

00361

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

7

“Evaluación de Recursos y Planificación Ecológica del Uso del Suelo,
en los municipios de Cardonal, Tasquillo y Norte de Ixmiquilpan,
Estado de Hidalgo”

297937

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGÍA)

PRESENTA
FRANCISCO LÓPEZ GALINDO



DIRECTOR DE TESIS: DR. CARLOS ALBERTO ORTIZ SOLORIO

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*DEJANDO MI PUEBLO QUERIDO,
A ESTAS TIERRAS HE LLEGADO,
EN ESTA LINDA TIERRA HÑAHÑU,
MIL AMIGOS HE CONSEGUIDO,
QUIZAS ME QUEDE PARA SIEMPRE
Ó RETORNARÉ YO MAÑANA.*

Este trabajo va dedicado de manera especial a...

El Dador de Vida, que me ha permitido crear un corazón y un rostro

A mis padres Julio y Aurelia

A mis hermanos Victor, Alicia y Teresa y mis miles de sobrinos

Al pueblo HÑAHÑU

A todo el Dexthí-San Juanico

A la tía María *in memoriam*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. **Carlos Alberto Ortiz Solorio** por sus atinados consejos y asesoría en la realización de la investigación, por haberme soportado tanto tiempo y por permitirme acercarme a una gran persona y prestigiado científico.

Al Dr. **Gilberto Hernández Silva** por haberme transmitido parte de su experiencia y exhaustiva revisión del trabajo.

A la Dr. **Norma E. García Calderón** por ser la continuadora de la escuela que dejó el insigne maestro Nicolás Aguilera, por la confianza que ha tenido en los edafólogos iztacaleños y por haberme ayudado a solventar algunas deficiencias.

Al Dr. **Rafael Lira Saade** por el gran apoyo y facilidades otorgadas para la culminación del trabajo.

Al Dr. **José López García** por sus valiosos comentarios y sugerencias para la investigación y por su apoyo moral.

A los Drs. **Jorge E. Gama Castro** y **David Flores Román** por el aporte de importantes sugerencias durante la revisión del trabajo.

A la Dra. **Patricia Dávila**, antes que otra cosa, por ser una gran persona y por el gran apoyo que me proporcionado, así como la confianza que ha depositado en mí. Le agradezco de manera encarecida el invitarnos a cambiar de vida académica dentro de la UBIPRO.

A mis queridos **Daniel, Mayra** y **Alfonso**, por todo lo que representan para mí, en lo humano, laboral y por la familia que hemos formado (edafomafia).

A todas las generaciones de alumnos de la Carrera de Biología que me ayudaron a realizar trabajo en campo, laboratorio y herbario.

A todos los pobladores del Valle del Mezquital que nos ayudaron a concretizar una serie de ideas y que nos aportaron de forma desinteresada su conocimiento y su trabajo.

A todos los habitantes del **DEXTHÍ-SAN JUANICO** por haberme adoptado y hacerme sentir Hñahñu, compartirme de su cultura y visión del mundo. A los Pérez y los Zapote.

A **Andrés, Gema** y **Jacobo** y al personal del Herbario de Iztacala y del Mexu por la ayuda en la determinación florística.

A **Carmen, Eufrosina** e **Ismael** (Los Compadritos) por el "guante, a manera de paro" que me echaron con este rollo.

A **Jacqueline, Verónica** y **Miriam A.** por ayudarnos de manera mutua en la concretización de conocimiento y actividades de campo, que ha servido para superarnos de manera personal. Y a todos los que de manera directa o indirecta participaron en el trabajo.

CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	4
4. HIPÓTESIS O SUPUESTOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
5.1. Objetivo General	
5.2. Objetivos Particulares	
6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
7. METODOLOGÍA	24
7.1. Procedimientos de la investigación	24
7.2. Material y método	25
8. DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA INVESTIGADA	29
8.1. Localización geográfica y política	29
8.2. Superficies, límites y accesos	29
8.3. Regionalización Administrativa	29
8.4. Fisiografía	29
8.5. Geología	31
8.5.1. Geología histórica	31
8.5.2. Estructura geológica y litología	31
8.6. Suelos	33
8.7. Climatología	33
8.7.1. Generalidades	33
8.7.2. Datos climatológicos	33
8.7.3. Tipo de clima	34
8.8. Hidrología	37
8.9. Vegetación	37
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
9.1. EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL	39
Componentes y dinámica de la ecoregión	39
9.1.1. Diagnóstico del componente físico-geográfico	42
9.1.1.1. Unidades del paisaje y regionalización ecológica	42
9.1.1.2. Recursos minerales no metálicos	45

9.1.1.3. Recursos edáficos	46
9.1.1.4. Uso del suelo	85
9.1.1.5. Capacidad de uso de la tierra	88
9.1.1.6. Recursos hidrológicos	93
9.1.2. Evaluación del componente biótico	95
9.1.2.1. Recursos vegetales.	95
9.1.2.2. Fitodiversidad	106
9.1.2.3. Uso tradicional de la flora	108
9.1.2.4. Recursos faunísticos	108
9.1.2.5. Áreas Naturales Protegidas	116
9.1.3. Situación del componente productivo	118
9.1.3.1. Agroecosistemas tradicionales de temporal	118
9.1.3.2. Agroecosistemas de riego	122
9.1.3.3. Unidades agroforestales	125
9.1.3.4. Sistemas ganaderos	126
9.1.4. Condición del componente socioeconómico	129
9.1.4.1. Antecedentes históricos de la región	129
9.1.4.2. Dinámica demográfica	132
9.1.4.3. Servicios	133
9.1.4.4. Estructura económica y actividades productivas	134
9.1.4.5. Formas de organización social	138
9.1.4.6. Tenencia de la tierra	140
9.1.4.7. Índice de marginación	142
9.1.4.8. Aspectos culturales	142
9.1.4.9. Conocimiento tradicional y participación de la mujer en el uso de recursos	143
9.2. EVALUACIÓN DEL DETERIORO AMBIENTAL Y PROBLEMÁTICA SOCIOECONÓMICA	144
9.2.1. Problemática ecológico-regional: desertificación	144
9.2.1.1. Deterioro del paisaje natural	144
9.2.1.2. Degradación de suelos.	145
9.2.1.3. Condición y calidad del agua	151
9.2.1.4. Deterioro y pérdida de recursos bióticos	151
9.2.2. Problemática de los sistemas productivos	153
9.2.2.1. Agroecosistemas de cultivo	153
9.2.2.2. Agroecosistemas ganaderos	156
9.2.3. Problemática socioeconómica	158
9.3. PROPUESTA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ALTO MEZQUITAL	164
9.3.1. Definición de políticas ambientales y productivas	164
9.3.2. Zonificación	165
9.3.2.1. Áreas para restauración: control de erosión y restablecimiento de paisajes	165

9.3.2.2. Áreas de preservación: definición de áreas naturales protegidas comunitarias o de interés ecológico	165
9.3.2.3. Áreas de mejoramiento y rehabilitación: para reactivación de sistemas productivos	167
9.3.2.4. Áreas para protección, prevención: sitios con riesgos de pérdida de escenarios naturales y deterioro ambiental	168
9.3.2.5. Áreas para desarrollo económico comunitario y aprovechamiento sustentable de recursos	168
9.3.2.6. Distribución de superficies para el ordenamiento ecológico territorial comunitario	172
9.4. PROPUESTA DE PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE RECURSOS NATURALES Y SUSTENTABILIDAD EN EL ALTO MEZQUITAL, HGO. (PAIRSAM)	174
10. CONCLUSIONES	197
11. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	198
12. ANEXOS	208
12.1. Listado florístico de las especies encontradas en la zona de estudio.	

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No

1. Procesos de planeación	16
2. Diferentes niveles de planificación territorial	18
3. Instrumentos para la planeación y ordenamiento del Alto Mezquital	23
4. Ruta metodológica	26
5. Ubicación geográfica del Alto Mezquital, Hidalgo	30
6. Temperaturas máximas y mínimas (1982-1985)	35
7. Niveles de evaporación y precipitación (1982-1985)	35
8. Dirección de vientos dominantes	35
9. Climograma de la estación Santuario	36
10. Climograma de la estación Ixmiquilpan	36
11. Estructura y dinámica del Alto Mezquital	41
12. Perfiles representativos de las unidades de suelo determinadas en la zona ..	83
13. Clasificación de Uso Agrícola, Pecuario, Forestal y Vida Silvestre	92
14. Diversidad por tipos de vegetación del Alto Mezquital	107
15. Evaluación de la pérdida de suelo	149
16. Áreas con deterioro ambiental elevado	157
17. Escenario actual del desarrollo local	160

18. Visión prospectiva del desarrollo en el Alto Mezquital.	163
19. Áreas representativas para el ordenamiento ecológico.	170
20. Porcentajes de superficies determinadas para el ordenamiento ecológico territorial comunitario.	172
21. Papel del PAIRSAM en el desarrollo local.	181

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.

1. Relación de superficies y porcentajes de los Sistemas Ecogeográficos del Alto Mezquital.	42
2. Descripción morfológica del perfil representativo de los Fluvisoles éutricos. ...	48
3. Descripción morfológica del perfil representativo de los Fluvisoles calcáricos. ...	49
4. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas del Fluvisol Éutrico.	50
5. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas del Fluvisol calcárico.	51
6. Descripción morfológica del perfil representativo del Leptosol éutrico.	54
7. Descripción morfológica del perfil representativo del Leptosol lítico.	54
8. Descripción morfológica del perfil representativo de los Leptosoles mólicos. ...	55
9. Descripción morfológica del perfil representativo los Leptosoles réndzicos.	55
10. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles éutricos.	56
11. Descripción ambiental y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles líticos.	57
12. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles mólicos.	58
13. Descripción ambiental y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles réndzicos.	59
14. Descripción morfológica del perfil representativo del Luvisol crómico.	61
15. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas del Luvisol crómico.	62
16. Descripción morfológica del perfil representativo de los Regosoles éutricos.	65
17. Descripción morfológica del perfil representativo de los Regosoles calcáricos. ...	66
18. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo de los Regosoles éutricos.	67
19. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo de los Regosoles calcáricos.	68
20. Descripción morfológica del perfil representativo del Vertisol éutrico.	70
21. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Vertisol éutrico.	71
22. Descripción morfológica del perfil representativo de los Feozem háplicos.	74
23. Descripción morfológica del perfil representativo de los Feozem calcáricos. ...	75
24. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Feozem háplico.	76
25. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Feozem calcárico.	77

26. Descripción morfológica del perfil representativo de los Cambisoles éutricos. . . .	79
27. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Cambisol éutrico.	80
28. Superficies de los Grupos Mayores y Unidades de suelo identificadas en la zona de estudio.	82
29. Tipos de uso del suelo determinados para la zona.	86
30. Usos tradicionales de la flora nativa del Alto Mezquital.	108
31. Relación taxonómica de los insectos registrados en el poblado de Dexthí-San Juanico, Ixmiquilpan	114
32. Índice de Capacidad Agrológica o de Aptitud territorial.	119
33. Características de los principales sistemas agroforestales lechuguilleros.	125
34. Población total, tasa de crecimiento y densidad poblacional por municipio (1970-1990).	132
35. Población Económicamente Activa por sector productivo, durante 1970.	132
36. Población Económicamente Activa por sector productivo, durante 1990.	133
37. Producción agrícola e ingresos por hectárea (1994-1995).	135
38. Número de cabezas de ganado existente por especie en la región.	136
39. Volumen de madera producida por especie.	136
40. Información de la actividad comercial de los municipios.	137
41. Número de mercados móviles y rastros en los municipios.	137
42. Estructura ejidal por municipios (1991).	141
43. Situación de la tenencia de la tierra (1994).	142
44. Principales indicadores de marginación en comparación con la media estatal. . .	142
45. Porcentajes de uso adecuado e inadecuado calculado para los principales sistemas ecogeográficos de la zona, siguiendo la metodología de SEDESOL (1993).	145
46. Pérdida anual de suelo por erosión hídrica y eólica obtenida para cada sistema ecogeográfico, de acuerdo a la metodología de SEDESOL (1993).	146
47. Resumen de los rangos de valores de las propiedades químicas de los suelos agrícolas de la zona.	146
48. Clasificación por Grados de Erosión (FAO, 1958).	147
49. Especies de Bruchidae que atacan a las semillas de las leguminosas más importantes.	152
50. Propuesta de superficies para el ordenamiento ecológico territorial comunitario del Alto Mezquital.	171

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA No.

1. Regionalización Ecológica del Alto Mezquital, Hidalgo. (Sistemas Ecogeográficos-SEDESOL, 1993).	44
2 Grupos Mayores y Unidades de suelo, determinadas de acuerdo a FAO (1988) . . .	84
3. Uso del suelo y tipos de vegetación, Alto Mezquital, Hidalgo	87
4. Áreas erosionadas por pérdida de cobertura.	148
5. Índice de erosión potencial laminar hídrica, Alto Mezquital.	150
6. Ordenamiento Ecológico Territorial del Alto Mezquital, Hidalgo.	173

RESUMEN

El Valle del Mezquital, localizado en la zona árida del Estado de Hidalgo, es un sitio de gran importancia ecológica, económica y social. Sus condiciones climáticas, fisiográficas y biodiversidad le confieren características especiales y que la colocan como una zona de gran potencial de recursos. Sin embargo, no existe correspondencia entre este potencial, el desarrollo y bienestar de la población; debido principalmente a la existencia de suelos de baja vocación agrícola y a un proceso de deterioro ambiental elevado; desarrollándose comunidades dedicadas a actividades agropecuarias y turísticas, limitadas en infraestructura, organización y con serios problemas sociales. El objetivo de la investigación fue formular una propuesta de planificación ecológica del uso de la tierra, tendiente a generar y proponer acciones para establecer y promover el desarrollo regional dentro del marco de la sustentabilidad. La secuencia metodológica consistió en realizar un diagnóstico socioambiental, inventario de recursos físico-bióticos, elaboración de un ordenamiento ecológico territorial y una propuesta de desarrollo regional. Empleando métodos y técnicas de la planeación y ordenación de recursos naturales, la percepción remota, sistemas de información geográfica y planeación participativa. Los recursos más importantes identificados fueron: ocho Sistemas Ecogeográficos, tres recursos mineros no metálicos, siete Grupos Mayores de suelos; 11242 ha de bosques, 26532 ha de matorrales, 836 ha de zonas urbanas, 16 tipos de vegetación, una flora de 75 familias que incluyeron 354 especies; 38 familias de anfibios, reptiles, aves y mamíferos; 8 agroecosistemas. 25680 ha presentan erosión de grave a muy grave. Se proponen 21400 ha para restauración y preservación y 28119 ha para desarrollo y aprovechamiento sustentable. Se formuló un programa de aprovechamiento integral de recursos naturales, cuyas líneas de acción fueron: reactivación y eficientización de la productividad agrícola, pecuaria y seguridad alimenticia, desarrollo forestal integral, incorporación de sistemas productivos sustentables alternativos, manejo sustentable de recursos naturales y conservación del capital ecológico, elevación del desarrollo económico, desarrollo social y fortalecimiento de las organizaciones sociales de base, desarrollo urbano, desarrollo cultural e investigación científica y tecnológica. Se concluye que la desertificación, contaminación, marginación, pobreza, desarticulación social y falta de apoyos financieros son los principales problemas de la región; la zona posee un potencial de recursos suficientes que les permitiría lograr la sustentabilidad; el aprovechamiento integral es una alternativa viable, sin embargo, la situación social y política no la favorece; el uso multifuncional de los recursos es una estrategia que han practicado desde hace mucho tiempo los Hñahñu y les ha permitido sobrevivir a las condiciones agrestes del área; la planeación y ordenamiento de los recursos locales es una alternativa para fomentar el desarrollo regional. La planeación participativa permitió el rescate de información y propuestas para la instrumentación de acciones dirigidas a realizar un aprovechamiento más racional de los recursos, la disminución del deterioro ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades.

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de criterios ecológicos en la planeación y gestión del desarrollo es una necesidad cada día más fuerte en vista de la problemática ambiental que en la actualidad se acrecenta de manera constante. Las prácticas de desarrollo en su mayoría, han favorecido una explotación depredadora de los recursos naturales con altos beneficios económicos en el corto plazo, pero que han afectado seriamente la base de la conservación de los suelos, la productividad de las tierras, la sustentación y regeneración ecológica de los recursos, con la subsecuente disminución de los servicios ecológicos. Los desequilibrios ecológicos se acentúan más, debido a la práctica de modelos de explotación y aplicación de tecnologías no acordes a las condiciones ecológicas, complementados por el aumento constante de la población, las necesidades que genera ésta y los procesos de urbanización e industrialización (Toledo, 1990; Altieri, 1991).

Lo anterior plantea una serie de necesidades, como: integrar los propósitos de la gestión ambiental a las prioridades de la recuperación y crecimiento económico, a través del impulso a un nuevo estilo de desarrollo basado en la planificación sustentable de los recursos naturales, en un ordenamiento ecológico de las actividades productivas del país, en la regulación de uso del suelo en función de su potencial y, en la capacidad de sustentación de los diferentes ecosistemas. Además se busca la autosuficiencia de las comunidades en complementariedad con el fortalecimiento de los intercambios regionales, la satisfacción de las necesidades básicas de la población y la mejor distribución social de las riquezas del país (Leff *et al.*, 1990).

Para establecer la vinculación entre la gestión ambiental, el abatimiento de la problemática ambiental y el crecimiento económico de forma armónica, se han formulado en el país una serie de intentos y estrategias plasmadas en el "Programa Nacional de Ecología (1984-1989 y 1989-1994)", "Programa de Medio Ambiente (1995-2000)" y "Plan Nacional de Desarrollo (2001-2006); tomando como instrumento rector a la "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" (1988). Sin embargo, la *praxis* de dichos programas han enfrentado un sin número de limitantes ecológicas, sociales, económicas y administrativas, que no han permitido cumplir con los objetivos y metas planteadas. Ante esto, el único procedimiento para solucionar el problema del deterioro ambiental y la degradación de los recursos naturales, consiste en compaginar sensata y planificadamente la creciente influencia humana sobre la naturaleza, con una actitud cuidadosa hacia ella, con la conservación y la reproducción máxima posible de las condiciones y recursos naturales; para lo cual, es necesaria la planificación de un Desarrollo Sustentable (Banco Mundial, 1992; Azuela *et al.*, 1993), que se hace factible con la disponibilidad oportuna de información sobre las potencialidades y limitaciones de los recursos naturales con respecto a diversas opciones del uso de la tierra (FAO, 1996), y aplicando estrategias y acciones dirigidas a realizar un aprovechamiento racional e integral de los recursos, la búsqueda del bienestar social, la conservación del medio y la biodiversidad, procurando la protección y restauración ambiental, complementados con la experiencia de las etnias y productores tradicionales, que se ha generado a través de muchos años (World Bank, 1999).

Por otra parte, el Valle del Mezquital, localizado en la zona árida del Estado de Hidalgo, es un sitio de gran importancia ecológica, económica y social. Sus condiciones climáticas, fisiográficas y biodiversidad le confieren características especiales que la han diferenciado en el Estado y que la colocan como una zona de gran potencial de recursos. Sin embargo, no existe correspondencia entre dicho potencial, el desarrollo y bienestar de la población, debido principalmente a las condiciones de suelos de baja vocación agrícola y pecuaria, problemas de pendientes y relieve heterogéneo; posee un deterioro ambiental bien definido, por coexistir un proceso de desertificación severo con el funcionamiento del mayor distrito de riego de la nación irrigado con aguas residuales; producción en mayor proporción a nivel familiar, ausencia de tecnología adecuada, falta de apoyo institucional, problemas de tenencia y límites territoriales; en ella se desarrollan comunidades dedicadas principalmente a actividades agropecuarias y turísticas, limitadas en infraestructura, organización y con serios problemas sociales, que han incidido de manera determinante en el desarrollo de la región.

Para revertir la problemática referida se propone como opción estratégica, ecológicamente viable y socioeconómicamente factible, la planificación ecológica del uso del suelo y ordenamiento de los recursos naturales - *también denominada planificación sostenible del uso de la tierra* - (Altieri, 1990; Barret, 1994; Makhdowm, 1992; FAO, 1997, 1999), que sugiere y promueve cambios directos o no, en el uso de la tierra de tal manera que, se tienda a satisfacer las necesidades de las comunidades, aprovechando la aptitud natural de la tierra y al mismo tiempo manteniendo la calidad del ambiente que la rodea. Además, propone acciones dirigidas a promover el desarrollo autogestivo de los poblados involucrados, dentro del marco de la sustentabilidad, debido a que, en la actualidad, los procesos de desarrollo social deben ir vinculados al aprovechamiento racional de los recursos naturales, la restauración de ecosistemas degradados, la conservación de las condiciones ambientales y el desarrollo productivo con la participación directa de la población, cuya finalidad sea abatir condiciones adversas que limitan el bienestar comunitario y propician el deterioro socioambiental e incrementan la pobreza.

