al.</i>	2004	Santo Tomás Teipán, Oax.	4.02	8.022
Meave <i>et al.</i>	1992	Parque Estatal Omitelmi, Ver.	4.9	5.6
Williams-Linera <i>et al.</i>	1996	Rancho Guadalupe, Ver.	-	12.2
Santiago y Jardel.	1993	Cerro Grande, Jal.-Col.	-	19.1
Sánchez-Rodríguez.	2003	Sierra de Manantlán, Jal.	5.2	22.7
Arellanes.	2000	Tiltepec, Oax.	4.0	10.6
Smith-Portilla.	1995	Coacatzintla, Ver.	-	14.5
Puig <i>et al.</i>	1983	Gómez Farías, Tamps.	4.2	9.3
Sánchez-Rodríguez <i>et al.</i>	2003	Cuzalapa, Jal.	2.91	10.34
Corral-Rivas.	2002	“El Cielo”, Tamps.	2.45	-
Grupo Mesófilo A.C.	2006	San Juan Yagila, Oax.	4.81	14.36
Catalán-Heverástico <i>et al.</i>	2003	Carrizal de Bravo, Gro.	3.3	15.3

De acuerdo a los valores obtenidos con α Fisher se dedujo que los bosques estudiados por Santiago y Jardel (1993) y Sánchez-Rodríguez (2002) fueron los más diversos independientemente del área de estudio, los menos diversos se presentaron en los bosques analizados por Meave *et al.* (1992) y Puig *et al.* (1983), mientras que el BMM de Xochicoatlán supera a nueve de los once trabajos considerados para los índices de diversidad α Fisher, situándolo en tercer lugar y lo señala como uno de los bosques con mayor riqueza de especies leñosas en el país. Lo anterior demuestra la urgente necesidad de establecer un programa de conservación y reforestación en la zona de estudio para evitar la desaparición de este valioso ecosistema.

Fauna

Invertebrados. Se determinaron 70 morfoespecies de invertebrados, 36 se reportan al nivel de Familia, 26 a Género y 8 a Especie. Del total 68 son artrópodos y 2 invertebrados no artrópodos (Cuadro 35 y Figura 37).

Este es el primer listado de artrópodos en la zona de estudio y en el municipio en conjunto. El estudio más cercano con la misma temática fue realizado por Del Carmen *et al.* en 2009 en el municipio de Tlanchinol, donde recolectaron 3'308 organismos del orden coleóptera y analizaron la estructura y composición de los ensambles estacionales. Reportan la presencia de 352 especies.

Cuadro 35: Listado de invertebrados.		
Orden/Familia	Especie	Notas
TRICLADIDA		
Dugesiiidae		
	<i>Dugesia</i> sp.	
Geoplanidae		
	<i>Bipalium</i> sp.	
SCOLOPENDROMORPHA		
Scolopendridae		
	<i>Scolopendra</i> sp.	
ARANAE		
Araneidae		
	<i>Argiope</i> sp.	
ODONATA		
Coenagrionidae		
	<i>Amphiagrion</i> sp.	Facultativo
	<i>Argia</i> sp.	Facultativo
PHASMATODEA		
Phasmatidae		
	Phasmatidae sp.	
ORTHOPTERA		
Romaleidae		
	<i>Taenipoda</i> sp.	

Tettigoniidae		
	<i>Microcentrum</i> sp.	
	<i>Scudderia</i> sp.	
HEMIPTERA		
Belostomatidae		
	<i>Belostoma</i> sp.	Facultativo
Cicadellidae		
	<i>Graphocephala coccinea</i>	
Coreidae		
	Coreidae sp.	
Corixidae		
	Corixidae sp.	
Gelastocoridae		
	Gelastocoridae sp.	
Gerridae		
	<i>Gerris</i> sp.	Facultativo
Membracidae		
	Membracidae sp.1	
	Membracidae sp.2	
Nepidae		
	<i>Ranatra</i> sp.	Facultativo
Notonectidae		
	<i>Notonecta</i> sp.	Intolerante
Veliidae		
	<i>Microvelia</i> sp.	Intolerante
DERMAPTERA		
Forficulidae		
	<i>Forficula</i> sp.	
BLATTODEA		
Blattidae		
	Blattidae sp.	
COLEOPTERA		

Tenebrionidae		
Tenebrionidae sp.		
Cerambycidae		
Cerambycidae sp.		
Chrysomelidae		
Chrysomelidae sp.1		
Chrysomelidae sp.2		
Carabidae		
Carabidae sp.		
Cicindelidae		
Cicindelidae sp.		
Meloidae		
Lytta sp.		
Passalidae		
Odontotaenius disjunctus		
Scarabaeidae		
Canthon sp.		
Macroductylus sp		
Plusiotis sp.		
Polyphylla petiti		Endémica
Scarabaeidae sp.		
Lampyridae		
Photinus sp.		
Staphylinidae		
Staphylinidae sp.		
MEGALOPTERA		
Corydalidae		
Corydalus sp.		Intolerante
HYMENOPTERA		
Formicidae		
Crematogaster sp.		
Mutillidae		

	Mutillidae sp.	
Pompilidae		
	<i>Pepsis</i> sp.	
Vespidae	Vespidae sp.1	
	Vespidae sp.2	
DIPTERA		
Dolichopodidae		
	<i>Condyllostylus</i> sp	
Tipulidae		
	<i>Tipula</i> sp.	Intolerante
LEPIDOPTERA		
Arctiidae		
	<i>Ectypia</i> sp.	
Erebidae		
	Erebidae sp. 1	
	Erebidae sp. 2	
	Erebidae sp. 3	
	Erebidae sp. 4	
	Erebidae sp. 5	
	Erebidae sp. 6	
	Erebidae sp. 7	
Geometridae		
	<i>Synchlora areata</i>	
Noctuidae		
	<i>Autographa californica</i>	
	Noctuidae sp. 1	
	Noctuidae sp. 2	
	Noctuidae sp. 3	
	Noctuidae sp. 4	
Nymphalidae		

<i>Greta oto</i>
Nymphalidae sp.
Pieridae
Pieridae sp.1
Pieridae sp. 2
Pieridae sp. 3
Pieridae sp. 4
Saturniidae
<i>Actias luna</i>
<i>Rothschildia jorulla</i>
Saturniidae sp.
Tortricidae
Tortricidae sp.

Algunos de los insectos reportados son indicadores de la buena calidad del agua, como: *Notonecta* sp., *Microvelia* sp., *Tipula* sp. y *Corydalus* sp. éstos son intolerantes a la contaminación orgánica, y fueron encontrados en el Río Chacalapa, el cual presenta los valores más bajos de Coliformes Totales y Fecales (Sandoval y Astudillo, 2000).

Organismos como *Amphiagrion* sp., *Argia* sp., *Belastoma* sp., *Gerris* sp. y *Ranatra* sp., son facultativos, lo que les confiere cierta resistencia a la contaminación orgánica (Sandoval y Astudillo 2000). Estos insectos se encontraron en los tres puntos de muestreo de agua, su presencia refleja que los ríos se encuentran en proceso de contaminación o que se encuentran medianamente perturbados (Roldán-Pérez, 1999). En el caso del Río Cahcalapa comparten el nicho con otros que indican una buena calidad de agua (Roldán-Pérez, 1999).

a) *Bipalium* sp.



b) *Scolopendra* sp.



d) *Amphiagrion* sp.



c) *Argia* sp.



e) *Notonecta* sp.



f) *Ranatra* sp.



g) *Gerris* sp.



h) *Microvelia* sp.



i) *Graphocephala coccinea*.



j) *Lytta* sp.



k) *Odontotaenius disjunctus*



l) *Polyphylla petiti*



m) *Plusiotis* sp.



n) *Corydalus* sp.



o) *Crematogaster* sp.



p) *Pepsis* sp.



q) *Greta oto*.



Figura 37: Invertebrados encontrados en Xochicoatlán.

Anfibios. A pesar de que México posee una gran riqueza de especies relacionada a los anfibios (382 especies) que lo sitúa en el quinto lugar a nivel mundial (Frost, 2013). Una gran proporción de estas especies son endémicas y generalmente se desarrollan en la Península de Yucatán, la Depresión del Balsas y el Eje Neovolcánico. Sin embargo, los estudios realizados en la Sierra Madre Oriental y en especial en el Estado de Hidalgo son escasos (Cuadro 36 y Figura 38).

Reportes de anfibios para Hidalgo

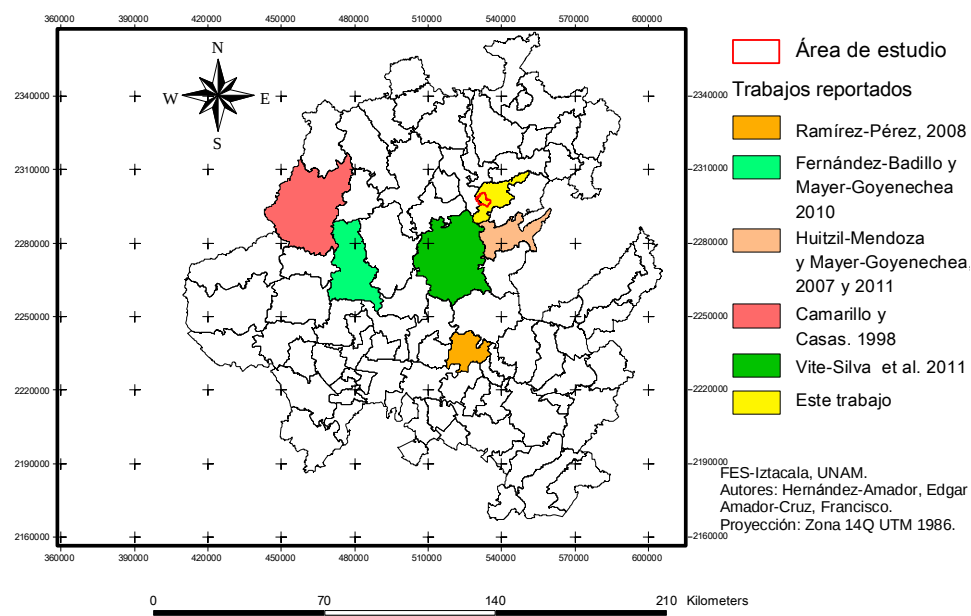


Figura 38. Trabajos de riqueza de anfibios realizados en el estado de Hidalgo.

Cuadro 36: Comparativo del número de especies de anfibios reportadas para el estado de Hidalgo y zonas aledañas al municipio.

Autor (es)	Año	Localidad (es)	Número de especies
Este estudio	2014	Xochicoatlán	7
Camarillo y Casas	1998	Zacualtipán y Huayacocotla	6
Huitzil-Mendoza	2007	Zimapán	6
Ramírez-Pérez	2008	Parque Nacional El Chico	8
Fernández-Badillo y Mayer-Goyenechea	2010	Valle del Mezquital	7
Vite-Silva <i>et al.</i>	2010	Barranca de Mezquitlán	5
Ramírez-Bautista <i>et al.</i>	2010	Estatál	54
Huitzil-Mendoza y Mayer-Goyenechea	2011	Zimapán	6
Hernández-Salinas y Ramírez-Bautista	2012	Estatál	31

Pero se ha demostrado que Hidalgo posee una alta riqueza potencial de especies endémicas, con valores parecidos a los de parte sur de la Península de Yucatán (Ochoa y Flores Villela, 2006), tan es así que, en este trabajo se reporta la presencia de cinco especies endémicas de la Sierra Madre Oriental, en las dos microcuencas estudiadas del municipio de Xochicoatlán.

Se determinaron siete especies de anfibios, pertenecientes a tres familias y seis géneros, todas se encuentran incluidas en alguna categoría de protección; dos especies son enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, una en Peligro de Extinción (P) y una Amenazada (A). Siete en la IUCN, una En Peligro (EN), dos Vulnerables (VU), dos Casi Amenazadas (NT) y dos en Preocupación Menor (LC) (Cuadro 37 y Figura 39).

En la lista anotada de anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México (Ramírez-Bautista, *et al.*, 2010), se reporta la presencia de las especies *Rhinella marina*, *Incilius valliceps* y *Ecnomiohyla miotympanum* para el municipio de Xochicoatlán. El presente trabajo, como contribución, reporta como nuevos registros a *Chiropterotriton chondrostega*, *Craugastor rhodopis*, *Charadrahyla taeniopus*, *Hyla euphorbiacea*, *Hyla eximia* y *Smilisca baudini*.

Cuadro 37: Listado de anfibios. Categorías de riesgo: 1=Según la NOM-059-SEMARNAT-2010; P=Peligro de extinción y A= Amenazada, 2= Según la IUCN (2013); EN=En peligro, VU=Vulnerable, NT=Casi amenazado y LC=Preocupación menor, Registro: Cap= Capturado. *= Nuevo registro para el municipio.						
Orden/familia/ especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	Endemismo	Registro	
CAUDATA						
Plethodontidae						
<i>Chiropterotriton chondrostega</i> (Taylor, 1941) *	Salamandra cartilaginosa	P	EN	Sí	Cap	
ANURA						
Craugastoridae						
<i>Craugastor rhodopis</i> (Cope, 1867) *	Rana de hojarasca		VU		Cap	
Hylidae						
<i>Ecnomiohyla miotympanum</i> (Cope, 1863)	Calate arborícola		NT	Sí	Cap	
<i>Charadrahyla taeniopus</i> (Günther, 1901) *	Calate	A	VU	Sí	Cap	
<i>Hyla euphorbiacea</i>	Ranita de alta montaña		NT	Sí	Cap	

(Günther, 1858) *				
<i>Hyla eximia</i> (Baird, 1854) *	Rana de árbol de montaña	LC	Sí	Cap
<i>Smilisca baudini</i> (Duméril & Briçon, 1841) *	Rana de árbol mexicana	LC		Cap

a) *Chiropterotriton chondrostega*



b) *Craugastor rhodopsis*



c) *Ecnomiohyla miotympanum*



d) *Charadrahyla taeniopus*



e) *Hyla euphorbiacea*



f) *Hyla eximia*



g) *Smilisca baudini*



Figura 39: Anfibios observados en el área de estudio.

Reptiles. México posee una gran riqueza de especies relacionadas a reptiles (872), segundo lugar a nivel mundial (CONABIO, *et al.*, 2010). Una gran proporción de estas especies son endémicas y al igual que los anfibios se desarrollan principalmente en la Península de Yucatán, la Depresión del Balsas y el Eje Neovolcánico. También se ha registrado una alta diversidad en las zonas montañosas del centro de México donde predominan tipos de vegetación como los bosques templados y bosques mesófilos de montaña (Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista, 2012). Lo anterior puede deberse a que existen suficientes recursos bióticos y requerimientos abióticos para el desarrollo de este grupo, como la accidentada topografía, la variación del relieve que origina microhábitats diversos, la capacidad de colonización de los reptiles y su tolerancia a los cambios en la temperatura (Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista, 2012).

Aunque se ha calculado que la diversidad de herpetozoos para Hidalgo es de 173 especies (Huitzil-Mendoza, 2007), de los cuales 88 son reptiles (Flores-Villela y García-Márquez, 2014); existen pocos estudios para el estado (Cuadro 38 y Figura 40) y los que se han hecho están enfocados en las regiones centro y sur, dejando de lado la parte norte, en particular al municipio de Xochicoatlán. En este trabajo se reporta la presencia de cuatro especies endémicas de México.

Reportes de reptiles para Hidalgo.

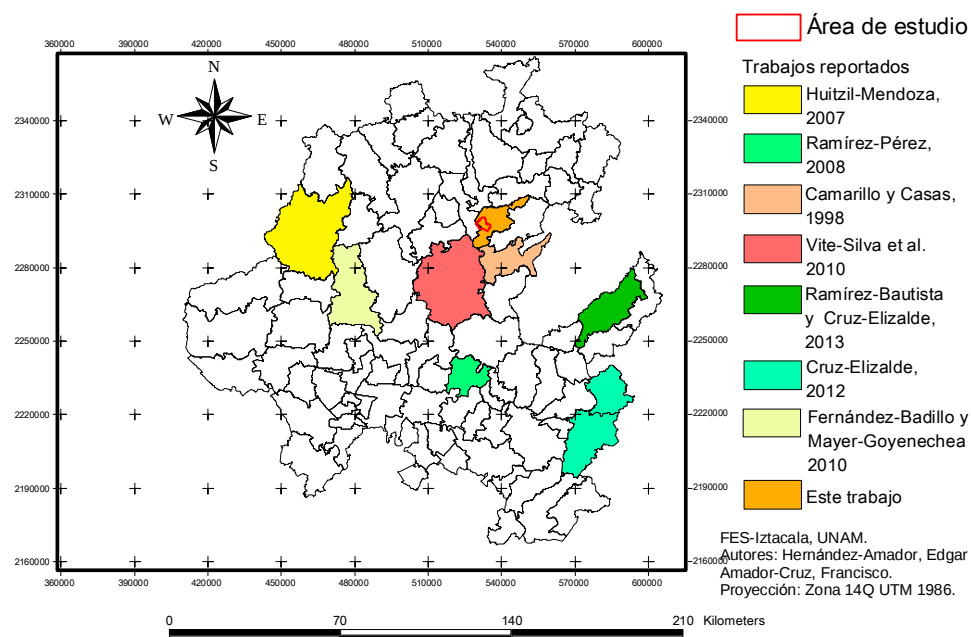


Figura 40. Trabajos de riqueza de reptiles realizados en el estado de Hidalgo.

Cuadro 38: Comparativo del número de especies de reptiles reportadas para el estado de Hidalgo y zonas aledañas al municipio.			
Autor (es)	Año	Localidad (es)	Número de especies
Este estudio	2014	Xochicoatlán	13
Camarillo y Casas	1998	Zacualtipán y Huayacocotla	16
Huitzil-Mendoza	2007	Zimapán	11
Ramírez-Pérez	2008	Parque Nacional El Chico	14

Fernández-Badillo y Mayer-Goyenechea	2010	Valle del Mezquital	30
Vite-Silva <i>et al.</i>	2010	Barranca de Mezquitlán	21
Ramírez-Bautista <i>et al.</i>	2010	Estatál	119
Huitzil-Mendoza y Mayer-Goyenechea	2011	Zimapán	4
Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista	2012	Acaxochitlán y Cuauhtepic de Hinojosa	25
Ramírez-Bautista y Cruz-Elizalde	2013	Acaxochitlán y San Bartolo Tutotepec	22

Se determinaron trece especies de reptiles, pertenecientes a seis familias y once géneros. Del total, doce se encuentran en alguna categoría de protección; seis especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres en Protección especial (Pr) y tres en Amenazada (A). Ocho en la IUCN, siete en Preocupación menor (LC) y una Vulnerable (VU) y una en CITES (Apéndices I, II y III) (Cuadro 39 y Figura 41).

En la lista anotada de anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México (Ramírez-Bautista, *et al.*, 2010), se reporta sólo a *Sceloporus variabilis* para el municipio de Xochicoatlán. Este trabajo, como contribución, reporta diez nuevos registros para el municipio. Las especies *Bothrops asper* y *Atropoides nummifer*, se reportan por comunicación de los habitantes de la región, sin embargo, con la referencia de que *Bothrops asper* está reportando para Molango y *Atropoides nummifer* para Tlanchinol, colindantes de Xochicoatlán, pudiendo validar su presencia en la zona.

Cuadro 39: Listado de reptiles. Categorías de riesgo: 1=Según la NOM-059-SEMARNAT-2010; A=Amenazada y Pr= Protección especial, 2= Según la IUCN (2013); VU= Vulnerable y LC=Preocupación menor, Registro: Obs=Observado; Cap= Capturado y CP= Comunicación personal. *= Nuevo registro para el municipio.

Orden/familia/especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Endemismo	Registro
LACERTILIA						
Scincidae						
<i>Plestiodon lynxe</i> (Wiegmann, 1834)*	Eslizón de bosque de encinos	Pr			Sí	Obs
Phrynosomatidae						
<i>Sceloporus grammicus</i> <i>disparilis</i> (Wiegmann, 1828)*	Lagartija escamosa de mezquite	Pr	LC			Cap
<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija		LC		Sí	Cap

(Wiegmann, 1828)*					
<i>Sceloporus serrifer</i> (Cope, 1866)*	Lagartija espinosa azul		LC		Cap
<i>Sceloporus variabilis</i> (Wiegmann, 1834)	Lagartija escamosa panza rosada				Cap
SERPENTES					
Colubridae					
<i>Coniophanes fissidens</i> (Günther, 1858)*	Culebra vientre amarillo				Cap
<i>Lampropeltis triangulum</i> (Lacépède, 1788)*	Culebra real coralillo	A			Cap
<i>Ninia diademata</i> (Baird & Girard, 1853)*	Falsa coralillo		LC		Cap
<i>Storeria hidalgoensis</i> (Taylor, 1942)*	Culebra cabeza parda		VU	Sí	Cap
Natricidae					
<i>Thamnophis sumichrasti</i> (Cope, 1866)*	Culebra listonada	A	LC	Sí	Cap
Elapidae					
<i>Micrurus diastema</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)*	Coralillo	Pr	LC	III	Cap
Viperidae					
<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1883)	Cuatro narices				CP
<i>Atropoides nummifer</i> (Rüppell, 1845)	Nauyaca	A	LC		CP

a) *Sceloporus variabilis* (hembra)



b) *Sceloporus variabilis* (macho)



c) *Sceloporus grammicus disparilis*



d) *Sceloporus serrifer*



e) *Sceloporus scalaris*



f) *Lampropeltis triangulum*



g) *Thamnophis sumichrasti*



h) *Storeria hidalgoensis*



i) *Ninia diademata*



j) *Coniophanes fissidens*



k) *Micrurus diastema*



Figura 41: Reptiles encontrados en el área de estudio.

Aves. El conocimiento de la avifauna en Hidalgo es escaso, aunque en la última década se han incrementado los esfuerzos de investigación encontrando nuevos registros y ampliando el conocimiento de la avifauna para el estado; sin embargo, aún falta muchas zonas por cubrir, siendo el municipio de Xochicoatlán un área de interés por tener un nivel de conservación aceptable de bosques mesófilos de montaña donde se encuentra la mayor riqueza de endemismos (Martínez-Morales *et al.*, 2007). El estudio más actual de riqueza de aves para Hidalgo demuestra que existen 502 especies de aves (Valencia-Herverth *et al.*, 2012) (Cuadro 40 y Figura 42).

Reportes de aves para Hidalgo.

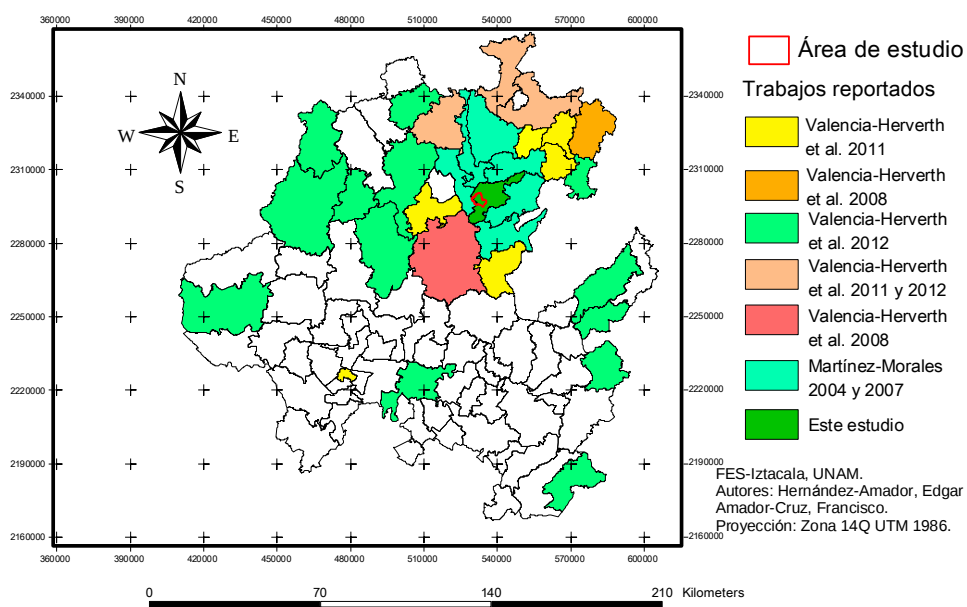


Figura 42. Trabajos de riqueza de aves realizados en el estado de Hidalgo.

Cuadro 40: Comparativo del número de especies de aves reportadas para el estado de Hidalgo y zonas aledañas al municipio.			
Autor (es)	Año	Localidad (es)	Número de especies
Este estudio	2014	Xochicoatlán	82
Martínez-Morales	2004	Tlahuelompa, Coatempa, Tlanchinol, Lontla, Mojonera, Tenango y Soyatla.	6
Martínez-Morales	2007	Tlanchinol, Calnali, Lolotla, Molango de Escamilla, Xochicoatlán, Tianguistengo y Zacualtipán de Ángeles	181
Martínez-Morales <i>et al.</i>	2007	Estatál	456
Valencia-Herverth <i>et al.</i>	2008	Huautla, Huejutla, Orizatlán y Tlanchinol	11
Valencia-Herverth <i>et al.</i>	2011	Región Huasteca, Reserva de la Biosfera Barranca de Mezquitlán y Laguna de Tecocomulco	18
Valencia-Herverth <i>et al.</i>	2012	Estatál	18
Valencia-Herverth <i>et al.</i>	2012b	Atlapexco, Huautla, Huazalingo, Huejutla de Reyes, San Felipe Orizatlán, Huehuetla, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria y Tepeapulco	5

Este listado es el primero realizado para el municipio. En este estudio se determinaron 82 especies de aves, pertenecientes a 71 géneros y 30 familias. De manera general trece se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010; ocho en Protección especial (Pr); cuatro en Amenazada (A) y una en Peligro de extinción (P). Setenta y cuatro en la IUCN; 73 en Preocupación Menor (LC) y una en Vulnerable (Vu); once en CITES, una en el Apéndice I, ocho en el Apéndice II, *Accipiter cooperii* y *Buteo brachyurus* se encuentran en los Apéndices II y III; y 35 en la NMBCA (Cuadro 41 y Figura 43).

De las 82 especies reportadas, tres son endémicas de México, de éstas *Dendrortyx barbatus* y *Myadestes unicolor* tiene distribución restringida a la vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña; y cuatro cuasiendémicas.

Asimismo cuatro especies son introducidas, 62 son residentes todo el año, 12 son migratorios sólo en época de no reproducción, tres son migratorios y de *Spizella passerina* no se tienen reportes en las zonas aledañas, por lo cual se consideró una especie ocasional.

Cuadro 41: Listado de avifauna. Categorías de riesgo: 1=Según la NOM-059-SEMARNAT-2010; P=Peligro de extinción, A=Amenazada y Pr=Protección especial, 2= Según la IUCN (2013); VU=Vulnerable y LC=Preocupación menor. Endemismo (End.): CE= Cuasiendémico. Estacionalidad (Est.): I=Introducido, R=Residente todo el año, MN= Migratorio en época de no reproducción, M=Migratorio y O=Ocasional, Registro: Obs=Observado.

Orden/familia/especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	NMBCA	End.	Est.	Registro
ANSERIFORMES								
Anatidae								
<i>Anser anser</i> (Linnaeus, 1758)	Pato		LC				I	Obs
<i>Cairina moschata domestica</i> (Linnaeus, 1758)	Pato real						R	Obs
GALLIFORMES								
Odontophoridae								
<i>Dendrortyx barbatus</i> (Gould, 1846)	Codorniz coluda veracruzana	P	VU			Sí	R	Obs
PELECANIFORMES								
Ardeidae								
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garza ganadera		LC		Sí		MN	Obs
ACCIPITRIFORMES								
Cathartidae								
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Zopilote común		LC		Sí		R	Obs
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Zopilote aura		LC		Sí		R	Obs
Accipitridae								
<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte, 1828)	Gavilán de Cooper	Pr	LC	II, III	Si		MN	Obs
<i>Buteogallus anthracinus</i> (Deppe, 1830)	Aguililla negra menor	Pr	LC	II	Si		R	Obs
<i>Buteo brachyurus</i> (Vieillot, 1816)	Águila cola corta		LC	II, III			R	Obs
<i>Buteo albicaudatus</i> (Vieillot, 1816)	Aguililla cola blanca	Pr	LC	II			R	Obs
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja			II	Sí		MN	Obs

(Gmelin, 1788)						
COLUMBIFORMES						
Columbidae						
<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)	Paloma		LC		I	Obs
<i>Patagioenas flavirostris</i> (Wagler, 1831)	Paloma morada		LC	Si	R	Obs
<i>Streptopelia decaocto</i> (Frivaldszky, 1838)	Paloma de collar		LC		I	Obs
<i>Columbina inca</i> (Lesson, 1847)	Tortolita		LC		R	Obs
APODIFORMES						
Trochilidae						
<i>Eugenes fulgens</i> (Swainson, 1827)	Colibrí magnífico		LC	II	Sí	R Obs
<i>Campylopterus curvipennis</i> (Lichtenstein, 1830)	Fandanguero colacuña		LC	II		R Obs
<i>Amazilia cyanocephala</i> (Lesson, 1829)	Colibrí corona azul		LC	II		R Obs
TROGONIFORMES						
Trogonidae						
<i>Trogon collaris</i> (Vieillot, 1817)	Trogón de collar	Pr	LC			R Obs
CORACIIFORMES						
Momotidae						
<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766)	Momoto mayor		LC			R Obs
Alcedinidae						
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	Martín pescador verde		LC			R Obs
PICIFORMES						
Ramphastidae						
<i>Aulacorhynchus prasinus</i> (Gould, 1833)	Tucán esmeralda	Pr	LC			R Obs
Picidae						
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero		LC			R Obs

(Swainson, 1827)	bellotero							
<i>Colaptes auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Carpintero de pechera		LC				R	Obs
<i>Campephilus guatemalensis</i> (Hartlaub, 1844)	Carpintero pico plata	Pr	LC				R	Obs
FALCONIFORMES								
Falconidae								
<i>Caracara cheriway</i> (Jacquin, 1784)	Quebrantahuesos		LC	II			R	Obs
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	Cernícalo americano		LC	II		Sí	MN	Obs
<i>Falco peregrinus</i> (Tunstall, 1771)	Halcón peregrino	Pr	LC	I		Si	MN	Obs
PASSERIFORMES								
Furnariidae								
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	Trepatroncos oliváceo		LC				R	Obs
<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i> (Lesson, 1840)	Trepatroncos gigante		LC				R	Obs
<i>Xiphorhynchus erythropygius</i> (Sclater, 1859)	Trepatroncos manchado	A	LC				R	Obs
Tyrannidae								
<i>Camptostoma imberbe</i> (Sclater, 1857)	Mosquero lampiño		LC			Si	R	Obs
<i>Contopus</i> sp.								
<i>Empidonax occidentalis</i> (Nelson, 1897)	Mosquero barranqueño		LC			Sí	R	Obs
<i>Empidonax</i> sp.								
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	Mosquero cardenal		LC			Sí	R	Obs
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Luis bienteveo		LC				R	Obs
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Luis gregario		LC				R	Obs

<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	Tirano tropical		LC	Sí	R	Obs
<i>Tyrannus verticalis</i> (Say, 1823)	Tirano pálido		LC	Sí	M	Obs
Vireonidae						
<i>Vireo solitarius</i> (A. Wilson, 1810)	Vireo anteojo		LC	Sí	MN	Obs
Corvidae						
<i>Cyanocorax yncas</i> (Boddaert, 1783)	Chara verde		LC		R	Obs
<i>Aphelocoma unicolor</i> (Du Bus De Gisignies, 1847)	Chara unicolor	A	LC		R	Obs
Hirundinidae						
<i>Stelgidopteryx serripennis</i> (Audubon, 1838)	Golondrina ala serrada		LC	Sí	R	Obs
<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	Golondrina tijereta		LC	Si	R	Obs
Troglodytidae						
<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot, 1809)	Chivirín saltapared		LC	Sí	R	Obs
<i>Campylorhynchus gularis</i> (Sclater, 1861)	Matraca encinera o serrana		LC	Sí	R	Obs
Poliophtilidae						
<i>Poliophtila caerulea</i> (Linnaeus, 1766)	Perlita		LC	Sí	R	Obs
Regulidae						
<i>Regulus calendula</i> (Linnaeus, 1766)	Reyezuelo de rojo		LC	Si	MN	Obs
Turdidae						
<i>Sialia sialis</i> (Linnaeus, 1758)	Azulejo garaganta canela		LC	Sí	R	Obs
<i>Myadestes unicolor</i> (Sclater, 1857)	Clarín unicolor	A	LC		R	Obs
<i>Turdus grayi</i> (Bonaparte, 1838)	Mirlo pardo		LC		R	Obs

<i>Turdus assimilis</i> (Cabanis, 1850)	Zorzal garganta blanca		LC		R	Obs
Mimidae						
<i>Melanotis caerulescens</i> (Swainson, 1827)	Mulato azul		LC	Sí	R	Obs
Ptilogonatidae						
<i>Ptilogonys cinereus</i> (Swainson, 1824)	Capulínero gris		LC	CE	R	Obs
Parulidae						
<i>Setophaga coronata</i> (Linnaeus, 1766)	Chipe coronado	A	LC	Sí	MN	Obs
<i>Setophaga townsendi</i> (Townsend, 1837)	Chipe negroamarillo		LC	Sí	MN	Obs
<i>Basileuterus rufifrons</i> (Swainson, 1837)	Chipe gorra rufa			CE	R	Obs
Emberizidae						
<i>Sporophila torqueola</i> (Bonaparte, 1850)	Semillero de collar		LC		R	Obs
<i>Tiaris olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	Semillero oliváceo		LC		R	Obs
<i>Arremon brunneinucha</i> (Lafresnaye, 1839)	Escribano		LC		R	Obs
<i>Aimophila ruficeps</i> (Cassin, 1852)	Zacatonero corona rufa		LC	Sí	R	Obs
<i>Melospiza fusca</i> (Swainson, 1827)	Pájara vieja		LC		R	Obs
<i>Spizella passerina</i> (Bechstein, 1798)	Gorrión ceja blanca		LC	Sí	O	Obs
<i>Melospiza lincolnii</i> (Audubon, 1834)	Gorrión de Lincoln			Sí	MN	Obs
<i>Junco phaeonotus</i> (Wagler, 1831)	Junco ojo de lumbre		LC	CE	R	Obs
Cardinalidae						
<i>Piranga flava</i> (Vieillot, 1822)	Tángara encinera		LC	Sí	R	Obs
<i>Piranga leucoptera</i>	Tángara aliblanca		LC		R	Obs

(Trudeau, 1839)	tropical					
<i>Pheucticus ludovicianus</i> (Linneo, 1766)	Picogordo pecho rosa	LC	Si	MN	Obs	
<i>Passerina caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	Picogordo azul	LC	Sí	R	Obs	
<i>Passerina versicolor</i> (Bonaparte, 1838)	Colorín morado	LC	Sí	R	Obs	
Icteridae						
<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	Tordo cantor	LC		R	Obs	
<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	Zanate mayor	LC		R	Obs	
<i>Molothrus aeneus</i> (Wagler, 1829)	Tordo ojirrojo	LC	Sí	R	Obs	
<i>Molothrus ater</i> (Boddaert, 1783)	Tordo cabeza café	LC	Si	MN	Obs	
<i>Icterus graduacauda</i> (Lesson, 1839)	Bolsero de Baltimore	LC	Sí	M	Obs	
<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	Bolsero cabeza negra	LC	Sí	CE	R	Obs
<i>Psarocolius montezuma</i> (Lesson, 1830)	Zacua mayor	Pr	LC	R	Obs	
Fringillidae						
<i>Euphonia elegantissima</i> (Bonaparte, 1838)	Euphonia capucha azul	LC		R	Obs	
<i>Haemorhous mexicanus</i> (Statius Muller, 1776)	Gorión mexicano	LC		R	Obs	
<i>Spinus notata</i> (Du Bus De Gisignies, 1847)	Jilguero encapuchado	LC		R	Obs	
Passeridae						
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Gorrión casero	LC		I	Obs	

El listado de aves existente más cercano a la zona de estudio es el reportado por el AICAS 35 en Tlanchinol (CONABIO et al., 2002), en el cual reportan 141 especies en 22, 294.34 ha, por lo cual se puede asegurar que el número de especies de aves en Xochicoatlán puede ser mayor que el reportado. Por esto se sugiere aumentar el tamaño del área de estudio, ya que en este trabajo se estudiaron 1, 832 ha. Martínez-Morales (2004) aseguró que Tlanchinol no es la única área de importancia y quizás no sea la más importante en extensión y riqueza de especies, por tanto se sugiere ampliar la superficie del AICAS 35 de tal forma que incluya al municipio de Xochicoatlán.

Este estudio se determinaron seis especies que no se encuentran en el listado de AICAS 35, de éstas la mayoría son de gran importancia, ya que dos se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr) (*Buteo albicaudatus* y *Falco peregrinus*); tres en CITES (*Buteo albicaudatus*, *Buteo brachyurus* y *Falco peregrinus*); una es cuasiendémica (*Junco phaeonotus*) y una es endémica (*Campylorhynchus gularis*); además una se encuentran en la NMBCA (*Falco peregrinus*) (CONABIO, et al., 2002).

Por otro lado, las poblaciones de especies exóticas *Streptopelia decaocto*, *Passer domesticus*, *Columba livia* y *Bubulcus ibis* son de particular interés, por lo que se deben someter a un control, ya que compiten con las aves nativas por alimento y espacio, desplazándolas a tal grado de ponerlas en riesgo de extinción. Las tres primeras se consideran especies invasoras de mayor impacto dentro de las ANP's (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). *Passer domesticus* compite por el alimento con *Haemorrhous mexicanus* y *Columbina inca*, por espacios de anidación con *Hirundo rustica* y es portadora del virus de la encefalitis equina que afecta a otras aves y mamíferos incluido el ser humano. *Columba livia* también compite por alimento con *H. mexicanus* y *C.inca*, además de transmitir la ornitosis y causar la enfermedad de Newcastle. *Bubulcus ibis* compite por el alimento con las dos especies de *Molothrus* reportadas y es vector de la enfermedad del botulismo que afecta otras aves y al humano (Álvarez-Romero et al., 2008). Por último *S. decaocto*, se debe tener especial atención por ser una especie euroasiática que ha sido pobremente reportada en México pero que está en proceso de colonización (Valencia-Herverth et al., 2011).

Existen otros factores que pueden llevar a la extinción local como el impacto generado por las actividades pecuarias de la región que disminuyen el área de vegetación del BMM, afectando de manera directa a especies como *D. barbatus*, *X. erythropygius* y *M. unicolor* (Martínez-Morales, 2007), además de las aves rapaces que necesitan amplias áreas de forrajeo y son sensibles a la perturbación (Valencia-Herverth et al., 2012).

El estudio realizado por Martínez-Morales (2007), menciona que entre las especies raras de encontrar se encuentran *Patagioenas flavirostris*, *Momotus momota*, *Dendrortyx*

barbatus, *Aulacorhynchus prasinus*, *Colaptes auratus* y *Xiphocolaptes promeropirhynchus*, mismas que fueron observadas una sola vez durante el estudio.

En 2004, Martínez-Morales, realizó nuevos registros de aves en la zona conocida como Coatempa (20°39'36''N-98°37'47''O y 20°48'00''N- 98°48'36''O), que incluye los municipios de Tianguistengo, Molango de Escamilla, Zacualtipán de Ángeles y Xochicoatlán, reportando a *Glaucidium sanchezi*, a 8.85 km de la cabecera municipal, en una altitud de 1750 m.s.n.m.; a *Cyanolyca nana*, a 9.30 km de la cabecera municipal, a 1760 m.s.n.m; y a *Peucedramus taeniatus*, a 8.92 km de la cabecera municipal, a 1870 m.s.n.m. La importancia reside en que *G. sanchezi* es endémico y está catalogado en Peligro de Extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010; y *C. nana* es endémica y catalogada en Peligro de Extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Vulnerable por la IUCN. Debido a que las aves pueden desplazarse grandes distancias y a que nuestra zona de estudio está dentro del área de distribución de las especies antes referidas, pudiendo considerar la posibilidad de encontrar estas especies en las microcuencas de Xochicoatlán.

Conocer la riqueza, distribución y ecología servirá para establecer estrategias de manejo para la conservación, sobretodo en éstas zonas que contienen especies en alguna categoría de riesgo y sensibles a la fragmentación de su hábitat (Martínez-Morales, 2007). Ejemplo de ellos son cambios en el uso de suelo más amigables con la estructura del bosque como el cultivo de café de sombra, que puede funcionar como hábitat para numerosas especies de aves, a diferencia de lo que ocurre actualmente en la región donde el Bosque Mesófilo de Montaña es transformado en pastizales para el ganado vacuno.

a) *Cairina moschata domestica*



b) *Anser anser*



c) *Coragyps atratus*



d) *Cathartes aura*



e) *Buteo brachyurus*



f) *Buteogallus anthracinus* y *Accipiter cooperii*



g) *Streptopelia decaocto*



h) *Chloroceryle americana*



i) *Momotus momota*



j) *Amazilia cyanocephala*



k) *Eugenes fulgens*



l) *Melanerpes formicivorus*



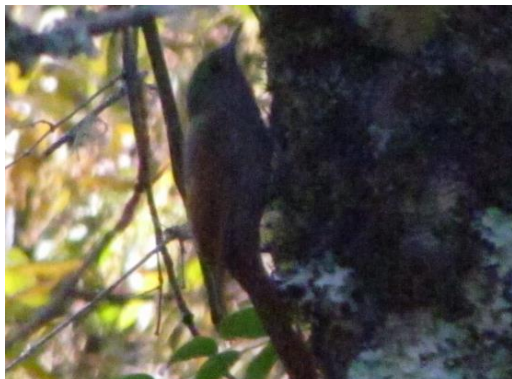
m) *Caracara cheriway*



n) *Falco sparverius*



o) *Sittasomus griseicapillus*



p) *Xyphocolaptes promeropyrhynchus*



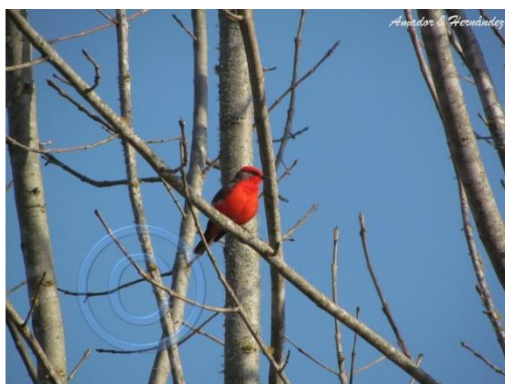
q) *Xyphorhynchus erythropygius*



r) *Camptostoma imberbe*



s) *Pyrocephalus rubinus*



t) *Tyrannus verticalis*



u) *Tyrannus melancholicus*



v) *Troglodytes aedon*



w) *Camphylorhynchus gularis*



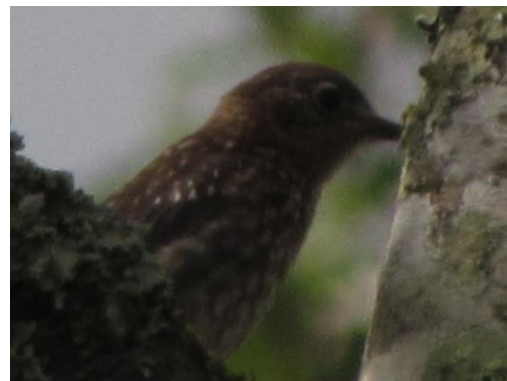
x) *Turdus assimilis*



y) *Turdus grayi*



z) *Myadestes unicolor*



a') *Ptilonotus cinereus*



b') *Setophaga coronata*



c') *Setophaga townsendi*



d') *Junco pahenotus*



e') *Sporophila torqueola*



f') *Tiaris olivaceus*



g') *Piranga flava*



h') *Piranga leucoptera*



i') *Passerina caerulea*



j') *Pheucticus ludovicianus*



k') *Aphelocoma unicolor*



l') *Cyanocorax yncas*



m') *Icterus galbula*



n') *Icterus graduacauda*



o') *Melanotis caurelescens*



p') *Regulus calendula*



q') *Carduelis notata*



r') *Haemorhous mexicanus*



s') *Trogon collaris*



t') *Empidonax* sp.



Figura 43: Imágenes de algunas aves registradas

Mamíferos. Para el estado de Hidalgo se tienen registradas 154 especies (29% del total del país), cifra que lo ubica en el quinto lugar a nivel nacional en cuanto a riqueza de mamíferos, después de Chiapas (204), Oaxaca (191), Jalisco (172) y Veracruz (170); siendo el orden Chiroptera y Rodentia los que albergan mayor riqueza específica (65 y 47 respectivamente) (Mejenes-López, 2010)

Estudios cercanos a la zona de estudio son los de Cervantes *et al.* (2002), Morales-García (2007), Hernández-Flores y Rojas-Martínez (2010) y Mejenes-López *et al.* (2010); el primero fue un estudio de mamíferos pequeños que reporta 28 especies para Tlanchinol, de los cuales 12 son murciélagos. El segundo estudio se evaluó la diversidad de especies de mamíferos en un bosque templado de pino-encino sometido a aprovechamiento forestal en el municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo. El tercero fue un listado de los mamíferos del Parque Nacional El Chico con 30 especies reportadas, 13 de ellas reportadas por primera vez para el parque y el cuarto es una recopilación de información referente a la mastofauna hidalguense, donde mencionan que en el Estado existen cerca de 154 especies, sin embargo en ninguno se hace referencia al municipio de Xochicoatlán (Figura 44).

Además existen tres estudios más enfocados a riqueza de murciélagos, Juárez-Castillo (2006) y Cornejo-Latorre *et al.* (2011) ambos sobre riqueza y abundancia de murciélagos en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán y el de Aguilar-López *et al.* (2012) que reportan cuatro nuevos registros para Hidalgo (*Eptesicus furinalis*, *Glossophaga morenoi*, *Myotis auriculus* y *Platyrrhinus helleri*).

Reportes de mamíferos para Hidalgo.

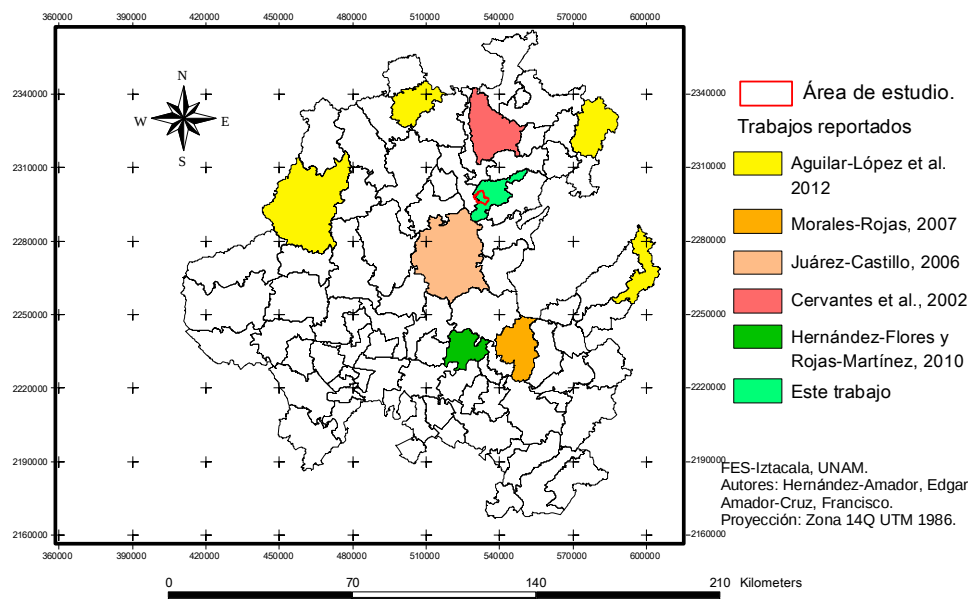


Figura 44. Trabajos de riqueza de mamíferos realizados en el estado de Hidalgo.

Durante el trabajo de campo se obtuvo el registro de 16 especies incluidas en once familias y doce géneros. El orden con mayor riqueza específica fue Rodentia con cinco, seguido por Carnivora con cinco (Cuadro 41 y Figura 45)

Del total de especies registradas, tres se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (dos en Amenazada y una en Protección Especial); las catorce tienen registro en la IUCN (una Vulnerable, doce en Preocupación Menor y una sin Datos Suficientes); finalmente seis se encuentran en el CITES (uno en el Apéndice II; cuatro en el Apéndice III y una en el Apéndice I y II)

La única especie endémica de México reportada es *Cryptotis obscura*.

La mayoría de los organismos son registrados por observación directa, pero en el caso de *Puma yagouaroundi* el registro fue obtenido por huella, *Dasypus novemcinctus* se encontró el caparazón de un individuo y finalmente por comunicación personal se reporta a *Puma concolor*, *Mazama temama*, y *Nasua narica*. Estos dos últimos también fueron observados muertos en fotografías tomadas por un cazador local, que admitió haberlos encontrado dentro de la zona de estudio.

Cuadro 42: Listado de mastofauna. Categorías de riesgo: 1=Según la NOM-059-SEMARNAT 2010; A=Amenazada y Pr=Protección especial, 2= Según la IUCN (2013); VU=Vulnerable, LC=Preocupación menor y DD=Datos insuficientes, Registro: Obs=Observado, Cap=Capturado, Ex=Excreta, Hu=Huella y CP=Comunicación personal.

Orden/familia/especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Endemismo	Registro
ARTIODACTYLA						
Cervidae						
<i>Mazama temama</i> (Kerr, 1792)	Koachakal		DD	III		CP, Obs
CARNIVORA						
Canidae						
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	Zorra gris		LC			Obs, Cap y Ex
Felidae						
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Puma		LC	II		CP
<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi	A	LC	I,II		Hu
Procyonidae						
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Tejón		LC	III		Obs , CP
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Mapache		LC			Cap
DIDELPHIMORPHIA						
Didelphidae						
<i>Didelphis virginiana</i> (Kerr, 1792)	Tlacuache blanco		LC			Obs, Cap y Ex
INSECTIVORA						
Soricidae						
<i>Cryptotis obscura</i> (Merriam, 1895)	Musaraña	Pr	Vu		Si	Cap
RODENTIA						
Rodentia sp.						Cap
Cuniculidae						
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Tuza real		LC	III		Obs
Cricetidae						
<i>Peromyscus maniculatus</i> (Wagner, 1845)	Ratón	A	LC			Cap
<i>Peromyscus leucopus</i> (Rafinesque, 1818)	Ratón		LC			Cap

<i>Peromyscus</i> sp.			Cap
Muridae			
<i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758)	Ratón doméstico	LC	Cap
Sciuridae			
<i>Sciurus aureogaster</i> (F. Cuvier, 1829)	Ardilla gris	LC	Obs y Cap
XENARTHA			
Dasypodidae			
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Armadillo	LC III	CP

En el municipio no existe un inventario, ni registros previos, por lo cual se resalta que la información obtenida puede aumentar con el desarrollo de nuevos trabajos de investigación relacionados con la mastofauna. Como contribución se reporta el segundo registro de *Cuniculus paca* para el estado de Hidalgo (Mejenes–López *et al.*, 2010).

Es relevante mencionar que está presente *Mus musculus*, especie considerada exótica (Medellín, 2008), que puede llegar a excluir otros roedores nativos o afectar sus poblaciones por transmisión de parásitos y enfermedades; contribuye con la expansión de la tifoidea y salmonelosis, por lo cual se deben establecer planes de manejo, ya que, como fue mencionado, las especies exóticas se consideran la segunda causa de la pérdida de biodiversidad.

Además de especies ferales como el gato (*Felis silvestris catus*), el cual es considerado como una de las especies causantes de la extinción de varias especies a nivel mundial, es un excelente competidor con otros carnívoros nativos, tiene un potencial reproductivo alto y es portador y transmisor de numerosas enfermedades y parásitos transmisibles al ser humano. Otro ejemplo es el perro (*Canis lupus familiaris*) considerado como otro elemento importante de riesgo ya que afecta las poblaciones de algunas aves, reptiles y mamíferos pequeños y medianos, además son portadores de numerosas enfermedades y parásitos transmisibles al ser humano (Álvarez-Romero, *et al.* 2008)

El tema de las invasiones biológicas es transversal e incluye una dimensión ecológica, socioeconómica e incluso ética. Las acciones de control o erradicación con frecuencia resultan costosas y muy difíciles de desarrollar y las alternativas de prevención, detección y acción temprana, aun siendo de máxima prioridad, requieren conocer el comportamiento de esas especies en otras áreas donde también hayan sido introducidas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010).

Las especies registradas en este estudio son un acercamiento al conocimiento faunístico del estado de Hidalgo, en especial para el municipio de Xochicoatlán; sin embargo este conocimiento debe ser acompañado de otros estudios de dinámica de poblaciones y de ecología de comunidades para entender la importancia biológica de estos grupos de vertebrados en la zona de estudio, con el fin de proponer estrategias de conservación adecuadas.

a) *Urocyon cinereoargenteus*



b) *Puma yagouarundi*



c) *Procyon lotor*



d) *Didelphis virginiana*



e) *Cryptotis obscura*



f) *Cuniculus paca*



g) *Peromyscus leucopus*



h) *Peromyscus maniculatus*



i) *Sciurus aureogaster*

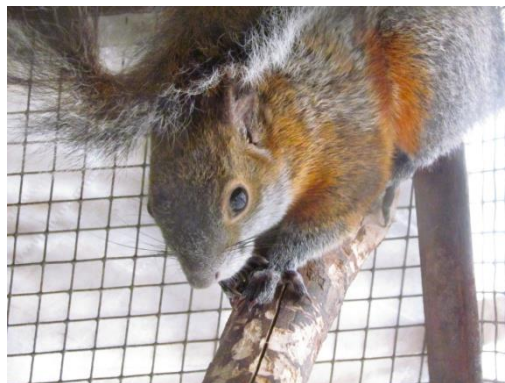


Figura 45: Imágenes de los mamíferos observados.

Caracterización del medio socio-económico

De los datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010) y las 53 encuestas realizadas a 26 hombres y 27 mujeres, se estableció que la población está concentrada en la cabecera municipal de Xochicoatlán, y en menor grado en las localidades de Tenextitla y Coatitlamixtla. Las personas encuestadas en su mayoría fueron gente adulta (56%), seguidas por adultos mayores (27%), adolescentes (11%) y jóvenes adultos (6%).