La planificación del uso del suelo y la ordenación de los recursos naturales parten del hecho de que la sustentabilidad se logrará cuando se ligen de manera integrativa los factores ecológicos, sociales y económicos, que caracterizan, en este caso, al Valle del Mezquital. En el mismo sentido, el aprovechamiento integral u holístico (Catizzone, 1994) de los recursos locales y la conservación del ambiente se plantea como una estrategia viable dentro del proceso de desarrollo rural del valle; sin embargo, la apropiación de recursos requiere de una participación directa y constante de la sociedad civil, sustentada en una toma de decisiones concensada, surgida de la convergencia del conocimiento y experiencia tradicional, de sus habilidades para planificar y definir políticas de desarrollo y de su capacidad organizativa.

Por lo anterior, la presente investigación va dirigida a formular una propuesta de planificación ecológica del uso de la tierra y manejo integral de los recursos del Alto Mezquital, tendiente a generar y proponer acciones que conlleven a establecer y promover el desarrollo regional en el marco de la sustentabilidad; acorde a la vocación natural del territorio y de los recursos naturales existentes, promoviendo su conservación y reproducción, tratando de revertir o minimizar los desequilibrios ecológicos del área.

2. JUSTIFICACIÓN

El Valle del Mezquital por su propia naturaleza representa un potencial productivo, ecológico y cultural; sin embargo, ha carecido de un plan de desarrollo que vincule las características y vocación natural de los recursos, con las actividades económicas y situación sociocultural específica del lugar, que facilite y eleve los niveles de bienestar social e incremente la base de la economía del sitio, como lo es la actividad agropecuaria, especialmente la agricultura de riego y de temporal, siguiéndole el comercio y en menor proporción el turismo, que se practican sin una planeación adecuada. Lo anterior se ve igualmente desfavorecido debido, entre otras causas, a la falta de financiamiento y los conflictos sociales y agrarios, que limitan de manera significativa el desarrollo económico y social.

De igual forma, existen problemas de deterioro ecológico, como lo son: el proceso de desertificación, la pérdida de biodiversidad, particularmente de especies de importancia biogeográfica, la extracción de flora y fauna sin control, que van alterando constantemente los procesos naturales, disminuyendo el poder de amortiguamiento de los ecosistemas, manifestándose en una reducción de la productividad de la zona; contribuyendo al empobrecimiento y marginación de la gente, provocando una desarticulación social muy importante, que se ven incrementadas por la emigración continua de la población juvenil.

La alternativa para el abatimiento de la problemática socioambiental y rezago económico del área es la planeación y gestión de un modelo de desarrollo sustentable, basado en el manejo y aprovechamiento integrado de los recursos de la tierra; conjuntamente con la participación directa de los pobladores en la definición de las políticas de desarrollo y gestión ambiental generadas *ex profeso* dentro de la región.

El establecimiento del desarrollo rural sustentable requiere de un trabajo continuo de planeación del uso de la tierra y aplicación de acciones ecológicamente compatibles con la vocación natural de los recursos de la zona; complementado con procesos de planeación participativa, que permita desarrollar en los beneficiarios, capacidades para el uso de instrumentos y metodologías que aseguren un manejo sustentable de los recursos, hacer una revalorización de la experiencia y los conocimientos tradicionales, favoreciendo el rescate de las tecnologías y sistemas productivos autóctonos. La *praxis* de la transición al desarrollo sustentable de la zona implica la aplicación de tecnologías apropiadas, la adopción de sistemas alternativos de manejo de recursos, la autogestión, el fortalecimiento de las organizaciones sociales de base y la participación constante dentro de la planeación del desarrollo local.

Por lo anterior, la presente investigación pretende hacer una caracterización y evaluación del estado actual y potencialidad de los recursos naturales y de las condiciones socioeconómicas de la zona; que sirvan como base para iniciar un proceso de planeación y gestión ambiental de los recursos locales y contribuya a sentar directrices para la adopción de un desarrollo rural ambientalmente compatible y socialmente viable en el Alto Mezquital.

3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

El Valle del Mezquital ha sido objeto de múltiples y diversas investigaciones con temas distintos, de los cuales los más importantes son:

De carácter ecológico y recursos naturales:

- La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística en 1966 presenta un estudio denominado "Los Recursos Naturales del Valle del Mezquital".
- Bravo (1936) realizó observaciones florísticas y geobotánicas en el valle.
- Martín del Campo (1937) elaboró notas de aves y mamíferos del área.
- Paray (1944, 1947) efectuó las primeras exploraciones botánicas de la Barranca de Tolantongo.
- González-Quintero (1968) reportó la clasificación de los tipos de vegetación de todo el valle.
- Signoret (1969) describió las principales características del mezquite (*Prosopis laevigata*) de la zona.
- González-Medrano e Hiriart (1978) publicaron una guía botánica de la Barranca de Tolantongo.
- Puig (1976) reportó los tipos de vegetación de la Huasteca e incluyó la zona de estudio.
- Brizuela (1978) hizo la representación cartográfica de diez tipos de vegetación de la cuenca del Río Alfajayucan.
- Hiriart (1983) describió la vegetación de la Barranca de Tolantongo y sus relaciones fitogeográficas.
- Velasco y Ojeda (1989) hicieron una clasificación de los tipos de vegetación del valle.
- Rodríguez (1983) elaboró un estudio etnobotánico de las cactáceas de Cardonal.
- Salinas (1984) publicó una relatoría etnográfica de la flora y fauna útil en el valle.
- Rangel (1987) investigó la importancia etnobotánica de los agaves de la región.
- Camarillo (1993), describió aspectos biogeográficos de los anfibios y reptiles de la zona xerófila del área de estudio.
- López (1987, 1989) describió la relación suelo-vegetación y su aprovechamiento en los valles de Ixmiquilpan y Actopan; y en los municipios de Chilcuautla y Progreso, respectivamente.
- INEGI (1983, 1985) elaboró la cartografía temática. escala 1:250,000.
- Quiroz en 1983, formuló una clasificación de tierras retomando las características o elementos de diferenciación empleadas por los otomíes, en dos sistemas terrestres del área.
- Muñoz y López (1986, 1987, 1988, 1989) realizaron los levantamientos edafológicos de los valles de Ixmiquilpan, Actopan, Progreso-Chilcuautla y Tasquillo.
- Sánchez (1991) caracterizó el sistema de producción de lechuguilla en la parte árida.
- Rzedowski y Calderón (1993) publican una contribución importante al conocimiento de la flora de Hidalgo.
- Salazar (1994) determinó los diferentes sistemas agroforestales lechuguilleros de Cardonal e Ixmiquilpan.

- INI (1994) y Oliver (1995) señalaron la importancia del manejo de la flora medicinal por los otomíes.
- Hernández (1994) elaboró la cartografía de uso potencial agrícola, pecuario y forestal en el Valle del Mezquital.
- Granados *et al.* (1995) investigaron el sistema de recolección de recursos florísticos cerca de Ixmiquilpan.
- Javier, J.L. (1995) hizo un estudio macro y micromorfológico de los suelos del Valle de Tasquillo.
- López (1996) investigó las relaciones sinecológicas existentes en los bosques piñoneros de la zona de Cardonal.
- López (1996) aplicó prácticas de restauración y conservación de suelos empleando flora nativa, manejando tres especies de encinos en la zona de Santuario y Agave lechuguilla en Dexthí-San Juanico.
- Jiménez (1999) inició trabajos de producción de plantas de importancia forestal no maderable, enfocándose principalmente a leguminosas.
- Muñoz, D. (1999) realizó un estudio morfológico y cartográfico de los suelos de la porción sur del Valle del Mezquital.
- Aldasoro (2000) elaboró un estudio etnoentomofaunístico del poblado Dexthí-San Juanico, en el municipio de Ixmiquilpan.
- Delgado (2000) efectuó el levantamiento edafológico semidetallado de la comunidad del Dexthí-San Juanico, Alto Mezquital.
- Hernández (2001) aplicó sistemas de información geográfica en la caracterización de suelos en el Alto Mezquital.

Temas relacionados con problemas ambientales los han realizado:

- La Comisión Nacional del Agua (1991) evaluó los efectos de la irrigación con aguas residuales, contaminación de suelos y sus repercusiones en la agricultura.
- Mendoza y Cortés (1994) realizaron una caracterización fisicoquímica y evaluación toxicológica utilizando bioensayos en agua, suelo y sedimento en el Distrito de Desarrollo Rural 063, encontrando altas concentraciones de sodio y metales pesados.
- López y colaboradores (1997) aplicaron un programa de manejo integral de recursos, restauración y conservación de suelos en el Dexthí-San Juanico, en coordinación con la SEMARNAP (En: López *et al.* 1999).

De carácter social y económico:

- Hernández (1964) realiza una monografía histórico-social.
- Finkler (1974) comparó las variaciones económicas de dos comunidades del valle destacando el impacto de las condiciones agrestes de la zona seca en contraste con las generadas por la introducción de riego.
- Figueroa (1979) investigó aspectos generales sobre la tenencia de la tierra en el Distrito de Riego 03.
- Calvillo (1981) realizó un trabajo donde propone los centros económicos potenciales del valle.

- Paré (1981) realizó un análisis acerca de la proletarización del campesinado en el sitio.
- Flores (1982) describió las interacciones de compraventa en mercados, del área
- Boege (1989) describió la lucha por la tierra de las comunidades otomíes, haciendo énfasis en los conflictos generados por terratenientes en zonas temporales y en riego.
- Trafo (1989) abordó el estudio de la dinámica social y cultural de Xuchitlán.
- Los trabajos antropológicos y etnográficos más importantes son los de Finkler (1974); Ambrosio (1982) y de Salinas (1983), que nos hablan del sistema de vida de los otomíes, y de la concepción de éstos con respecto al conocimiento de la naturaleza.

Otros trabajos, relacionados con la planeación y desarrollo regional son:

- Plan Estatal de Desarrollo Urbano (1988) y la Orientación Programática Municipal de Ixmiquilpan, Tasquillo (Gobierno del Estado de Hidalgo, 1985).
- En 1989, la SEDUE y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) elaboran el trabajo insumos para el ordenamiento ecológico de la zona árida, para obtener información ambiental de las zonas secas, como base para la ejecución del proyecto ordenamiento ecológico del territorio nacional.
- La SEDESOL y la UNAM (1992) efectúan el proyecto de ordenamiento ecológico general del territorio del país, donde establecen las líneas generales para la zonificación de sitios a nivel nacional.
- En 1993, el ayuntamiento municipal de Ixmiquilpan y la federación elaboran la actualización del Programa de Desarrollo Regional. 1994-1999.
- Palacio y colaboradores (1985) proponen un reordenamiento espacial de actividades turísticas para las Grutas de Tolantongo.
- Llorente (1992), hace una propuesta de planeación turística en las grutas de Tolantongo, que comprende una reestructuración de la infraestructura y mejoramiento de los servicios para visitantes del área.
- López (1994) elaboró una primera propuesta de ordenamiento territorial y planeación del uso de recursos de la región.
- SEMARNAP en 1997, formula el "Programa de Desarrollo Regional Sustentable del Valle del Mezquital y Sierra Gorda".
- Aguilar (1999) hace una propuesta de ordenamiento ecológico territorial del municipio de Santiago de Anaya.

4. HIPÓTESIS O SUPUESTOS DE LA INVESTIGACION

- El Desarrollo Rural Sustentable basado en el manejo y aprovechamiento integral de recursos de la región se puede lograr de una manera adecuada, si se tiene como base la aplicación de la planeación ecológica del uso de la tierra y un ordenamiento de los recursos naturales y del medio ambiente regional, acorde a la vocación del capital natural y a las condiciones socioeconómicas del área.
- Dado que los factores ecológicos caracterizan a una región y las condicionantes socioeconómicas la definen, su estudio requiere de un enfoque holístico e integrativo; por lo que, la metodología aplicada en la investigación, permite la integración de métodos y técnicas de diversas áreas del conocimiento, en especial de las geográficas, ecológicas, sociales y administrativas.

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Objetivo General

Contribuir al establecimiento del desarrollo rural sustentable del área en cuestión, mediante la elaboración de una propuesta de **planeación ecológica del uso del suelo y aprovechamiento integral de los recursos naturales locales**, programando acciones de manejo y explotación de estos, que garanticen su preservación, restauración y conservación, conforme a las condiciones socioeconómicas y culturales de la región.

5.2. Objetivos Particulares

- Efectuar un diagnóstico físico-biótico y socioeconómico de la zona de estudio con el fin de conocer la dinámica sistémica regional, el potencial productivo, diversidad y variación natural del territorio y, en general, de los recursos de la zona.
- A partir del diagnóstico, definir y jerarquizar la problemática ambiental y productiva del área y en función de ésta, determinar y programar estrategias y acciones para su resolución.
- Realizar una propuesta de Ordenamiento Ecológico Territorial del área, siguiendo el proceso general de la planeación regional, hasta su fase de programación.
- Proponer acciones de prevención, restauración, preservación-conservación y mejoramiento, que favorezcan la continuidad y sustentabilidad de los recursos y sistemas productivos locales.
- Determinar acciones de aprovechamiento integral de recursos alternativos.
- Generar un programa de manejo integral de recursos que coadyuve a la búsqueda y establecimiento de un desarrollo rural sustentable en la región.

6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

6.1. EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES EN LA PLANIFICACIÓN

6.1.1. Generalidades de la situación y problemática de los recursos naturales

Desde los albores de la civilización el hombre ha usado los recursos naturales y abusado de ellos. El hombre primitivo utilizó los recursos que la naturaleza puso a su alcance para alimentarse y vestirse rudimentariamente. Desde hace milenios, el hombre ha sobrevivido sobre la faz de la tierra, fincando sus más importantes núcleos de población en donde encontraba sus principales satisfactores, el agua, la flora y la fauna. Posteriormente con el devenir de la historia del hombre, se desarrolló una agricultura y un pastoreo cuyo impacto en el medio ambiente no era negativo por su pequeña escala y características particulares; sin embargo, el desarrollo de las diversas culturas siguió un patrón arbitrario y desorganizado en la planeación de sus comunidades y del uso de sus recursos, lo cual nos orilla en nuestros días, a buscar nuevas tierras con fuentes de abastecimiento y aprovechar las experiencias de los grandes errores cometidos en la antigüedad (Parra, 1980).

El acelerado avance tecnológico de las últimas décadas y el alarmante incremento de la población mundial están propiciando cada vez con mayor frecuencia, crisis en los renglones alimentario y de energéticos. Esta creciente demanda de satisfactores está obligando a la humanidad a valorar el potencial que representan los recursos naturales para la sobrevivencia futura. La interacción de la sociedad y la naturaleza, extraordinariamente amplia en nuestro tiempo, ha originado el problema ecológico, que figura entre los problemas contemporáneos globales de la humanidad. En este momento no es secreto de que nos desarrollamos en una crisis económica y ambiental, provocada por las contradicciones que han surgido entre los modelos de desarrollo económico y las formas de utilización de la naturaleza, y más aún, el no tomar en consideración las características intrínsecas de ésta.

La práctica del modelo de desarrollo que rige en nuestro país (Toledo, 1996; Leff, 1986), ha generado toda una problemática que comprende la explotación de los recursos naturales con una perspectiva de beneficio a corto plazo, causando entre otras cosas: un desequilibrio secuencial en los procesos naturales, deterioro del potencial productivo y el empeoramiento cualitativo del entorno del hombre; que se incrementa por el crecimiento centralizado de la industria, urbanización, por el agotamiento de los recursos de energía y materias primas tradicionales. Además el aumento continuo de la presión demográfica sobre la naturaleza ha provocado el desequilibrio de los balances ecológicos (autoregulación de los ecosistemas), el exterminio de la Biodiversidad y las consecuencias genéticas negativas causadas por la contaminación con los desechos de la actividad económica. La gran demanda de satisfactores han obligado a rebasar la capacidad de carga y reproducción de los sistemas, limitándose así, el aporte de agua, alimentos, energéticos y materias primas (Leff, 1990).

Las principales causas de la degradación ambiental en el medio rural son: la explotación irracional de especies forestales, la ampliación de la frontera agrícola, el uso inadecuado del suelo, el empleo de tecnologías no apropiadas, el sobrepastoreo, sobreexplotación de mantos acuíferos, la pérdida de agro biodiversidad y la pérdida de controles por parte de los productores, generando marginación y miseria (Altieri, 1990; SEMARNAP, 1997).

El actual proceso de desarrollo aleja a los pueblos de su ambiente natural, forzándolo constantemente a trasladarse a nuevos ambientes deshumanizados tanto en términos físicos como culturales. Los daños al medio ambiente se manifiestan como daños a la economía y por ende, al hombre (Declaración de Nairobi, 1982, citado en Tamames, 1985).

Durante las dos últimas décadas, los hábitats naturales de México han sido transformados a tal grado que en el Atlas Nacional del Medio Físico se menciona que 40.8 % del territorio contenía en los 70's una vegetación natural sin disturbios, 22 millones de hectáreas (ha) fueron dedicadas a la agricultura; además, la ganadería ha manifestado grandes ritmos de crecimiento, entre uno y dos millones de ha de bosque, selvas y matorrales son eliminados por esta causa al año (Toledo, 1990). Los ecosistemas más afectados son los bosques mesófilos de montaña, los manglares y en mayor proporción, las selvas altas y medianas de trópico húmedo que han sido reducidos al 10 % de su distribución original. La FAO sitúa a México en el tercer lugar de Latinoamérica con una tasa de deforestación de 500 000 ha/año.

La actual situación en México es el resultado de la desarticulación entre el modelo de desarrollo adoptado, los valores culturales y el potencial que constituyen los recursos naturales; el divorcio entre las actividades económicas y los procesos ecológicos, la sobreexplotación de los recursos sin atender su vocación natural, el distanciamiento de la relación hombre-naturaleza (Leff, 1990) y la carencia de una planeación y ordenación en el aprovechamiento de los recursos naturales.

Un procedimiento adecuado para solucionar, en parte, la problemática ambiental y mejorar el desarrollo, consiste en compaginar sensata y planificadamente, la influencia creciente sobre la naturaleza, con una actitud cuidadosa hacia ella, con la conservación y máxima reproducción posible de las condiciones de los recursos naturales. Donde la apropiación de los recursos por parte del hombre se haga a través de una explotación y aprovechamiento suficientes para cubrir las necesidades y no llegar al despilfarro, buscando la armonización de la relación hombre-Naturaleza. Tal organización armónica concuerda con la búsqueda del Desarrollo Sustentable y con el Ecodesarrollo (Restrepo, 1982), entendido como el proceso de transformación racional del medio ambiente en interés del hombre. El objetivo principal de una estrategia ecológicamente equilibrada del desarrollo consiste en favorecer un medio natural que corresponda en grado máximo a las necesidades vitales del hombre (Leff, 1986; Tamames, 1985; Carabias, 1992).

Para ello se necesita mínimamente:

- Hacer un análisis y replanteamiento del modelo de desarrollo económico imperante.

- el conocimiento y entendimiento de los sistemas y procesos ecológicos, los servicios ambientales que proporcionan, su vocación natural y las características intrínsecas de los recursos naturales,
- vincular los procesos económicos con las condiciones ambientales,
- reestablecer la relación hombre-Naturaleza, y
- generar estrategias de planificación del aprovechamiento de los recursos en el marco de la sustentabilidad.

6.1.2. La situación de las zonas semiáridas y áridas

Las zonas áridas y semiáridas constituyen un conjunto de formaciones naturales complejas, dispersas en varios puntos del planeta y muy diferentes entre sí, pero guardando puntos comunes de identificación que las tornan singulares en comparación a otros ecosistemas; representan un potencial natural y cultural que permiten el desarrollo sustentable (FAO, 1997; UNDC, 1999).

Las tierras áridas, caracterizadas por su limitación de recursos hídricos, de suelos y biodiversidad, tradicionalmente han puesto bajo relieve la utilización multifuncional de la agricultura y la tierra como prioridad y como necesidad fundamental. Con todo, el incremento de las presiones ambientales y humanas, ha exacerbado el proceso de degradación de las tierras secas, planteando cuestiones dramáticas respecto a la sostenibilidad de las actuales pautas de utilización de los recursos naturales y de los sistemas agropecuarios, así como de la calidad de vida de las comunidades rurales de estas zonas (FAO, 1999).

En México el 60% del territorio está cubierto por zonas áridas y semiáridas (Rzedowski, 1988). Estos ecosistemas son reconocidos por su fragilidad al deterioro. Así, por ejemplo, se tienen datos de que para 1992 el 70% de las 5172 millones de hectáreas ocupadas por zonas áridas en el mundo (excluyendo a los desiertos hiper-áridos) estaban deterioradas, principalmente por aridificación natural (causada por cambios climáticos globales), sobre-explotación o explotación inadecuada o por la conjunción de todos estos factores. Estos datos pueden ser aún más alarmantes, sobre todo si se considera que las estadísticas del proceso de deterioro en las zonas áridas son realmente escasas (Mostafa *et al.*, 1992) y es en esos hábitats en donde menos se conocen los procesos que conducen al deterioro y las formas de revertirlo.