Demografía

Dentro de ambas microcuencas se registran 6 localidades (Xochicoatlán, Coatitlamixtla, Tototla, Temoaya (Los Pocitos), Las Pilas (Agua Bendita) y Tenextitla), la población total dentro de la zona de estudio es de 1 597 habitantes. La mayor concentración demográfica se encuentra en la localidad Xochicoatlán que es la cabecera municipal (Figura 46).

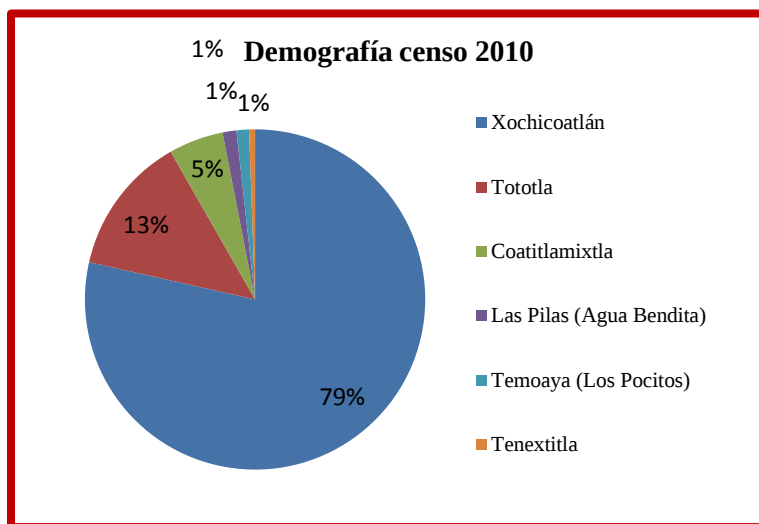


Figura 46: Porcentaje de personas por localidad

Según datos del censo de población y vivienda (INEGI, 2005 y 2010) en 2005 el municipio contaba con una población de 6 954 y en 2010 de 7 320; que representa un incremento de 4.83%. Con base en las encuestas se obtuvo como registro que en la localidad de Tenextitla, sólo viven dos personas, el resto se mudó a Xochicoatlán o a Coatitlamixtla. Lo anterior puede evidenciar una estancia menor a 10 años de las personas que habitan en las microcuencas, lo que sugiere un efecto de migración en la última década. Este fenómeno se ha dado quizás por el acceso a mejores servicios como agua potable, drenaje y salud que carecen en las zonas aledañas (Figura 47).

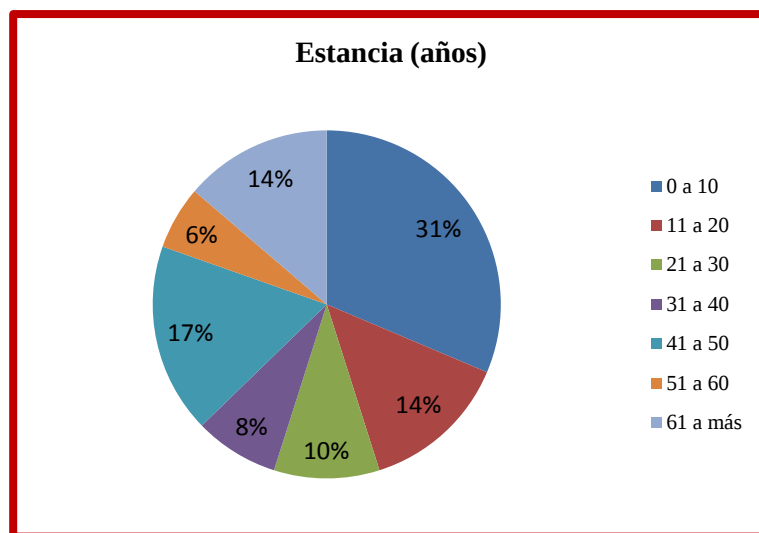


Figura 47: Estancia de la población en el municipio de Xochicoatlán, Hidalgo.

Escolaridad

De acuerdo al nivel máximo de estudios alcanzados por los encuestados, cerca de un tercio del total tiene educación primaria (32%), el 28% secundaria y le siguen el bachillerato y licenciatura (o ingeniería) con 15% cada uno, sólo 2% cuenta con maestría y el 8% no tiene formación escolar de ningún tipo (Figura 48). Es de resaltar que más de la mitad cuenta sólo con educación básica, lo que demuestra una gran exclusión de las oportunidades educativas que está relacionado con el desarrollo económico de las personas. Además se nota una tendencia de disminución del porcentaje de personas conforme el grado de estudios aumenta.

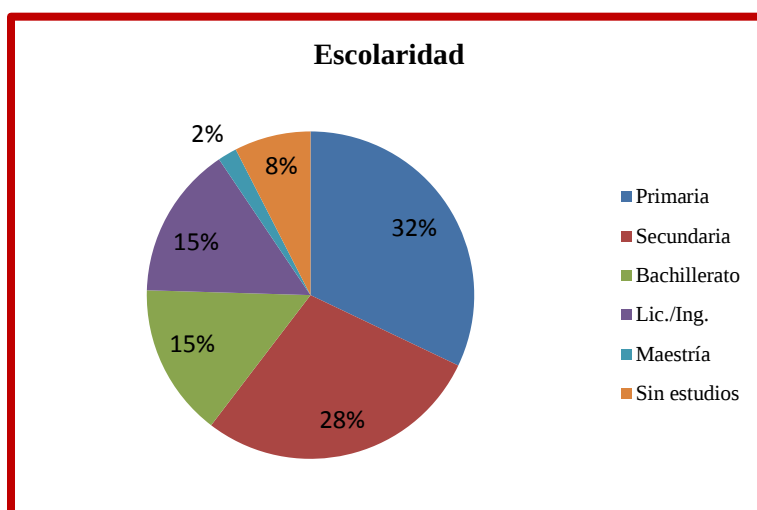


Figura 48: Escolaridad de la población de las microcuencas Xochicoatlán.

Según los valores del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010), el municipio presenta un grado medio de rezago social (que considera al rubro educación) (Cuadro 43).

Cuadro 43: Escolaridad de la población de las microcuencas Xochicoatlán.						
Localidad Rezago	Xochicoatlán	Coatitlamixtla	Temoaya (Los Pocitos)	Tenextitla	Las Pilas (Agua Bendita)	Tototla
Muy bajo	X					
Bajo		X				X
Medio					X	
Alto			X	X		
Muy alto						

Los resultados que obtuvimos se pueden explicar considerando las problemáticas que en el ámbito educativo prevalecen a nivel nacional, entre ellas las de tipo socioeconómico, las relacionadas con el capital cultural de la familia, el grupo étnico y la lejanía de la escuela. En el municipio de Xochicoatlán convergen los cuatro aspectos como inconvenientes para el desarrollo adecuado de una educación básica de calidad. Por lo cual es necesario que se tomen medidas de apoyo para los estudiantes como: horarios propios para los que viven en comunidades alejadas y clases bilingües para quienes tienen como lengua materna el Nahuatl (Schmelkes, 2003).

Actividades económicas

Las principales actividades primarias realizadas en el municipio, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010), son la agricultura y la ganadería. En cuanto a la primera, cerca de 3 480 ha de la zona están dedicadas a la agricultura de temporal, siendo el maíz el principal cultivo con 2 301 ha; lo que genera aproximadamente 2 927 toneladas anuales. En el caso de la ganadería no se dispone de la superficie abarcada por los potreros, pero debido al trabajo de campo se observó que es la principal actividad de la zona, con grandes extensiones de terreno desmontado para establecer ganado, generalmente bovino.

De acuerdo a las encuestas, las principales actividades económicas reportadas fueron la agricultura y la ganadería, con el 31% de los casos. Estas actividades se desarrollan en su mayoría por los hombres; asimismo del total de entrevistados, el 29% realizan actividades vinculadas al hogar, todas son mujeres, le siguen en orden de

importancia comerciante (13%), estudiante (7%) y profesor (4%) y otras (12%). Dentro de estas últimas se desarrollan la pesca y apicultura. La apicultura es una de las actividades que se proponen como factible de realizar en la zona de estudio, por las condiciones climáticas favorables y variada vegetación néctar-polinífera. De hecho en los municipios de Huejutla de Reyes y Orizatlán se están desarrollando un manejo apícola, siendo la región de la Huasteca la más importante productora de miel del estado. Sin embargo, la mayor parte de la producción (95%) se vende por intermediarios (Barillas-Santos, 2010).

Entre las actividades realizadas por los campesinos el 62.26% practica la agricultura, que en todos los casos resultó ser de temporal; se contabilizaron 26 cultivos diferentes como básicos destacan el maíz (*Zea mays*) (27%), el frijol (*Phaseolus* sp.) (17%) y el chile (*Capsicum* sp.) (10%). Dentro de los frutales se encuentran el naranja (*Citrus sinensis*), lima (*Citrus* sp.), plátano (*Musa x paradisiaca*) y papaya (*Carica papaya*). Del grupo de las hortalizas se produce calabaza (*Cucurbita* sp.), ayote (*Cucurbita* sp.), chayote (*Sechium edule*), tomate (*Solanum lycopersicum*); además de otros tipos como pápalo (*Porophyllum ruderale*), zacate (varias especies), soya (*Glycine* sp.), chícharo (*Pisum sativum*), nopal (*Opuntia* sp.) y orégano (*Lippia* sp.) (Figura 49).

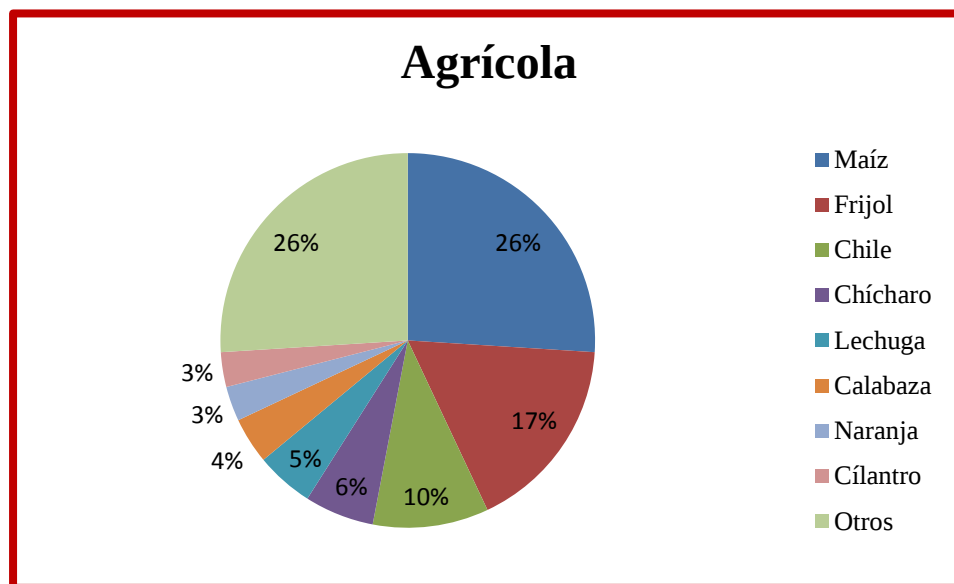


Figura 49: Tipos de cultivos que se desarrollan en las dos microcuencas del municipio de Xochicoatlán, Hidalgo.

La mayoría de los productores comentaron no utilizar fertilizantes o insecticidas (77% y 80% respectivamente), lo anterior reduce de manera importante la contaminación a las corrientes de agua situadas cerca de los campos de cultivo, y que afectarían de manera

directa el desarrollo de algunas especies animales como insectos o anfibios, organismos altamente sensibles a la contaminación del agua; además de evitar la aparición de plagas resistentes a los insecticidas.

El resto de los campesinos (37.74%) practican la ganadería, mayoritariamente ganado vacuno (66%), porcino (14%), aves de corral (14%) o piscicultura (6%). La actividad pecuaria ocupa gran parte de la superficie, reduciendo de igual manera el área de vegetación natural, bajo esta situación es necesaria la implementación de programas de rehabilitación forestal que consisten en reforestar los sitios perturbados con especies nativas del lugar, para conectar los manchones de vegetación de BMM y acelerar la sucesión ecológica. Las especies sugeridas por nosotros son *Liquidambar styraciflua*, *Alnus acuminata*, *Gaultheria acuminata*, *Platanus mexicana*, *Saurauia scabrida*, *Trema micrantha*, *Turpinia occidentalis* y *Vaccinium leucanthum* por ser especies heliófilas, es decir, que requieren de sol directo para su crecimiento (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997, Sánchez-Velásquez, 2008 y Suárez-Guerrero, 2008), de rápido crecimiento en comparación a otras especies arbóreas del BMM y por su capacidad de adaptarse a los sitios de perturbación. Otras especies potenciales para reforestar es *Oreopanax xalapensis* y *Juglans mollis* debido a que presentan semillas grandes con un alto porcentaje de sobrevivencia (Álvarez-Aquino *et al.*, 2008 y González-Espinosa *et al.*, 2007), se sugiere que los organismos sean propagados en viveros, ya que se ha demostrado un mayor porcentaje de sobrevivencia de las plántulas (Ramírez-Marcial *et al.*, 2008).

De los productos obtenidos en el campo, el 86% se designa al autoconsumo y el 14% para obtener un beneficio económico. Dentro de estos últimos algunos productos son dirigidos a mercados regionales, sin embargo el principal centro de comercialización es la plaza de los martes, ubicada en la cabecera municipal y el mercado de carne a un costado del Colegio de Bachilleres del Estado de Hidalgo (Figura 50).

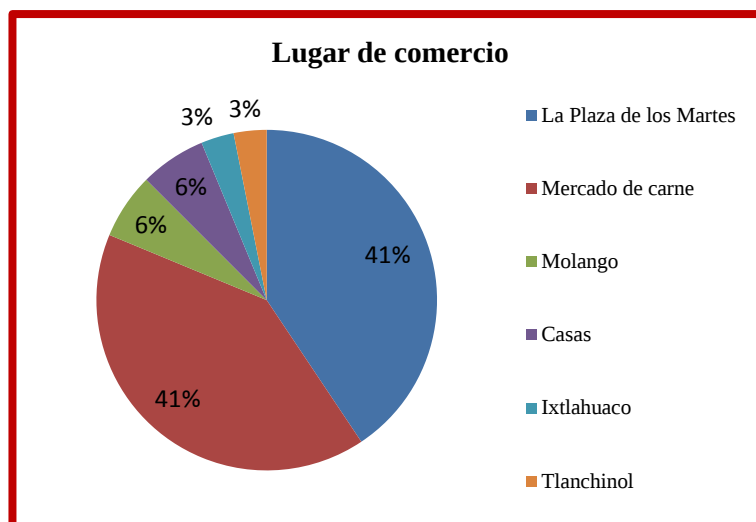


Figura 50: Lugares de comercio en el municipio de Xochicoatlán, Hidalgo.

Los programas gubernamentales están promoviendo el cultivo de pastizales para forraje en zonas que no son aptas para este tipo de actividad, y esto se demuestra con los resultados de Clases de Tierra, siendo la pendiente una de las principales limitantes; además los paquetes de agricultura contienen semillas diferentes a las domesticadas en esa región, ejemplo de ellos es el maíz con cuatro variedades: rojo, negro, amarillo y blanco, siendo este último el más consumido (Figura 51). Los incentivos económicos federales otorgados no son los adecuados, y más de la mitad ni siquiera percibe de un apoyo monetario (63%). Solamente el 27% de los entrevistados reportaron recibir apoyo de Pro-campo, el 4% de Pro-árbol, el 4% de Oportunidades y el 2% reciben apoyo del programa de la tercera edad.



Figura 51: Variedades cultivadas de maíz.

Vivienda e infraestructura

El alto porcentaje de personas con casa propia (79%) refleja un patrimonio seguro, 13% cuida de otra casa (prestada) y 8% paga una renta.

La mayoría de las personas encuestadas cuentan con los servicios de agua potable (94.34%), drenaje (92.45%) recolección de basura (88.68%) y electricidad (88.68%). Cabe destacar que todas las personas que tienen los servicios básicos se encuentran en la cabecera municipal, mientras que las localidades de Coatitlamixtla, Tenextitla y Temoaya carecen de estos servicios, sustituyendo el drenaje por letrinas y el manejo de la basura mediante la quema, entierramiento o separación (Figura 52).

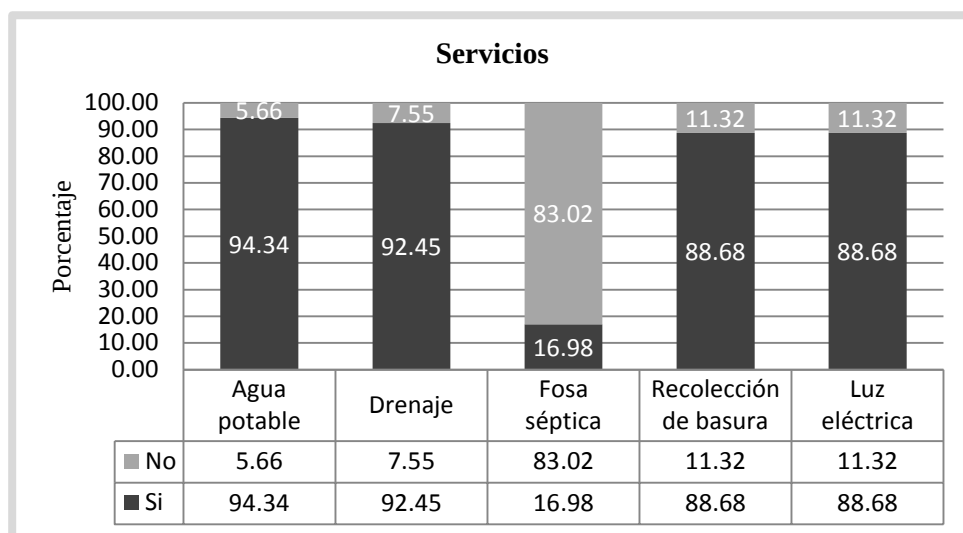


Figura 52: Porcentaje de personas con acceso a los servicios básicos.

De los 14 ciudadanos que no tienen servicio de recolección de basura, la mitad respondió que la separa en orgánica e inorgánica, haciendo composta con la primera, el 43% la quema y el 7% la entierra. A pesar de que las calles cuentan con contenedores para separar la basura en orgánica e inorgánica y que el camión de la basura pasa dos veces por semana, no es suficiente para cubrir la necesidad de disposición de residuos generados por la población, además las prácticas de quemar o enterrar la basura afectan su salud, impactando los arroyos cercanos, el suelo y la fauna local. Por lo que se debe concientizar a la gente de hacer más eficiente su separación de basura, realizar compostas y reciclar desechos como papel y PET. Es frecuente observar desechos sólidos en algunas veredas y en los arroyos (Figura 53).



Figura 53: Evidencia de contaminación por desechos sólidos en el Río Chacalapa.

Como se mencionó anteriormente, la disposición final de los residuos se hace en un basurero al aire libre, el cual no cumple con el reglamento para el tratamiento adecuado de los residuos (LGPGIR, 2003).

Salud y seguridad

La zona de estudio cuenta con un centro de salud en la cabecera municipal, sin embargo, los pobladores manifiestan que el servicio no es adecuado y que pocas veces se encuentra abierto, esta situación se agrava más ya que el 25% de los encuestados no cuentan con seguro médico, 53% son beneficiados por el programa de Seguro Popular, 16% cuentan con seguro otorgado por el ISSTE y 6% por parte del IMSS.

De las enfermedades más frecuentes que padecen los habitantes son: en primer lugar (73%) las relacionadas a vías respiratorias (tos y gripe), seguidas por las gastrointestinales (16%), de la piel (6%) y por último la viruela (5%) (Figura 54). Las enfermedades de las vías respiratorias se pueden atribuir a los cambios bruscos del tiempo meteorológico y las gastrointestinales a los malos hábitos de potabilización del agua.

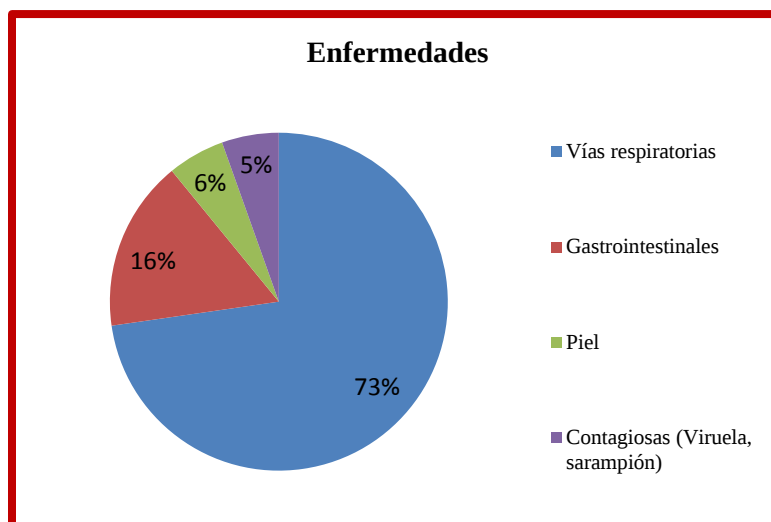


Figura 54: Enfermedades más comunes, registradas por los pobladores, en las microcuencas de estudio.

Finalmente el 94% asegura que se sienten seguros viviendo en el municipio y sólo el 6% afirma que ha tenido eventos relacionados con robos.

Agua potable

Contario a los resultados positivos en calidad de agua, así como los análisis fisicoquímicos, la mayoría de los habitantes considera que los arroyos, manantiales y ríos se encuentran altamente contaminados (67%), el 27% menciona que la calidad del agua es buena y libre de contaminantes, el 4% asegura que el agua está un poco contaminada o que a veces está sucia y el 2% desconoce si está o no contaminada. Lo anterior refleja un foco de atención, ya que si se considera que el agua está contaminada, los cuidados a la misma se verán disminuidos por los pobladores.

El drenaje del municipio se descarga directamente a los arroyos o ríos más próximos, lo cual genera un deterioro en la calidad del agua, el 48% de los encuestados esta al tanto de que las aguas residuales terminan en ríos y/o arroyos, el 38% piensa que se conecta a algún otro tipo drenaje pero no sabe exactamente a donde llega y el 12% dice que hacia la tierra. Es por esto que resulta necesario el desarrollo de programas de educación ambiental para concientizar a los pobladores sobre los recursos hídricos con los que cuenta el municipio, su calidad y la mejor manera de conservarlos.

Aprovechamiento de los recursos naturales

Respecto al aprovechamiento de los recursos naturales los pobladores consideran el uso de:

- Plantas comestibles
- Plantas medicinales
- Hongos
- Leña
- Tierra (recolección)
- Aves (ornato)
- Cacería

De los encuestados, 71.70% utilizan plantas medicinales; 88.68% reconoce y aprovecha plantas comestibles; 45.28% recolecta hongos del campo; 83% utiliza leña; 75.47% recoge tierra negra o de hojarasca para llevarla a sus hogares; 13.21% captura aves y 11.32% aún practica la cacería, el 88.68% restante desaprueba esta actividad ya que asegura que no es necesario para su sobrevivencia (Figura 55).

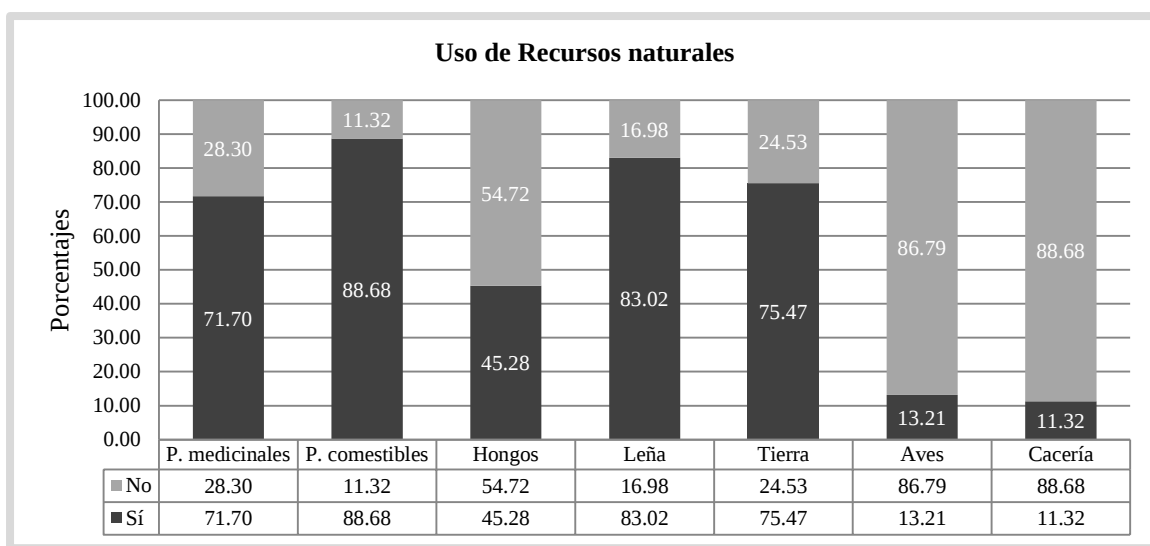


Figura 55: Usos de los recursos naturales de las microcuencas de estudio.

De las 36 plantas medicinales, la más usada es el árnica (13.5%), seguida por la ruda (*Ruta chalepensis* .) y manzanilla (*Matricaria recutita*) (10.4%), toronjil (*Agatseche mexicana*) y yerbabuena (*Mentha* sp.) (7.3%), sávila (*Aloe vera*) (6.3%), ajeno (*Artemisia* sp.) (5.2%), tamaulipas (especie no determinada) (4.2%), eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (3.1%) y otras plantas que sólo son utilizadas únicamente por una persona (Figura 56). Éstas plantas son utilizadas para tratar problemas estomacales, respiratorios y osteomusculares.

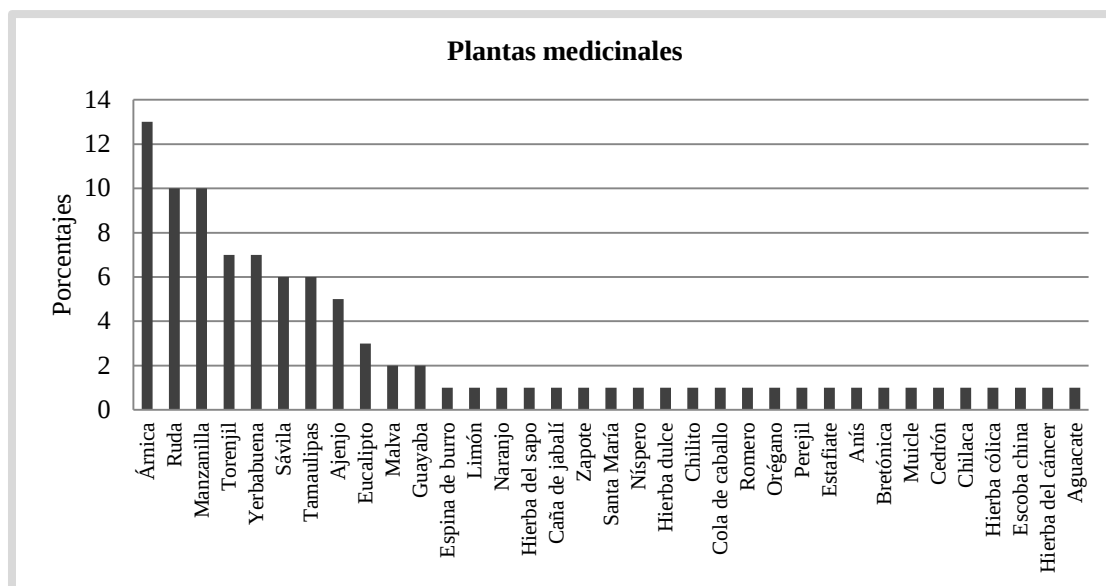


Figura 56: Porcentaje de personas que utilizan alguna planta medicinal.

Callejas-Chávez (2006) realizó un estudio de plantas medicinales utilizadas por los pobladores de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, encontrando 159 plantas con algún uso tradicional; 18 de ellas se identificaron en este estudio. Además en 2012 Molina-Mendoza y Galván Villanueva realizaron un estudio de plantas medicinales en Huasca de Ocampo, Hidalgo donde mencionan a dos especies encontradas en Xochicoatlán (Cuadro 44).

Cuadro 44: Listado de las plantas medicinales utilizadas en las microcuencas de estudio.

Familia/Especie	Nombre local
PTERIDOPHYTA	
Equisetaceae	
<i>Equisetum hyemale</i> L.	Cola de caballo
<i>Equisetum myriochaetum</i> Schltld. & Cham.	Cola de caballo
ANGIOSPERMAE	
Acanthaceae	
<i>Justicia spicigera</i> Schltld.	Muicle
Apiaceae	
<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroché	Hierba del sapo
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Perejil

Asteraceae	
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ajenjo
<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	Estafiate
<i>Jaegeria macrocephala</i> Less.	Árnica
<i>Matricaria recutita</i> L.	Manzanilla
<i>Senecio confusus</i> Burt.	Árnica
<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	Anís
Campanulaceae	
<i>Centropogon grandidentatus</i> Schltld.	Chilito
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	Chilito
Cistaceae	
<i>Helianthemum glomeratum</i> (Lag.) Lag. ex Dunal	Santa María
Costaceae	
<i>Costus scaber</i> Ruiz & Paver	Caña de jabalí
Cucurbitaceae	
<i>Cucurbita</i> sp.	Chilaca
Lamiaceae	
<i>Agastache mexicana</i> (Kunth.) Lint & Epling	Toronjil
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Bretónica
<i>Mentha</i> sp.	Yerbabuena
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Hierba del cáncer
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero
Lauraceae	
<i>Persea americana</i> Mill	Aguacate
Malvaceae	
<i>Malva parviflora</i> L.	Malva
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escoba china
Myrtaceae	
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto
<i>Psidium guajaba</i> L.	Guayaba
Onagraceae	
<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	Hierba cólica
Plantaginaceae	
<i>Digitalis purpurea</i> L.	Amor bocabajo

Rosaceae	
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero
Rutaceae	
<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	Zapote
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja
<i>Ruta graveolens</i> L.	Ruda
Solanaceae	
<i>Datura stramonium</i> L.	Toloache
Verbenaceae	
<i>Aloysia triphylla</i> Palau	Cedrón
<i>Lippia duartei</i> Moldenke	Hierba dulce
Xanthorrhoeaceae	
<i>Aloe vera</i> (L) Burm.f.	Sábila

Aunque no conocen los compuestos químicos que les otorgan propiedades medicinales, es importante resaltar el conocimiento etnobotánico de los pobladores del municipio de Xochicoatlán. Asimismo se debe fomentar la participación de las autoridades municipales para elaborar estrategias para la conservación del conocimiento tradicional.

Se registraron 36 plantas comestibles en las microcuencas de Xochicoatlán, las más usadas son los quelites (13%), epazote (8.5%), yerbabuena (6.6%) naranja (5.7%), limón, berro y acelga (4.7%), lima, cilantro, chayote y rábano (3.8%) mientras que las restantes solo son consumidas por lo menos tres personas (2.85%) (Figura 57).

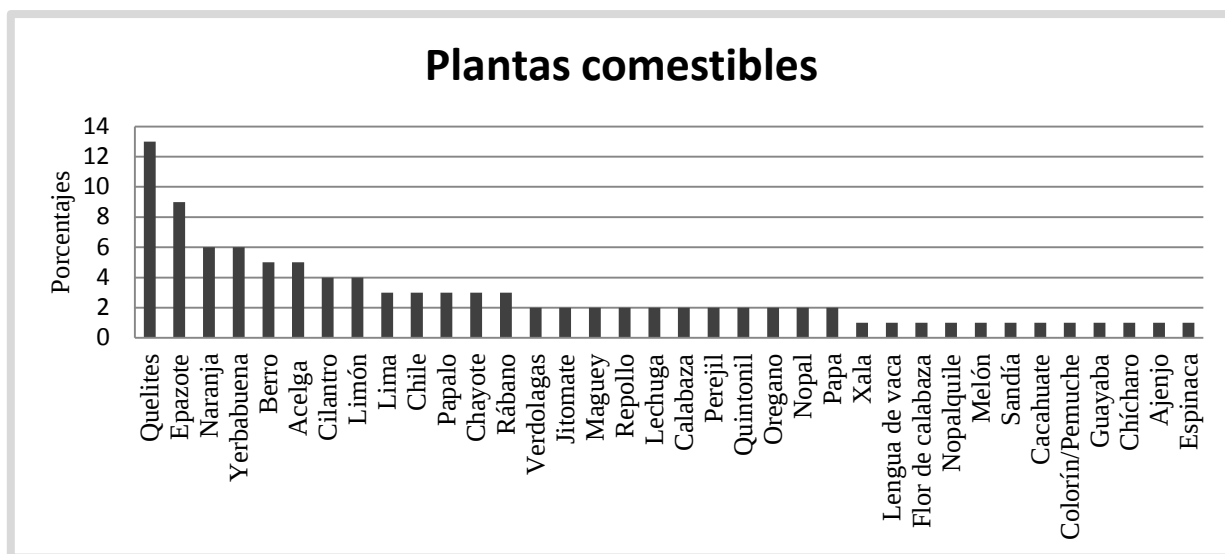


Figura 57: Porcentaje de personas que aprovechan plantas comestibles.

Gómez-Pompa (1985) realizó un estudio de plantas comestibles de los huastecos, de las cuales 23 especies fueron observadas en este estudio, éstas incluyen a *Capsicum* sp., *Agave* sp., *Ardisia compressa*, *Bidens pilosa*, *Canavalia villosa*, *Carica papaya*, *Citrus sinensis*, *Cnidocolus multilobus*, *Coffea arabica*, *Dioscorea* sp., *Erythrina coralloides*, *Malvaviscus arboreus*, *Musa x paradisiaca*, *Phaseolus* sp., *Psidium guajaba*, *Rhipsalis baccifera*, *Saurauia scabrida*, *Selenicereus spinulosus*, *Smilax* sp., *Sonchus oleraceus*, *Xanthosoma* sp., *Yucca elephantipes* y *Zea mays*.

A continuación se enlistan las especies de plantas comestibles en las microcuencas de estudio (Cuadro 45).

Cuadro 45: Listado de las plantas comestibles utilizadas en las microcuencas de estudio.	
Familia/Especie	Nombre local
ANGIOSPERMAE	
Actinidiaceae	
<i>Saurauia scabrida</i> Hemsl.	
Amaranthaceae	
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quintonil
<i>Beta vulgaris</i> L.	Acelga
Apiaceae	
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro

<i>Petroselinum crispum</i> Mill. (Fuss)	Perejil
Araceae	
<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	Hoja elegante
Asteraceae	
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ajenjo
<i>Bidens pilosa</i> L.	
<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga
<i>Porophyllum ruderale</i> Jacq. (Cass.)	Pápalo
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	Lechuguilla
Asparagaceae	
<i>Agave</i> sp.	Maguey
<i>Yucca elephantipes</i> Reggel	Yucca
Brassicaceae	
<i>Brassica oleraceae</i> L.	Repollo
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Berro
<i>Raphanus sativus</i> L.	Rábano
Buddlejaceae	
<i>Buddleja</i> sp.	Lengua de vaca
Cactaceae	
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S. Muell.) Stearn	
<i>Selenicereus spinulosus</i> (DC.) Britton & Rose	Pitaya
Caricaceae	
<i>Carica papaya</i> L.	Papaya
Chenopodiaceae	
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Epazote
<i>Spinacia oleracea</i> L.	Espinaca
Cucurbitaceae	
<i>Cucurbita</i> sp.	Calabaza
<i>Cucurbita</i> sp.	Flor de calabaza
<i>Cucumis melo</i> L.	Melón
<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Sandia
<i>Sechium edule</i> (Jacq) Sw.	Chayote
Dioscoreaceae	
<i>Dioscorea</i> sp.	Cabestrillo

Euphorbiaceae		
<i>Cnidoscolus multilobus</i> (Pax) I.M. Johnst		Mala mujer
Fabaceae		
<i>Erythrina coralloides</i> D.C.		Colorín
<i>Canavalia villosa</i> Benth.		
<i>Phaseolus</i> sp.		Frijol
<i>Arachis hypogaea</i> L.		Cacahuete
<i>Pisum sativum</i> L.		Chícharo
Lamiaceae		
<i>Mentha</i> sp. (L.)		Yerbabuena
Malvaceae		
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.		Manzanita
Musaceae		
<i>Musa</i> x <i>paradisiaca</i> L.		Plátano
Myrsinaceae		
<i>Ardisia compressa</i> Kunth		Capulín agarroso
Myrtaceae		
<i>Psidium guajaba</i> L.		Guayaba
Pedaliaceae		
<i>Sesamum indicum</i> L.		Xala
Poaceae		
<i>Zea mays</i> L.		Maíz
Portulacaceae		
<i>Portulaca oleracea</i> L.		Verdolaga
Rubiaceae		
<i>Coffea arabica</i> L.		Café
Rutaceae		
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck		Limón
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck		Naranja
<i>Citrus</i> sp.		Lima
Smilacaceae		
<i>Smilax</i> sp.		Cabestrillo
Solanaceae		
<i>Capsicum</i> sp.		Chile
<i>Solanum lycopersicum</i> L.		Jitomate

Verbenaceae	
<i>Lippia</i> sp.	Orégano

Se enlistaron once hongos diferentes aprovechados para el consumo en la zona de estudio, siendo los más consumidos el larcho (*Armillaria tabescens*) (36.8%) y el amarillo o “Xochinanakatl” (*Cantharellus odoratus*) (31.5%), cuyo nombre proviene de los vocablos Xochitl-flor y nanakatl-carne, es decir, flor de carne. En estudios realizados por Jiménez-González (2008) y Jiménez-González *et al.* (2013) en Molango de Escamilla, Hidalgo, determinaron a *Cantharellus odoratus* y *Armillaria tabescens* como las especies más abundantes y consumidas por los pobladores. En este estudio se consumen también el pancita (7.8%), blanco con rosa (5.26%) y otros 2.6%, de los cuales no se dispone del nombre científico.

En México se estima que el consumo de madera para energía (leña y carbón vegetal) es de 38 millones de metros cúbicos al año, la leña aporta un 80% de la energía usada en hogares rurales, siendo entre 25-28 millones de personas, las que dependen de la leña para cocinar (Masera *et al.*, 2005). Hidalgo ocupa una situación crítica en los niveles de consumo de éste recurso (Aguilera-Lira, 2009). En este estudio el 83% utiliza leña como combustible de uso doméstico o para complemento del uso de gas LP (licuado del petróleo).

En la zona de estudio hay diez especies de árboles que se aprovechan como combustible en forma de leña, los más usados son el koatlapal (*Alnus acuminata*) con 37.5%; el encino (*Quercus* sp.) con 35.42%; el ocote (*Pinus* sp.) con 8.33%; y el tsuichate (*Liquidambar styraciflua*) con 6.25%; las demás especies de árboles son utilizadas por el 2.08%; entre éstas se encuentra el pemuche (*Erythrina coralloides*) del cual se utilizan además sus flores como alimento (Figura 58).

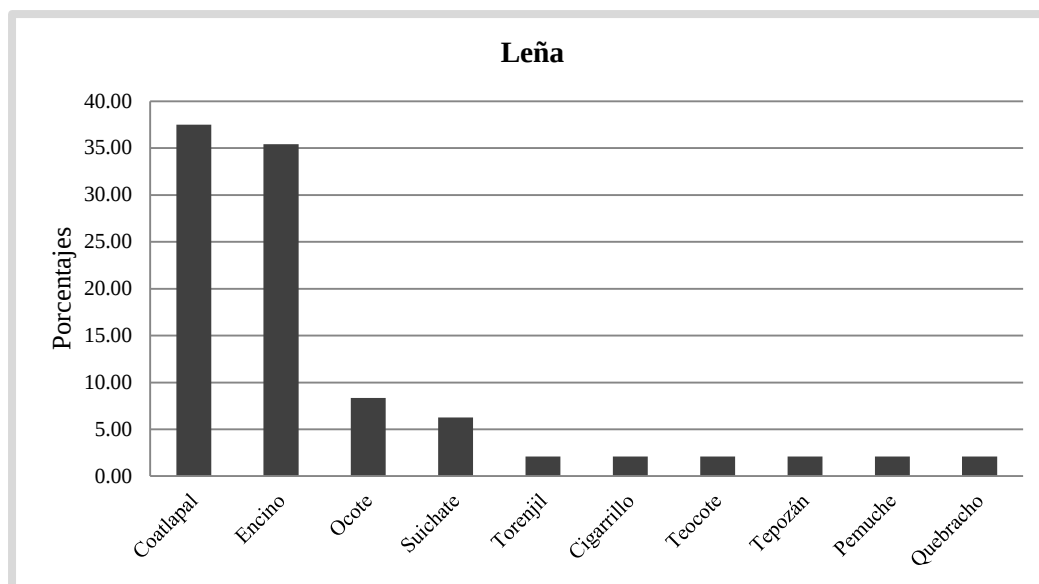


Figura 58: Árboles utilizados como combustible.

Contrario a lo que se esperaba, la obtención de leña no provoca deforestación, ya que se obtiene de árboles, ramas y arbustos muertos, además ayuda a la conservación del bosque y previene incendios forestales. La deforestación provoca que los pobladores tengan la necesidad de desplazarse a distancias mayores y genera conflictos sociales en propiedades ajenas (Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada (GIRA), A.C., 2003). En el caso de Xochicoatlán donde la deforestación, provocada por la ganadería, representa un gran problema; se recomienda aumentar la producción de biomasa de forma sustentable. En términos de los beneficios a la salud de los habitantes, es recomendable que las estufas de leña o fogones se encuentren en lugares bien ventilados para disminuir la cantidad de gases inhalados por las personas para evitar enfermedades respiratorias; además construir estufas mejoradas como la estufa Lorena o la estufa Patsari, que se han utilizado como alternativa en comunidades del Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Guerrero, Puebla, Chiapas y la Sierra Tarahumara (Blanco, *et al.* 2012; FAO-SAGARPA, 2007) (Figura 59).

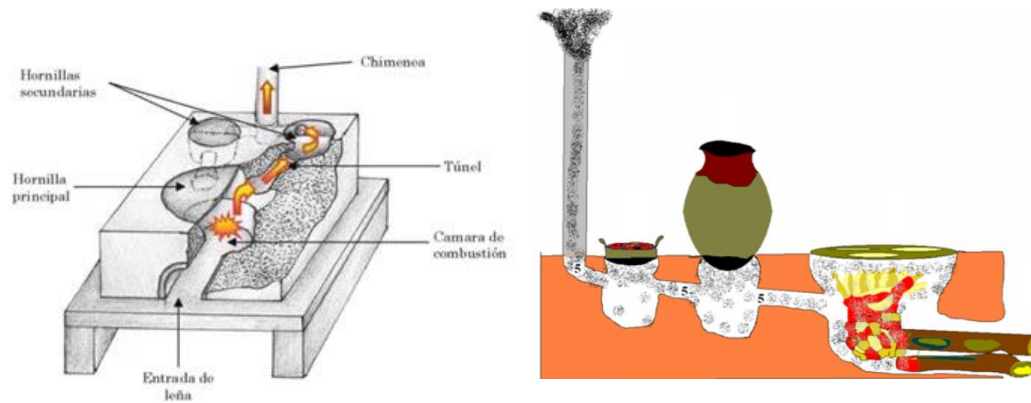


Figura 59: Estufa Patsari y estufa Lorena.

En cuanto a la captura de aves para ser utilizadas como ornato, sólo se mencionan tres de ellas, siendo la paloma (*Streptotelia decaocto*) la más común (60%), esto puede explicar la vía de introducción en la zona de estudio; las demás son el chicoyote (*Dendrortyx barbatus*) y la chachalaca (*Ortalis vetula*) con 20% cada una.

En relación a la caza de animales, a pesar de que es una actividad poco practicada, la cantidad de especies es importante (15). El tejón (*Nasua narica*) fue la presa más apreciada por los cazadores con 18.5%, seguida por la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), mapache (*Procyon lotor*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*) con 11.1%, además del armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 7.41%, las especies restantes sólo con 3.7%. de estas últimas es importante mencionar que el chicoyote (*Dendrortyx barbatus*) y el tucán (*Aulacorhynchus prasinus*) son también cazados y con ello sus poblaciones puestas bajo mucha presión, además del Koachakal (*Mazama temama*) y el pabellón (*Trogon collaris*) (Figura 60).

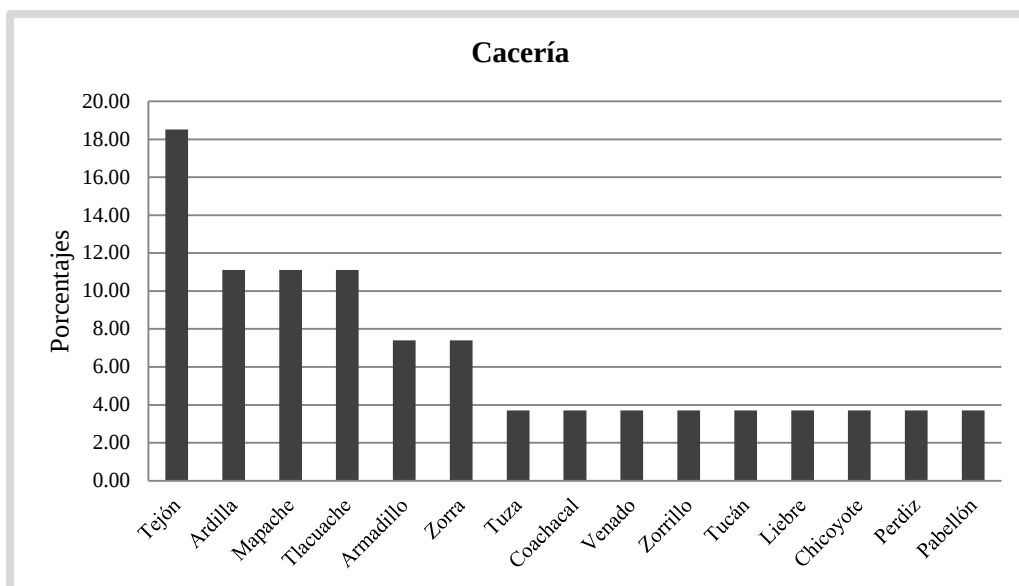


Figura 60: Porcentaje de los animales cazados.

Dentro de las encuestas no fue mencionada la cacería del Tepezcuinle o Tuza Real (*Cuniculus paca*), sin embargo es bastante común la búsqueda de esta especie, ya que su carne es muy apreciada. Una propuesta de los autores es el desarrollarlo de una PIMVS (Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre) para la venta legal de carne de este animal sin afectar las poblaciones naturales de esta, una ventaja de esta especie es que es domesticable (FAO, 1995). Otras especies que resultarían adecuadas para este esquema de manejo son *Didelphis virginiana* y *Dasypus novemcinctus*.

Otra alternativa sería fomentar la implementación de programas de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA's) para el coachacal (*Mazama temama*), por ser una especie cuya presencia ha disminuido según la información de los pobladores y no encontrarse individuos vivos durante el tiempo de colecta; además se puede establecer como alternativa de la cría de ganado, incluso se pueden aprovechar los potreros abandonados para su desarrollo promoviendo la reforestación de los mismos creando cercas vivas para contener a los individuos.

Cambios en el ambiente e interés sobre la fauna

Sobre el cambio en la presencia de fauna dentro de la zona de estudio, 59% aseguró que ha notado una disminución en la fauna silvestre que incluye 22 animales diferentes siendo lo más mencionados el koachakal (*Mazama temama*) (16%), la zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) (14%), el tejón (*Nasua narica*) (13%), la ardilla (*Sciurus aureogaster*) (10%) y la tuza real (*Cuniculus paca*) (6%). El 60% habla sobre un incremento de fauna doméstica, como ratones (*Mus musculus*), gato (*Felis silvestris catus*), perros (*Canis lupus familiaris*) y finalmente las acachanas (*Quiscalus mexicanus*).

El 100% de los encuestados están convencidos de que conservar el bosque es vital, por los servicios que ofrece como son agua, aire, alimentos y paisaje; y 94% respondió que le interesaría aprender más cosas sobre el cuidado del ambiente, el 6% restante dijo que ya contaba con ese conocimiento.

Dentro de las microcuencas de Xochicoatlán se encuentra un sitio designado al turismo llamado “Rancho La Era”, de propiedad privada, que recibe protección del municipio en cuanto a la vigilancia. El 69% de los encuestados sabe de la existencia de esta zona, el resto desconoce su ubicación y de las actividades llevadas a cabo en la misma, que consisten en tirolesa, campismo y senderismo. Durante el muestreo se visitó éste lugar, el encargado aseguró que en un futuro se implementaría caza cinegética de venado cola blanca (Figura 61).



Figura 61: Espectacular del Rancho La Era, ubicando en la entrada al municipio de Xochicoatlán, Hidalgo.

El 83% de las personas aseguró que el lugar tiene potencial para desarrollar proyectos turísticos, el 80% le gustaría participar en dichos proyectos, el 4% lo pensaría y el resto no está convencida de integrarse al desarrollo turístico.

Se contabilizaron diez eventos culturales destacados, los considerados de mayor importancia son la fiesta patronal (10 de Septiembre) (30% lo mencionaron), donde las localidades se organizan para hacer una procesión con el santo patrono Nicolás de Tolentino; le sigue la fundación del municipio (22 de Octubre) (28%) celebrada con un concierto de banda y baile gratuito. Y la Semana Santa (18%) cuyos días coinciden con la organización del torneo de basquetbol, en el que participan atletas nacionales e internacionales (Figura 62).

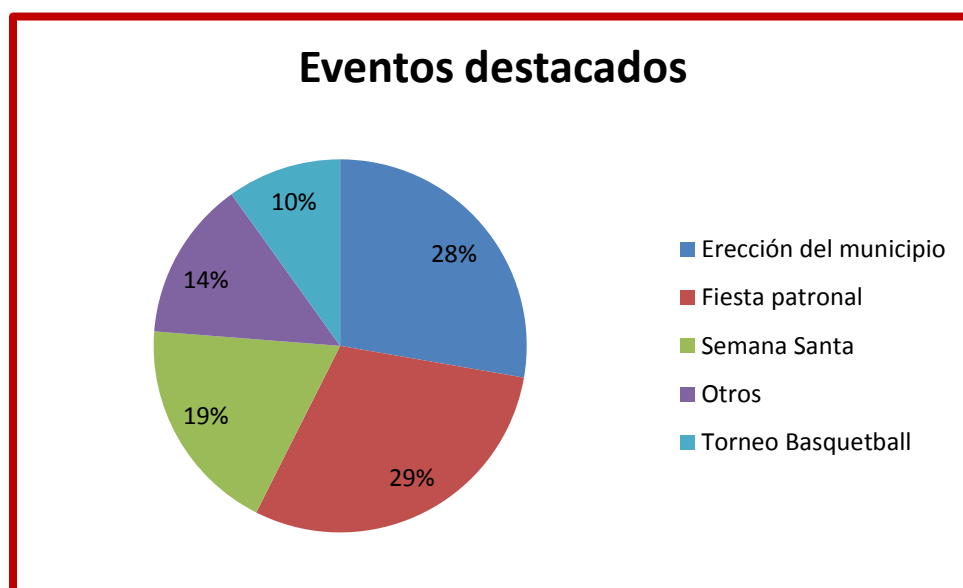


Figura 62: Eventos destacados del municipio de Xochicoatlán, Hidalgo.

Tradiciones

Algunas de las tradiciones que permanecen en el municipio, son el “Xantolo” (del castellano xanto-santo; del Nahuatl olo-abundancia) (Gobierno de Veracruz, 2009) o Día de Todos los Muertos en donde los pobladores nativos colocan un arco con fruta de naranja y plátano, pan y de flores de “Sempoalxochitl” (Figura 63), así mismo los niños que piden dulces, pan o fruta en las casas van pronunciando una palabra de origen Nahuatl, “Chichikile”, la cual es interpretada por la gente como “ayuda”.



Figura 63: Arco del Xantolo o Día de Todos los Muertos.

Otras de las palabras que se utilizan en el lenguaje común de la gente y que muestran sus raíces náhuatl son: “Koachate”-vaina; “Kuajuayote”-chayote pequeño; “Ayote”-calabaza; “Kuailes”-frijoles grandes silvestres; “Koakoxtle”-rama en forma de horqueta; “Koapuchi”-podrido; “Xochikoatl”-flor de víbora; “Pemuche”-flor roja; “Koachakal”-cuernos; y “Xochinanakatl”-flor de carne.

Finalmente el pueblo es reconocido en algunas canciones del género Huapango como son Corrido a Xochicoatlán, Canción a Xochicoatlán, Himno a Xochicoatlán, Recuerdo a Hidalgo y Sierra Hidalguense.

Paisaje

Se seleccionaron tres puntos para evaluar la calidad del paisaje, debido a que presentaban características peculiares, las cuales se describen a continuación (Figura 64):

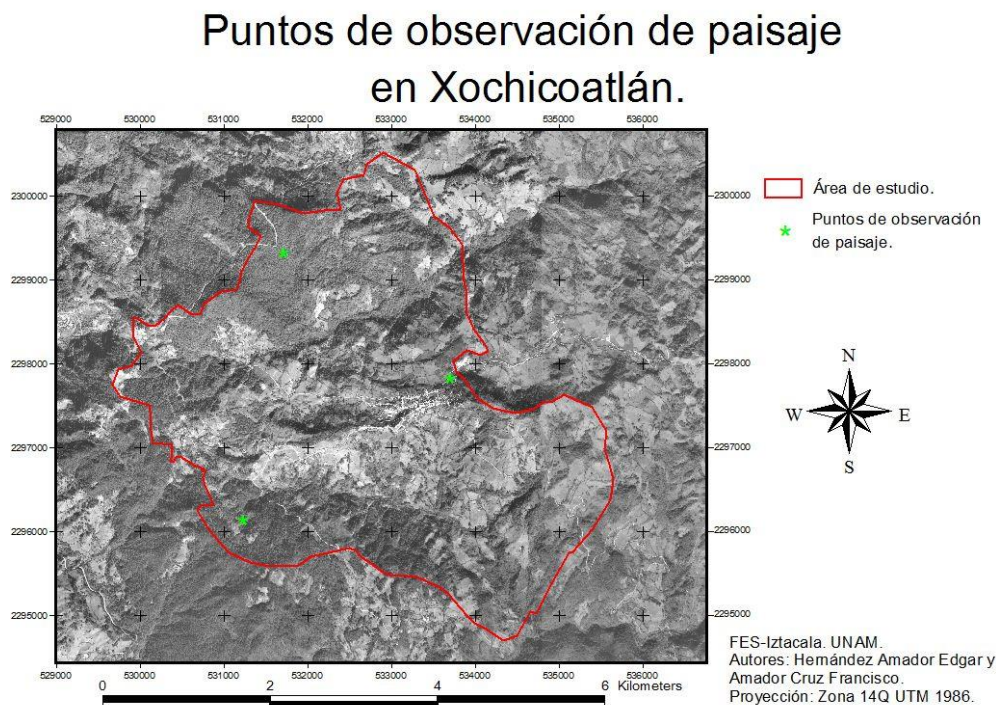


Figura 64: Puntos seleccionados para evaluar la calidad de paisaje.