El 40 % del territorio, es decir, cerca de 800 000 km² (Parra, 1980) presentan una problemática ambiental bien definida: baja productividad, desertificación, alteración de los sistemas naturales, desequilibrio en los procesos e interacciones ecológicas, disminución y pérdida de la Biodiversidad, pérdida de los servicios ecológicos, aunado a altos niveles de pobreza y marginación de múltiples comunidades humanas (SEMARNAP, 1996). Sin embargo, son zonas de gran importancia ecológica, pues entre otras cosas, son sitios que exponen ejemplos vivos de la gran diversidad biótica de zonas secas, sus múltiples formas biológicas y variadas expresiones de estrategias de adaptación y, en general, a sus asociaciones les confiere un carácter de exclusividad y otorga una gran importancia

biogeográfica, a tal grado de que existe gran cantidad de sus especies en *status* de endémicas. De igual forma, se cuenta con una amplia historia cultural, que desde tiempos prehistóricos, hasta la actualidad, han caracterizado estas zonas (Dávila, 1997).

En este momento, disminuir el proceso de deterioro, contribuir a la restauración de sistemas naturales, fomentar la conservación de la biodiversidad, realizar un manejo racional y sustentable de los recursos naturales, son, entre otras, algunas de las tareas inmediatas a realizar en la búsqueda de alternativas dirigidas a incrementar la calidad de vida de las poblaciones del país, en especial las que se desarrollan en las zonas áridas. En esta búsqueda, es de vital importancia la participación que realicen las diversas instancias académicas, gubernamentales y no gubernamentales así como los mismos beneficiarios que hacen un uso de los recursos.

De esto surge la necesidad de diseñar estrategias de planeación del uso de los recursos, aplicación de tecnologías y de desarrollo regional, dirigidas a generar información científicamente sustentada para comprender de manera más eficiente, los procesos que articulan los componentes y dinámica de los sistemas naturales; así como, los factores que limitan su buen funcionamiento, y que a la postre nos permitan determinar las formas metodológicas y tecnológicas más convenientes aplicables en la restauración de ambientes, la conservación de la biodiversidad y en el manejo y aprovechamiento racional de los recursos.

Existe una amplia bibliografía donde se plantea que el desarrollo de las zonas áridas se puede efectuar dentro del marco de la sustentabilidad, por lo que se considera importante retomar algunos aspectos sobresalientes de este tema.

6.1.3. El Desarrollo Sustentable y la Sustentabilidad

Desde la época en que surge la necesidad de incorporar la dimensión ambiental al desarrollo económico, como lo fue en los 70's con el Ecodesarrollo (Restrepo, 1982), y desde la mitad de los 80's, pasando por la Reunión de Río, en 1992 (Azuela, 1993), hasta la actualidad con el Desarrollo Sustentable (Banco Mundial, 1992; FAO, 1996) se ha observado una tendencia hacia el replanteamiento de los modelos de desarrollo, sus bases teóricas, el análisis de nuevos conceptos y una revisión de los métodos y estrategias que se aplican en las investigaciones que se realizan en las diversas disciplinas que de manera directa o indirecta participan en la resolución de la problemática ambiental y el crecimiento económico; empero, tanto en las profesiones como en las disciplinas mismas, el avance ha sido lento y parcializado, debido a la diferencia de enfoques que se le ha dado a la sustentabilidad, por lo que es necesario aclarar qué se entiende como desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable ha sido definido y descrito en numerosas formas, no es una noción fija, sino un proceso de cambio de las relaciones entre los sistemas y los procesos sociales, económicos y naturales. La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo lo conceptualizó de esta manera: "El desarrollo sostenible es el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las

suyas". Otras denominaciones han extendido la noción de equidad entre el presente y el futuro, a la igualdad entre países y continentes, entre razas y clases, y entre los sexos y las edades (UNESCO, 1997).

Las definiciones usadas con más frecuencia son las que establecen la relación entre el desarrollo social y la oportunidad económica, por un lado, y las exigencias del medio ambiente por otro; es decir, en el mejoramiento de las condiciones de vida para todos, especialmente para los pobres y los carentes, dentro de los límites de la capacidad de sustento de los ecosistemas (UNESCO, 1997). De igual forma, se le ha considerado como un proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (LGEEPA, 1996).

En síntesis, la sustentabilidad requiere un equilibrio dinámico entre muchos factores, incluidas las exigencias sociales, culturales y económicas de la humanidad y la necesidad imperiosa de salvaguardar el entorno natural del cual forma parte esa humanidad. Lo que se procura es lograr, para todos, la condición de "seguridad humana"; de igual forma, la reducción de la pobreza es su objetivo y condición indispensable. La sustentabilidad conlleva la tarea compleja de reconciliar y tomar decisiones sobre reivindicaciones que se contradicen y de avanzar hacia un desarrollo que sea ecológicamente racional; tomando en cuenta la visión que tienen las personas sobre los problemas, sus nociones, creencias, actitudes y, especialmente sus valores en la búsqueda de soluciones a problemas y realidades propias (SEMARNAP-CEDADESU, 1996).

6.2. PLANIFICACIÓN Y ORDENACIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS DE LA TIERRA

6.2.1. El Proceso de Planificación

La *Planificación* – aunque existen diferencias semánticas entre términos, para nuestros fines *Planeación* y *Planificación* los tomaremos como sinónimos – es una actividad técnico-científica de la aplicación del conocimiento al modelamiento de acciones en procura de objetivos diversos de transformación cualitativa de un sector particular de la realidad concreta (Robirosa, 1987).

Existen muchas connotaciones y definiciones de la planificación, el término más genérico es considerarlo como un proceso racional de toma de decisiones. Dado que muchas disciplinas la aplican, se han generado múltiples términos en relación con la planeación. Dentro de la planificación del medio físico, Gómez (1980) menciona términos como *planificación del paisaje* (landscape planning), *conservación y gestión de recursos* (conservation and resources management), *planificación de los usos del suelo* (land use planning) y *planificación ambiental* (environmental planning), considerando a este último como un

proceso a través del cual se asigna un uso óptimo del territorio, o un proceso por el cual se distribuye la actividad humana de forma cordial en un área dada.

Debido a sus diversas aplicaciones han emergido diferentes tipos de planeación como:

- *Planificación sectorial,*
- *Planificación económica,*
- *Planeación urbana,*
- *Planificación integral,*
- *Planeación estratégica, etc..*

Robirosa (1986), Cervantes (1993), Acevedo (1984), Barret (1994) y Achuff (1987), en sus investigaciones de planeación regional, manejan los conceptos de planificación integral que posee las características siguientes: parte de una visión holística, incluye las dimensiones ecológicas, geográficas, económicas, sociales y culturales; exige interdisciplinaridad; adopta un enfoque ecológico, el cual subengloba el concepto de Sistema; busca el uso múltiple y aprovechamiento integral del territorio; requiere la participación social, institucional y académica, y promueve la sustentabilidad del desarrollo.

La planificación ambiental consiste de un proceso global y complejo dirigido a realizar un ordenamiento del medio ambiente. En la medida que el medio es un prerequisite fundamental para el desarrollo económico-social; ordenarlo y administrarlo adecuadamente está indisolublemente unido al proceso de desarrollo (Gutman, 1986). Planificar es un proceso continuo de búsqueda de alternativas que conduce a decidir sobre acciones a tomar.

La administración ambiental puede efectuarse a través de las siguientes etapas:

- Diagnóstico,
- Programación o Formulación,
- Ejecución o Gestión, y
- Revisión o Evaluación.

El **diagnóstico** va a aportar un conocimiento objetivo y comprensivo de una realidad determinada; consiste en la obtención del conocimiento más completo posible sobre el estado de los recursos naturales, ya sea que esté inalterado o que haya sido sometido a varios niveles de intervención. En esta etapa se hace un reconocimiento de la existencia de una situación problemática y una interpretación de ésta, para tomar una decisión respecto a los objetivos y metas que se quieren alcanzar. En otras palabras, implica una descripción que incluye la generación de un conocimiento sistematizado de la situación actual de la zona de planificación, de su trayectoria histórica, de las características del medio y de sus recursos (Makhdownm, 1994).

La **programación o formulación** consiste en la identificación de acciones que son necesarias para abordar la situación problemática en la dirección de los objetivos. Es la selección de la secuencia que parezca más adecuada o más accesible, plasmada en un Plan, Programa o Proyecto; donde se definen las estrategias de intervención posibles, se

identifican los actores involucrados y se analizan sus mutuas relaciones, señalando el diseño detallado y la evaluación comparativa de las estrategias de acción de corto y mediano plazo tendientes a cambiar las salidas problemáticas del sistema en las direcciones deseadas (Robirosa, 1986).

La **ejecución o gestión** es la puesta en marcha de las acciones sugeridas por parte de los actores, que incluye a los sujetos o instituciones encargadas de la instrumentación.

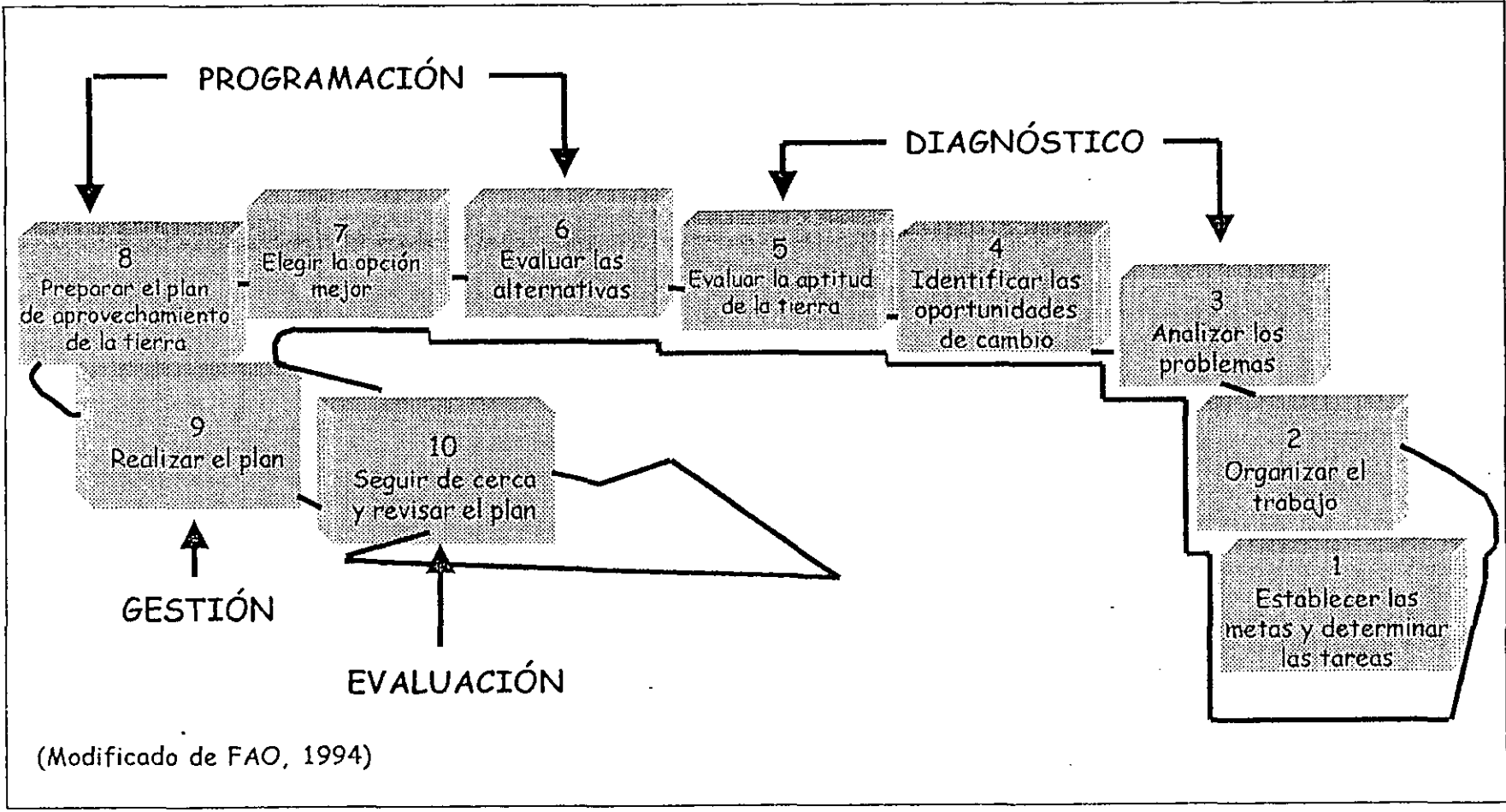
La **revisión o evaluación** es la fase donde la ejecución se valora y se analiza qué tanto la programación va cumpliendo con los objetivos planteados. Durante esta se considera la eficiencia, se hacen correcciones o se determinan otras formas de acciones, con el fin de reajustar la ejecución y cumplir los objetivos; se reorientan las acciones y los objetivos o se reconoce la emergencia de una nueva situación problemática que reinicia la secuencia.

Existen múltiples criterios que postulan la secuencia del proceso de planificación, de ellos el que tiene que ver más con el aprovechamiento de suelo, la ordenación de los recursos y el medio es el propuesto por la FAO (1994), quien entre otras cosas menciona que, cada proyecto de planificación es diferente, los objetivos y circunstancias locales son sumamente variados, y cada uno requiere de un tratamiento distinto. Sin embargo, se ha visto que se deben de cubrir ciertas etapas que pueden variar de acuerdo al autor y objetivos de los proyectos; empero, en general el proceso de planificación considera una serie de fases, que a su vez reúne una o varias actividades y la información generada en cada una sirve de base para las subsiguientes. Las fases o etapas de la planificación sugeridas por la FAO se muestran en la Figura 1.

6.2.2. Planeación Ecológica del Uso de la Tierra

La planificación ecológica del uso de la tierra, consiste en la evaluación sistemática del potencial de la tierra y del agua, de las alternativas de su aprovechamiento, y de las condiciones económicas y sociales que orientan la selección y adopción de las mejores opciones. El aprovechamiento de la tierra debe responder cabalmente a las necesidades de la población, salvaguardando los recursos futuros. La razón de la planificación es una gestión renovada, o de un estilo distinto de aprovechamiento de la tierra, dictado por las circunstancias cambiantes (FAO, 1994, 1999). Los objetivos de la planificación sustentable del uso de la tierra son los de influenciar, controlar y promocionar cambios directos o no en el uso del suelo de tal manera, que satisfaga las necesidades de la comunidad (social y económica) aprovechando la aptitud natural de la tierra y al mismo tiempo, manteniendo la calidad del ambiente que la rodea.

Aquí se incluyen todas las modalidades de aprovechamiento de las tierras rurales: agricultura, pastoreo, silvicultura, conservación de la flora y la fauna silvestres y turismo; e incluso, otros usos siempre y cuando permitan: el aporte de los satisfactores de las poblaciones, que contribuyan a mejorar su calidad de vida; la conservación y uso racional de los recursos naturales, continuidad de la biodiversidad y de los procesos naturales, minimización de los riesgos e impactos ambientales posibles; y participación



(Modificado de FAO, 1994)

Fig. 1. Procesos de planeación.

continua de la sociedad en la gestión ambiental, y planeación del desarrollo rural comunitario, en un ámbito de democracia y solidaridad de los grupos.

La planificación del aprovechamiento de la tierra (FAO, 1994) tiene como finalidad hacer el mejor uso posible de los recursos, calculando las necesidades presentes y futuras, y evaluando sistemáticamente la capacidad de la tierra para satisfacerlas; identificando y resolviendo conflictos entre aprovechamientos contrapuestos, entre las necesidades de la generación actual y de las futuras generaciones; buscando opciones sostenibles y eligiendo las que mejor satisfacen las necesidades; planificando para llevar a cabo los cambios deseados y aprendiendo de la experiencia (FAO, 1997).

Los aspectos fundamentales de la planificación del aprovechamiento de la tierra comprenden entre otras cosas que: las necesidades de la población definen e impulsan el proceso de la planificación; cada región cuenta con sus propios recursos, su propia dinámica, historia, desarrollo tecnológico y formas locales de aprovechamiento de los recursos locales y una problemática socioambiental y económica específica, por lo que la planeación del uso de los recursos debe ser integrativa, holística y estratégica.

Las dimensiones espaciales de la planificación del manejo de recursos, se pueden ajustar a diferentes niveles que pueden ser: nacional, regional, estatal, municipal y local o comunitario, siendo el último nivel el que responde mayormente a las necesidades reales de los pobladores (Stomph *et al.*, 1994).

En la Figura 2 se ejemplifican los diferentes niveles de planificación del territorio.

De igual forma, en múltiples casos la planificación de los recursos ha tomado como unidad espacial de ordenación a las *cuencas hidrográficas*, debido a que son unidades naturales bien delimitadas, sin embargo, las condiciones de límites territoriales y otros factores administrativos han limitado su aplicación, cosa que en otros países no han obstaculizado el manejo de recursos (FAO, 1996).

La planificación dirigida a optimizar el aprovechamiento de la tierra no constituye nada nuevo. Los agricultores tradicionales suelen hacer planes temporada a temporada, decidiendo qué plantar y en cuáles tierras. Toman las decisiones de acuerdo a sus necesidades, su conocimiento del medio y sus recursos, la tecnología, la mano de obra y el capital disponibles. A medida que aumenta el tamaño de la superficie, el número de personas involucradas y la complejidad de los problemas, también crece la necesidad de información y de métodos rigurosos de análisis y planificación (FAO, 1997, 1999). Pero la planificación del uso de la tierra va más allá de sólo el manejo del suelo, sino que también incluye otros elementos o recursos alternativos que se puedan incorporar a la producción y que brinden e incrementen las expectativas de desarrollo de la comunidad o región considerada.

Por último, para lograr una planeación de un desarrollo sustentable es necesario disponer de información oportuna sobre las potencialidades y limitaciones de los recursos naturales con

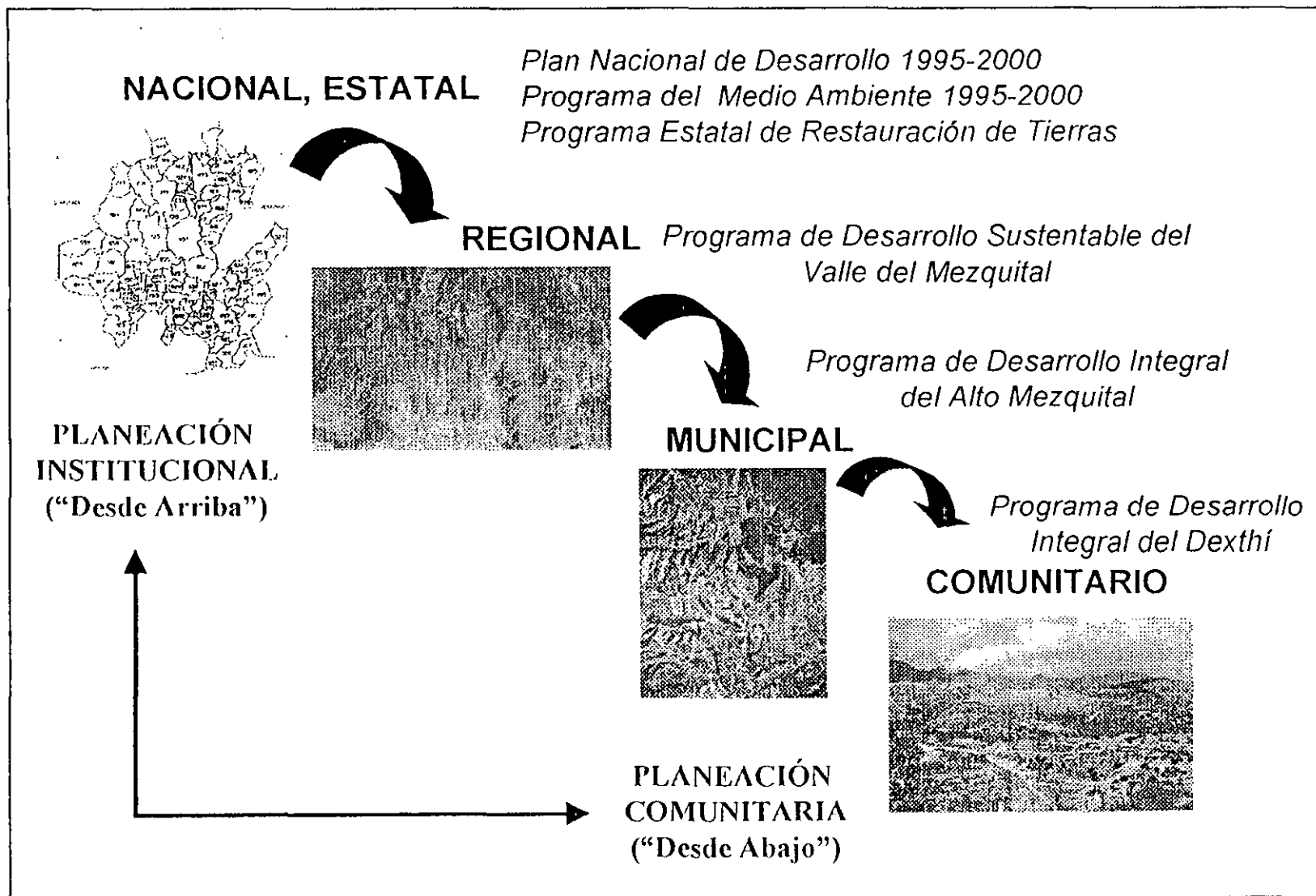


Fig. 2. Diferentes niveles de planificación territorial.

respecto a diversas opciones de uso de la tierra, para lo cual es imperativo generar metodologías que garanticen la recolección y manejo de información biofísica y socioeconómica, sustentadas científicamente; de ahí que la FAO (1997, 1999) propone la creación de un sistema de información de tierras (SIRT) para la evaluación y optimización de un uso agrícola sostenible que comprende: a. identificación, selección, recopilación y generación de información; b. estratificación del espacio físico y de la población, conocido como zonificación de unidades básicas de análisis; c. evaluación de tierras con la finalidad de definir la aptitud biofísica y viabilidad socioeconómica; d. generación de escenarios, a partir de las aptitudes de las unidades de análisis y de diversas opciones de uso de la tierra; e. evaluación de conflictos y la identificación de las restricciones de los usos potenciales para la optimización de los escenarios. Todo esto apoyados en los sistemas de información geográfica.