Parteaguas Norte

Desde este punto son observables algunos elementos atractivos como manchones de BMM, el Río Chacalapa con vegetación de Galería, parte de la cabecera municipal de Xochicoatlán con una densa neblina que cubre las laderas en época de lluvias y en época de secas se puede observar los senderos cubiertos por las hojas de los árboles. En cuanto a la fauna más notable se encuentran las aves *Buteo jamaicensis*, *Aulacorhynchus prasinus* y *Caracara cheriway*. Sin embargo, los elementos discordantes son los potreros que afectan la continuidad del bosque, la presencia de asentamientos humanos irregulares posiblemente debidos a la falta de planeación, las antenas de telecomunicación, contaminación del aire por incendios esporádicos y el pavimento que refleja demasiada luz, es frecuente observar desechos sólidos (basura) en el Río Chacalapa. (Figuras 65-68)

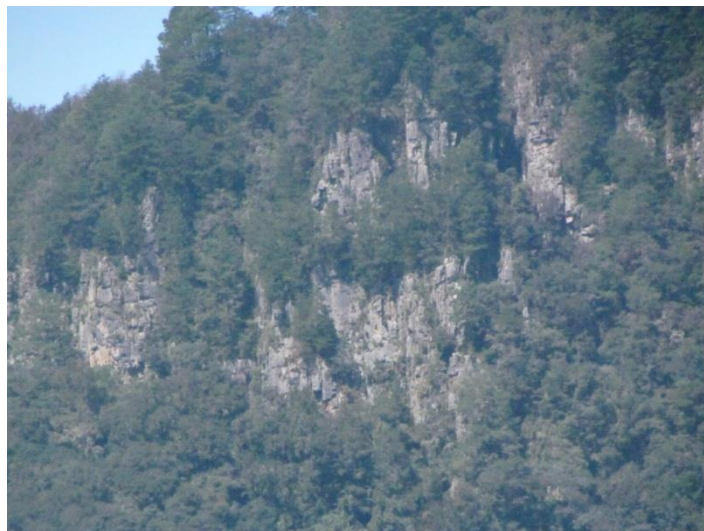


Figura 65: Ladera del Parteaguas Norte.



Figura 66: Manchón de BMM bien conservado del Parteaguas Norte.

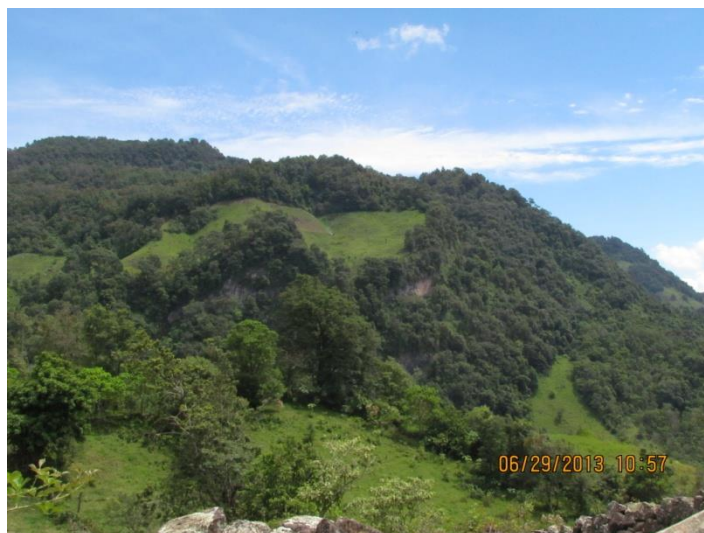


Figura 67: Potreros que afectan la discordancia del paisaje en el Parteaguas Norte.

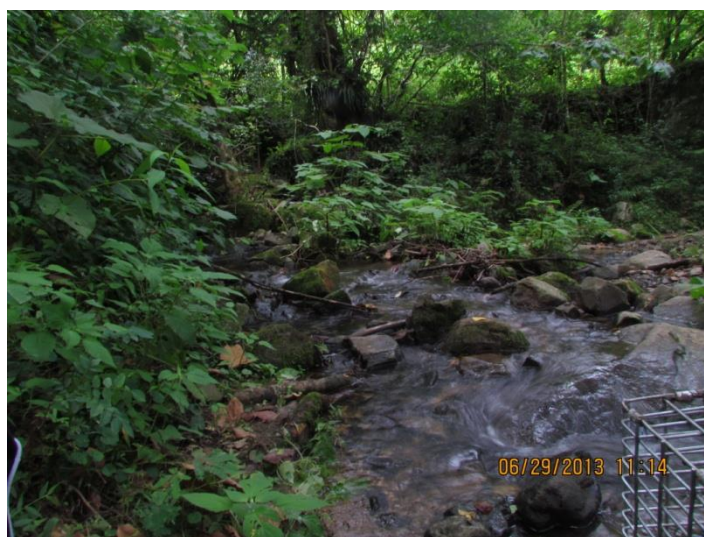


Figura 68: Río Chacalapa, el cual se forma por escurrimientos de agua del Parteaguas Norte.

Parteaguas Centro

Desde este punto se pueden apreciar los dos parteaguas con vegetación de BMM, algunas casas con diseño colonial; la presencia de neblina en época de lluvias envuelve al pueblo en un ambiente más interesante, destacando al cementerio y la iglesia. En las noches, el canto de las ranas se intercala con el ambiente silencioso que predomina.

Los elementos que obstaculizan y desfavorecen la calidad visual son principalmente el tiradero a cielo abierto en el parteaguas Norte el cual se observa desde esta unidad de

paisaje, las antenas de telecomunicaciones, los tendidos eléctricos, los asentamientos humanos con escasa planeación, los desmontes, el pavimentado refleja que sobremanera la luz del sol y los incendios esporádicos. La escasez de aves características del BMM, evidencia que la zona está perturbada (Figura 69-72).



Figura 69: Cementerio de Xochicoatlán cubierto por la neblina.



Figura 70: Cabecera municipal de Xochicoatlán cubierto por la neblina.

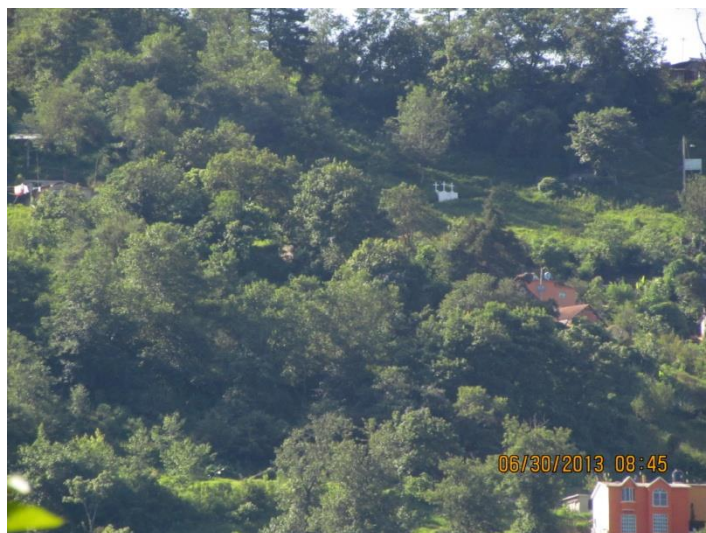


Figura 71: Relictos de vegetación natural en la Cabecera municipal de Xochicoatlán.



Figura 72: Paisaje observado desde la Cabecera municipal de Xochicoatlán, en dirección Sur.

Parteaguas Sur

Presenta características similares al Parteaguas Norte, como el BMM, la presencia del Río Tecoloco con su respectiva vegetación; una vista completa de la cabecera municipal con la característica neblina cubriendo varias partes de la microcuenca, asemejando nubes y la caída de hojas de los árboles en época de secas. La fauna del BMM incluye gran variedad de aves como *Trogon collaris*, *Aphelocoma unicolor*, *Cyanocorax yncas* y *Melanerpes formicivorus*; contrastando con lo anterior, existe una gran cantidad de potreros, alteración

del flujo hídrico a través de mangueras, antenas de telecomunicaciones y la presencia de asentamientos humanos irregulares posiblemente debidos a la falta de planeación (Figura 73-76).



Figura 73: Paisaje de la microcuenca Sur, se observan algunos potreros que afectan la calidad del paisaje.



Figura 74: Senderos en el Parteaguas Sur, Rancho la Era.

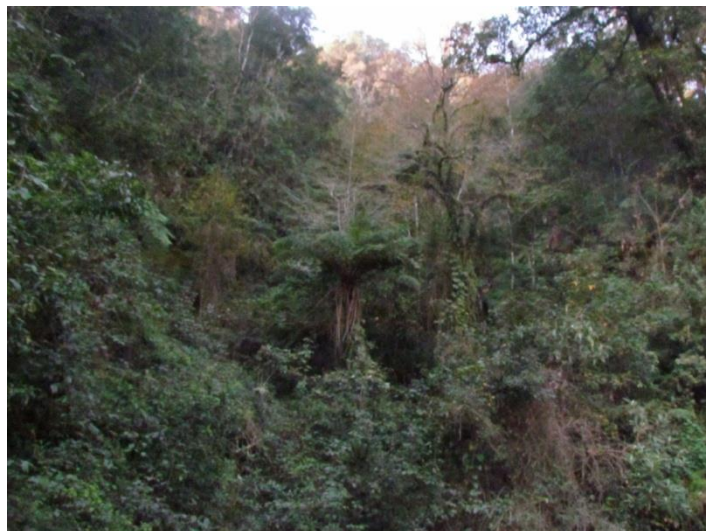


Figura 75: BMM en las zonas mejor conservadas del Parteaguas Sur con la presencia de helechos arborescentes (*Cyathea fulva*), Rancho la Era.



Figura 76: Río Tecoloco con Bosque de Galería, formado por aguas provenientes del Parteaguas Sur, Rancho la Era.

Los resultados de la calidad del paisaje obtenidos a partir del método propuesto por el USDI Bureau of Land Management (BLM, 1980), son los siguientes (Cuadro 46):

Cuadro 46: Valoración Cuantitativa del paisaje			
Elementos a valorar	Parteaguas Norte	Parteaguas Centro	Parteaguas Sur
Morfología (1-5)	5	5	5
Vegetación (1-5)	5	3	5
Presencia de agua (1-5)	3	0	3
Color (1-5)	5	1	5
Fondo escénico (0-5)	5	3	5
Rareza (1-6)	5	1	5
Actuación humana (0-2)	0	0	0
Total	28	13	28
Clase	A	B	A

Los Parteaguas Norte y Sur presentan un calidad de paisaje Clase A, esto significa que son de alta calidad paisajística y poseen áreas de rasgos singulares y sobresalientes, estos son: un relieve montañoso, prominente y predominante; gran variedad de vegetación, texturas y formas; aunque los cuerpos de agua no dominan el paisaje, son un componente evidente; las combinaciones de colores presentes son intensas y variadas, en especial, en época de secas, cuando las hojas secas caen al suelo; asimismo los componentes aledaños como cascadas y cañadas potencian el fondo escénico; la rareza del BMM es un factor de gran importancia en este apartado, ya que este tipo de vegetación es el más diverso, por unidad de superficie, que cualquier otro en el territorio mexicano y se encuentra en peligro de extinción (Rzedowski, 1996).

En el caso de Parteaguas Centro presentó una calidad de paisaje Clase B, esto se refiere a que tiene una mediana calidad, ya que a pesar de tener un relieve montañoso, prominente y predominante, así como un fondo escénico que incrementa la calidad visual, el desarrollo humano ha influido en los componentes naturales. Esto se puede corroborar con la poca variación en la vegetación, la presencia escasa de agua, ya que los arroyos naturales han sido entubados y el poco contraste de los colores naturales.

Como se pudo observar en el cuadro anterior los Parteaguas Norte y Sur son los que presentan mayor potencialidad en cuanto a paisaje, esto se reforzó con la metodología propuesta por Velázquez y Bocco (2003) (Figura 77).

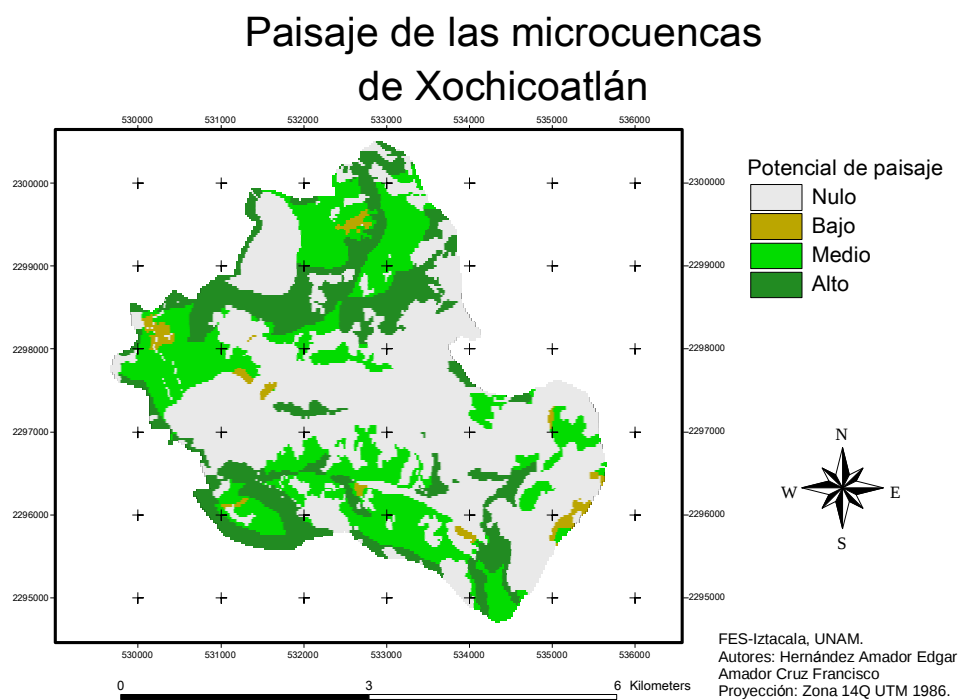


Figura 77: Paisaje obtenido por la metodología de Velázquez y Bocco (2003).

Los resultados obtenidos a través del análisis del paisaje muestran que los Parteaguas Norte y Sur tienen un alto potencial de calidad paisajística, lo cual se refuerza con lo obtenido en la metodología anterior, esto quiere decir que presenta vegetación primaria, relieve heterogéneo y poca o nula perturbación. Las zonas de calidad media presentan vegetación secundaria y relive medianamente heterogéneo. Sin embargo, debido a la presencia de potreros, la calidad del paisaje se ve disminuida en varias zonas de las microcuencas. El parteaguas centro, correspondiente a la cabecera municipal, posee un potencial nulo, ya que en es donde se concentran los asentamientos humanos y un mayor porcentaje de actividades agropecuarias; pero los elementos mencionados en el método anterior contribuyen a mejorar la calidad.

Con el mapa anterior y con la intención de mejorar la calidad del paisaje, se definió una propuesta de manejo del territorio, en donde se sugiere el establecimiento de zonas prioritarias para la conservación del paisaje y por ende del ecosistema natural, que incluye a los parches de bosque con vegetación primaria mejor conservados, los sitios que requieren un mayor esfuerzo de recuperación, y se definen las propuestas de ubicación de corredores

biológicos para conectar los fragmentos de vegetación primaria con lo que se pretende incrementar el valor paisajístico (Castelli y Spalllasso, 2007, Renjifo *et al.* 2009 y Cecon, 2013) (Figura 78). Dicha propuesta podría ser la base para un ordenamiento territorial comunitario.

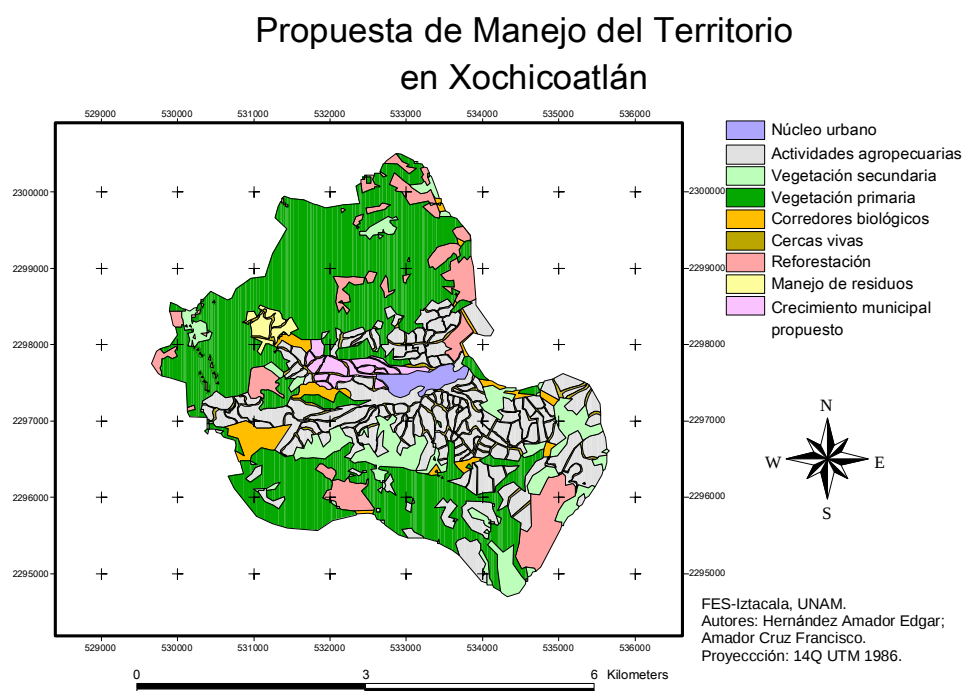


Figura 78: Propuesta para el manejo del territorio en Xochicoatlán, Hidalgo.

Matriz de Leopold *et al.* (Figura 79).

Para la caracterización de la matriz se consideraron siete grupos de actividades generadoras de impacto conformadas de la siguiente manera:

- Actividades productivas
- Uso de agroquímicos
- Aprovechamiento de recursos naturales
- Urbanización
- Manejo de residuos
- Modificación del régimen
- Manejo y conservación de recursos naturales

Además se identificaron tres grupos de elementos susceptibles a ser impactados, los cuales son:

- Abióticos
- Bióticos
- Socioeconómicos

Impactos 1/=Magnitud del impacto /!=Importancia del impacto 1 al 10=Impacto positivo -1 al -10= Impacto negativo			ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			ACTIVIDADES PRODUCTIVAS		USO DE AGROQUÍMICOS		APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES			URBANIZACIÓN				MANEJO DE RESIDUOS				MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN			MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			Agricultura	Ganadería	Fertilizantes	Control de malas hierbas (herbicidas)	Control de insectos (insecticidas)	Extracción de leña	Extracción de flora medicinal y comestible	Cacería	Asentamientos humanos	Pavimentación	Comunicaciones	Tendidos eléctricos	Vertido de aguas domésticas	Residuo de residuos (PET y metal)	Tiradero a cielo abierto	Leñinas	Introducción de flora exótica o invasora	Introducción de fauna exótica final	Inundación y quema de basuras	Modificación del caudal	Reforestación	Conservación	Turismo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Abstracción	Agua	Corriente superficial de agua	-5/7	-5/7										-3/4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

Figura 79: Matriz de Leopold *et al.*, desarrollada. En rojo claro se resaltan las interacciones positivas.

Se obtuvieron un total de 244 interacciones, donde se aprecia que los componentes naturales están sometidos a 135 impactos negativos y 109 positivos, los que presenta más interacciones negativas son la calidad del agua (10), la cobertura de vegetación primaria y secundaria (16), las especies de fauna bajo protección especial (8) las vistas escénicas y panorámicas (10) y los anfibios (7); por otro lado los elementos más beneficiados por la cantidad de impactos positivos son la presencia de indígenas (9), la salud (8), el empleo (10) y el comercio (9).

Las actividades que generan mayores interacciones negativas son, los asentamientos humanos (18), la ganadería (15), la agricultura (13) y el tiradero a cielo abierto (13). Sin embargo, las que generan mayor impacto negativo, de acuerdo a la magnitud e importancia son: las actividades productivas, los asentamientos humanos, la pavimentación, el depósito a cielo abierto, la descarga de aguas domésticas, la introducción de fauna y flora exótica y el turismo. Asimismo los elementos naturales más perjudicados son el agua, la cobertura de vegetación primaria, los corredores, los anfibios, los mamíferos, las especies de atención especial, las vistas escénicas y panorámicas y el ecosistema raro (BMM).

Por el contrario, las acciones generadoras de impactos positivos que obtuvieron mayor magnitud e importancia son: el manejo y conservación de los recursos naturales, la reforestación, los asentamientos humanos, la pavimentación y la agricultura. Del mismo modo los componentes susceptibles de impacto que resultaron beneficiados, en su mayoría corresponden a las actividades antropogénicas, y estas son las redes de servicio, redes de transporte, el empleo, comercio, salud y la presencia de indígenas, finalmente el componente ambiental más favorecido es la zona de reserva La Era.

En el cuadro 47 se presenta la matriz de Leopold sintetizada, en esta se manejan la frecuencia y porcentaje para la magnitud e importancia para cada valor de impacto.

Cuadro 47: Frecuencia de impactos ambientales. Dónde: F= Frecuencia; %= Porcentaje de frecuencia.								
Magnitud			Importancia					
Valor	F	%	Valor	F	%	Valor	F	%
-1	33	13	+1	18	7	1	6	2
-2	36	15	+2	26	11	2	11	4
-3	36	15	+3	24	10	3	17	6
-4	11	4	+4	12	5	4	24	10
-5	16	6	+5	8	3	5	24	10
-6	6	2	+6	6	2	6	28	11
-7	1	0.4	+7	4	1	7	49	20
-8	2	1	+8	2	1	8	48	19
-9	0	0	+9	1	0.5	9	30	12
-10	1	0.5	+10	2	1	10	11	4

El valor de magnitud con mayor frecuencia fue -3 y -2(15%) y seguido por -1 (13%), +2 (11%) y +3 con (10%); en contraste los valores con menor frecuencia fueron -9 (0%), +/-7 (0.4%), +9 y -10 (0.5%) +/-8, +9 y +10 con 1% cada uno. Los valores de importancia con mayor frecuencia fueron 7 (20%), 8 (19%) y 9 (12%).

Los impactos negativos y positivos con mayor magnitud tienen porcentajes bajos, sin embargo la importancia de estos es alta. Por lo que se deben tomar medidas de prevención y mitigación para evitar que los valores de magnitud se incrementen y generen un impacto mayor e incluso irreversible.

Modelo P-E-R

Las actividades que obtuvieron gran cantidad de interacciones y una magnitud e importancia elevadas fueron consideradas para este modelo. Estas son:

- Ganadería
- Agricultura
- Asentamientos humanos
- Pavimentación
- Depósito de residuos sólidos a cielo abierto
- Descarga de aguas domésticas
- Introducción de fauna exótica
- Introducción de flora exótica
- Turismo

En el cuadro siguiente se desarrolla el modelo P-E-R. En la primera columna se encuentran los indicadores de presión, en la segunda se muestran los efectos de dicha presión sobre el ambiente y en la tercera las condiciones para prevenir, mitigar y compensar los daños de las presiones referidas (Cuadro 48).

Cuadro 48: Modelo P-E-R.		
Presión	Estado	Respuesta
Ganadería	– Pérdida de la cobertura vegetal. Implica la eliminación de una gran cantidad de elementos arbóreos nativos para la introducción de pasto, muchas veces exótico.	– Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) Artículo 4 y 103.
	– Fragmentación del hábitat. Generación de parches que son susceptibles al efecto de borde.	– Cambio de uso de suelo de ganadería extensiva a sistema silvopastoril (CONABIO, 2014 y Estrada y Coates-Estrada, 2003).
	– Disminución de biodiversidad. En esta actividad convergen las dos principales causas de la pérdida de biodiversidad: la	– Reforestación pasiva y activa, así como la creación de corredores con especies nativas heliófilas como <i>Gaultheria</i>

	fragmentación y la introducción de especies exóticas. – Aptitud de la tierra no adecuada. Dominan las clases de tierras 7T, 5T y 6T, las cuales no tienen aptitud para el desarrollo de la ganadería. – Erosión del suelo. El tipo de suelo donde se desarrolla la ganadería es Leptosol húmico, el cual es susceptible de erosión. – Compactación de suelo. Una vaca de 530 kg ejerce una tensión de 250 kPa (kilopascales), en zonas planas, el proceso es más dañino cuando la vaca sube pendientes más abruptas, como las que se observan en la zona de estudio (Ceccon, 2013). – Deterioro de la calidad del agua. Se observó en el índice de calidad del agua que uno de los principales factores que disminuyen la calidad es la concentración de coliformes totales y fecales, las cuales tienen como origen la ganadería y los asentamientos urbanos. – Afectación a la calidad del aire. Una hectárea dedicada a la ganadería llega a producir 0.5 toneladas de metano (25 veces mayor potencial de calentamiento atmosférico, en comparación con el CO₂) y óxido nitroso (298 veces mayor potencial de calentamiento atmosférico, en comparación con el CO₂) (Ceccon, 2013). – Baja calidad paisajística. Los potreros impiden la continuidad del bosque por lo cual reducen el potencial paisajístico del bosque. – Amenaza extrema al BMM. Esta actividad es de las que genera impactos más severos a estos bosques.	<i>acuminata</i>, <i>Turpinia</i> <i>occidentales</i>, <i>Saurauia</i> <i>scabrida</i>, <i>Vaccinium</i> <i>leucanthum</i>, <i>Carpinus</i> <i>caroliniana</i>, <i>Liquidambar</i> <i>styraciflua</i>, <i>Oreopanax</i> <i>xalapensis</i> y <i>Juglans mollis</i> (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997, González-Espinosa <i>et al.</i>, 2007, Ramírez-Marcial <i>et al.</i> 2008, Sánchez-Velázquez, <i>et al.</i> 2008 y Álvarez-Aquino, <i>et al.</i> 2008) – Cercas vivas con <i>Citrus sinensis</i>, <i>Pyrus communis</i>, <i>Erythrina coralloides</i>, <i>Alnus acuminata</i>, <i>Liquidambar styraciflua</i>, <i>Trophis mexicana</i>, <i>Psidium guajava</i> y <i>Crataegus mexicana</i>. – Desarrollo de la ganadería en las clases de tierra 5T con restricciones e implementación de medidas para el control de la erosión, se recomienda el uso de <i>Quercus acutifolia</i>, <i>Quercus germana</i> y <i>Quercus xalapensis</i> (Suárez-Guerrero, 2008). – Añadir 10 cm. de suelo en sitios deprovistos o con compactación; así como adición constante de materia orgánica y lombrices de tierra, para acelerar los procesos de movilización y descomposición de nutrientes (Suárez-Guerrero, 2008). – Se espera que con las medidas anteriores se reduzca el impacto hacia el agua, el aire y el paisaje.
Agricultura	– Pérdida de la cobertura vegetal. Implica la eliminación de una gran cantidad de elementos arbóreos nativos para la introducción de cultivos, principalmente básicos (maíz, frijol y chile).	– Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) Artículo 104 y 158. Se podría desarrollar un vínculo entre el municipio y la SEMARNAT, para el apoyo a conciencia ecológica a través

	- Fragmentación del hábitat. Generación de parches que son susceptibles al efecto de borde. - Disminución de biodiversidad. En esta actividad convergen las dos principales causas de la pérdida de biodiversidad: la fragmentación y la introducción de especies exóticas. - Aptitud de la tierra no adecuada. Dominan las clases de tierra 7T, 5T y 6T, las cuales no tienen aptitud para el desarrollo del tipo de agricultura que se observa en la zona de estudio. - Baja calidad paisajística. Las zonas de cultivo impiden la continuidad del bosque por lo cual reducen el potencial paisajístico del bosque. - Amenaza extrema al BMM. Esta actividad, junto con la ganadería son de las que generan impactos más severos a estos bosques.	- de talleres de educación ambiental. - Cambio de prácticas convencionales monocultivo a policultivo, con diferentes estratos. El estrato arbóreo formado de <i>Citrus sinensis</i>, <i>Trophis mexicana</i>, <i>Psidium guajava</i> y <i>Crataegus mexicana</i> y el estrato arbustivo <i>Coffea arabica</i> (Estrada y Coates-Estrada, 2003). - Cultivo de café diversificado, es el agroecosistema de mayor importancia para la conservación de árboles silvestres. Mantienen especies epífitas, helechos, aves migratorias, mamíferos pequeños y medianos (Ortiz-Ceballos y Pineda-López, 2008). - Desarrollo de la agricultura diversificada en las clases de tierra 5T y 6T, siguiendo la técnica de surcado al contorno (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2009). - Implementación de cortinas rompevientos con <i>Quercus acutifolia</i>, <i>Quercus germana</i> y <i>Quercus xalapensis</i> (Suárez-Guerrero, 2008). - Producir plantas necesarias en la restauración activa de áreas deforestadas y enriquecer bosques degradados (González-Espinoza <i>et al.</i>, 2012). - Se espera que con las medidas anteriores se reduzca el impacto hacía el paisaje.
Asentamientos humanos	- Pérdida de la cobertura vegetal. Implica la eliminación de una gran cantidad de elementos arbóreos nativos para la construcción de casas. - Fragmentación del hábitat. Generación de parches que son susceptibles al efecto de borde. - Disminución de biodiversidad. Durante el desarrollo de asentamientos humanos convergen las dos principales causas de la pérdida de	- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Artículo 27. - Ley General de Asentamientos Humanos. - LGEEPA Artículos 15 Fracción XVI, 23, 123, 133 (realizar un monitoreo de la calidad de las aguas, para detectar los contaminantes o desechos en exceso) y 155. - Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

	biodiversidad: la fragmentación y la introducción de especies exóticas. – Incremento de fauna nociva y exótica. Las primeras como moscas, cucarachas y ratones se relacionan con más de 20 enfermedades vinculadas al humano. Las segundas pueden transmitir enfermedades, ejercen competencia y depredación sobre las especies nativas. – Deterioro a la calidad del agua. Ya que en el índice de calidad del agua que uno de los principales factores que disminuyen la calidad es la concentración de coliformes totales y fecales, las cuales tienen como origen los asentamientos urbanos y la ganadería. – Baja calidad paisajística. Las zonas urbanas (especialmente cuando existe escasa planeación) impiden la continuidad del bosque, favorece el desarrollo de elementos que obstaculizan la calidad visual como: antenas de telecomunicaciones, tendidos eléctricos, asentamientos irregulares e incendios esporádicos; lo anterior reducen el potencial paisajístico del bosque. – Amenaza extrema al BMM. La extensión urbana es una amenaza de menor impacto para la conservación de estos bosques, aunque también genera impactos severos.	– Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996. – Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. – Establecimiento de los nuevos asentamientos humanos en áreas aledañas a la cabecera municipal; ocupando incluso superficies cuyo actual uso sea pastizal. – Reforestación pasiva y activa con especies nativas heliófilas como <i>Gaultheria acuminata</i>, <i>Turpinia occidentales</i>, <i>Saurauia scabrida</i>, <i>Vaccinium leucanthum</i>, <i>Carpinus caroliniana</i>, <i>Liquidambar styraciflua</i>, <i>Oreopanax xalapensis</i> y <i>Juglans mollis</i> (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997, González-Espinoza <i>et al.</i>, 2007, Ramírez-Marcial <i>et al.</i> 2008, Sánchez-Velázquez, <i>et al.</i> 2008 y Álvarez-Aquino, <i>et al.</i> 2008) – Monitoreo, control y erradicación de fauna feral en especial perros (<i>Canis lupus familiaris</i>) y gatos (<i>Felis silvestris catus</i>). – Se espera que con las medidas anteriores se reduzca el impacto hacia el agua y el paisaje.
Pavimentación	– Baja o nula calidad paisajística. Impiden la continuidad del bosque y favorece el desarrollo de elementos que obstaculizan la calidad visual como: tendidos eléctricos y asentamientos irregulares. Además el reflejo generado por el pavimento a la luz del sol, se considera como un impacto visual negativo.	– Ley General de Asentamientos Humanos. – Realizar prácticas de reforestación con las especies antes mencionadas en áreas afectadas por la construcción de caminos. – En algunos caminos hacer cambio de concreto por adoquín, permitiendo la infiltración pluvial y disminuyendo el impacto visual por gran reflexión de la luz solar.
Depósito de	– Pérdida de la cobertura vegetal.	– Constitución Política de los

residuos sólidos a cielo abierto	Implica la eliminación de elementos arbóreos nativos, con la intención de generar espacio para aumentar la superficie del depósito, ya que el actual está totalmente lleno. – Fragmentación del hábitat. Generación de parches que son susceptibles al efecto de borde. – Incremento de fauna nociva. Las moscas, cucarachas y ratones se relacionan con más de 20 enfermedades vinculadas al humano. – Contaminación de suelo. Los lixiviados no tienen un control y estos van directamente al suelo, lo cual altera sus características químicas, además algunos podrían contener sustancias tóxicas. – Deterioro a la calidad del agua. Los lixiviados y residuos, en general, no tienen un control y estos se integran a los cauces tributarios del Río Chacalapa, algunas de estas sustancias podrían ser tóxicas. – Afectación a la calidad del aire. Hay una liberación de partículas y sustancias respirables, que contribuyen al cambio climático, además la descomposición orgánica es tóxica y explosiva en adición a los malos olores. – Baja o nula calidad paisajística. <i>Per sé</i>, los depósitos al aire libre son sitios desagradables; impiden la continuidad del bosque y es un elemento que obstaculiza la calidad visual.	Estados Unidos Mexicanos Artículo 115. – LGEEPA Artículos 8, 134, 135, 137, 138, 139 y 140. – LGPGIR Artículos 10, 18, 20, 26, 39, 96, 97, 99 y 100. – Reglamento de la LGPGIR Artículo 15. – NOM-083-SEMARNAT-2003 – Presentar un Plan de Regularización ante la SEMARNAT. – Desarrollar un relleno sanitario tipo D cercado perimetralmente, con un manejo de la fauna nociva, cubrir semanalmente los residuos y compactarlo mínimo a 300kg/m³ (Wehenpohl <i>et al.</i> 2004). – En el relleno sólo se tratarán residuos sólidos urbanos. – Solicitar apoyo para el manejo de residuos peligrosos y de manejo especial a las autoridades correspondientes. – Realizar un manejo integral de los residuos. Se puede apoyar con la población al expedir reglamentos de limpieza, estímulos para la reducción de la basura, desarrollar centros de acopio y capacitar a la comunidad. – Seguir las disposiciones establecidas en la norma para la construcción de rellenos sanitarios (revisar NOM-083-SEMARNAT-2003), como colocar geomembranas y tierra impermeable entre los desechos y el suelo con la intención de impedir el escurrimiento de lixiviados, estos deberán ser captados y tratados. – Para el financiamiento y la asistencia técnica y legal, el municipio puede solicitar apoyo a la SEMARNAT.
Descargas de aguas domésticas	– Deterioro a la calidad del agua. De acuerdo al índice de calidad del agua el principal problema generado por las aguas domésticas son los coliformes	– LGEEPA Artículos 8, 88, 93, 117, 199 BIS, 119 BIS, 120, 121, 124 y 133. – Ley de Aguas Nacionales Artículos 9, 14 BIS, 85, 86, 88.

	totales y fecales, ya que el drenaje o bien los residuos fecales, son vertidos directamente a los ríos. – Enfermedades gastrointestinales por el incremento de fauna nociva como las moscas, cucarachas y ratones.	– NOM-001-SEMARNAT-1996. – Poner a disposición del público los resultados del análisis de calidad del agua, con la intención promover las sugerencias para solucionar los problemas observados. – Fomentar la conciencia sobre la importancia de la contaminación del agua entre el público en general. – Promover mediante educación ambiental la importancia de aplicar los agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes) sin el conocimiento del riesgo que representan a la salud humana y al ecosistema. – Establecer plantas de tratamiento de aguas residuales, es más barato e implica un daño ecológico menor prevenir la contaminación, que subsanarla. – Desarrollar talleres de educación ambiental para concientizar a la población y no arroje basura en los cauces. – Promover la participación ciudadana en la vigilancia de los ríos, para evitar que se arroje basura.
Introducción de fauna exótica	– Pérdida de biodiversidad. Esto se debe a que estas especies transmiten enfermedades, compiten y depredan a las especies nativas.	– Es necesaria la erradicación de los organismos ferales como el gato (<i>Felis silvestris catus</i>) y perro (<i>Canis lupus familiaris</i>), se puede promover el rescate y adopción ó utilizar las técnicas de trapeo y cacería (Álvarez-Romero, 2008). – Se recomienda el uso de rodenticidas en sitios donde no hay ratones nativos como en la zona urbana y cerca del depósito a cielo abierto (Álvarez-Romero, 2008). – Elaborar un programa de seguimiento de las especies exóticas y nativas. Ligado a campañas de vacunación y esterilización (Álvarez-Romero, 2008). – Realizar programas de educación ambiental sobre el impacto que generan estas

		especies sobre las nativas.
Introducción de flora exótica	– Pérdida de biodiversidad. Esto se debe a que estas especies compiten con las especies nativas o pueden transmitir enfermedades a las mismas.	– Remoción y/o Eliminación manual o mecánica de algunas especies como <i>Zantedeschia aethiopica</i>, <i>Cynodon dactylon</i>, <i>Hedychium coronarium</i>, <i>Sonchus oleraceus</i>, <i>Vinca major</i>, <i>Digitalis purpurea</i>, <i>Polygonum capitatum</i> y <i>Rumex obtusifolius</i> (Ceccon, 2013). – Sustituir y evitar el cultivo de pastos exóticos, promoviendo el cultivo de pastos nativos ya que así se aumenta la probabilidad de germinación y colonización de especies sucesionales cuando los potreros son abandonados (Ortega-Pieck <i>et al.</i>, 2011)
Turismo	– Deterioro a la calidad del agua. Se observó en el índice de calidad del agua que uno de los principales factores que disminuyen la calidad es la concentración de coliformes totales y fecales, las cuales tienen como origen la zona urbana donde pueden radicar los turistas. – Afectación a la calidad del aire. Debido a las emisiones generadas por la llegada de vehículos.	– NOM-06-TUR-2009, NOM-07-TUR-2002, NOM-08-TUR-2002, NOM-09-TUR-2002, NOM-010-TUR-2001, NOM-011-TUR-2001. – Desarrollo de ecoturismo, donde la población tenga una actividad complementaria para la subsistencia. – Obtener capacidad de carga de la zona (tamaño máximo de una población que soporta el sistema ambiental). – Dentro de las actividades que se pueden desarrollan en la zona están: Talleres de educación ambiental, observación de ecosistemas, observación de fauna, observación de fenómenos atractivos como la niebla, observación de flora, pláticas del origen geológico de la zona, observación sideral en noches despejadas, safari fotográfico, senderismo interpretativo, participación en programas de rescate de flora y fauna, participación en proyectos de investigación biológica, caminata, cañonismo, campamento, tirolesa, etnoturismo (aprendizaje de la cultura y tradiciones), agroturismo, talleres gastronómicos,

	aprendizaje de dialectos, preparación y uso de medicina tradicional y fotografía rural (SECTUR, 2004).
	– Uso de baños ecológicos para evitar el deterioro de la calidad de agua. – Programa sobre el desarrollo de cestos de basura públicos. – Parte de los recursos obtenidos se pueden destinar a la reforestación para ayudar al mejoramiento de la calidad del aire.

RECOMENDACIONES

Para la conservación de las especies de atención especial de flora se sugiere implementar un programa de educación ambiental, con la intención de evitar la tala y colecta de estas plantas, como una alternativa económica se pueden desarrollar viveros forestales de plantas nativas; además de propagar especies con potencial ornamental como la familia Orchidaceae *Stanhopea tigrina*, *Encyclia candollei*, *Laelia anceps*, *Prosthechea cochleata* y *Rhynchostele rossii*; Cyatheaceae *Cythea fulva*; Polypodiaceae *Polypodium* spp.

En el caso de la fauna, se proponen varias alternativas económicas como los PIMVS de *Cuniculus paca*, *Didelphis virginiana*, *Dasypus novemcinctus* y *Mazama temama*. Así como observación de aves, actividades cinegéticas de venado cola blanca, cetrería con *Tyto alba*, *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius*, *Falco peregrinus*, *Caracara cheriway*, *Cathartes aura* y *Accipiter cooperii*. Para el cuidado de los reptiles se pueden establecer programas de educación ambiental. Venta de guías, calendarios o catálogos de fauna nativa.

Para el financiamiento de las actividades antes mencionadas se puede utilizar como apoyo los recursos que el Gobierno de Xochicoatlán destina para proyectos productivos. Dentro del Plan de Desarrollo Municipal de Xochicoatlán 2013-2016 las actividades que son apoyadas económicamente o con asesoría son:

Generación de capacidades y oportunidades para el desarrollo social y comunitario.

La capacitación de jóvenes y personas con discapacidades en artes y oficios para la generación de ingresos familiares, asesoría en la formulación de proyectos productivos y fortalecimiento de las redes productivas.

La capacitación de mujeres y mujeres jefas de familia en artes y oficios, administración, contabilidad y mercadotecnia para la generación de ingresos familiares, asesoría en la formulación de proyectos productivos y fortalecer las redes productivas; capacitación en finanzas personales y en la elaboración de huertos familiares y comunitarios; el municipio coordina esfuerzos con el Instituto Hidalguense de la Mujer para gestionar becas y financiamientos a proyectos productivos.

La capacitación para adultos mayores en artes y oficios para la generación de ingresos familiares, asesoría en la formulación de proyectos productivos y fortalecer las redes productivas; implementar proyectos que permitan aprovechar los conocimientos, experiencia y vocación de servicio de los adultos mayores en acciones de beneficio comunitario; casas de día donde reciban atención y participen en diversas actividades.

Las actividades que contribuyan a mejorar la infraestructura del sistema de agua potable, el Gobierno subsidia la adquisición de tinacos; la instalación de celdas fotovoltaicas; y la implementación de letrinas y/o baños secos.

Crecimiento de la producción, empleo e ingresos.

El Gobierno apoya a proyectos productivos agropecuarios con la construcción de obras para la conservación de suelos; talleres de difusión sobre las reglas de operación de programas federales y estatales; la capacitación y difusión sobre tecnologías orgánicas; la implementación de campañas de sanidad vegetal y animal; la capacitación de productores sobre proyectos productivos; el desarrollo de ferias, eventos y encuentros para el intercambio de experiencias y tecnología; la diversificación de la producción e integración de cadenas productivas (como el desarrollo de café orgánico o los cultivos de caña); la implementación de padrones de empresas para ofrecer servicios y productos agropecuarios; las asesorías técnicas a productores para el uso de agua tratada; la generación de un catálogo de especies productivas con sus ventajas y desventajas su susceptibilidad a plagas, enfermedades y rendimientos; así como la implementación de un mercado público municipal.

Asimismo el promover y difundir al municipio como un destino turístico; el fortalecimiento de la infraestructura y los servicios complementarios (como la adecuación de edificios y espacios públicos para facilitar el acceso de la población con discapacidades); el desarrollo de una guía turística de información, donde se incluya la historia del municipio, los hoteles y algunos lugares atractivos; la activación de un módulo de información turística; la capacitación, asesoría y certificación de los servicios turísticos ofrecidos; con el apoyo de la Secretaría de Turismo y Cultura, la Promotora Turística de Hidalgo y la Banca Nacional de Desarrollo se promueve el financiamiento de infraestructura turística; la elaboración de mapas en las diferentes zonas del municipio; el

mejoramiento de la señalización vial; la Implementación de espectaculares para eventos culturales.

Desarrollo urbano ordenado y sustentable.

Los cursos, talleres y campañas para cuidado del ambiente, reciclaje y separación de basura; la capacitación en el uso de estufas ecológicas; la realización de un inventario de recursos naturales del municipio; el desarrollo de un vivero municipal para implementar un programa de reforestación; la construcción de un relleno sanitario y un centro de reciclaje; el desarrollo de redes comunitarias promotoras del cuidado ambiental; la capacitación de productores para evitar la erosión del suelo, pérdida de cobertura vegetal, deforestación y contaminación ambiental; así como la asesoría en la producción de composta y la elaboración de un ordenamiento territorial comunitario.

Gobierno municipal: popular, austero, eficiente y transparente.

La implementación de talleres de planeación participativa, formulación, gestión y administración de proyectos comunitarios.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la caracterización de clases de tierra, el territorio estudiado no es apto para la agricultura o ganadería.

Se determinaron dos tipos de suelo Leptosol húmico y Luvisol crómico, siendo el primero el más abundante en la zona de estudio. Por sus características, ambos son muy susceptibles a erosinarse, sobretodo cuando existe la pérdida de cobertura vegetal.

Los análisis fisicoquímicos y los valores del ICA reflejan una buena calidad del agua en los tres ríos, excepto por las concentraciones de coliformes fecales que vuelve necesario el desarrollo de técnicas de potabilización.

Se determinaron 307 especies de flora, valores similares a los estudios hechos cerca de la zona de estudio. Del total, 56 especies son malezas, de las cuales ocho son exóticas y que podrían competir con las especies nativas y llevarlas a la extinción.

Se establecieron 16 especies de flora de mención especial, al encontrarse en listados nacionales, internacionales y ser de distribución restringida.

Las especies con mayor Valor de Importancia fueron *Liquidambar styraciflua* para los parteaguas Norte y Sur; y *Platanus mexicana* en el Río Chacalapa. Para la Ladera Norte y el Río Tecoloco, la especie dominante no pudo ser determinada.

La parcela de la Ladera Norte presentó la diversidad más alta de acuerdo al Índice α Fisher, colocando a este bosque como el tercero más diverso del país.

Se realizaron los primeros estudios de invertebrados, aves y mamíferos.

Se aportaron nuevos registros para el municipio: seis de anfibios y diez de reptiles.

Hay en total 109 especies de fauna en alguna categoría de protección.

Las principales actividades económicas no resultan aptas para la zona, por la limitante de pendiente y susceptibilidad de suelos a erosionarse.

La mayoría de las personas encuestadas cuentan con los servicios necesarios.

Se enlistaron 36 plantas medicinales, 36 plantas comestibles, once hongos, diez árboles (leña) y 15 animales (cacería) usados por la población.

La cacería de algunas especies de mamíferos es bastante común por lo que se propuso el desarrollo de PIMVS y UMA's para contrarrestarla o eliminarla.

Las poblaciones de fauna feral deben ser controladas ya que puede llevar a la extinción de especies nativas

Más del 80% de los encuestados está convencido de integrarse a alguna actividad de desarrollo turístico, que sea complementaria para la subsistencia.

Los Parteaguas presentaron una calidad de paisaje alta (A) por poseer rasgos singulares y sobresalientes. La zona centro obtuvo una calidad paisajística media (B), siendo el desarrollo humano y la falta de componentes naturales los principales componentes adversos al paisaje.

Se propuso el desarrollo de corredores biológicos, cercas vivas y reforestación como actividades para mejorar la calidad del paisaje.

Las actividades con mayor cantidad de interacciones negativas, gran magnitud e importancia, fueron las actividades productivas, los asentamientos humanos, la pavimentación, las descargas de aguas domésticas, introducción de especies exóticas, el turismo y el depósito de residuos a cielo abierto. Para ello se propusieron medidas de prevención, mitigación y compensación dentro del Modelo P-E-R.

LITERATURA CITADA

Aguilar-López, M. Rojas-Martínez, A. E. Mendoza-Vega, L.A. Vite-Silva, V.D. Ramos-Frías, J. 2012. Registros nuevos de murciélagos para el desarrollo de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*. 83(4): 1249-1251.

Aguilera-Lira, C. 2009. Conocimiento sobre el manejo de leña en tres comunidades cafetaleras del centro de Veracruz. Tesis. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz. 94p.

Aguirre, M. 2002. Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente. En: *Territorio Y Medio Ambiente Congreso De Ingeniería Civil*. 2002. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, febrero 2002. Volumen II. 1231-1256pp.

Alcántara-Ayala, O. y Luna-Vega, I. 2001. Análisis florístico de dos áreas con Bosque Mesófilo de Montaña en el Estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botánica Mexicana*. 54: 51-87.

Alcántara-Ayala, O. y Luna-Vega, I. 1997. Florística y análisis biogeográfico del Bosque Mesófilo de Montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*. 68(2): 57-106.

Álvarez-Aquino, C. Williams-Linera, G. y Amelia-Pedraza, R. 2008. Experiencias sobre restauración ecológica en la región del bosque de niebla del centro de Veracruz. En: Sánchez-Velázquez, L. Ramírez-Barmonde, E. Andrade-Torres, A. y Rodríguez-Torres, P. *Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana y Mundi Prensa. México. 393p.

Álvarez-Romero, J., Medellín, R., Oliveras de Ita, A., Gómez de Silva, H. y Sánchez, O. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 518p.

Álvarez-Zuñiga, E., Sánchez-González, E., López-Mata, A. y Tejero-Díez, J. 2012. Composición y abundancia de las pteridofitas en el bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Botanical Sciences*. 90 (2): 163-177.

Amador, C. 2013. Diccionario nautl-español; español-nautl. Biblioteca de los pueblos indígenas. 223p.

Aranda, S. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología. 212p.

Aranda, S. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México. 255p.

Arce-Pérez, R., Gómez-Anaya, J. y Novelo-Gutiérrez, R. 2010. Coleópteros acuáticos de la zona de influencia de la Central Hidroeléctrica "Ing. Fernando Hiriart Balderrama"(C. H. Zimapán), Hidalgo, México. II. Coleoptera: Polyphaga y Myxophaga. Acta Zoológica de México. 26 (3): 639-667.

Arellanes, C. 2000. Análisis estructural de un Bosque Mesófilo de Montaña de *Ticodendron incognitum* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F.

Arriaga, L., Espinoza, J., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa E. (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.

Azpeitia, C. 2007. Minerales de los distritos minero metálicos Zimapán, Pachuca-Real del Monte, Molango y su aplicación didáctica. Tesis para obtener el grado en Ingeniero Minero Metalúrgico. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 106p.

Barillas-Santos, M. 2010. Transferencia de tecnología para el manejo integral de los apiarios en la Huasteca Hidalguense. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 60p.

Blanco S., Cárdenas B., Maíz P., Berrueta V., Masera O. y Cruz J. 2012. Estudio comparativo de estufas mejoradas para sustentar un Programa de Intervención Masiva en México. Informe Final. Instituto Nacional de Ecología. 61pp.

Bureau of Land Management, 1980. "Visual Resource Management". Division of Recreation and Cultural Resources, Washington, DC. U.S. Department of Interior.

Burt, W. y Grossenheider, R. 1976. A field guide to the mammals. 3era. Edición. Houghton Mifflin Company Boston. 289p.

Calderón, G. y Rzedowski, J. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2da. Edición. Instituto de Ecología-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1406p.

Callejas-Chávez, M. 2006. Flora medicinal de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Tesis de licenciatura. Pachuca de Soto, Hidalgo. 166p.

Camarillo, J. y Casas, A. 1998. Notas sobre la herpetofauna del área comprendida entre Zacualtipán, Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz. Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma del Estado de México. Serie Zoológica. 69 (2): 231-237.

Campos, P. 2003. Indicadores de contaminación fecal en aguas. En: Díaz, C., Fall, C., Quentin, E., Jiménez, M., Esteller, M., Garrido, S., López C. y García, D. 2003. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales doméstica. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. CGIyEA – UAEM /2002

Carrillo-Bravo, J. 1965. Estudio geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. 73-96.

Carter, L. 2003. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2da. Edición. Mc Graw Hill. 841p.

Cartujano, S., Zamudio, S., Alcántara, O. y Luna, I. 2002. El Bosque Mesófilo de Montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. *Bol. Soc. Bot. México* 70: 13-43.

Casas G. y McCoy, C. 1987. Anfibios y reptiles de México. Clave ilustrada para su identificación. Limusa. México. 87p.

Castelli, L. y Spalllasso V. 2007. Planificación y conservación del paisaje: herramientas para la protección del patrimonio natural y cultural. Fund. Naturaleza para el Futuro. 224p.

Castillo-Campos, G. 1978. Flora de Veracruz. INECOL.

Catalán-Heverástico, C. López-Mata, L. y Terrazas, T. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica.* 74(2): 209-230.

Ceccon, E. 2013. Restauración en bosques tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Ediciones Díaz de Santos. 288p.

Cervantes, F., Vite, S., Vite, J. 2002. Mamíferos pequeños de los alrededores del poblado de Tlanchinol, Hidalgo. *Serie Zoología*, 73 (2): 225-237

Challenger A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Agrupación Sierra Madre S.C., México, D.F.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. México. 91p.

CONABIO, CIPAMEX, CCA y FMCN. 2002. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS). Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas_progs/buscar.pl?aica=35

CONABIO (comp.). 2009. Catálogo de autoridades taxonómicas de los anfibios (Amphibia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

CONABIO. (comp.). 2009b. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 197p.

CONABIO. 2010b. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Portada> [Consultado el 16/01/2014]

CONABIO. 2010 c. *Stanhopea tigrina* (torito morado). Distribución conocida. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/statig_dcgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no [Consultado el 11 de Mayo de 2014]

CONABIO, UNAM, UTA. 2010. Species Account: Reptilia (Herpetology of Mexico). Disponible en: http://www.uta.edu/biology/mexicoherps/Reptilia_1.htm [Consultado el 28 de diciembre de 2013]

CONABIO. 2012. Lista de las Regiones Hidrológicas Prioritarias. 75. Confluencia de las Huastecas. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_075.html [Consultado el 03/07/2014].