6.2. ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS PARA LA PLANEACIÓN INTEGRAL Y ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS

En la actualidad el proceso de planificación integral del medio requiere de un enfoque holístico y desarrollo de metodologías de carácter multidisciplinario, por lo que en la presente investigación se proponen como instrumentos metodológicos complementarios de la planeación del uso de la tierra, la fusión de la Teoría General de Sistemas, la Planeación Participativa y el Ordenamiento Ecológico Territorial.

6.2.1. El enfoque sistémico como herramienta básica de integración en la planificación del manejo de recursos

Tal como sucede en todas las regiones, en el área de estudio convergen una gran cantidad de factores, elementos y procesos interrelacionados entre sí que le otorgan características específicas y que la hacen diferente a otras; es decir, existe una compleja relación entre factores físicos, ecológicos y socioeconómicos que definen unidades o sistemas físico-bióticos específicos, con su propia dinámica y forma de comportamiento.

Es así como se pueden distinguir zonas donde se desarrollan ecosistemas naturales, áreas donde la modificación de las condiciones naturales es parcial y otras donde ya no se conservan tales condiciones y en su lugar, se desarrollan unidades totalmente artificiales. A pesar de ser diferentes, en cada una de éstas se pueden apreciar conductas y arreglos de componentes similares; esto es, todas las áreas están sujetas a la acción de fuerzas de tipo físico y a la existencia de relaciones de intercambio de materia y energía; existe una interacción entre los elementos "inertes" y los vivos, aunados a la acción del hombre.

De lo anterior, se genera la necesidad de que las investigaciones regionales y de planeación de uso de recursos se hagan de una manera integrativa y holística. De ahí que la mejor manera de abordar su estudio es a través de la aplicación del enfoque de la Teoría General de Sistemas, pues es la forma en que podemos unir las piezas de un mundo fragmentado y establecer coherencia entre las cosas; además de que su esquema permite la aplicación en diversas áreas del conocimiento (Westman, 1986), que incluyen las

ciencias naturales (Odum, 1988); las agrícolas (Altieri, 1990, 1991; López, 1991); sociales y económicas (Johansen, 1982); y el análisis de sistemas naturales, artificiales o aplicados a las ciencias de la Tierra (Cervantes, 1993).

El enfoque considera como punto inicial la existencia de sistemas o unidades autónomas, denominada Sistemas Complejos, Biosistemas o Sistemas Globales (Parra, 1981, López, 1991, Achuff, 1987), que son una reunión o conjunto de elementos relacionados. Tales elementos son los componentes interrelacionados a través de procesos que determinan su estructura, la respuesta ante tales procesos y definen su función. Los elementos pueden ser al mismo tiempo Subsistemas; en general, un sistema se caracteriza por presentar elementos, procesos de conversión, entradas o recursos y salidas o resultados; sus límites son imprecisos. Tienen su propósito, atributos, estados y flujos; Cervantes (1993) menciona que la descripción funcional de un sistema implica los siguientes aspectos:

- a) Naturaleza de las entradas;
- b) relación fase-espacio;
- c) modelo relativo a los procesos de entrada-salida y sus estados en el tiempo.

El aplicación de la visión sistémica permite una interpretación más elocuente de la estructura y dinámica de los sistemas, lo que favorece el entendimiento para un mejor aprovechamiento o manejo de estos.

6.2.2. La Planeación Participativa

Como se mencionó anteriormente, la planeación y ordenamiento del territorio requieren de la participación directa de los pobladores y productores que habitan en la zona de ordenación, ya que ellos son los más involucrados en el manejo de los recursos. En la actualidad la participación de las comunidades rurales e indígenas dentro de la planeación trae como consecuencia que los criterios, estrategias y acciones planteadas de manejo sean más acordes a las condiciones del sitio. La investigación participativa (CREFAL, 1991; Pozas 1989), que incluye la planeación comunitaria, es un instrumento básico para promover la transformación global de las sociedades. La planeación participativa busca incorporar a productores, autoridades y personal en general a realizar un acercamiento más real a las necesidades locales, al conocimiento del manejo de los recursos, al rescate de información en relación al saber tradicional, de tecnologías autóctonas, a saber la cosmovisión de la propia gente en relación a la naturaleza y los procesos ecológicos y sobre todo a retomar sus ideas y propuestas en relación a facilitar el uso de los recursos. Contribuyendo a fortalecer la organización social y a reivindicar el papel de la cultura en el uso de los recursos (FAO, 1994, 1997, 1999). Esto implica que la comunidad asuma una actitud de acción, investigación y participación.

La participación de las organizaciones sociales en los procesos de planeación se conoce como *planeación desde abajo* (FAO, 1999) y es una estrategia para fomentar la autogestión ambiental y la recuperación de valores sociales, culturales y ecológicos (SEMARNAP-CECADESU, 1996). En la planificación del aprovechamiento de los recursos

territoriales su participación es definitiva para inventariar recursos, realizar un diagnóstico comunitario más real, jerarquizar la problemática y programar acciones de manejo (Altieri, 1990); de tal forma que el ordenamiento y manejo de recursos sea más real y sea mayormente aceptado por la gente.

6.2.3. El Ordenamiento Ecológico Territorial (OET)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988), establece que el ORDENAMIENTO ECOLÓGICO es "el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente."

En general, las bases teóricas que lo definen han surgido de la Subsecretaría de Ecología, a través de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental quienes lo manejan como: " un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional, de acuerdo con sus características potenciales y de aptitud, tomando en cuenta el deterioro ambiental, las actividades económicas y sociales, y la distribución de la población, en el marco de una política de desarrollo integral".

La conceptualización anterior del OET se ha ido modificando a medida de que han surgido nuevas experiencias, la versión más oficializada es la que se enuncia en la LGEEPA (1996) que lo define como " el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias del deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos".

A nuestro criterio las directrices que rigen y sirven de plataforma al ordenamiento ecológico son: *a.* La planificación del Desarrollo Sustentable; *b.* Aprovechamiento racional de los recursos naturales; *c.* la búsqueda del bienestar social; *d.* conservación del medio y la biodiversidad y; *e.* la protección y restauración ambiental.

En este sentido conceptualizamos al Ordenamiento Ecológico como "*un proceso dinámico de planeación del uso racional del territorio y de los recursos naturales, tendiente a fomentar el desarrollo sustentable y mantener el equilibrio ambiental; dentro de un marco donde la conservación, producción y bienestar social sean los ejes que rijan el desarrollo. Es una herramienta que permite, sobre bases científico-técnicas, la elaboración de un diagnóstico y evaluación del uso de los recursos, la identificación y valoración; así como la implementación de acciones preventivas, de regulación y control de posibles impactos ambientales. De igual forma, se le puede utilizar como instrumento administrativo, para establecer criterios normativos que vinculen el desarrollo económico con los procesos ecológicos, sobre todo en lo que respecta a la explotación de recursos naturales, la reordenación de actividades económicas y*

procesos sociales, y su influencia en la problemática ambiental, derivada de estos procesos. Por otra parte, como investigación, es un estudio elaborado con bases científicas para caracterizar, valorar y cualificar el potencial de los recursos físicos, bióticos, humanos y la dinámica de una área y, tomarla como punto de partida para generar una transformación programada de la naturaleza sobre fundamentos del avance técnico-científico, que permita armonizar la acción recíproca del hombre y su medio natural”.

Objetivos del Ordenamiento Ecológico Territorial

El objetivo general del ordenamiento ecológico es constituirse en un instrumento que complemente la planeación del desarrollo económico y social, en un ámbito de sustentabilidad que procure un uso adecuado del suelo y el empleo razonable de los recursos naturales, conservando y evitando la pérdida de la biodiversidad, fomentando su aprovechamiento racional y la reproducción de estos, a través de un manejo integral y diversificado de la base productiva, salvaguardando la continuidad y el equilibrio de los procesos ecológicos y acorde a las necesidades humanas.

Finalmente, dentro de todo el proceso de planificación planteado, toda la información vertida durante sus etapas así como la obtenida mediante los diversos métodos y técnicas empleadas, se concretizan en la elaboración de un plan o programa de manejo, donde se plasman las políticas y líneas de acción a emprender para realizar un uso óptimo de los recursos y la elevación de los niveles de vida de los habitantes del sitio.

La Figura 3 esquematiza los instrumentos para la planeación del uso de recursos y el ordenamiento de la región.

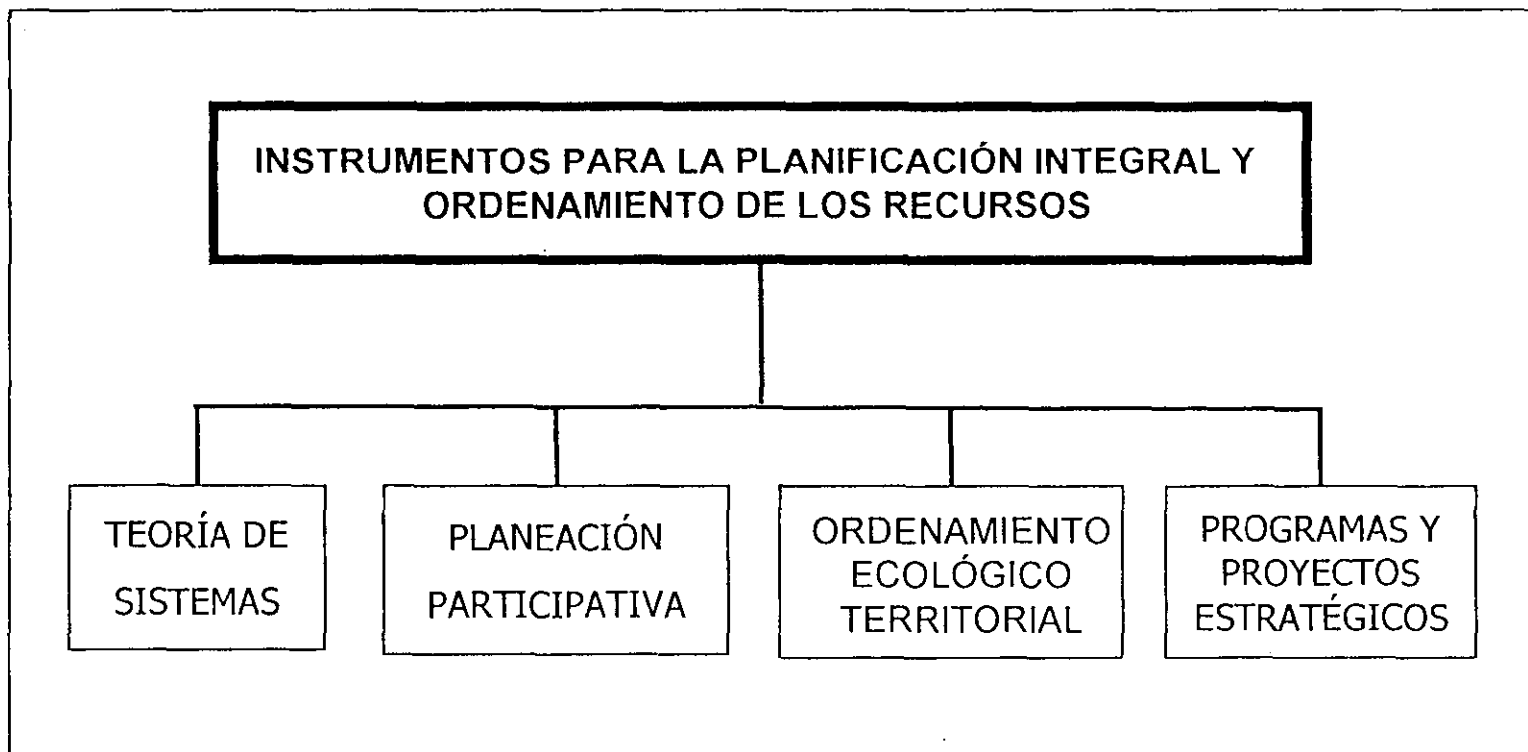


Fig.3. Instrumentos para la planeación y ordenamiento del Alto Mezquital.

7. METODOLOGÍA

7.1. Procedimientos de la investigación

Por el carácter holístico e integrativo del tema, la estrategia general propuesta para el planteamiento y abordaje de la investigación consistió en retomar y ajustar para nuestros fines las etapas de la Planeación Regional (Acevedo, 1984; Ruiz, 1984; Altieri, 1990), Planificación del aprovechamiento de la tierra de FAO (1994, 1996, 1997) la evaluación de recursos naturales (Mitchell, 1989; Lund, 1981, González-Vicente, 1990), de la planificación y gestión ambiental (Olmedo, 1994, Robirosa, 1986), ordenamiento territorial (SEMARNAP, 1996, 1997; Muñoz y López, 1990) y del Marco Jurídico de la Reglamentación Ambiental Municipal (INAP, 1992).

La secuencia metodológica realizada fue la siguiente:

Determinación de dos rutas críticas: una referida al análisis de los aspectos teóricos o conceptuales que sientan las bases de la planificación del aprovechamiento integral de recursos de la tierra, el ordenamiento ecológico y el desarrollo sustentable; y la segunda, consistió en la elaboración de una ruta metodológica que permitió vincular el proceso de planificación con metodologías de análisis de las diferentes áreas del conocimiento involucradas en la evaluación de recursos, valoración de los sectores de productivos y del ámbito socioeconómico.

La estrategia a seguir en ésta última fue: definir, en primera instancia, el objeto de planeación y ordenamiento, y su ámbito espacio-temporal, que en este caso fue el total del área de estudio, a la que se tomó como una ecoregión o sistema de aprovechamiento de la tierra (FAO, 1994), definida bajo criterios ecológicos y económicos (López, 1991; Delgadillo, 1990). Para realizar un análisis integrativo de ésta, se recurrió al enfoque sistémico y de biosistemas complejos para determinar la estructura y funcionamiento de la zona, definiendo los elementos y procesos que determinan su dinámica. Posteriormente, se realizó una evaluación de los recursos naturales y un diagnóstico socioambiental; donde la regionalización fue la herramienta fundamental, con lo cual se llegó a la determinación y valoración de los recursos de la zona, que sirvió de base para evaluar y jerarquizar los procesos de deterioro ambiental y la problemática socioeconómica de la región, a fin de definir necesidades prioritarias. Finalmente, se elaboró una propuesta de ordenamiento ecológico territorial de la región, complementada con un programa de manejo integral de recursos y desarrollo sustentable del área.

Particularmente, la caracterización de la eco-región incluyó: la definición de sus elementos o componentes geográficos, ecológicos y socioeconómicos; determinación de procesos como los flujos de materia y energía, productividad y dinámica social. Terminando con una regionalización administrativa, geográfica, ecológica, social y cultural.

La evaluación de los recursos naturales y el diagnóstico socioambiental se obtuvo a partir de: la elaboración de la regionalización fisiográfica, ecológica, el levantamiento edafológico y evaluación de tierras, con la determinación del uso actual del suelo y la capacidad de uso de

éste; identificación de los agroecosistemas de cultivos y ganaderos, análisis productivo de los sectores secundario y terciario; la diversidad, distribución y potencial de los recursos naturales, asentamientos humanos y evaluación de los conocimientos y formas autóctonas de manejo de recursos por parte de los pobladores (etnociencia).

De lo anterior, se jerarquizó por orden de prioridades la problemática para llegar a la planeación del uso del suelo, concluyendo con una propuesta de ordenamiento ecológico territorial y un programa de manejo integral de recursos para la zona.

La ruta metodológica se muestra en la Figura 4.

7.2. Material y método

Primera etapa:

El objetivo de esta etapa fue la evaluación de los recursos naturales de la zona y la obtención del diagnóstico socioambiental del área. Para ello se realizó un acopio y revisión de información bibliográfica y cartográfica; aplicando la metodología de la percepción remota se hizo una fotointerpretación preliminar de cada uno de los recursos, empleando fotografías aéreas pancromáticas de escalas 1: 50 000 y 1: 75 000 de diferentes fechas, complementado con un análisis de imágenes satelitales de distintas bandas multiespectrales, blanco y negro y falso color, escala 1:250 000.

La evaluación de los recursos comprendió: la determinación de los Sistemas Terrestres siguiendo el criterio de Cuanalo (1978); la regionalización ecológica y determinación de sistemas ecogeográficos, con su cartografía respectiva, se elaboró de acuerdo al criterio de SEDESOL(1993). De igual forma se realizó un levantamiento edafológico semidetallado con la metodología de Ortiz (1981), efectuando la fotointerpretación preliminar para definir los posibles grupos de suelos existentes en el área y la elección de los sitios de muestreo; los levantamientos de campo correspondientes, con la excavación de aproximadamente 60 perfiles, con su descripción de campo y toma de muestras respectivas; en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, se determinaron las características físicas y químicas correspondientes, aplicando los métodos indicados en el manual de análisis físico-químico de suelos de Muñoz (1995); la determinación de los grupos de suelos presentes y su representación cartográfica se realizó aplicando el criterio FAO/UNESCO 1988. La evaluación del uso del suelo y tipos de vegetación siguió el criterio de INEGI (1986), la capacidad de uso agrícola, pecuario y forestal se realizó aplicando el sistema de Duch (1981); la evaluación de áreas erosionadas por pérdida de cobertura siguió el criterio FAO 1954, la determinación del índice de erosión laminar potencial se obtuvo aplicando la metodología FAO 1980 modificado por SEDESOL-INE (1993, *In*: Hernández, 2001). La cartografía temática correspondiente se produjo empleando los sistemas de información geográfica IDRISI, versión 2.0 e ILWIS versión 2.1.

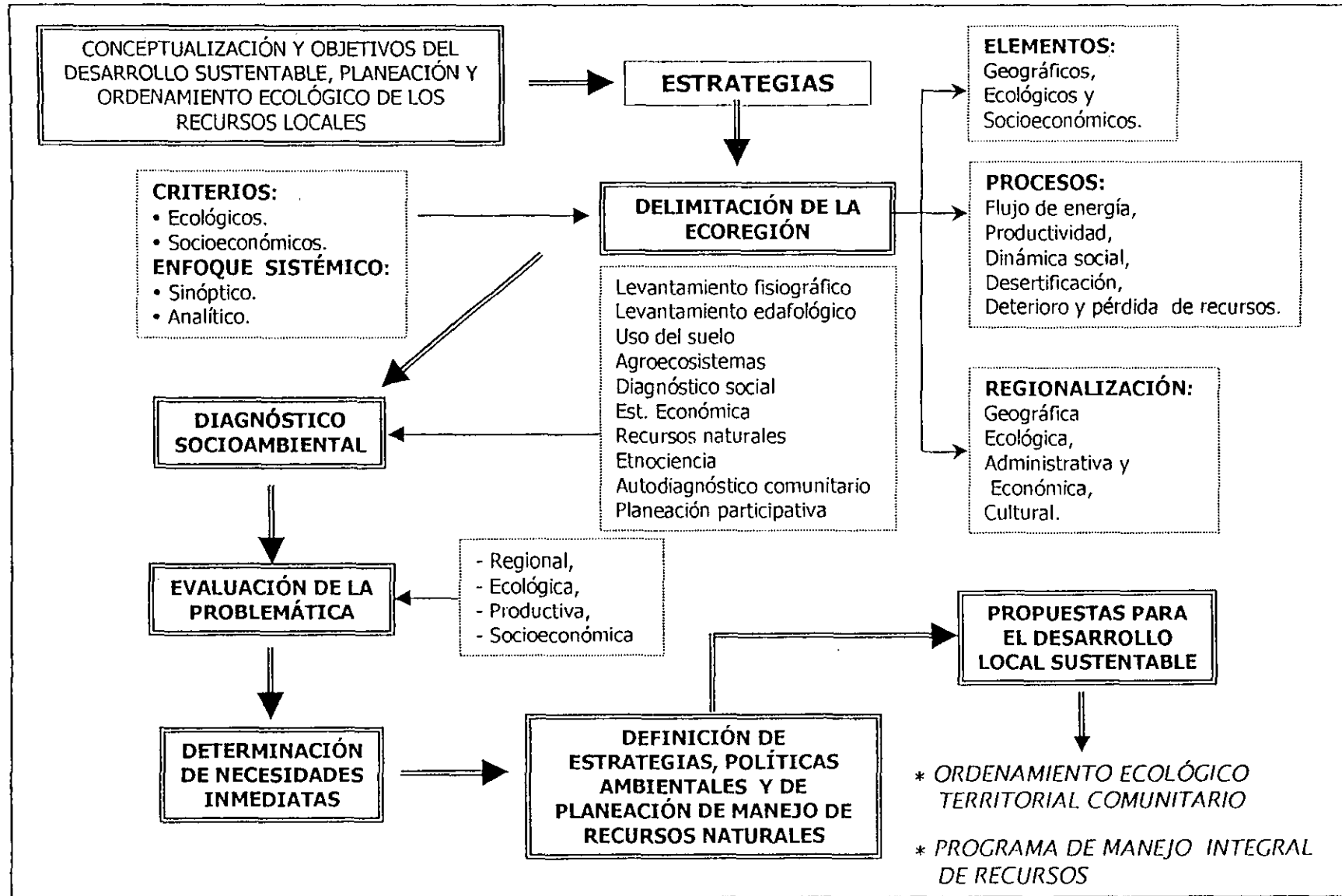


Fig. 4. Ruta metodológica.

La valoración de la Biodiversidad comprendió la determinación de los tipos de vegetación, riqueza florística, índices de diversidad e importancia etnobotánica (Rzedowsky, 1993. *In*: Marmolejo, 1993; Miranda y Hernández, 1963; Camarillo, 1993. *In*: Villavicencio, 1993; Matteuchi, 1982). En campo, se realizaron las visitas a sitios representativos de los tipos de vegetación, aplicando los métodos de muestreo correspondientes, toma de datos ambientales y colecta de ejemplares, los cuales fueron determinados en los herbarios de la FES-Iztacala y el MEXU del Instituto de Biología de la UNAM, aplicando el sistema de clasificación de Cronquist (1981) y Dahlgren (1985). La importancia etnobotánica se obtuvo a través de revisión bibliográfica (Salinas, 1984; Rangel, 1987; Rodríguez, 1983; Jiménez, 1999; Granados, 1995) y entrevistas abiertas a pobladores, sobre todo a mujeres y pastores. La fauna se inventarió mediante un análisis de publicaciones y estudios con referencias faunísticas (Álvarez, 1991; Salinas 1984; Camarillo, 1993; Villavicencio, 1993; Aldasoro, 2000), asociadas a las comunidades vegetales típicas del área y que comparten con ella características físicas similares (suelo, vegetación, clima, etc.); recorridos en campo dentro de la zona de estudio en puntos de verificación determinados, para la búsqueda y determinación de especies existentes, así como identificar los posibles hábitats; además, entrevistas con pobladores del lugar para conocer las especies que aún habitan la zona y aquéllas que lo hicieron anteriormente, así como el tipo de aprovechamiento que se les da. El estatus de las especies tanto de flora como fauna se hizo mediante la revisión de las publicaciones de SEDESOL y del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-PA-CRN-001/ 93, y de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994.

La tipificación y caracterización de los sistemas de producción (Agroecosistemas) con su correspondiente valoración del estado y problemática, siguieron la metodología de Altieri (1990), López (1991) y FAO (1990, 1996, 1999). De manera simultánea, la caracterización social y productiva se complementó con información recabada a partir de datos aportados a través de entrevistas abiertas a productores, autoridades municipales y locales, habitantes de las comunidades y en particular, de las zonas temporaleras y del distrito de riego.

El diagnóstico socio económico se realizó acorde a los lineamientos marcados por Acevedo (1984), SEMARNAP (1997) y SEDESOL-INE (1993), la mayor parte de la información se obtuvo de las publicaciones, estadísticas y censos de INEGI (1990, 1995, 1996), Gobierno del Estado de Hidalgo (1990, 1995), INAP (1992) y de datos obtenidos directamente en las oficinas de las cabeceras municipales, con delegados comunitarios y habitantes en general.

Segunda etapa:

El objetivo básico de esta parte fue, incorporar a los pobladores y organizaciones sociales de zonas representativas a la elaboración de un autodiagnóstico comunitario, inventario de recursos, valoración del conocimiento tradicional, estrategias locales de manejo de recursos locales y elaboración de propuestas de desarrollo comunitario.

Para ello se diseñaron y ejecutaron 4 talleres de planeación comunitaria, creados e impartidos siguiendo los criterios de SEMARNAP-CECADESU (1996), Castillo (1992), Llorente (1992). CREFAL (1991) y Pozas (1989), impartidos en tres comunidades representativas de las diferentes zonas, que fueron El Dexthí-San Juanico, La Mesa y Tolantongo, cuyo objetivo

consistió en fomentar la participación social, a través de su incorporación en actividades de formación y adiestramiento en: planeación comunitaria, organización social, elaboración de autodiagnósticos, manejo de recursos naturales locales, determinación de la problemática y definición de políticas ambientales para el manejo sustentable. Los talleres fueron dirigidos a organizaciones de la sociedad civil y población general de la zona. La temática general contempló la planeación participativa como instrumento para la programación del manejo sustentable de recursos, el desarrollo sustentable y autogestión, fortalecimiento de la organización social y grupos de base, definición de unidades ambientales de manejo y ordenamiento ecológico territorial comunitario, elaboración de estrategias y políticas ambientales para el desarrollo rural. Organizados e impartidos en los sitios mencionados con duración de 16 horas, distribuidos en tres días, que incluyeron recorridos de campo. En otros sitios se recurrió a la realización de asambleas generales y visitas a delegados comunitarios.

Tercera etapa:

El objetivo de esta parte fue la elaboración de un programa de manejo integral de recursos; para ello se tomó como base el diagnóstico socioambiental, las características de los recursos locales, los planes de desarrollo municipal y comunitarios, así como, los resultados de los talleres y alternativas propuestas por los participantes. Lo anterior se complementó con una propuesta de ordenamiento ecológico territorial comunitario bajo los lineamientos de SEDESOL (1993), SEMARNAP (1997) y los criterios de zonificación de Muñoz y López (1990), elaborando la cartografía temática correspondiente.

Se formuló el programa de manejo sustentable de recursos naturales, que considera entre otras cosas: el empleo de sistemas productivos alternativos, manejo y conservación de Biodiversidad, restauración y preservación del paisaje y fortalecimiento de la organización y participación social.

8. DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA INVESTIGADA

8.1. Localización geográfica y política

El área de estudio se localiza en la porción Oeste-Suroeste del Estado de Hidalgo, entre los paralelos 20° 30' y 20° 41' de Latitud Norte y los meridianos 99° 00' y 99° 20' de Longitud Oeste. Las altitudes van desde los 1300 hasta los 3180 msnm. Políticamente, la zona forma parte de los municipios de Cardonal, Tasquillo e Ixmiquilpan, en el Alto Mezquital.

8.2. Superficie, límites y acceso

La extensión de la zona es de 70 644 ha. Limita al Norte con los Municipios de Nicolás Flores y Zimapán; hacia el Sur con los de Alfajayucan y Chilcuautila; al Este con Tlahuiltepa, Eloxochitlán, Metztitlán y Santiago de Anaya; al Oeste con Tecozautla y Alfajayucan.

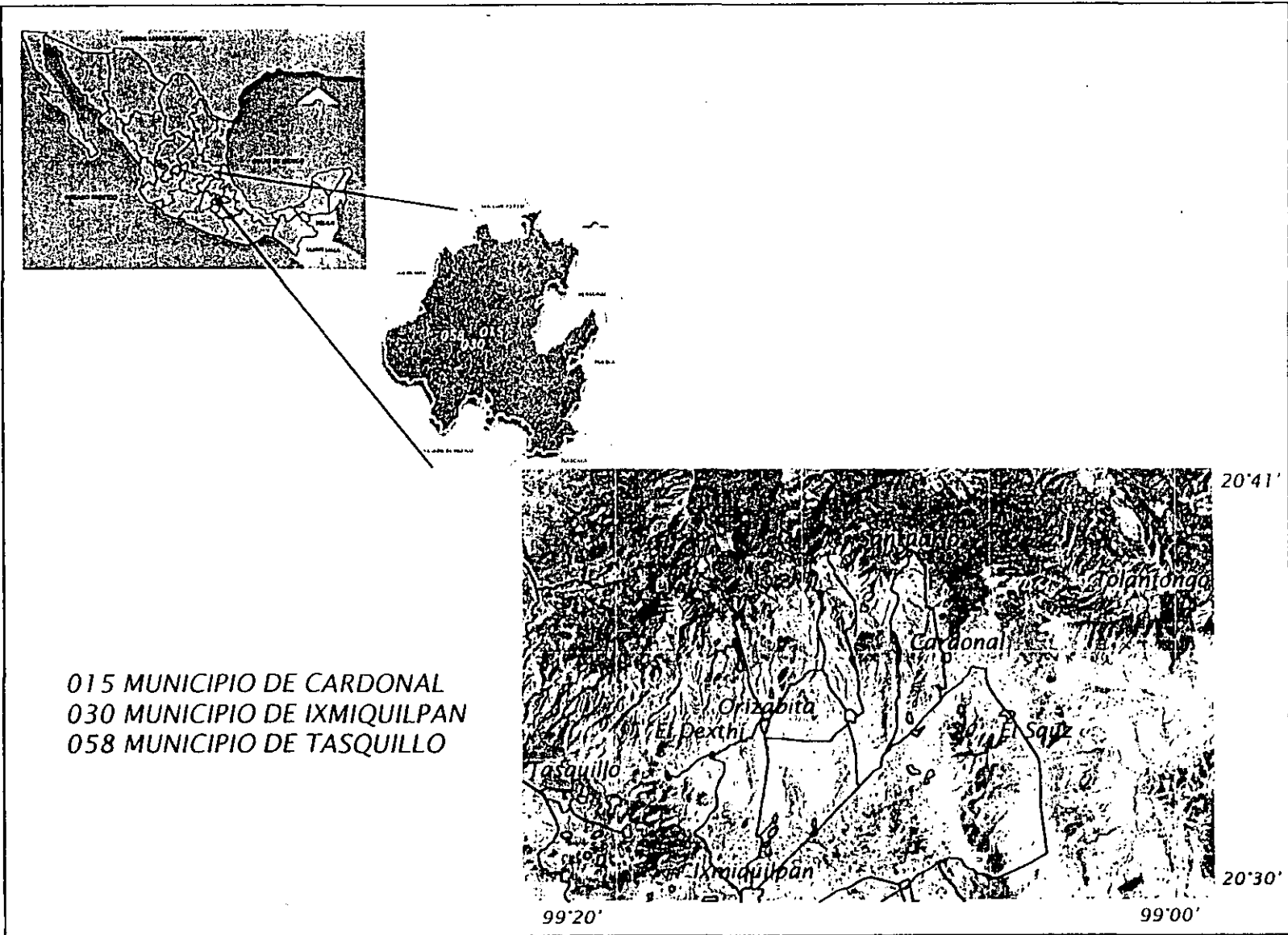
El acceso al sitio es por la Carretera Federal No. 85, México-Laredo misma que pasa por las ciudades de Pachuca, Actopan, Ixmiquilpan y el poblado de Tasquillo. Los otros accesos son a través de la Carretera Estatal No. 30, Tula-Ixmiquilpan que pasa por los poblados de Mixquiahuala, Progreso y Chilcuautila; y la Carretera Libre No. 45, Ixmiquilpan-Palmillas, que une a Ixmiquilpan, Alfajayucan y Huichapan (Fig 5).

8.3. Regionalización administrativa

La mayor parte del área pertenece la **Región Administrativa VI Ixmiquilpan**, que incluye los municipios de Ixmiquilpan (30), Cardonal (15), Tasquillo (58), Chilcuautila (19) y Nicolás Flores (43). En menor proporción se encuentra Tolantongo, que pertenece a la **Región VIII Metztitlán**, integrada por los municipios de Eloxochitlán (20), Juárez Hidalgo (33), San Agustín Metzquititlán (52), Metztitlán (37) y Zacualtipán de Angeles (81) (Gobierno del Estado de Hidalgo, 1994).

8.4. Fisiografía

La zona de estudio pertenece a las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental. La porción Norte de la zona se caracteriza por ser una área montañosa considerada como estribación del Eje Neovolcánico, aunque comparte algunos elementos de la Sierra Madre; incluye la región conocida como Sierra de Juárez y en ella destacan los cerros: Juárez, La Palma, El Cerrote, El León, Xithe, La Muñeca, Xinthé y Santuario, que forman los parteaguas y límites de cuencas y barrancas importantes como las de: Nijamayé, La Cadena, El Sótano, La Campana, El Encino, Los Libros, El Nogal, Mayorazgo y, en el extremo Noreste, El Binguinero y Tolantongo. Hacia la base Sur de esta sierra, descienden un conjunto de formas acordonadas formadas por rocas



sedimentarias que en su conjunto constituyen un sistema de mesas y barrancas que definen una geomorfología muy característica y peculiar. Rumbo a la porción Central y Sur la fisiografía se conforma de pequeños valles interrumpidos por algunas elevaciones, estos valles son: el de Tasquillo, San Juanico-Panales, El Espíritu y San Antonio Sabanillas. Hacia la parte Noreste y Este se encuentra una secuencia de anticlinales calizos pertenecientes a la Sierra Madre Oriental, que forman la Sierra de San Miguel de la Cal, donde destacan los cerros Xuemeye, El Fraile, Blanco, El Verde y El Gumbo, que limitan de manera natural el valle del Sauz-San Andrés Daboxtha y las barrancas de Los Mayorga y La Salina (INEGI, 1992).

8.5. Geología

8.5.1. Geología histórica

La historia geológica del Valle del Mezquital, de acuerdo a los estudios estratigráficos y paleontológicos realizados por la Comisión Geológica del Valle del Mezquital, (Blásquez, 1938) e INEGI (1983), se remonta hacia el Cretácico Inferior cuando las calizas marinas se plegaron en tal manera que las elevaciones correspondían a los anticlinales y las depresiones a los sinclinales, formándose así los primeros valles. Las primeras manifestaciones volcánicas de la Sierra de Pachuca interrumpieron estos valles y formaron lagos, los cuales sufrieron un proceso de rellenamiento por la emisión de material piroclástico.

En el Terciario sobrevino la gran actividad ígnea, la cual se inició en el Mioceno con erupciones andesíticas y basálticas emanadas a través de grandes fracturas y grietas que permitieron el derrame de lavas, lo cual propició la formación de mesas. Todos estos eventos modificaron considerablemente la geomorfología de la región, ya que renovaron el carácter de las montañas incrementando su altura y reduciendo la anchura de los valles.

En el Cuaternario con la llegada de las glaciaciones se formaron grandes ventisqueros de montaña y piemontes, que tomaron dimensiones continentales, los cuales erosionaron grandes volúmenes de material rocoso reduciendo así la altura de las sierras. Junto con estos fenómenos están las emisiones basálticas, las cuales contribuyeron en gran parte al relleno de las cuencas hasta formar extensas superficies casi horizontales.

8.5.2. Estructura geológica y litología

En la zona de estudio se encuentran varias formaciones geológicas, Segerstrom (1962) cita, de la más antigua a la más reciente, las siguientes:

- Formación *Las Trancas*, conformada de lutitas calcáreas acomodadas en delgadas capas intercaladas con lodolitas, que afloran en el norte de la zona en los poblados del Aguacatal, Ojuelos, El Defay, Bosho y el Arenalito, que data del Jurásico Superior.

- Formación *El Santuario*, del Cretácico Inferior, cuya distribución se limita a una pequeña franja al norte del poblado del mismo nombre, esta formación se caracteriza por la presencia de calizas fosilíferas de color gris oscuro, filitas y lutitas.
- Formación *El Doctor*, constituida por calizas de diferentes texturas del Cretácico Inferior, se localiza en el Santuario, Cardonal, Valle de Pozuelos y Sierrita de Capula. Es de las formaciones más ampliamente distribuidas. Las calizas pertenecientes a esta formación son muy resistentes a la erosión y tienden a formar riscos o peñascos en las etapas jóvenes.
- Formación *Mezcala-Méndez*, del Cretácico Superior se componen de lutitas calcáreas y margas intercaladas con areniscas y delgados estratos calizos, se ubica principalmente hacia el noreste del Cardonal y norte de Hermosillo.
- Formación *Soyatal*, constituida de calizas impuras de color gris intercaladas con lutitas que datan del principio del Cretácico Superior, se localiza sobre una pequeña franja cerca del Cerro la Palma, El Defay, Cerro Xuemeye, Blanco, El Verde, El Gumbo y en pequeñas áreas al norte de Orizabita, sobre las estribaciones de la Sierra de Juárez.
- Grupo Pachuca, ubicada hacia los extremos Oriente y Occidente, así como al Norte, conformando las Sierras de Pachuca, Xinthé y Juárez, respectivamente. Esta se originó a principios del Mioceno en el Terciario y está conformada por rocas ígneas como andesitas, riolitas y basaltos del Eoceno.
- Grupo San Juan, consiste en flujos de basalto, toba y conglomerados volcánicos formados durante del Plioceno, localizados al sur del Valle de Tasquillo.
- Formación *Tarango*, es la más extensa ya que se distribuye en mayor proporción en toda la superficie que constituye el Valle del Mezquital, esta formación data de fines del Plioceno y se compone de diversos sedimentos clásticos, areno-arcillosos, intercalados con elementos ígneos y calcáreos que se encuentran rellenando todos los valles.
- Basaltos Cuaternarios Recientes, formados a partir de erupciones de fisura que formaron mesetas alargadas, localizados sobre los márgenes del Río Tula, desde Chilcuautla hasta las inmediaciones de Tasquillo, Ixmiquilpan y Dios Padre.
- Depósitos Clásticos Recientes Aluviales, estos incluyen fango, arcillas, arenas, sedimentos calizos y cenizas depositadas en cuencas lacustres, también a los materiales aluviales y coluviales. Todos estos depósitos se distribuyen irregularmente por la región, asociándose a ríos, arroyos y escurrimientos, así como en zonas de laderas. Ubicados solamente en la porción más baja del Valle de Tasquillo, San Juanico, Sabanillas y parte de Capula.

8.6. Suelos

Las unidades de suelo reportadas para el área de estudio son Feozem calcárico y háplico, que se localizan tanto en la porción centro como sur de la zona. El uso que tienen es principalmente agrícola; sin embargo, cuando se encuentran sobre relieves accidentados sostiene matorrales tipo crassicaule y espinoso.

Hacia la porción norte de la zona resaltan por su extensión las unidades de Rendzinas, Regosol y Litosol, que se caracterizan por estar asociadas con geoformas montañosas en donde se desarrollan diversos tipos de vegetación. Por lo general, estos suelos se caracterizan por ser delgados y pedregosos (INEGI, 1983).

8.7. Climatología

8.7.1. Generalidades

De acuerdo a Contreras (1955), citado por González-Quintero (1968); el clima que prevalece en el Valle del Mezquital, es una consecuencia del patrón general de circulación de los vientos y del efecto de sombra orográfica, provocada por la posición geográfica de la Sierra Madre Oriental, que impide el paso de nubes bajas al valle y de la altitud que es la responsable de las temperaturas dominantes.

8.7.2. Datos climatológicos

Para el análisis de los datos meteorológicos, se considera la información de las estaciones meteorológicas de: Ixmiquilpan, Tasquillo, así como de registros de 1992 proporcionados por el Observatorio Meteorológico Nacional de Tacubaya, D.F. y de INEGI (1987).

Con relación a las temperaturas medias anuales, se tiene que estas fluctúan entre 16.3 y 18.4 °C; correspondiendo a la zona de Santuario-Cardonal las más bajas y a Ixmiquilpan las más altas, Tasquillo presenta un valor medio de 18.2 °C. La temperatura media mínima más baja es de 12.8 °C y la media máxima más alta es de 20.9 °C, siendo los meses de diciembre y enero los más fríos y los de mayo y junio los más calientes. La oscilación térmica fluctúa entre a 4° y 5 °C. La figura 6, muestra el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas de Ixmiquilpan registradas durante el periodo de 1981 a 1985.

La precipitación en general es pobre, y varía entre 430 y 550 mm anuales, registrándose en el Cardonal los niveles de menor precipitación. El periodo seco va de diciembre a febrero, y por el contrario, la estación lluviosa va de junio a septiembre con un periodo interestival en julio y agosto. La figura 7, presenta los niveles de precipitación y evaporación registrados en Ixmiquilpan, para el periodo 1981-1985.