CONABIO. 2012b. Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezas-demexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm> [Consultado el 16/01/2014]

CONABIO. 2012c. Ganadería silvopastoril. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/SPSB/ganaderia.html> [Consultado el 16/02/2014]

CONABIO. 2014. Sistemas productivos y sostenibles. Ganadería silvopastoril. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/SPSB/ganaderia.html> [Consultado el 16/05/2014]

Conservation International. 2013. The biodiversity hotspots. Disponible en <http://www.conservation.org/Pages/default.aspx> [Consultado el 15/09/2013].

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. D.O.F. 10 de febrero de 2014.

Cornejo-Latorre, C. Rojas-Martínez, A., Aguilar-López, M. y Juárez-Castillo L. 2011. Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros en dos tipos de vegetación y disponibilidad de recursos quiropterófilos en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Therya* 2:169-182.

Corral-Rivas, J. 2002. Estudios ecológicos y estructurales en el Bosque Mesófilo de Montaña “El Cielo”, Tamaulipas, México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. 65p.

Corral-Rivas, J. Aguirre-Calderón, A. Jiménez-Pérez, J. y Návar-Cháidez, J. 2002. Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 8(2): 125-131.

Cortés-Flores, I. 2009. Las Bromeliáceas en relictos de Vegetación en la Propuesta para el establecimiento de reserva de la Biósfera cuenca de los ríos Nautla, Misantla y Colipa, Veracruz. Tesis. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. 153p.

Cotler, H. 2004. Manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. INE-SEMARNAT. México. 264p.

Cotler, H. 2010. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. Instituto Nacional de Ecología. México. 232p.

Cruz-Elizalde, R. y Ramírez-Bautista, A. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83:458-467.

Cuanalo H. 1981. Manual para la descripción de perfiles de suelo en campo. 2da. Edición. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 40p.

Cuevas, M., Garrido, A. y Sotelo, E. 2004. Regionalización de las cuencas hidrográficas de México. En: Cotler, H. 2004. Manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. INE-SEMARNAT. México. 264p.

Del Carmen M., Marquéz, J. y Gómez-Anaya, J. 2009. Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81 (2): 437-456.

Espinosa, F. y Sarukhán, J. 1997. Manual de malezas del valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Ediciones Científicas Universitarias. Instituto de Ecología-Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica.

Estrada, A. y Coates-Estrada, R. 2003. Las selvas tropicales húmedas de México. Recurso poderoso, pero vulnerable. 3era. Edición. Editorial Fondo de Cultura Económica. 194p.

FAO. 1995. La domesticación y cría de la paca (*Agouti paca*). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO-SAGARPA. 2007. Estufas ahorradoras de leña. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. PESA-México. 17p. Disponible en: http://www.utn.org.mx/docs_pdf/docs_tecnicos/proyectos_tipo/Estufas_ahorradoras_de_leña.pdf [Consultado el 15/02/2014].

Fernández-Badillo, L. y Mayer-Goyenechea, I. 2010. Anfibios y reptiles del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 705- 712.

Flores, V., Mendoza, F. y González, G. 1995. Recopilación de claves para la identificación de anfibios y reptiles de México. *Pub. Esp. Mus. Zool.* 10: 1-285.

Flores-Villela, O. y García-Márquez, U. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*. 85: 467-475.

Fortanelli-Martínez, J. García-Pérez, J. y Castillo-Lara, P. 2014. Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de Copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta Botanica Mexicana* 106: 161-186.

Frost, D. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (Julio, 2013). Electronic Database (<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>) accessible at American Museum of Natural History, New York, USA [Consultado el 15/12/2013]

Gama-Flores, J., Pavón, E., Ramírez T. y Ángeles O. 2010. Análisis de la calidad del agua. Relación entre factores bióticos y abióticos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México. 119p.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Geografía.

Global Water Watch. 2011. Información básico sobre parámetros. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Disponible en: <http://www.globalwaterwatch.org/MEX/MXesp/MXInfoBasicaParametrosSp.aspx> [Consultado el 14/08/2013]

Gobierno de Veracruz. 2009. Xantolo: Fiesta de vivos y muertos en Tempoal. Disponible en: http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=313,4544258&_dad=portal&_schema=PORTAL [Consultado el 14/08/2013]

Gobierno del Estado de Hidalgo. 2001. Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal. Periódico Oficial Estatal 14-03-2001.

Gobierno del Estado de Hidalgo, Secretaría de Planeación Desarrollo Regional y Metropolitano. 2011. Enciclopedia de los municipios de Hidalgo. Xochicoatlán. 13p.

Gobierno del municipio de Xochicoatlán. 2012. Plan Municipal de Desarrollo Xochicoatlán 2012-2016. 66p.

Gómez-Pompa, A. 1985. Los recursos bióticos de México. (Reflexiones). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos). 122p.

González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Camacho-Cruz, A., Holz, S., Rey-Benayas, J., Parra-Vázquez, M. 2007. Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: Modelos ecológicos y estrategias de acción. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 80 (Suplemento): 11-23.

González-Espinosa, M. Meave, J. Ramírez-Marcial, N. Toledo-Aceves, T. Lorea-Hernández, F. y Ibarra-Menríquez, G. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. 2012. Sánchez-Velázquez, L.R. Ramírez-Barmonde, E.S. Andrade-Torres, A. y Rodríguez-Torres, P. Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana y Mundi Prensa. México. 393p.

Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), A.C. 2003. El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares, efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones. 1-16.

Grupo Mesófilo. 2006. Subproyecto: Delimitación e Inventarios para Conservación de Cubierta Forestal con Cultivos Agroforestales. 44p.

Hammer, O. Herper, D. and Ryan, P. 2001. PAST: Paleontological Statics Software package for education and data analysis. Paleontologic Electronia. 4(1): 9p.

Hermillo, J. 2004. Flora del Bajío y Regiones adyacentes. Fascículo 129. Palmae. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 1-23p.

Hernández-Flores, S. y Rojas-Martínez, A. 2010. Lista actualizada y estado de conservación de los mamíferos del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. Acta Zoológica Mexicana. 26(3): 563-583.

Hernández-Hernández, M. 2004. Estructura y composición florística de un Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca. Trabajo de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. 46p.

Hernández-Salinas, U. y Ramírez-Bautista, A. 2012. Diversity of Amphibian communities in four vegetation types of Hidalgo State, Mexico. The Open Conservation Biology Journal. 6: 1-11.

Hornung-Leoni, C. Márquez, J. y Bueno-Villegas, J. 2011. Arthropods associated with *Tillandsia deppeana* (Bromeliaceae) from Hidalgo State, México, with three first state records of COLEOPTERA species. Entomological News. 112 (5): 469-476.

Howell, S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford. China. 851p.

Huitzil-Mendoza, J. 2007. Herpetofauna de dos localidades en la región Norte de Zimapán, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 92p.

Huitzil-Mendoza, J. y Mayer-Goyenechea, I. 2011. Primeros registros de herpetozoos en Zimapán, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 717-720.

INECC. ^s/_a. Estudio de la calidad del agua en la Cuenca del Río Moctezuma. 108p.

INECC. 2007. Instrumentos para la política ambiental. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/100/cap5.html> [Consultado el 14/08/2013]

INECC. 2012. Sistema de Consulta de las Cuencas Hidrográficas de México. INECC-SEMARNAT.

INEGI. 1978. Carta edafológica F1411. PACHUCA. Escala 1: 250 000.

INEGI. 2001. Modelo Digital de Elevación: F14D51. MOLANGO. Escala 1: 250 000.

INEGI. 2001b. Modelo Digital de Elevación: F14D52. CALNALÍ. Escala 1: 250 000.

INEGI. 2001c. Ortofoto digital F14D51F. Resolución 2 metros.

INEGI. 2001d. Ortofoto digital F14D52D. Resolución 2 metros.

INEGI. 2005. Censo y conteo de población y vivienda de 2005.

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Xochicoatlán, Hidalgo. 9p.

INEGI. 2009b. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso Potencial del Suelo. 40p.

INEGI. 2010. Censo y conteo de población y vivienda de 2010.

INEGI. 2013. Mapa Digital de México. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/> [Consultado el 03/07/2014].

Instituto Nacional de Ecología. ^{s/a}. Monitoreo del estado de las invasiones biológicas de plantas en México. <http://www.unibio.unam.mx/invasoras/> [Consultado el 16/12/2013]

International Union for Conservation of Nature-Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/> [Consultado el 1/02/2014]

Jiménez-González, M. 2008. Uso de los macromicetos de Molango de Escamilla, Hidalgo, México. 2008. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería Área Académica de Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 119p.

Jiménez-González, M., Romero-Bautista, L. y Pérez-Escandón, B. 2013. Los hongos comestibles de la región de Molango de Escamilla, Hidalgo, México. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. 69-82.

Juárez-Castillo, L. 2006. Comparación del ensamblaje de murciélagos de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México, con otras regiones áridas de Norteamérica. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 93p.

Lara, J. 2009. Determinación de los índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. Tesis Técnico Superior Forestal. Facultad de Ciencias agrícolas forestales y veterinarias. Universidad Mayor de San Simón. Bolivia. 49p.

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B. y Balsley, J. 1971. A prodecure for Evaluation Enviromental Impact. Geological Survey Circular 645. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.

Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación. 7 de junio de 2013.

Ley General de Asentamientos Humanos. Diario Oficial de la Federación. 24 de enero de 2014.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. 16 de enero de 2014.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. 8 de octubre de 2003.

López-Pérez, Y., Tejero-Díez, J., Torres-Díaz, A. y Luna-Vega, I. 2011. Flora del Bosque Mesófilo de Montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 88:35-53.

Lot A. y Chiang, F. (Compiladores). 1986. Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C.

Lugo, H. 2011. Diccionario geomorfológico. UNAM. Instituto de Geografía. 480p.

Luna-Vega, I., Almeida, L., Villers, L. y Lorenzo, L. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 48: 35-63.

Luna-Vega, I., Ocegueda-Cruz, S. y Alcántara-Ayala, O. 1994. Florística y Notas Biogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica. 65(1): 31-62.

Mansilla, A. 2000. Etapas del desarrollo humano. Revista de investigación psicológica. 3(2): 105-116.

Martínez, M. 2004. Nuevos registros de aves en el bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. Huitzil. Revista de Ornitología Mexicana. 5 (2): 12-19.

Martínez-Morales, M. 2007. Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. Revista Mexicana de la Biodiversidad. 78:149-1621.

Martínez-Morales, M., Ortiz-Pulido, R., de la Barrera, B., Zuria, I., Bravo-Cadena, J. y Valencia-Herverth, J. 2007. Hidalgo. En: Ortiz-Pulido, R., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. y Peterson, T. (Eds), Avifaunas Estatales de México. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. 49-95p.

Masera, O., Díaz, R., y Berueta, V. 2005. Programa para el uso sustentable de la leña en México: de la construcción de estufas hasta la apropiación de tecnología. Energy for Sustainable Development. 9 (5): 25-36.

Mayorga-Saucedo, R., Luna-Vega, I. y Alcántara-Ayala, O. 1998. Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango-Xochicoatlán, Hidalgo, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 63: 101-119.

Meave, J. Soto, M. Calvo, L. Paz, H. y Valencia, S. 1992. Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. Boletín de la Sociedad Mexicana de Botánica. 52: 31-77.

McCune, B. y Mefford, M. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4 for Windows. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. 28p.

Medellín, L. 2008. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020.

Mejenes-López, S., Hernández-Bautista, M., Barragán-Flores, J. y Pacheco-Rodríguez, J. 2010. Los mamíferos en el Estado de Hidalgo, México. Therya. 1(3): 161-188.

Mejía-Domínguez, N. Meave, J. y Ruiz-Jiménez, C. 2004. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 74: 13-29.

Mendizábal-Hernández, L., Márquez, J., Alba-Landa, J., Ramírez-García, E. y Cruz-Jiménez H. 2009. Alternativas de uso de una prueba genética de *Liquidambar styraciflua* L. Foresta Veracruzana. 11(2): 27-32,

Mendoza-Ruiz, A. y Pérez-García, B. 2009. Helechos y licopodios de México. CONABIO y Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México. 287p.

Molina-Mendoza, J. y Galván-Villanueva, R. 2012. Plantas medicinales y listado florístico preliminar del municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. Polibotánica. 34: 239-271.

Montiel, J. 2005. Historia Geológica de Maltrata, Veracruz. En: Serrano C. y Y. Lira. 2005. El mamut de Maltrata, Veracruz. Un rescate en la barranca Apiaxco. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM ; Instituto de Antropología, Universidad Veracruzana.

Morales-García, J. 2007. Ensamblaje de mamíferos terrestres de un Bosque Templado en áreas bajo diferente manejo forestal, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 56p.

Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Nueva York.

Munsell Soil Color Charts. 1994. Macbeth Division of Kollomorgen Instruments.

Muñoz-Flores, A. 2009. Diagnóstico Ambiental de la Sub-cuenca Otumba, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 91p.

Muñoz-Iniestra, D., Mendoza, A., López, F., Soler A. y Hernández, M. 2012. Edafología. Manual de métodos de análisis de suelo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 82p.

Muñoz-Iniestra, D., Soler, A., López, F., Hernández, M. 2013. Edafología. Manual de métodos de análisis de suelo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 139p.

Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G. y Kent, K. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.

National Geographic. 2002. Field guide to the birds of North America. 4^{ta} edición. National Geographic. 480p.

Navarro, S. y Gordillo, A. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las aves (Chordata) de México. Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS010. México.

Norma Mexicana (NMX-014-SCFI-1980): Cuerpos receptores-Muestreo. 5 de Septiembre 1980.

Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994). Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación 20 junio de 2000.

Norma Oficial Mexicana (NOM-001-SEMARNAT-1996). Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación 23 de abril de 2003.

Norma Oficial Mexicana (NOM-002-SEMARNAT-1996). Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación 23 de abril de 2003.

Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010): Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 diciembre de 2010.

Norma Oficial Mexicana (NOM-083-SEMARNAT-2003): Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Diario Oficial de la Federación. 20 octubre de 2004.

Norma Oficial Mexicana (NOM-06-TUR-2009). Requisitos mínimos de información, higiene y seguridad que deben cumplir los prestadores de servicios turísticos de campamentos. Diario Oficial de la Federación. 06 de septiembre de 2010.

Norma Oficial Mexicana (NOM-07-TUR-2002). De los elementos normativos del seguro de responsabilidad civil que deben contratar los prestadores de servicios turísticos de hospedaje para la protección y seguridad de los turistas o usuarios. Diario Oficial de la Federación. 26 de febrero de 2003.

Norma Oficial Mexicana (NOM-08-TUR-2002). Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural. Diario Oficial de la Federación. 05 de marzo de 2003.

Norma Oficial Mexicana (NOM-09-TUR-2002). Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas. Diario Oficial de la Federación. 26 de septiembre de 2003.

Norma Oficial Mexicana (NOM-010-TUR-2001). De los requisitos que deben contener los contratos que celebren los prestadores de servicios turísticos con los usuarios-turistas. Diario Oficial de la Federación. 02 de enero de 2002.

Norma Oficial Mexicana (NOM-011-TUR-2001). Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios turísticos de Turismo de Aventura. Diario Oficial de la Federación. 22 de julio de 2002.

Norma Oficial Mexicana (NOM-033-ZOO-1995). Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Diario Oficial de la Federación. 16 de julio de 1997.

Ochoa-Camarillo, H. 1997. Geología del Anticlinorio de Huayacocotla de México y recursos asociados, Libro-guía de las excursiones geológicas: Pachuca, México. Universidad autónoma de Hidalgo. Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra; Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. 1–17.

Ochoa-Camarillo, H., Buitrón, B. y Silva-Pineda, A. 1998. Contribución al conocimiento de la bioestratigrafía, paleoecología y tectónica del Jurásico (Anticlinorio de Huayacocotla) en la región de Molango, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de las Ciencias Geológicas*. 15(1): 57-63.

Ochoa, L. y Flores-Villela O. 2006. Áreas de Diversidad y Endemismo de la Herpetofauna Mexicana., UNAM-CONABIO, México, D. F. 211p.

Ortega-Pieck, A., López-Barrera, F., Ramírez-Marcial, N. y García-Franco, J. 2011. Early seedling establishment of two tropical montane cloud forest tree species: The role of native and exotic grasses. *Forest Ecology and Management* 261: 1336–1343.

Ortiz-Ceballos, G. y Pineda-López, M. 2008. Las fincas de café: sitios de conservación *in situ* de biodiversidad. En: Sánchez-Velázquez, L.R. Ramírez-Barmonde, E.S. Andrade-Torres, A. y Rodríguez-Torres, P. Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana y Mundi Prensa. México. 393p.

Pérez-García, B. y Riba, R. 1993. Observaciones sobre los gametofitos de *Woodwardia martinezii* Maxon ex Weatherby y *W. spinulosa* Mart. & Gal. (Blechnaceae). *Acta Botánica Mexicana*. 21: (7-14).

Pérez-Paredes, P., Sánchez-González, A. y Tejero-Diez, J. 2012. Listado de licopodios y helechos del municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, México. *Polibotánica*. 33: 57-73.

Pérez-Tello, L. 2009. Geología del distrito manganesífero de Molango. En: Clark, K.F. Salas-Pizá, G.A. y Cubillas-Estrada, R. Geología económica de México. 2^{da} edición. Servicio Geológico Mexicano. México. 953p.

Peterson, R. y Chalif, E. 1989. Aves de México: Guía de identificación de campo.

Ponce-Vargas, A., Luna-Vega, I., Alcántara-Ayala, O. y Ruiz-Jiménez, C.A. 2006. Florística del Bosque Mesófilo de Montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 177-190.

Puig, H. 1976. Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique. México, D.F. 531p.

Puig, H. Bracho, R. y Sosa, V. 1983. Composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biotica*. 8: 339-359.

Ramírez-Bautista, A., Hernández- Salinas, U., Mendoza-Quirujano, F., Cruz-Elizalde, R., Stephenson, B., Vite-Silva, V. y Leyte-Manrique, A. 2010. Lista anotada de los anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 104p.

Ramírez-Baustista, A. y Cruz-Elizalde, R. 2013. Reptile community structure in two fragments of cloud forest of the Sierra Madre Oriental. *North-Western Journal of Zoology*. 9 (2): 410-417.

Ramírez-Herrera, C. Vargas-Hernández, J. y López-Upton, J. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. *Acta Botánica Mexicana*. 72: 1-6.

Ramírez-Marcial, N. 2001. Diversidad florística del Bosque Mesófilo de Montaña en el centro de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 69: 63-76.

Ramírez-Marcial, N. Camacho-Cruz, A. y González-Espinoza, M. 2008. Clasificación de grupos funcionales vegetales para la restauración del Bosque Mesófilo de Montaña. En: Sánchez-Velázquez, L.R. Ramírez-Barmonde, E.S. Andrade-Torres, A. y Rodríguez-Torres, P. Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana y Mundi Prensa. México. 393p.

Ramírez-Pérez, A. 2008. Herpetofauna del Parque Nacional El Chico y su zona de influencia, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 100p.

Ramírez-Pulido, J. 1999. Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto Q023.

Renjifo, L., Aristizábal, S., Lozano-Zambrano, F., Vargas, W., Vargas, A., y Ramírez, D. 2009. Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural. En: Lozano-Zambrano, F. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 238p

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. D.O.F. 30 de noviembre de 2006.

Roldán-Pérez, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 23 (88): 375-387.

Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. 432p.

Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Limusa. 432p.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botanica Mexicana. 14: 3-21.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los Bosques Mesófilos de Montaña de México. Acta Botánica Mexicana. 35:25-44.

Rzedowski, G. y Rzedowski, J. 2003. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. INECOL.

Rzedowski, G. de, y Rzedowski, J. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2da. Edición. Instituto de Ecología-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1406p.

Rzedowski, J. 2005. Vegetación de México. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 504p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2009. Fichas Técnicas sobre Actividades del Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA). Surcado al contorno. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/12%20Surcado%20al%20contorno.pdf> [Consultado el 17/05/2014].

Sánchez, O. 1980. La flora del valle de México. 6ta. Edición. Editorial Herrero. 519p.

Sánchez-Rodríguez, E. López-Mata, L. García-Moya, E. y Cuevas-Guzmán, R. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 73: 17-34.

Sánchez-Velásquez, L., Ramírez-Barmonde, E., Andrade-Torres, A. y Rodríguez-Torres, P. 2008. Ecología, florística y restauración del Bosque Mesófilo de Montaña. En: Sánchez-Velásquez, L., Ramírez-Barmonde, E., Andrade-Torres, A. y Rodríguez-Torres, P. Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana y Mundi Prensa. México. 393p.

Sandoval, J. y Astudillo, I. 2000. Insectos. En: De la Lanza-Espino, G., Hernández-Pulido, S. y Carbajal-Pérez, J. (Compiladores) 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Plaza y Valdés S.A. de C.V. México. 639p.

Santiago, P. y Jardel, E. 1993. Composición y estructura del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. Biotam. 5: 13-26.

Schmelkes, S. 2003. La política de la educación bilingüe intercultural en México. En: UNESCO y SEP. 2003. "Educación en la Diversidad: Experiencias y Desafíos desde la Educación Intercultural Bilingüe"

SECTUR. 2004. Turismo alternativo. Una nueva forma de hacer turismo. 2da. Edición. SECTUR. 60p.

SEMARNAT y CONAGUA. 1989. Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. CE-CCA-001/89. En el DOF 13 de Diciembre de 1989.

SEMARNAT y CONAGUA. 2002. Calidad del agua del Río Moctezuma conforme a parámetros físicos, químicos y biológicos, 2000 y 2001. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. Disponible en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/compendio_2000/03dim_ambiental/03_02_Agua/data_agua/CuadroIII.2.2.17.htm [Consultado el 16/12/2013].

SEMARNAT. 2005. Informe de estadísticas ambientales. Disponible en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/introduccion/presentacion.html [Consultado el 16/02/2014].

SEMARNAT. 2008. Gestión integral de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo (Curso Virtual de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos). Disponible en: http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/residuos/login.php?going_to=index.php [Consultado el 14/11/2013].

SEMARNAT. 2010. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Disponible en http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio_2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet28b9.html [Consultado el 16/12/2013].

SEMARNAT. 2013. Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. 31p.

Servicio Geológico Mexicano. 1997. Carta Geológico-Minera. Pachuca. F14-11. 1:250 000.

Smith-Portilla, M. 1995. La riqueza y diversidad de la flora arbórea de un bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz, bajo dos condiciones distintas de exposición. Tesis. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa. Veracruz.

Suárez-Guerrero, A. 2008. Efecto de ensamblajes de leñosas nativas en la restauración del Bosque Mesófilo. Tesis de doctorado. Instituto de Ecología, A.C. 127p.

The American Ornithologist's Union. 2014. Birds of North and Middle America Checklist. Disponible en: <http://checklist.aou.org/taxa/> [Consultado el 7/02/2014]

The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora-Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 2014. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/> [Consultado el 16/12/2013]

Triplehorn, C. y Johnson, N. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 864 p.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 2014 Disponible en: <http://www.tropicos.org> [Consultado el 16/12/2013].

Universidad de Extremaduras área de edafología y química agrícola. 2002. Leptosoles. Disponible en: <http://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/SEXP/SExL4Leptosoles.htm> [Consultado el 8/02/2014]

Valencia-Herverth J., Valencia-Herverth, R. y Mendoza-Quijano, F. 2008. Registros adicionales de aves para Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 24(2): 115-123.

Valencia-Herverth, J., Valencia-Herverth, R., Mendiola-González, M., Sánchez-Cabrera, M. y Martínez-Morales, M. 2011. Registros nuevos y sobresalientes de aves para el estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 27(3): 843-861.

Valencia-Herverth, J. Ortiz-Pulido, R. Enríquez, P. 2012. Riqueza y distribución espacial de rapaces nocturnas en Hidalgo, México. Huitzil. *Revista Mexicana de Ornitología*. 13(2): 116-129.

Valencia-Herverth, R. Valencia-Herverth, J. Padilla-Calderón, R. Olivares-Nochebuena, M. Hernández-Hernández, R. y Olivares-Nochebuena, M. 2012b. Información adicional sobre la avifauna de Hidalgo, México. Huitzil. *Revista Mexicana de Ornitología*. 13(2): 95-103.

Velázquez, A. y Bocco, G. 2003. La ecología del paisaje y su potencial para acciones de conservación de ecosistemas templados de montaña. En: Sánchez O., E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis. 2003. *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*. INE.

Vidal, E. y Franco, J. 2009. Impacto ambiental. Una herramienta para el desarrollo sustentable. AGT editor. 412p.

Villaseñor, J. y Magaña, P. 2006. Plantas introducidas en México. *Ciencias* 82: 38-40.

Vite-Silva, V. Ramírez-Bautista, A. y Hernández-Salinas U. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 473- 485.

Vovoides, A. 1983. Flora de Veracruz. Fascículo 26. Zamiaceae. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz. 1-31p.

Wehenpohl, G., Cantillana, H., Hernández, C. y de Buen B. 2004. Guía de cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003. SEMARNAT-GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). 57p.

Williams-Linera, G. 1996. Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del Bosque Mesófilo de Montaña en los alrededores de Xalapa. *Madera y Bosques*. 2(2): 53-65.

Williams-Linera, G. Pérez-García, I. y Tolome, J. 1996. El bosque mesófilo de montaña en un gradiente altitudinal en el centro de Veracruz. México. *La Ciencia y el Hombre*. 23: 149-161.

ANEXOS

Anexo 1. Listado florístico de Xochicoatlán.