En lo que respecta a otros fenómenos meteorológicos, se tiene que el mes de abril es el de menor frecuencia en granizadas (2.7 días). En cuanto a la incidencia de heladas enero es el de mayor frecuencia con 9.13 días, le siguen febrero y noviembre con 5.62 y 5.23 respectivamente. Las tormentas eléctricas se presentan con mayor ocurrencia de abril a septiembre. Por último, las nevadas son poco frecuentes y suelen presentarse desde enero hasta marzo, durante el periodo de la investigación se presentaron dos, la más reciente en 1997. La figura 8, esquematiza el comportamiento de la dirección de vientos dominantes mensuales en Ixmiquilpan.

8.7.3. Tipo de clima

La zona se caracteriza por presentar un gradiente ambiental que propicia básicamente la presencia de dos tipos de clima, de acuerdo al análisis de los datos meteorológicos de las estaciones localizadas en la región que son Santuario (Cardonal) y las dos de Ixmiquilpan. La primera nos muestra que, para las partes de montañas, que coinciden con las de mayor altitud, que van desde los 2000 a 2700 msnm, presentan un clima del tipo C(m)b(i')g, de acuerdo al criterio de Koppen, modificado por García (1973), que equivale a un templado húmedo con lluvias de verano, temperatura media anual entre 12° y 18°C, siendo la del mes más frío de -3 °C, la del mes más caliente superior a 18°C; presenta una oscilación térmica anual de las temperaturas mensuales menor a 5°C, es decir, isotermal y con una marcha térmica anual de tipo Ganges (mes más caliente antes de junio). Existen lluvias de verano con un cociente p/t de 43.2. La precipitación mínima anual es de 625 y máxima de 925 mm, la media anual es de 725 mm. La época de heladas se presenta desde octubre hasta febrero, durante el presente estudio de registró una de las nevadas más importantes en varios años; la figura 9, muestra el climograma de Santuario Mapethé.

El otro tipo de clima es un BSohw''(w)(e)g, correspondiente a un semiseco estepario con temperaturas mayores a los 18°C, con el mes más seco en invierno y el más caliente antes del solsticio de verano. La temperatura media anual es de 18°C y su precipitación anual fluctúa entre los 400 y 450 mm, con lluvias de verano. En los meses más calurosos se registran temperaturas hasta de 36°C y en los más fríos hasta -2°C. Es extremoso, pues su oscilación térmica va de 7° a 14°C, la marcha de la temperatura es tipo Ganges. La temporada de menos humedad o de "canícula" se presenta entre agosto y noviembre. La figura 10, ilustra el climograma de Ixmiquilpan.

El factor que determina la presencia de un clima semiárido en el área, es la posición que ésta guarda con respecto a la Sierra Madre Oriental, ya que tal sierra actúa como frente de lluvias captando la mayor parte de la humedad en su ladera oriental, donde los vientos alisios del Noreste descargan la mayor cantidad de agua y, por consiguiente, pasan casi secos a la ladera de sotavento, donde se encuentra situada la Barranca de Tolantongo y la mayor parte del Alto Mezquital. Sin embargo, en Tolantongo la condición de semiaridez se ve disminuida por condiciones de humedad mas favorables, tanto en el fondo de la barranca, por donde sigue su curso el río Blanco, como en algunas cañadas aledañas con pequeños afluentes. Un factor que, en ocasiones, contribuye a aumentar el porcentaje de

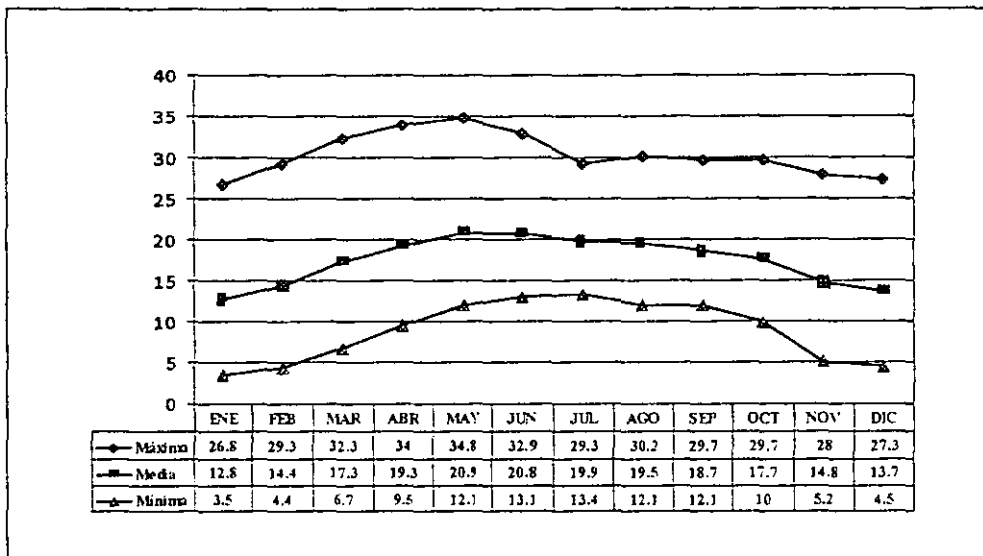


Fig. 6. Temperaturas máximas y mínimas (1982-1985)*

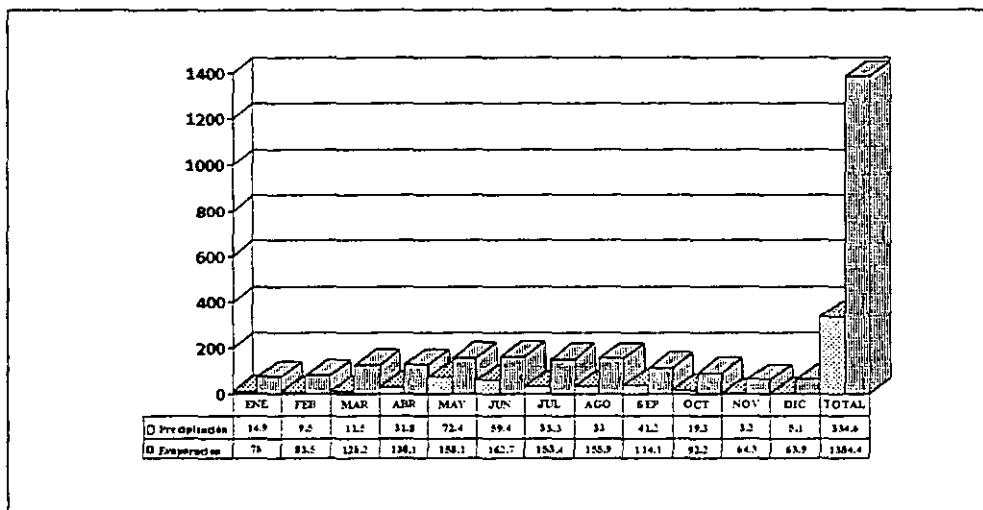
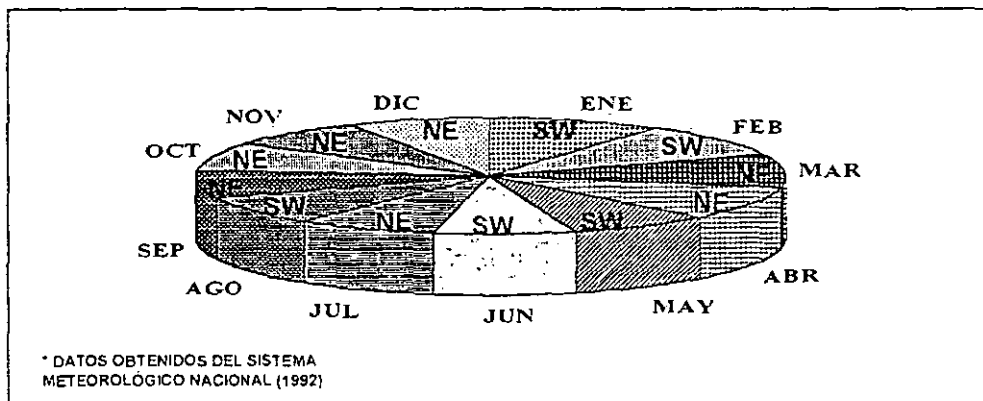


Fig. 7. Niveles de evaporación y precipitación (1982-1985)*



* DATOS OBTENIDOS DEL SISTEMA METEOROLÓGICO NACIONAL (1992)

Fig. 8. Dirección de vientos dominantes (1982-1985)*

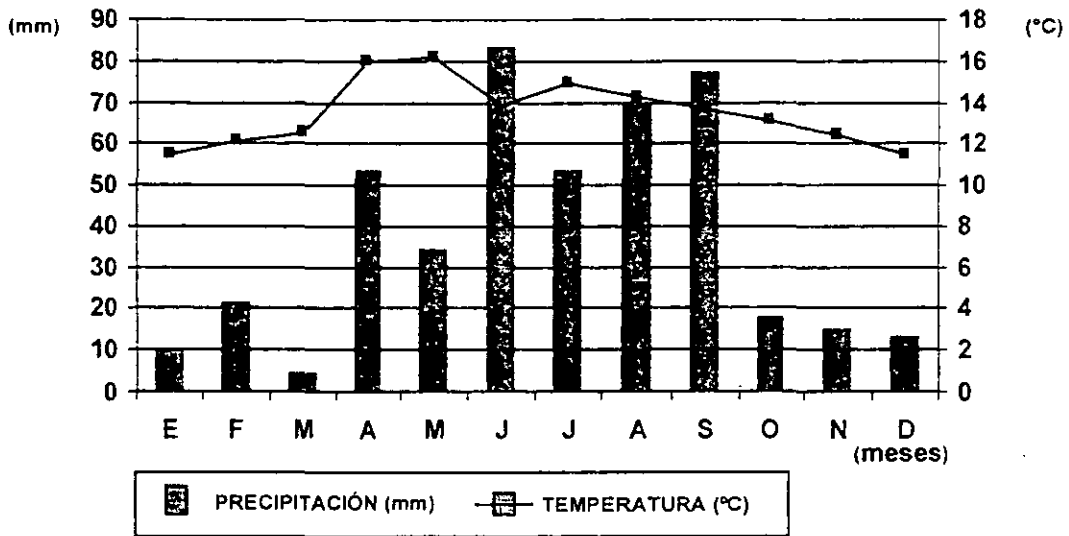


Fig. 9. Climograma de la estación Santuario (Datos obtenidos de la estación meteorológica hasta 1991)

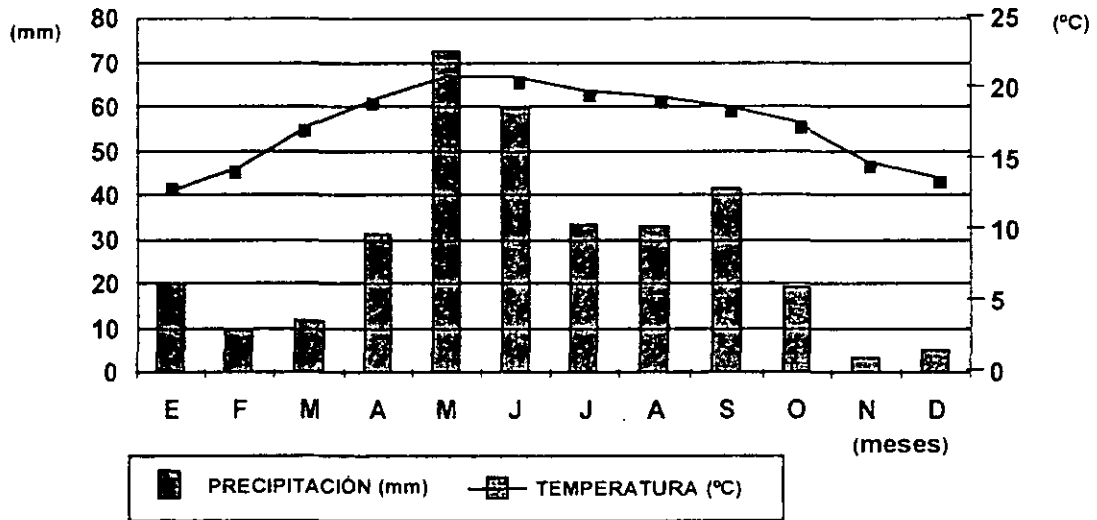


Fig. 10. Climograma de la estación Ixmiquilpan (Datos obtenidos de la estación meteorológica hasta 1991)

lluvia invernal, es la llegada de los “nortes”, masas de aire polar procedentes de Estados Unidos y Canadá, los cuales alcanzan a afectar la zona, formando neblinas y/o precipitaciones escasas.

El caso particular que se observa en Tolantongo, donde las diferencias de altitud, temperaturas y la presencia de una Selva Baja nos hace inferir la presencia de un tercer tipo de clima que correspondería a un A(C), semicálido subhúmedo. Sin embargo, no se cuenta con datos meteorológicos específicos del fondo de la barranca con lo que se corroboraría lo anterior.

8.8. Hidrología

La zona se localiza dentro de la Región Hidrológica 26, denominada Pánuco, y a una de las subcuencas del Río Tula, mismo que nace en el cerro de la Bufa en la Sierra de Monte Alto, Estado de México y que, al penetrar al Estado de Hidalgo, confluye con el Río Salado y se conecta a través del túnel Zumpango-Tequisquiác con el gran canal del desagüe. Desde Mixquiahuala hasta Ixmiquilpan el río recibe pocos afluentes y sólo cerca del Mandhó es donde se encuentra en confluencia con el río Actopan, después la afluencia del arroyo de Portezuelos y por último, converge con el arroyo Orizabita. La parte Noreste y este de la zona pertenecen a la cuenca del Río Amajac.

El otro río de importancia es el de Actopan, el cual baja por una profunda barranca muy cerca a Estanzuelas, próxima a Tlacuautla en el Valle de Actopan; hasta Ocotzá forma otra barranca que desemboca en la Presa Deboché. De ahí recorre la planicie de Ixmiquilpan hasta confluir con el Río Tula en las cercanías del Mandhó. El periodo de estiaje de ambos ríos se da a fines de febrero y el de avenidas va de julio a septiembre.

8.9. Vegetación

Miranda (1963) menciona que la vegetación que conforma el Valle del Mezquital forma parte de la región árida Hidalguense que a su vez pertenece al extremo sur del Desierto Chihuahuense.

González-Quintero (1968), siguiendo un criterio geobotánico y altitudinal define los tipos de vegetación siguientes:

Sobre sustrato ígneo:

- De 2250 a 2800 msnm, se localiza el Bosque de Pino-Encino, también se le puede encontrar establecido sobre lutitas y lodolitas;
- de 1750 a 2750 msnm, se localizan matorrales Crasicaules;
- de 2200 a 2500 msnm, se establece el matorral de *Juniperus*;
- de 1800 a 2400 msnm, se encuentra el matorral de *Fouquieria*;
- entre 2100 y 2300 msnm, se ubica el matorral de *Quercus microphila*;

- de 1700 a 2000 msnm, se extiende el matorral aluvial de *Prosopis* que se desarrolla sobre material aluvial igneo poco consolidado.

Sobre sustrato calizo:

- Desde 1700 a 1850 msnm, se localiza el matorral de *Sophora*;
- desde 1100 hasta los 1700 msnm, se encuentra el matorral de *Flourensia resinosa* y el matorral de *Karwinskia humboldtiana*;
- de 1800 hasta 2600 msnm, se distribuye el matorral desértico calcícola.
- de 2150 hasta los 2350 msnm, se vuelve a encontrar matorral de *Quercus microphila*.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

Componentes y dinámica de la Ecoregión

Para realizar la planeación ecológica del uso de la tierra y ordenamiento de los recursos del Alto Mezquital, es necesario iniciar por la delimitación de la unidad espacio-temporal a trabajar; para ello denominamos *Ecoregión* (López, 1991) o *Sistema de Uso de la Tierra* (Bouma, 1997; Stomph, 1994; FAO, 1994, 1997) a toda el área investigada, con sus elementos físicos, biológicos y socioeconómicos que integran los Municipios de Tasquillo, Cardonal e Ixmiquilpan.

Para nuestros fines el *Sistema de Uso de la Tierra* o *Sistema Bio-social* (Barret, 1994), se caracteriza por ser una unidad conformada de diferentes elementos paisajísticos, donde coexisten diferentes organismos, silvestres, domésticos y semidomésticos, que se encuentran en la zona interaccionando con el medio físico, de tal manera que el flujo de energía conduce al sistema (Hart, 1984). Al mismo tiempo existe una coexistencia con unidades productivas creadas a partir de la relación hombre-naturaleza; es decir, formas de apropiación o de manejo de elementos naturales por parte de la población.

La estructura del sistema la integran los componentes o elementos biofísicos y socioeconómicos que para fines de este trabajo se ordenan de la siguiente forma: 1) elementos geográficos o físicos, 2) los ecosistemas naturales (elementos biológicos) y agroecosistemas; y 3) elementos socioeconómicos (Hart, 1984; Montaldo, 1985; Spedding, 1979); los que en conjunto serían equivalentes a lo que Cervantes (1993) denomina como Geoecosistema.

Los componentes geográficos incluyen a los factores o elementos espacio-temporales que caracterizan la estructura física de la zona del estudio; ellos son: el paisaje, sustrato geológico y suelo, así como el balance de agua e hidrología, el meso y microclima; que aportan los materiales que influirán en gran parte en la calidad de vida de los habitantes de la zona y cuyo funcionamiento define una geodinámica (Cervantes, 1993).

Los componentes ecológicos incluyen a los elementos biológicos y procesos inherentes del sistema, donde se encuentran los subsistemas naturales y artificiales encargados de procesar y transformar la materia y energía en satisfactores para la población. Aquí se incluyen todos los sistemas naturales y los agroecosistemas. Tal componente es equivalente al Ecotopo; los procesos que realizan determinan la ecodinámica (Cervantes, 1993).

La tercera categoría de componentes la integran los elementos de carácter socioeconómico, que en conjunto forman el Sociosistema (Díaz *et al.*, 1982) y que influyen de manera definitiva en el funcionamiento de la región. Es el componente humano y consumidor hacia el cual se dirige la producción creada por los componentes ecológicos; aquella generada por el propio sociosistema o en el exterior de la zona. Es la parte que establece un intercambio de materiales con la naturaleza y dentro del mismo núcleo humano o con otros del exterior, a través de la creación de relaciones de producción o de intercambio económico, directo o indirecto, con otros sistemas regionales. Sus componentes principales son la unidad social de producción que es la población, las

comunidades, la estructura social y política, las formas de producción y los procesos socioeconómicos, conformados a través de un desarrollo histórico.

La función del sistema de uso de la tierra se asume que es la resultante de las interacciones que surgen entre los componentes, tanto hacia el interior como hacia el exterior de éste; y esto a su vez, es una manifestación de la distribución de la materia y la energía dentro del sistema e indica cómo se canaliza la energía natural, humana, animal o fósil, aunada a un flujo de información para la obtención de satisfactores.

Dentro de la función es necesario considerar procesos a varios niveles que son:

- Procesos de primer nivel, que incluyen cambios producidos en el medio físico y el sistema de relaciones socioeconómicas.
- Procesos de segundo nivel, que incluyen modificaciones en el sistema productivo agrícola, pecuario e industrial.
- Procesos de tercer nivel, como las relaciones de intercambio con otras regiones (FAO, 1999).

Finalizando con los elementos biofísicos y socioeconómicos que definen el estado del sistema.

La Figura 11 presenta un modelo de la estructura y dinámica del sistema de uso de la tierra del Alto Mezquital.

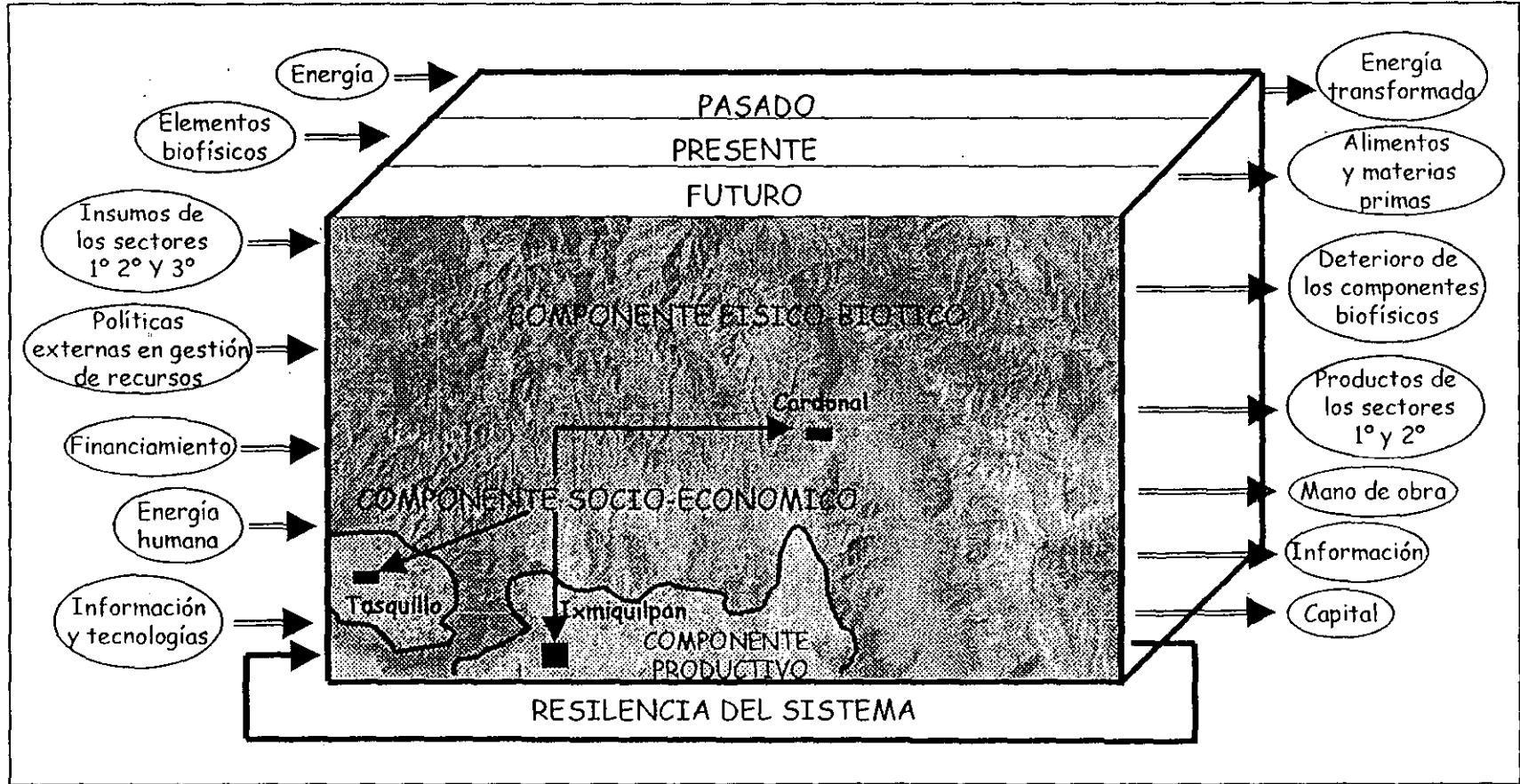


Fig. 11. Estructura y dinámica del Alto Mezquital.

9.1.1. Diagnóstico del componente físico-geográfico

El Ambiente Físico reúne los componentes geográficos que incluyen los factores espacio-temporales; en otras palabras, corresponden a los elementos abióticos y recursos no renovables y parcialmente renovables.

9.1.1.1. Unidades del paisaje y regionalización ecológica

De acuerdo al esquema de Regionalización Ecológica de la SEDESOL (1993) el Alto Mezquital se encuentra en las Zonas Árida y Templada, por otra parte, se ubica dentro de dos Regiones Fisiográficas de primer magnitud como son la Sierra Madre Oriental y la del Eje Neovolcánico. La primera incluye a la Provincia Ecológica No. 30 del Karst Huasteco que comprende a los Sistemas Ecogeográficos: Agua Florida-Las Manzanas, Agua Hedionda, El Sáuz (que incluye sus facetas valle y sierra) y Sierra Juárez. La segunda comprende la Provincia Ecológica No. 52 Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, que incluye a los Sistemas Ecogeográficos: Cardonal-Dexthi, Ixmiquilpan-Alfajayuca, San Juanico y Zimapán. El Cuadro 1 muestra las superficies determinadas para cada uno de los sistemas ecogeográficos de la zona.

SISTEMA ECOGEOGRAFICO	PROVINCIA	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE
1. Cardonal - Dexthi	52	13,550.9	19.23
2. Ixmiquilpan- Alfajayucan	52	15,990.4	22.70
3. San Juanico	52	2,648.1	3.76
4. Zimapán	52	1,025.5	1.46
4. Agua Florida	30	14,350.7	20.36
5. Agua Hedionda	30	4,753.95	6.75
6. Sauz Sierra	30	4,861.55	6.90
7. Sauz Valle	30	6,090.1	8.64
8. Sierra Juárez	30	7,205.9	10.22

Cuadro 1. Relación de superficies y porcentajes de los Sistemas Ecogeográficos del Alto Mezquital.

La Provincia del Karst Huasteco se caracteriza por la dominancia de Sierra Alta, con cañadas de laderas convexas y alto escarpe, con áreas de plegamientos muy pronunciados que forman acantilados verticales. La parte noreste de la zona investigada, que abarca la cuenca de la Barranca de Tolantongo, se formó por una serie de plegamientos y fallas sufridas por las rocas sedimentarias mesozoicas, que formaron grandes cañadas y cuevas y posteriormente, por actividad ígnea, que originó una serie de intrusiones y buttes, formando las laderas y mesetas actuales. Los ríos han labrado un paisaje muy abrupto en las partes altas, mientras que en las partes bajas se han formado pequeños valles aluviales en forma de "V" (Hiriart, 1983).

De forma complementaria, está conformada por un sistema montañoso de origen sedimentario constituido por una secuencia de geformas plegadas de relieve accidentado de fuertes pendientes entre las que destacan declives, barrancas, mesetas, lomeríos, joyas y un valle alto cerrado llamado Pozuelos. Entre los procesos estructurales responsables de los distintos paisajes están los levantamientos, plegamientos y fallamientos tectónicos. Todas las estructuras formadas han

cambiado considerablemente a través del tiempo por efecto de las fuerzas erosivas que le han dado a la zona su actual aspecto.

En la Provincia Ecológica Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo destaca la Sierra Juárez, localizada hacia el Norte como una estribación de la Sierra de Pachuca. Es de origen volcánico y se caracteriza por su relieve irregular con pendientes fuertes, generándose condiciones de escarpe, taludes y declives. Rumbo al Oeste se ubica la Sierra Xinthé, también de origen ígneo, y que sirve de límite natural al valle de Tasquillo; parte de esta Sierra es disectada en su porción Norte por el Río Tula, formándose así algunos cañones y cantiles.

De las estribaciones de sierras con rumbo Sur se originan varios sistemas de lomeríos, interrumpidos por un conjunto de microcuencas casi paralelas, formadas por efecto de la erosión pluvial y fluvial. Así mismo, en las porciones más bajas de dichas cuencas, se definen algunas terrazas alargadas y estrechas de relieve entre plano y ligeramente ondulado, donde se practica la agricultura temporalera, ya que son sitios por los que pasa agua de escorrentía. Después de este sistema de lomeríos y con la misma dirección Sur, se extiende la planicie de Ixmiquilpan donde se encuentra el distrito de riego.

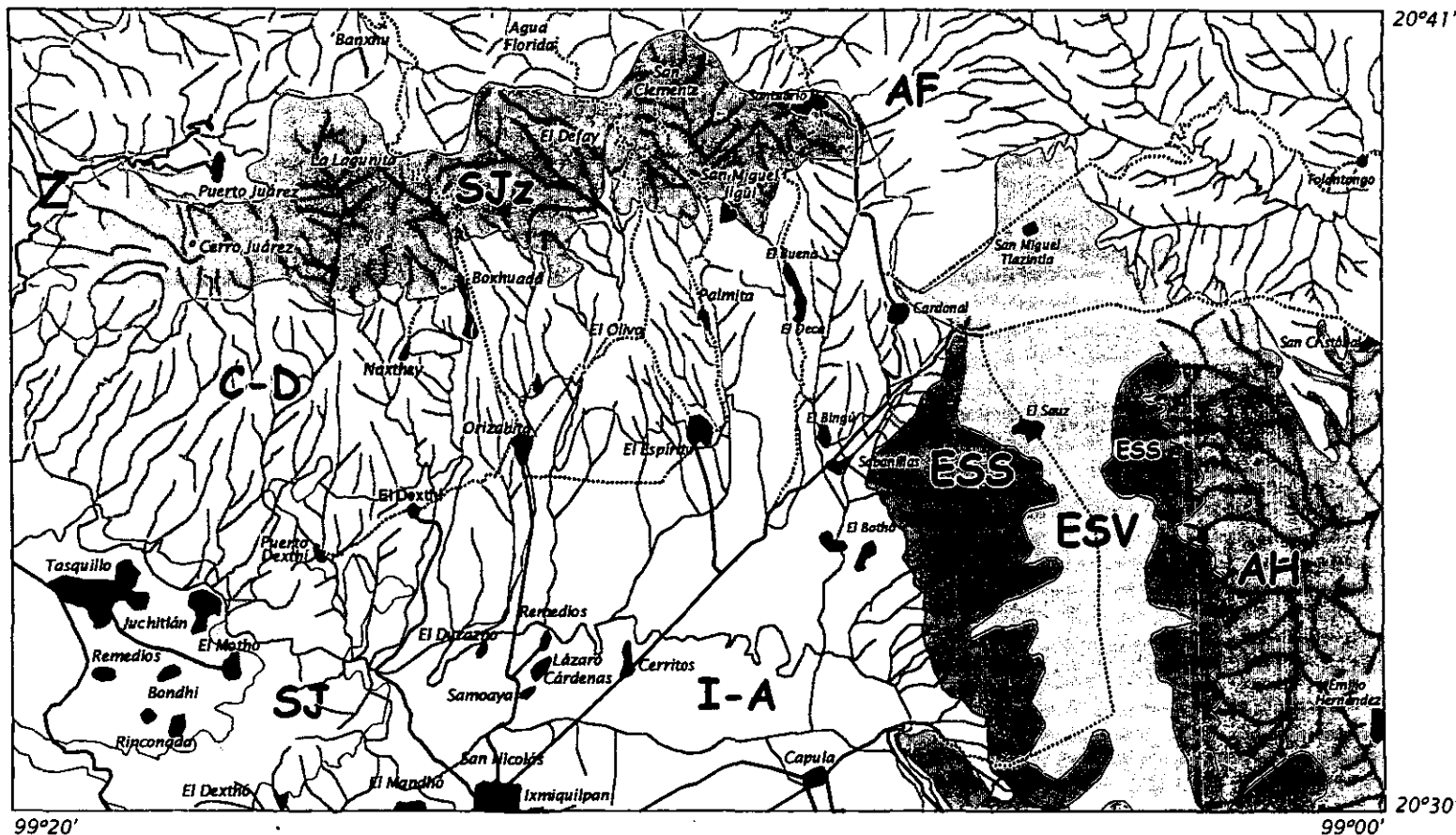
Existen otras formas secundarias intercaladas entre las dos Provincias tales como mesas y un sin número de barrancas y cañadas de las que sobresalen: el Cañón del Río Tula, las barrancas de San Miguel, Sierrita Manchada, Xiotho, Huitlacoche, Potrero, Los Libros y Mayagoitia.


La mitad norte de la zona presenta un relieve accidentado con relieves que van desde muy inclinados a ondulados. Toda esta área montañosa es considerada como una estribación del Eje Neovolcánico, también incluye algunos de los elementos de la Sierra Madre Oriental. Localmente, esta región es conocida como Sierra de Juárez y en ella destacan los cerros Juárez, La Palma, El Cerrote, El León, Xithe, La Muñeca, Xinthé, y Santuario; que forman los parte aguas y límites de barrancas importantes como las de: Nijamayé, La Cadena, El Sótano, La Campana, El Encino, Los Libros, El Nogal, Mayorazgo y en el extremo Noreste, El Binguinero y Tolantongo. Hacia la base Sur de esta sierra descienden un conjunto de formas acordonadas, formadas por rocas sedimentarias que en su conjunto constituyen un sistema de mesas y barrancas, que definen una geomorfología muy característica y peculiar. Rumbo a las porciones central y sur la fisiografía se conforma de pequeños valles interrumpidos por algunas elevaciones. Estos valles son: el de Tasquillo, San Juanico-Panales, El Espíritu y San Antonio Sabanillas. Hacia la parte Este se encuentra una secuencia de anticlinales calizos que forman la Sierra de San Miguel, donde destacan los cerros Xuemeye, El Frayle, Blanco, El Verde y El Gumbo, que limitan de manera natural el Valle del Sauz y las barrancas de Los Mayorga y La Salina (INEGI, 1982).

De forma general podemos dividir la región de trabajo en cuatro grandes zonas que son:

- a) la Sierra;
- b) barrancas y ríos;
- c) las planicies, lomeríos y mesas; y
- d) los valles.

El Mapa 1 muestra la Regionalización Ecológica y ubicación de los Sistemas Ecogeográficos del área.



<h3>REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA DEL ALTO MEZQUITAL, HIDALGO (SISTEMAS ECOGEOGRÁFICOS)</h3>		<h3>SIMBOLOGÍA</h3>			
 <p>FES IZTACALA LAB. EDAFOLOGIA UBIPRO López Galindo Francisco Marzo-2001</p>		<p>0 ————— 8.78 km</p> <p>Escala 1:179,187</p> <p>Proyección: UTM Zona UTM : 14 Elipsoide: CLARK 1886 Datum: NAD27</p>			
		<table border="0"> <tr> <td> <p>Provincia Karst Huasteco</p> <p>AF Agua Florida</p> <p>AH Agua Hedlonda</p> <p>ESS El Sauz Sierra</p> <p>ESV El Sauz Valle</p> <p>SJz Sierra Juárez</p> </td> <td> <p>Provincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo</p> <p>C-D Cardonal-Dexthi</p> <p>I-A Ixmiquilpan-Alfajayucan</p> <p>S-J San Juanico</p> <p>Z Zimapán</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>— Carretera Terracería ● Zona Urbana</p> </td> </tr> </table>		<p>Provincia Karst Huasteco</p> <p>AF Agua Florida</p> <p>AH Agua Hedlonda</p> <p>ESS El Sauz Sierra</p> <p>ESV El Sauz Valle</p> <p>SJz Sierra Juárez</p>	<p>Provincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo</p> <p>C-D Cardonal-Dexthi</p> <p>I-A Ixmiquilpan-Alfajayucan</p> <p>S-J San Juanico</p> <p>Z Zimapán</p>
<p>Provincia Karst Huasteco</p> <p>AF Agua Florida</p> <p>AH Agua Hedlonda</p> <p>ESS El Sauz Sierra</p> <p>ESV El Sauz Valle</p> <p>SJz Sierra Juárez</p>	<p>Provincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo</p> <p>C-D Cardonal-Dexthi</p> <p>I-A Ixmiquilpan-Alfajayucan</p> <p>S-J San Juanico</p> <p>Z Zimapán</p>				
<p>— Carretera Terracería ● Zona Urbana</p>					

Mapa 1. Regionalización Ecológica del Alto Mezquital, Hidalgo. (Sistemas Ecogeográficos -SEDESOL,1993)

9.1.1.2. Recursos minerales no metálicos

Las rocas que afloran en la zona, abarcan del Cretácico Inferior al Reciente. A pesar de ser un área relativamente pequeña, es evidente la presencia de cuatro Formaciones geológicas dentro de ella, en donde el material predominante son rocas sedimentarias (lutitas y calizas), aunque se puede encontrar, en algunas porciones, material ígneo de andesitas y basalto, la importancia que tienen es que son fuentes de materiales para construcción y también están asociados a yacimientos de oro y plata.

Las rocas más antiguas, pertenecen a la Formación El Doctor y están constituidas por calizas depositadas en cuatro diferentes ambientes. Al NW de la zona, suprayaciendo a la serie anterior, se encuentra la Formación Soyatal integrada principalmente por lutitas calcáreas en capas muy delgadas, que principalmente se emplean como fuente de materiales finos, empleados para fabricar ladrillos y hornos, sobre todo los que presentan alto grado de intemperización. Sobre la Caliza El Doctor, se encuentran escasos remanentes de coladas andesíticas del Mioceno cuyo espesor no sobrepasa los 20 m y que son fuente de materiales para basamentos de construcciones. Hacia el W y SW, en la parte más baja de la zona, sobre yaciendo a las unidades antes descritas, se encuentran depósitos de relleno de la Formación Tarango formados por sedimentos no consolidados y por calizas lacustres (travertinos) que son empleados para fabricar cal. En los lechos de los ríos y fondos de barrancas se encuentran depósitos aluviales del Cuaternario que son empleados como materiales para construcción por la gran cantidad de arenas y gravas.

Las rocas cretácicas fueron afectadas por un movimiento de compresión de gran magnitud a finales del Cretácico Superior y principios del Terciario, el cual dio lugar a estructuras plegadas. El relajamiento de tal esfuerzo produjo un sistema de fallas y fracturas con orientación NW-SE y N-S, como las que se encuentran al SW de San Pablo. Finalmente la zona se ve afectada por una nueva etapa distensiva que se caracteriza por fallas y fracturas NE-SW que cortan a todas las estructuras antiguas e incluso produce la reactivación de los sistemas NW y N-S. La secuencia de eventos sucedidos en la zona revelan una serie de cambios paleoecológicos y paleoclimáticos ambientes marítimos y mares internos de gran importancia para formas de vida que existieron y que quedaron en el registro fósil de las calizas, representando un atractivo para muchos visitantes. La formación de plegamientos y las fallas han influido para que se originen sitios de afluentes de agua y por efectos del gradiente térmico y tipo de roca se explica que esta agua sea termal, como sucede en Tolantongo y El Tephe.

Los afloramientos rocosos sobre todo de caliza y áreas metamórficas representan un recurso importante para los pobladores, principalmente de San Cristóbal, pues algunos se dedican a la explotación de canteras de mármol y travertino empleados para la construcción de casas habitación, barreras físicas para control de erosión o venta al exterior de la zona, otros recursos lo constituyen los basaltos de La Mesa empleados para la construcción de habitaciones, linderos y cercos.

Otros recursos importantes son los depósitos de tepetate utilizados para la construcción de caminos vecinales, muy frecuentes en la zona, particularmente en Cardonal; los acúmulos de piemonte, en las partes bajas de la Barranca de Tolantongo son un recurso para los habitantes, pues con ellos se han construido la mayor parte de las viviendas del poblado; además, con estos materiales se edifican diques y barreras de contención de las avenidas del río, que en la época de crecidas inundan y afectan las áreas agrícolas.

Hacia el Norte de Ixmiquilpan, desde la Candelaria hasta Sabanillas, y desde La Palma hasta Cantamayé, existen bastantes afloramientos de arcillas y materiales muy finos que localmente se

emplean como materiales para construcción y/o fabricación de bloks. De la misma forma se localizan amplios depósitos de diatomita, que explican la existencia de paleolagos de agua dulce que abarcaron aproximadamente la mitad de la zona investigada, desde Sabanillas hasta Dexthí, que no tiene un uso local significativo, pero que representan un amplio recurso de tipo no metálico, como fuente de materiales silíceos, viables para la fabricación de filtros y abrasivos. Finalmente, asociados a las diatomitas se encuentran depósitos de arcillas verdes, derivadas de tobas andesíticas, bentonitas y montmorilonitas que pudieran ser empleadas en la construcción como elementos cementantes. De acuerdo a los materiales presentes en la zona y retomando a Blázquez (1947) las calizas podrían ser empleadas con fines industriales en la fabricación de cal, cales hidráulicas, cemento, cemento Portland, artesanías. Las arcillas como relleno, plastificantes, cementantes, en la fabricación de telas ahuladas, linóleum, cerámica, mastique, aislantes eléctricos, emulsificantes, cosméticos, jabones y detergentes, pinturas esmaltes y medicamentos. Existen otros elementos que podrían tener un empleo reducido o muy local como la calcedonia de la Sierra Juárez, pumicita de El Dexthó, en la Sierrita de San Juanico y el salitre que se forma en la zona de la Heredad, El Nith, Capula y Samayoa.

9.1.1.3. Recursos edáficos

En la presente investigación se determinaron 7 Grupos Mayores de suelos dominantes y 13 Unidades de acuerdo al criterio FAO-UNESCO (1988).