Listado de Flora. Forma de vida (FV): FC= Fanerófito cespitoso; FE= Fanerófito escaposo; Cr= Criptófito; Ca= Caméfito; E= Epífito; H= Hemicriptófito; T= Terófito; Hy= Hidrófito; P= Parásita; L= Liana. Categorías de riesgo: 1=Según la NOM-059-SEMARNAT-2010; Pr_ Protección especial. P= Peligro de extinción y A= Amenazada, 2= Según la IUCN (2013); EN= En peligro, VU= Vulnerable, NT= Casi amenazado, LC= Preocupación menor y cd= Dependiente de la conservación. End. (Endemismo) Distribución (Dist.): NA= Norteamérica; M= México; CA= Centroamérica; SA= Suramérica; A= América; AS= Asia; AF= África; CO= Cosmopolita										
Familia/Especie	FV	Nombre común	Usos	NOM-059	UICN	CITES	End.	Dist.	Dist. Méx.	Conducta
PTERIDOPHYTA										
Aspleniaceae										
<i>Holodictyum ghiesbreghtii</i> (E. Fourn.) Maxon	Ca						Sí	M		
Blechnaceae										
<i>Woodwardia martinezii</i> Maxon ex Weath., 1949	Ca						Sí	M		
Cyatheaceae										
<i>Cyathea fulva</i> (M. Martens & Galeotti) Fée.	FC			P		II		M-SA		
Dennstaedtiaceae										
<i>Pteridium</i> sp.	Ca									
Dryopteridaceae										
<i>Elaphoglossum</i> sp.	H									
<i>Phanerophlebia remotispora</i> E. Fourn.	E							M-CA		
Equisetaceae										
<i>Equisetum hyemale</i> L.	Cr	Cola de caballo	Medicinal					NA-M-CA-AS		
<i>Equisetum myriochaetum</i> Schlttdl. & Cham.	Cr	Cola de caballo	Medicinal					M-CA-SA		
Hymenophyllaceae										
<i>Hymenophyllum</i> sp.	E									
Marattiaceae										
<i>Marattia weinmanniifolia</i> Liebm.	Ca			Pr				M-CA		
Polypodiaceae										
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée.	E							A		
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	E							M-CA-SA		
<i>Phlebodium areolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Sm.	H							A		

<i>Pleopeltis crassinervata</i> (Fée) T. Moore	E					M-CA
<i>Pleopeltis mexicana</i> (Fée) Mickel & Beitel.	E					M-CA
<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roemer ex Kunze) T. Moore	E					M
<i>Polypodium hartwegianum</i> Hook.	H					M-CA
<i>Polypodium madrense</i> J. Sm.	E					M
<i>Polypodium rhodopleuron</i> Kunze	E					M-CA
<i>Polypodium thyssanolepis</i> A. Braun ex Klotzsch	E					M-CA
<i>Polypodium</i> sp.1	E					
<i>Polypodium</i> sp.2	E					
<i>Polypodium</i> sp.3	E					
Pteridaceae						
Pteridaceae sp.	H					
<i>Llavea cordifolia</i> Lag.	H					M-CA
<i>Mildella fallax</i> (M. Martens & Galeotti) Nesom	H					M-CA
<i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath.	H					A
<i>Adiantum tricolepis</i> Fée.	H					M-CA- NA
<i>Adiantum</i> sp.	H					
<i>Astrolepis</i> sp.	E					
Schizaeaceae						
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	H					A
Sellaginellaceae						
<i>Selaginella martensii</i> Spring	Ca					M-CA
<i>Selaginella pallescens</i> C. Presl	Ca					M-CA-SA
<i>Selaginella stenophylla</i> A. Braun	Ca					M-CA
<i>Selaginella</i> sp.	Ca					
Tectariaceae						
<i>Tectaria heracleifolia</i> (Will.) Underw.	Ca					M-CA
GYMNOSPERMAE						
Cupressaceae						
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	FE	Cedro	Pr	LC		M-CA
Cycadaceae						
<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	FC			LC		A-AS
Pinaceae						
<i>Pinus patula</i>	FE	Ocote	Leña	LC	Sí	M

Schiede ex Schltdl. & Cham.									
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	FE	Ocote	Leña	NT	Sí	M			
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	FE	Ocote	Leña	LC		M-CA			
Zamiaceae									
<i>Ceratozamia mexicana</i> Brongn.	T			A	VU	Si	M		
<i>Ceratozamia miqueliana</i> (H. Wendl.) J. Schust.	T			P	CR	Si	M		
ANGIOSPERMAE									
Actinidiaceae									
<i>Saurauia scabrida</i> Hemsl.	FE		Comestible fruto			Sí	M-CA		
Adoxaceae									
<i>Viburnum ciliatum</i> Greenm.	FE					Sí	M		
<i>Sambucus nigra</i> L.	FE						CO	Nativa	Maleza
Alstroemericeae									
<i>Bomarea acutifolia</i> (Link & Otto) Herb.	Cr						M-CA		
<i>Bomarea</i> sp.	Cr								
Amaranthaceae									
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl.	T					A	Nativa	Maleza	
Amaryllidaceae									
<i>Zephyranthes lindleyana</i> (Herb.) Standl.	Cr						M-CA		
Anacardiaceae									
<i>Rhus radicans</i> L.	FC					NA-M-CA	Nativa	Maleza	
Anonnaceae									
<i>Annona cherimola</i> Mill.	FE	Chirimoya	Comestible fruto			M-CA			
Apiaceae									
<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroche	H	Planta de sapo	Comestible hoja y medicinal			M-CA	Nativa	Maleza	
Apocynaceae									
<i>Vinca major</i> L.	T					CO	Exótico	Maleza e invasora extrema	
<i>Gonolobus macranthus</i> Kunze	L					M-CA			
Araceae									
<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	Cr		Comestible raíz			A			
<i>Zantedeschia aethiopica</i> Spreng	Hy	Alcatraz	Ornamental	LC		CO	Exótica	Maleza	
Araliaceae									
<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	FE					M-CA			

<i>Hydrocotyle mexicana</i> Schltdl. & Cham.	H					M-CA		
Areaceae								
<i>Chamaedorea microspadix</i> Burret	FC	Palma	Ornamental	A		Sí	M	
<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm. ex Mart	FC	Palma	Ornamental				M-CA	
<i>Chamaedorea</i> sp.	FC							
Asclepiadaceae								
<i>Asclepias curassavica</i> L.	Ca					A	Nativa	Maleza
Asparagaceae								
<i>Agave celsii</i> Hook.	E		Comestible savia			Sí	M	
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	E		Comestible savia	LC			M-NA	
<i>Echeandia mexicana</i> Cruden	Cr					Sí	M	
Asteraceae								
<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni ex Pers.	Ca						M-CA	
<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob	Ca						M-CA	Nativa Maleza
<i>Baccharis</i> sp.	Ca							
<i>Bidens aurea</i> (Ait.) Sherff	H					A	Nativa	Maleza
<i>Bidens odorata</i> Cav.	H					NA-M-CA	Nativa	Maleza
<i>Bidens pilosa</i> L.	H		Comestible hoja y vástago			NA-M-CA	Nativa	Maleza
<i>Cirsium subcoriaceum</i> Korbblütler	H						M-CA	
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Cr		Ornamental				M-CA	Nativa Maleza
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	H						CO	
<i>Eupatorium collinum</i> D C.	FC						M-CA	
<i>Eupatorium schaffneri</i> Sch. Bip. ex Hemsl.	Ca					Sí	M	
<i>Eupatorium</i> sp.	Ca							
<i>Helianthus procumbens</i> Pers.	Ca						SA	
<i>Pinaropappus roseus</i> Less.	T						NA-M	Nativa Maleza
<i>Senecio confusus</i> (DC.) Britte	L	Árnica	Medicinal				M-CA	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T		Comestible hoja				CO	Exótica Maleza
Begoniaceae								
<i>Begonia gracilis</i> H. Vilm.	Cr						M-CA	

<i>Begonia incarnata</i> Link & Otto	Cr			Sí	M	Nativa	Maleza
<i>Begonia plebeja</i> Liebm.	Cr				M-CA		
<i>Begonia</i> sp. 1	Cr						
<i>Begonia</i> sp. 2	Cr						
<i>Begonia</i> sp. 3	Cr						
<i>Begonia</i> sp. 4	Cr						
Berberidaceae							
<i>Berberis gracilis</i> Benth.	FE	Palo amarillo		Sí	M		
Betulaceae							
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	FE	Koatlapal	LC/cd		M-CA-SA		
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch	FE	Palo de hierro	Pr		NA-M-CA		
Bignoniaceae							
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	FE	Ornamental	VU		CO		
Brassicaceae							
<i>Eruca sativa</i> Lam.	T				A		
Bromeliaceae							
<i>Catopsis sessiliflora</i> Ruiz & Pav.	E				M-CA-SA		
<i>Tillandsia deppeana</i> Steud.	E			Sí	M		
<i>Tillandsia gymnotrya</i> Baker	E			Sí	M		
<i>Tillandsia heterophylla</i> E. Morren	E			Sí	M		
Cactaceae							
<i>Aporocactus flagelliformis</i> (L.) Lem	E		Pr	II	M-CA		
<i>Rhipsalis baccifera</i> J.S. Muell.	E	Comestible fruto	LC	II	CO		
<i>Selenicereus spinulosus</i> (DC.) Britton & Rose	E	Comestible fruto, flor	LC	Si	M		
Caesalpiniaceae							
<i>Cercis canadensis</i> L.	FE		LC/cd		NA-M		
<i>Senna septemtrionalis</i> (Viv.) H.S. Irwin & Barneby	FC				M-SA		
Calceoraliaceae							
<i>Calceolaria mexicana</i> Benth	FC	Berro de agua			M-CA-SA		
Campanulaceae							
<i>Centropogon grandidentatus</i> Schltdl.	H	Chilito	Medicinal		M-CA-SA		
Cannabaceae							
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	FE				A		
Caprifoliaceae							

<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	FC	Madreselva		M-NA			
<i>Valeriana sorbifolia</i> Kunth.	T			A			
<i>Valeriana</i> sp.	Ca						
Caricaceae							
<i>Carica papaya</i> L.	FC		Comestible fruto y raíz	CO			
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	FC			M-CA			
Caryophyllaceae							
<i>Drymaria villosa</i> Schltdl. & Cham.	H			M-CA- SA-AS	Nativa	Maleza	
<i>Drymaria</i> sp.	H						
Cleomaceae							
<i>Cleoserrata speciosa</i> Raf.	FC			M-CA			
Clethraceae							
<i>Clethra mexicana</i> DC.	FE			Si	M		
<i>Clethra pringlei</i> S. Watson	FE			Sí	M		
Commelinaceae							
<i>Commelina diffusa</i> L.	Cr		LC	CO	Nativa	Maleza	
<i>Gibasis pellucida</i> Mart. & Gal.	Cr			M-CA			
<i>Tradescantia pallida</i> Rose D. Hunt	Cr		Ornamental	M-CA	Nativa	Maleza	
<i>Tripogandra amplexicaulis</i> Klotzsch ex C.B. Clarke	T			M-CA	Nativa	Maleza	
Convolvulaceae							
<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	P			CO			
<i>Ipomoea orizabensis</i> Pelletan	Ca			M-CA	Nativa	Maleza	
<i>Ipomoea purga</i> (Wender.) Hayne	Ca			Sí	M	Nativa	Maleza
Costaceae							
<i>Costus scaber</i> Ruiz & Pav.	Cr		Ornamental	M-CA-SA			
Crassulaceae							
<i>Kalanchoe</i> sp.	H						
<i>Sedum</i> sp.	H						
Cucurbitaceae							
<i>Sicyos deppei</i> G. Don	T	Chayote	Comestible fruto	Sí	M	Nativa	Maleza
Cyperaceae							
<i>Cyperus odoratus</i> L.	H		DD	CO	Nativa	Maleza	
<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth	H			NA-M- CA	Nativa	Maleza	
Dioscoraceae							
<i>Dioscorea</i> sp. 1	L	Cabestrillo	Comestible tubérculos				
<i>Dioscorea</i> sp. 2	L		Comestible				

			tubérculos			
<i>Dioscorea</i> sp. 3	L		Comestible tubérculos			
Dipentodontaceae						
<i>Perrottetia ovata</i> Hemsl	FE				M-CA	
Ericaceae						
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	FE		LC/cd		NA-M-CA	
<i>Bejaria laevis</i> Benth.	FE			Sí	M	
<i>Bejaria</i> sp.	FE					
<i>Gaultheria acuminata</i> Schltdl. & Cham.	FC				M-CA	
<i>Vaccinium leucanthum</i> Schltdl.	FC				M-CA	
Euphorbiaceae						
<i>Acalypha mollis</i> Kunth.	Ca				M-CA	
<i>Cnidocolus multilobus</i> Willd. ex Klotzsch	FC	Malamujer	Comestible flor y vástago		M-CA	Nativa Maleza
<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	T				A	Nativa Maleza
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	FE				A-AS	Nativa Maleza
Fabaceae						
<i>Amicia zygomeris</i> D.C.	FC			Sí	M	
<i>Canavalia villosa</i> Benth.	L		Comestible flor		M-CA	Nativa Maleza
<i>Dalbergia palo-escrito</i> Rzed.	FE			CR	Sí	M
<i>Desmodium angustifolium</i> (Kunth) DC.	T				M-CA-SA	
<i>Erythrina coralloides</i> D.C.	FE	Pemuche	Comestible flor y hoja	A	M-CA	
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	FC				A-AF	Nativa Maleza
<i>Lonchocarpus caudatus</i> Pittier	FE			LC	M-CA	
<i>Lupinus uncinatus</i> Schltdl.	Ca				Sí	M
<i>Lupinus</i> sp.	Ca					
<i>Trifolium repens</i> L.	H				NA-M-CA	
<i>Trifolium</i> sp.	H					
<i>Zapoteca portoricensis</i> (Jacq.) H.M. Hern.	FC				M-CA-SA	
Fagaceae						
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	FE				M-CA	
<i>Quercus</i> sp. 1	FE					
<i>Quercus</i> sp. 2	FE					
<i>Quercus</i> sp. 3	FE					

<i>Quercus</i> sp. 4	FE					
<i>Quercus</i> sp. 5	FE	Encino				
Geraniaceae						
<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	H			M-CA	Nativa	Maleza
Hamamelidaceae						
<i>Liquidambar styraciflua</i> Sweet Gum	FE	Tsuichate	LC/cd	NA-M-CA		
Hydrocharitaceae						
<i>Hydromystria laevigata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Hy			M-CA-SA		
Hypericaceae						
<i>Hypericum hypericoides</i> L.	Ca			A		
<i>Hypericum silenoides</i> Juss.	Ca			M-CA-SA		
Hypoxidaceae						
<i>Hypoxis Mexicana</i> Schult. & Schult. f.	Cr			NA-M		
Iridaceae						
<i>Tigridia pavonia</i> Juss.	Cr	Tecomite	Ornamental	M-CA-SA		
<i>Tritonia crocosmiiflora</i> Lemoine	Cr		Ornamental	CO		
Juglandaceae						
<i>Carya ovata</i> (Mill.) K. Koch	FE			NA-M		
<i>Carya palmeri</i> W.E. Manning	FE	Nogal		Sí	M	
<i>Juglans mollis</i> Engelm.	FE	Nogal		Sí	M	
Juncaceae						
<i>Juncus</i> sp.	Hy					
Lamiaceae						
<i>Cunila</i> sp.	H					
<i>Hyptis mutabilis</i> (A.Rich.) Briq.	FC			A		
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	H			M-CA		
<i>Prunella vulgaris</i> L.	H			A	Nativa	Maleza
<i>Salvia concolor</i> Lamb. ex Benth.	FC			Sí	M	
<i>Salvia involucrata</i> Cav.	Ca			Sí	M	
<i>Stachys boraginoides</i> Schltld. & Cham	H			Sí	M	Nativa Maleza
<i>Stachys</i> sp.	H					
Lauraceae						
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth.	FE	Laurel	P	Sí	M-CA	
Lauraceae sp. 1	FE					
Lauraceae sp. 2	FE					
Lauraceae sp. 3	FE					
Lentibulariaceae						

<i>Pinguicula moranensis</i> Kunth	Ca			M-CA	Nativa	Maleza
Loranthaceae						
<i>Phoradendron velutinum</i> (DC.) Nutt.	P	Injerto		M-CA		
<i>Phoradendron</i> sp.	P					
<i>Struthanthus</i> sp.	P					
Lythraceae						
<i>Cuphea calaminthifolia</i> Schltl.	H			Sí	M	
Magnoliaceae						
<i>Magnolia dealbata</i> Zucc.	FE		P	Sí	M	
Malvaceae						
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltl.	Ca			A	Nativa	Maleza
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	FC			AS		
<i>Malaviscus arboreus</i> Cav.	FC	Comestible fruto		NA-M-CA		
<i>Pavonia uniflora</i> (Sessé & Moc.) Fryxell	Ca			Sí	M	
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Ca			A-AS	Incierto	Maleza
<i>Tilia houghi</i> L.	FE			Sí	M	
<i>Triumfetta</i> sp.	FC					
Malpighiaceae						
<i>Tetrapteryx schiedeana</i> Schltl. & Cham	L			NA-M		
Melastomataceae						
<i>Leandra cornoides</i> Schltl. et Cham.	FC			Si	M	
<i>Melastomataceae</i> sp.	Ca					
<i>Miconia</i> sp.	Ca					
<i>Tibouchina galeottiana</i> (Naudin) Cogn.	Ca			Sí	M	
Meliaceae						
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	FE			M-CA-SA		
Myrtaceae						
<i>Psidium guajava</i> L.	FE	Guayaba	Comestible fruto	M-CA-SA		
Moraceae						
<i>Trophis mexicana</i> (Liebm.) Bureau	FE			A		
Nyctaginaceae						
<i>Commicarpus</i> sp.	H					
<i>Mirabilis longiflora</i> L.	Ca			NA-M-CA		
Orchidaceae						
<i>Gongora</i> Juss.	E	Ornamental				
<i>Encyclia candollei</i> Lindl	E	Ornamental		M-CA		

<i>Laelia anceps</i> Lindl.	E	Monjita	Ornamental		II	M-CA		
<i>Ornithocephalus</i> sp.	E							
<i>Prosthechea cochleata</i> L.	E		Ornamental		II	A		
<i>Prosthechea ochracea</i> Lindl.	E		Ornamental			M-CA		
<i>Stanhopea tigrina</i> Bateman	E	Flor de cabeza de víbora	Ornamental	A	II	Sí	M	
<i>Rhynchoatele rossii</i> (Lindl.) Soto Arenas & Salazar	E		Ornamental	A	II		M-CA	
<i>Paphiopedilum x nitens</i>	E	Zapatilla de bailarina	Ornamental				-	
Onagraceae								
<i>Lopezia miniata</i> Lag. ex DC.	Ca					Sí	M -CA	
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	Ca						M-CA	Nativa Maleza
<i>Oenothera elata</i> Kunth.	H						NA-M-CA	Nativa Maleza
Orobanchaceae								
<i>Castilleja arvensis</i> Schltld. & Cham.	H						M-CA-SA	Nativa Maleza
<i>Lamourouxia</i> sp.	Ca							
Oxalidaceae								
<i>Oxalis galeottii</i> Turcz.	Cr					Sí	NA-M-CA	
Papaveraceae								
<i>Bocconia frutescens</i> L.	FC	Sangre de grado					M-SA	Nativa Maleza
Passifloraceae								
<i>Passiflora sicyoides</i> Schltld. & Cham.	H						M-CA	
Phytolaccaceae								
<i>Phytolacca americana</i> L.	Ca						CO	
Piperaceae								
<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) A. Dietr.	Ca						M-CA-SA	
<i>Piper aduncum</i> L.	FC	Cordoncillo					A-AS	
<i>Piper lapathifolium</i> (Kunth) Steud.	FC					Sí	M	
<i>Piper schiedeana</i> Steud.	FC						M-CA-SA	
Plantaginaceae								
<i>Digitalis purpurea</i> L.	H	Amor bocabajo	Medicinal				A-AS	Exótica Maleza e invasora moderada
<i>Maurandya erubescens</i> (D. Don) A. Gray	L						M-CA	
<i>Plantago australis</i> L.	H						A	
<i>Veronica polita</i> Fr.	Ca						A	
Platanaceae								
<i>Platanus mexicana</i>	FE						M-CA	

Moric.					
Poaceae					
<i>Agrostis</i> sp.	H				
<i>Brachiaria</i> sp.	H				
<i>Briza subaristata</i> Lam.	H		M-CA-SA	Nativa	Maleza
<i>Cynodon dactylon</i> L.	H		CO	Exótica	Invasora baja
<i>Dichanthelium</i> sp.	H				
<i>Eleusine</i> sp.	T				
<i>Oplismenus hirtellus</i> L.	H		CO	Nativa	Maleza
<i>Paspalum</i> sp. 1	H				
<i>Paspalum</i> sp. 2	H				
<i>Paspalum</i> sp. 3	H				
<i>Paspalum</i> sp. 4	H				
<i>Pharus</i> sp.	H				
<i>Phragmites</i> sp.	T				
<i>Pseudechinolaena polystachya</i> Kunth	H		CO	Naturalizada	Maleza
<i>Trisetum irazuense</i> Kuntze	Ca		M-CA		
<i>Urochloa</i> sp.	Ca				
Polemoniaceae					
<i>Cobaea stipularis</i> Benth.	L		Sí	M	
Polygalaceae					
<i>Monnina xalapensis</i> Kunth	FC		M-CA		
Polygonaceae					
<i>Eriogonum</i> sp.	Ca				
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	Cr		M-CA-SA	Nativa	Maleza
<i>Polygonum capitatum</i> Buch.-Ham. ex D. Don	H		A-AS	Exótico	Maleza
<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	H		A		
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	H	Quelite de alegría	NA-M-CA-AS	Exótico	Maleza
Primulaceae					
<i>Ardisia compressa</i> Kunth.	FE	Comestible fruto	M-CA		
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	FE		M-CA-SA		
<i>Parathesis leptopa</i> - Lundell	FE	Paloverde	M-CA		
Ranunculaceae					
<i>Ranunculus geoides</i> Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.	Ca		M-CA		
<i>Ranunculus sierrae-orientalis</i> (L.D.Benson)	Ca		Sí	M	

G.L.Nesom							
<i>Thalictrum gibbosum</i> Lechler	H			Sí	M		
Rhamnaceae							
<i>Rhamnus longistyla</i> C.B. Wolf	FC			Sí	M		
Rosaceae							
<i>Alchemilla pectinata</i> Kunth	T				M-CA-SA		
<i>Crataegus mexicana</i> DC.	FC	Tejocote	Comestible fruto		M-CA		
<i>Duchesnea</i> sp.	H						
<i>Prunus</i> sp.	FC						
<i>Rubus</i> sp.	FC						
Rubiaceae							
<i>Borreria remota</i> Lam.	Ca				M-CA		
<i>Bouvardia ternifolia</i> Cav.	FC				NA-M	Nativa	Maleza
<i>Coccocypselum cordifolium</i> Nees et Mart.	Ca				M-CA		
<i>Crusea longiflora</i> Willd. ex Roem et Schult.	T				M-CA	Nativa	Maleza
<i>Randia laetevirens</i> Standl.	FE				M-CA		
Rutaceae							
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	FE	Naranja	Comestible fruto		A		
<i>Zanthoxylum xicense</i> Miranda	FE			Sí	M		
Sabiaceae							
<i>Meliosma alba</i> (Schltdl.) Walp.	FE			Sí	M-CA-AS		
<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	FE				M-CA		
Sapindaceae							
<i>Acer negundo</i> L.	FE		Pr	VU	NA-M- CA		
Scrophulariaceae							
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	FC	Tepozan		Sí	M-CA		
<i>Buddleja</i> sp.	FC						
Smilacaceae							
<i>Smilax aristolochiifolia</i> Mill.	L		Comestible raíz		M-CA		
<i>Smilax</i> sp.	L		Comestible raíz				
Solanaceae							
<i>Cestrum fasciculatum</i> (Schltdl.) Miers	FC				M-NA	Nativa	Maleza
<i>Cestrum oblongifolium</i> Schltdl.	FC			Sí	M		
<i>Datura candida</i> (Pers.) Saff.	FC	Xochicampana	Ornamental		M-CA-AS		
<i>Datura stramonium</i>	FC	Toloache	Medicinal		CO	Nativa	Maleza

L.					
<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L. Gentry	Ca		M-CA	Nativa	Maleza
<i>Solanum hispidum</i> Pers.	FE		CA		
<i>Solanum acuminatum</i> Ruiz & Pav.	Ca		CA		
<i>Solanum aligerum</i> Schltdl., 1847	FE		M-CA		
<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.	FC		M-CA-SA	Nativa	Maleza
<i>Solanum mitlense</i> Dunal	FC		Si M		
<i>Solanum yriacanthum</i> Dunal	Ca		M-CA	Nativa	Maleza
<i>Solanum rudepannum</i> Dunal	FC		M-CA		
Staphyleaceae					
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	FE		M-CA		
Styracaceae					
<i>Styrax glabrescens</i> Benth.	FE		M-CA		
Urticaceae					
<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	FC		M-CA		
<i>Urera</i> sp.	FC		M-CA		
<i>Urtica chamaedryoides</i> Pursh	H	Ortiga	M-NA	Nativa	Maleza
Verbenaceae					
<i>Priva mexicana</i> L.	H		M-CA		
Zingiberaceae					
<i>Hedychium coronarium</i> J. König	T		AS	Exótica	Maleza

Anexo 2 Acervo fotográfico de flora.

a) *Crocasmia x crocossmiiflora*



b) *Encyclia candollei*



c) *Laelia anceps*



d) *Ornithocephalus*



e) *Stanhopea tigrina*



f) *Styrax glabrescens*



g) *Tigridia pavonia*



h) *Tillandsia deppeana*



i) *Urera* sp.



j) *Cyathea fulva*



k) *Rubus* sp.



l) *Centropogon grandidentatus*



m) *Peperomia hispidula*



n) *Begonia gracilis*



o) *Passiflora sicyoides*



p) *Hedychium coronarium*



q) *Tibouchina galeottiana*



r) *Aporocactus flagelliformis*



s) *Selenicereus spinulosus*



t) *Tillandsia gymnotrya*



u) *Asclepias curassavica*



v) *Pinguicula moranensis*



w) *Cercis canadensis*



x) *Prosthechea cochleata*



y) *Dalbergia palo-escrito*



Imágenes de algunas plantas encontradas en el área de estudio.

Anexo 3 Formato de encuesta realizada a los pobladores

Localidad_____

Fecha_____ Edad_____ Sexo: H M

Ocupación_____

Escolaridad_____

1. Tiempo que lleva viviendo aquí_____

2. Su casa es: Rentada () Propia () Prestada ()

3. Cuenta con:

Agua potable____ Drenaje____ Fosa séptica____ Recolección de basura____ Luz eléctrica____

4. Que hace con su basura:

La separa____ La quema____ La entierra____ El camión la recoge____

5. Cree que el agua de los arroyos está contaminada Si () No ()

6. ¿Hacia dónde descarga el agua de uso doméstico?

7. ¿Qué enfermedades son más comunes?

- De las vías respiratorias ()
- Gastrointestinales ()
- De la piel ()
- Contagiosas (viruela, sarampión) ()

8. ¿Cuenta con seguro médico?

IMSS () ISSTE () Seguro Popular () Otro_____

9. ¿Cuál es centro de salud más cercano?

10. ¿Considera que Xochicoatlán es seguro? Si () No ()

11. ¿Cuáles son los eventos culturales (deporte, fiestas, etc.) más destacados?

12. Que productos obtiene del campo:

- Plantas medicinales () Cuáles_____
- Plantas comestibles () Cuáles_____
- Hongos () Cuáles_____

- Leña () Cuál_____
- Tierra ()
- Aves () Cuáles_____
- Caza () Otros_____

13. ¿Practica la agricultura? Si () No ()

14. Obtiene beneficio económico de lo que cultiva (), o es para autoconsumo ()

15. ¿Qué cultiva? _____

16. ¿Utiliza fertilizantes? Si () No () Cuál_____

17. ¿Utiliza insecticidas? Si () No () Cuál_____

18. ¿Practica ganadería? Si () No ()

19. ¿Qué tipo de ganado tiene?_____

20. ¿En qué mercado comercia sus productos?

21. ¿Hay algún animal que antes había y ahora ya no?

22. ¿Ha notado que un animal se haya vuelto más común?

23. ¿Cree que es importante cuidar el bosque?, ¿Por qué?

24. ¿Existen programas federales que les estén apoyando? Como Pro-campo o Pro-árbol

Si () No ()

25. Ha oído hablar del Rancho “La Era” Si () No ()

26. ¿Sabe que es un área de protección municipal? Si () No ()

27. ¿Le gustaría saber cómo conservar su ambiente? Si () No ()

28. ¿Considera que en Xochicoatlán se pueden desarrollar proyectos turísticos? Si ()
No ()

29. ¿Le gustaría participar? Si () No ()