9.1.1.3.1 Descripción de los Grupos Mayores y Unidades de suelos del área

Descripción del Grupo Mayor FLUVISOL (FL)

a) Definición

Suelos que muestran propiedades flúvicas y no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A ócrico, un A mólico, un A úmbrico, un Hístico o un horizonte sulfúrico o material sulfídico dentro de los 125 cm de profundidad (Ortiz *et al.*, 1994). Son suelos formados a partir de materiales minerales y orgánicos que fueron producto de un transporte y una depositación ya sea marina, lacustre o flúvica y que con regularidad siguen recibiendo materiales frescos. Además, se caracterizan por presentar discontinuidades litológicas, y fluctuaciones en los contenidos de materia orgánica a través de su profundidad (FAO, 1990. En: Muñoz, 1999).

b) Superficie y distribución

Los Fluvisoles cubren una superficie de 11 203.30 ha que representan el 15.72% del total investigado. Se distribuyen hacia el Suroeste del área en el Valle de Tasquillo-Juchitán. En la porción Centro-Sur del área se encuentran desde los poblados de Orizabita, Dexthí y Durazno hasta El Dexthó, el Mandhó y todo el Valle de Ixmiquilpan - San Nicolás, cubriendo también los poblados de Remedios, Lázaro Cárdenas, Samayoa y más al este, Capula. En la parte Centro se presentan en las localidades Bingú, Sabanillas y El Botho al Oeste de la Faceta Cerril de El Sauz. Finalmente, se distribuye en dos porciones muy pequeñas, una, en el Noroeste de la zona en los poblados de Cuaxithá y Puerto Juárez y la otra hacia el Noreste en el área de barrancas, formando parte de las terrazas aluviales del Río Tolantongo.

c) Uso actual y tipos de vegetación

La mayor parte de la superficie de estos suelos es empleada para la agricultura de riego, constituyendo gran parte del Distrito de Riego 063, del Valle del Mezquital, donde las parcelas se disponen en forma de terrazas y se delimitan con barreras físicas de piedra acomodada, o con barreras biológicas de *Agave*, *Opuntia*, mezquite, mimbre y/o árboles frutales como higos, granadas, olivos y nogales. Son los suelos más productivos y donde se encuentra la mayor agrobiodiversidad, pues se cultivan especies como: alfalfa, hortaliza y pastos forrajeros. Sin embargo, la elección y la producción de estos depende de la calidad de agua que se emplea para su desarrollo, de tal forma que en las regiones donde se practica el riego con aguas residuales, se encuentran limitados a practicar el cultivo de especies cuya parte consumible no tenga contacto directo con el suelo o a aquellos que no se consuman crudos o que sean para fines forrajeros, debido a que los niveles de contaminación se han incrementando, provocando la reducción de la diversidad y en consecuencia la productividad (Mendoza, 1994). En la zona de Tolantongo se utilizan para la producción intensiva de hortalizas, café y frutales de tipo tropical (plátanos, cítricos, mangos, papaya, etc.) ya que son irrigados con agua dulce no contaminada. Los Fluvisoles que se encuentran en las zonas secas son destinados para cultivos temporaleros de frijol, haba, maíz, trigo, cebada, complementados con maguey y frutales (higos, granadas y duraznos). En algunas zonas de barrancas aún se pueden encontrar pequeñas áreas de vegetación de matorral espinoso de *Prosopis*, en la vega del Río Tula, se desarrolla vegetación riparia con bosque de galería de ahuehuate (*Taxodium mucronatum*).

d) Descripción geomorfológica

Todos los Fluvisoles se han formado de sedimentos clásticos (ígneos y calizos) acumulados en las partes bajas de las barrancas y/o en los abanicos de los valles, donde la fisiografía está representada por relieves planos y ligeramente ondulados, con pendientes que van del 2 al 4%. Las geoformas son bajas y hendidas; localizadas, principalmente, en el sistema ecogeográfico Ixmiquilpan-Alfajayucan; y en menor proporción en depósitos aluviales de Puerto Juárez, perteneciente al sistema Ecogeográfico Zimapán, y en la vega aluvial de la Barranca de Tolantongo, correspondiente al sistema Ecogeográfico Agua Florida.

e) Descripción morfológica de las Unidades

Los Fluvisoles o suelos aluviales se derivan de sedimentos depositados por el agua y no muestran un desarrollo sobresaliente de horizontes. El criterio FAO/UNESCO (1988) cita que este tipo de suelos son azonales, jóvenes, someros o profundos en función del tipo de materiales que lo forman y no presentan horizonte B.

En la zona se encontraron dos unidades F. éútrico y F. calcárico:

- *Fluvisol éútrico (FLe)*

Esta unidad presenta un horizonte superficial A de colores pardo grisáceo a muy oscuro en seco, y de pardo a pardo muy oscuro en húmedo; con clases texturales de franco limosa a franco arcillo arenosa; estructura de laminar poliédrica a granular subangular, de débil a moderadamente desarrollada, de consistencia suelta a firme, muy permeables, con reacción ligera al HCl. El horizonte C es de color pardo grisáceo a pardo muy oscuro en seco, en algunos casos de gris claro a blanco; textura de franco arcillosa a arena francosa y estructura de granular a poliédrica angular, de pequeña a

mediana, de débil a muy desarrollada; con consistencias sueltas a firmes; permeabilidad lenta y reacción ligera al HCl. El Cuadro 2 muestra las características morfológicas del perfil representativo.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A _{p11}	0-13	Horizonte de coloración pardo grisáceo oscuro en seco y pardo muy en húmedo, con textura franco limosa, de estructura granular y laminar poliédrica de mediana a pequeña, poco desarrollada. Ligeramente compacto, muy plástico y muy adhesivo, de consistencia suelta, no cementado; con escasos macroporos vesiculares y verticales; raíces finas y medias abundantes, con concreciones, sin intrusiones, muy permeable y de reacción ligera al HCl.
A _{p12}	13-38	De color gris parduzco claro en seco y pardo oscuro en húmedo; textura franco limosa, estructura poliédrica subangular mediana desarrollada; ligeramente compacto, no cementado, muy plástico, adhesivo y de consistencia suelta; con abundantes poros verticales y horizontales vesiculares; raíces medias abundantes; con concreciones y algunas intrusiones de cantos rodados. Poco permeable y de reacción ligera al HCl.
C ₁₁	38-60	Color pardo muy pálido en seco y pardo muy oscuro en húmedo, textura franca, estructura poliédrica mediana bien desarrollada. Muy compacto, no cementado, muy plástico y adhesivo, de consistencia suelta; con pocos macroporos vesiculares verticales y horizontales; raíces medias abundantes; con concreciones y algunas intrusiones medianas. Permeabilidad lenta y de reacción ligera al HCl.
C ₁₂	60-81	Color gris claro en seco y pardo muy oscuro en húmedo, textura franca y estructura poliédrica, mediana, bien desarrollada; compacto, no cementado, muy plástico, adhesivo y de consistencia suelta; macroporos horizontales y verticales muy abundantes; con concreciones, sin intrusiones, permeabilidad muy lenta, con reacción ligera al HCl.
2C ₂	81-101	Color gris parduzco claro en seco y pardo oscuro en húmedo, textura franca y estructura poliédrica pequeña débilmente desarrollada; compacto, no cementado, muy plástico y adhesivo, de consistencia suelta; abundantes macroporos verticales y horizontales, escasas raíces finas; sin concreciones ni intrusiones; de permeabilidad muy lenta y de reacción ligera al HCl.
3C ₃	101-162	Color pardo grisáceo en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, textura franco arcillosa y estructura granular mediana bien desarrollada; compacto, no cementado, plástico adhesivo y consistencia friable; escasos macroporos vesiculares verticales y horizontales; sin raíces, sin concreciones ni intrusiones, permeabilidad muy lenta y reacción ligera al HCl.

CUADRO 2. Descripción morfológica del perfil representativo de los Fluvisoles éutricos.

- *Fluvisol calcárico (FLc)*

Este suelo presenta un horizonte A incipiente, de color pardo grisáceo a pardo oscuro en seco y de pardo grisáceo a pardo muy oscuro en húmedo. Con clase textural de franco arenosa a franco arcillo arenosa, estructura de granular a poliédrica, finas y medias, de débil a muy desarrollada y de consistencia friable, de permeabilidad rápida y con reacción ligera al HCl. El horizonte C es profundo con color de pardo grisáceo a pardo pálido en seco; con texturas de franco arenosa a arena francosa, estructura de grano simple, a granular y poliédrica subangular, de débil a desarrollada; con abundantes intrusiones pequeñas, permeabilidad alta y reacción violenta al HCl. El Cuadro 3 muestra las características morfológicas de la unidad.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
Ap	0-10	Horizonte de color pardo grisáceo en seco y pardo oscuro en húmedo; de textura franco arenosa y estructura poliédrica media y fina, moderadamente desarrollada; compacto, sin cementación, plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. Con presencia de raíces finas y abundantes, pequeñas y abundantes intrusiones, de rápida permeabilidad y reacción ligera al HCl.
2A	10-24	De color pardo grisáceo en seco y pardo oscuro en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular media, bien desarrollada; compacto, sin cementación, plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. Con presencia de abundantes raíces medias y abundantes intrusiones, de rápida permeabilidad y reacción violenta al HCl.
2AC	24-39	Color pardo grisáceo en seco y pardo oscuro en húmedo, de textura franco arenosa y estructura de grano simple, débilmente desarrollada; compacto, sin cementación, plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. Con presencia de pocas raíces finas y abundantes intrusiones, de rápida permeabilidad y reacción violenta al HCl.
2C	39-86	De color gris parduzco claro en seco y pardo amarillento claro en húmedo, de textura franca y estructura de grano simple, débilmente desarrollada; compacto, sin cementación, plástico, adhesivo y de consistencia friable. Con escasas raíces finas y abundantes intrusiones de cantos rodados calizos, de rápida permeabilidad y reacción violenta al HCl.
3C	86-118	Color gris parduzco claro en seco y café amarillento claro en húmedo, de textura franco arenosa y estructura de grano simple, débilmente desarrollada; muy compacto, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. No presenta raíces, con abundantes intrusiones, de rápida permeabilidad y reacción violenta al HCl.

Cuadro 3. Descripción morfológica del perfil representativo de los Fluvisoles calcáricos.

f) Descripción ambiental y propiedades físicas y químicas

Las características ambientales y los valores de las propiedades físicas y químicas determinadas para el Fluvisol éutrico representativo se muestran en el Cuadro 4.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 30' 57" de L.N. y 99° 14' 10" de L.W., 1 km al Este de La Heredad. RELIEVE: Ligeramente ondulado.

CLIMA: BS₁ Seco templado.

PENDIENTE: 4%.

ALTITUD: 1680 msnm.

USO DEL SUELO: Agrícola de riego.

GEOLOGÍA: Depósitos aluviales del Cuaternario.

TIPO DE VEGETACIÓN: Área agrícola.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Ausente.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

PROBLEMÁTICA: La forma del relieve y en algunos sitios la salinidad.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Ixmiquilpan-Alfajayucan.

USO POTENCIAL: Agrícola de riego con aptitud alta.

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Terrazas aluviales.

Fecha: 03-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A _{p11}	0-13	10 YR 4/2 pardo grisáceo obsc.	10 YR 2/2 pardo muy oscuro	44	52	4	FRANCO-LIMOSA
A _{p12}	13-38	10 YR 6/2 gris parduzco claro	10 YR 3/3 pardo oscuro	42	54	4	FRANCO-LIMOSA
C ₁₁	38-60	10 YR 7/3 pardo muy pálido	10 YR 4/3 pardo muy oscuro	34	38	28	FRANCA
C ₁₂	60-81	10 YR 7/2 gris claro	10 YR 4/3 pardo muy oscuro	34	40	26	FRANCA
2C ₂	81-101	10 YR 6/2 gris parduzco claro	10 YR 3/3 pardo oscuro	34	40	26	FRANCA
3C ₃	101-162	10 YR 5/2 pardo grisáceo	10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	28	34	38	FRANCO-ARCILLOSA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)	C.I.C.T. cmol(+)Kg ⁻¹	Cl %
A _{p11}	0-13	0.98	2.27	56.82	8.31	3.96	62.8	19
A _{p12}	13-38	1.00	2.50	60.00	8.76	1.87	45.6	7.2
C ₁₁	38-60	1.11	2.38	53.36	9.42	1.37	31.8	5.5
C ₁₂	60-81	1.07	2.27	52.86	9.07	1.62	30.0	3.6
2C ₂	81-101	1.09	2.27	51.98	9.20	1.87	33.6	2.9
3C ₃	101-162	1.05	2.27	53.74	8.96	0.86	38.2	2.9

Cuadro 4. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas del Fluvisol éutrico.

Las características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil tipo del Fluvisol calcárico se presentan en el Cuadro 5.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 30' 39" de L.N. y 99° 13' 32" de L.W., 1.5 km al Noreste de San Juanico.
 CLIMA: BS₁ Seco templado.
 ALTITUD: 1680 msnm.
 GEOLOGÍA: Aluvión, depósitos clásticos del Cuaternario reciente.
 ZONA ECOLÓGICA: Árida.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Ixmiquilpan-Alfajayucan.
 UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.
 PENDIENTE: 4%.
 USO DEL SUELO: Agrícola de riego.
 TIPO DE VEGETACIÓN: Área agrícola.
 PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Abundante.
 PROBLEMÁTICA: La pedregosidad.
 USO POTENCIAL: Agrícola de riego con aptitud alta.

Fecha: 03-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
Ap	0 - 10	10 YR 5/2 pardo grisáceo	10 YR 3/3 pardo oscuro	66	14	20	FRANCO ARENOSA
2 A	10 - 24	10 YR 5/2 pardo grisáceo	10 YR 3/3 pardo oscuro	44	48	8	FRANCA
2AC	24 - 39	10 YR 5/2 pardo grisáceo	10 YR 3/3 pardo oscuro	58	24	18	FRANCO ARENOSA
2C	39 - 86	10 YR 6/2 gris parduzco claro	10 YR 4/4 pardo amarillento claro	46	30	24	FRANCA
3C	86 - 118	10 YR 6/2 gris parduzco claro	10 YR 4/4 pardo amarillento claro	66	22	12	FRANCO ARENOSA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org (%)	C.I.C.T. cmol(+)Kg ⁻¹	CI %
A ₀	0 - 10	1.16	2.63	55.89	8.54	2.55	27.4	5.8
2 A	10 - 24	1.18	2.63	55.13	8.72	2.24	26.0	2.9
2AC	24 - 39	1.16	2.63	55.89	9.73	1.68	28.0	2.6
2C	39 - 86	1.17	2.63	55.51	9.67	0.94	28.4	2.6
3C	86 - 118	1.34	2.50	46.40	9.50	0.69	19.2	2.7

Cuadro 5. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas del Fluvisol calcárico.

g) Génesis

Estos suelos son de origen transportado, por arrastre y depositación de material aluvial reciente, donde el factor formador más importante es el relieve. Las diferencias observadas en los horizontes como textura y color se deben a variaciones de sedimentación más que a procesos de formación, son suelos jóvenes y no poseen ninguna secuencia genética en sus horizontes.

Se observa un desarrollo incipiente de los horizontes. El cambio del horizonte A al C a veces es difícil de observar; también presentan una estratificación muy fina típica de este tipo de suelos. Debido al aporte continuo de sedimentos que reciben, siempre están rejuveneciéndose, limitándose de este modo el desarrollo normal. En algunos aluviones profundos es posible encontrar suelos enterrados, como sucede en San Juanico.

h) Atributos y cualidades

Los Fluvisoles son buenos para la agricultura porque su fertilidad es en general más alta que la de otros suelos circundantes e incluso más maduros. La explotación agrícola moderada es excelente; de hecho estos suelos son los más productivos del área. Sin embargo, el avenamiento y el riego son necesarios para garantizar buenos rendimientos, sobre todo con el uso de aguas residuales, que incrementan su fertilidad. Presentan una muy buena permeabilidad, consistencia y textura gracias a su balance en el contenido de arcillas y arenas, esto es observable por el desarrollo de gran cantidad de raíces medias y gruesas, así como la profundidad que logran.

i) Limitantes agrológicas

El clima dominante de la región es semiseco estepario con un máximo de tres meses de lluvia, lo que limita la productividad de las parcelas de agricultura de temporal, sobre todo las destinadas para la producción de granos básicos; en sitios cercanos a las bases de las montañas y los inicios de las barrancas un problema evidente es la pedregosidad superficial y las intrusiones excesivas que limitan el desarrollo vegetal y las prácticas culturales.

Por otra parte, en las zonas de agricultura de riego, en contraste con una buena productividad, se presentan problemas como: contaminación e inundación, con la consecuente formación de costras de sales, compactación y cementación, provocadas por el exceso de irrigación con agua residual y del empleo continuo de maquinaria. Asimismo, estos fenómenos propician la pérdida del suelo por erosión hídrica con la consecuente pérdida de nutrientes, favorecido por las texturas gruesas.

Otro problema que se presenta es la erosión continua de estos suelos que en un momento dado soportaron vegetación natural de mezquite, pero al estar sujetos a la eliminación de la cobertura natural, sobrepastoreo y sin prácticas de restauración, han incrementados el procesos de degradación.

Por lo anterior, es necesaria la implementación de obras de restauración-conservación en las zonas de temporal; mientras que en el área de riego se requieren la implementación de prácticas de mejoramiento con la finalidad de disminuir la salinidad, evitar la inundación y favorecer el restablecimiento de las propiedades y fertilidad del suelo.

Descripción del Grupo Mayor LEPTOSOL (LP)

a) Definición

Son suelos limitados en profundidad por roca dura continua o material calcáreo con más del 40% de CaCO_3 equivalente, o una capa cementada continua dentro de los primeros 30 cm, o que tienen menos de 20% de tierra fina dentro de los primeros 75 cm: no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A mólico, A úmbrico, un A órico, con o sin B cámbico (Ortiz *et al.*, 1994). Son suelos someros con un nivel de desarrollo morfo genético que puede ir de bajo a medio, por lo que muestran una secuencia

morfológica muy sencilla. Por definición, un suelo puede ser considerado como Leptosol si su profundidad es menor de los 20 cm. En realidad el establecimiento de un límite de profundidad resulta ser un tanto arbitrario, además de que los suelos no muestran un espesor constante a lo largo de toda su extensión (FAO, 1990. En: Muñoz, 1999).

b) Superficie y distribución

Los Leptosoles cubren un área aproximada de 28 078.61 ha, correspondiendo al 39.40% del total estudiado. Se localizan en la porción Centro-Oeste de la zona, ocupando una buena parte del sistema ecogeográfico Cardonal-Dexthi; de Sur a Norte, desde el poblado de El Durazno, hasta Dexthi, Naxthey, Cantamayé, Boxhuadá y La Palma. En la parte Este del área de estudio, se encuentra distribuido en mayor proporción el Leptosol réndzico, dentro de los sistemas ecogeográficos Agua Florida (El Bingú, Cardonal y San Miguel Tlazintla), Agua Hedionda (Norte del poblado Emilio Hernández) y El Sauz Sierra (Cerro Xuemeyé). En menor proporción, se encuentra el Leptosol lítico en los sistemas Agua Florida (Tolantongo y La Mesa) y El Sauz Sierra, al Noroeste de Emilio Hernández y al Suroeste de San Cristóbal.

c) Uso actual y tipos de vegetación

Los que se ubican hacia el Norte, cuentan con una vegetación natural de bosque de pino, encino y enebros, los que se encuentran en la zona de mesas tienen vegetación natural de tipo matorral crasicaule, subinerme y espinoso decíduo. En la parte Este de la zona, soportan matorrales inermes, subinermes y rosetófilos. En la porción localizada al Sur de Remedios y Rinconada, una parte conserva la vegetación natural de matorral crasicaule y el resto es utilizado para agricultura de riego. En buena parte son empleados para agricultura de temporal.

d) Descripción geomorfológica

La mayor parte se ubica sobre conglomerados de la Formación Tarango; la porción ubicada al Sur de Ojuelos está sobre lutitas de la Formación las Trancas, salvo esta última zona, que cuenta con clima templado subhúmedo con lluvias en verano, el resto de los Leptosoles presentan un clima semiárido. En cuanto al relieve, los Leptosoles de la zona de Barrancas y de la parte Norte presentan pendientes moderadamente inclinadas e inclinadas y la franja ubicada al Sur de Remedios, tiene relieves ligeramente ondulada. Por último, los localizados en el Cerro Juárez son de condición muy inclinada. De igual forma los Leptosoles ubicados en la parte Este del área, tienen pendientes de ligeras a muy pronunciadas y se encuentran sobre sustratos sedimentarios de calizas, conglomerados y arenisca con lutitas.

e) Descripción morfológica de las Unidades

En los Leptosoles se incluyen a los suelos delgados y someros que están limitados en la parte profunda por capas continuas de roca, material altamente calcáreo o una capa cementada y continua a 30 cm de la superficie; la mayoría muestra un horizonte superficial mólico con altos contenidos de materia orgánica. En estos suelos predominan los colores pardo grisáceos oscuros, esto señala la presencia de humatos de calcio y complejos organo-minerales; la textura va de arena francosa a franco arenoso, en estos casos presenta baja consistencia y deficiente retención del agua; aunque esto puede modificarse por el contenido de materia orgánica. Presentan una alta tendencia a erosionarse si se elimina la cobertura natural.

En la zona se encontraron cuatro unidades L. éútrico, L. lítico, L. mólico y L. réndzico.

- *Leptosol éútrico (LPe)*

Esta unidad presenta un horizonte superficial A de color pardo grisáceo oscuro en seco y muy oscuro en húmedo, de textura arena migajosa y estructura granular simple muy fina pobremente desarrollada, sin cementación, ni adhesividad; ligeramente plástico y de consistencia suelta. El horizonte C es de color gris claro en seco y de pardo a negro en húmedo, de textura arena francosa y estructura poliédrica subangular de fina a grande moderadamente desarrollada. El Cuadro 6 muestra la descripción morfológica del L. éútrico.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A	0-15	Color pardo grisáceo oscuro en seco y muy oscuro en húmedo; textura arena francosa y estructura granular simple muy fina pobremente desarrollada; sin compactación, cementación, no adhesivo; ligeramente plástico y de consistencia suelta. Abundantes raíces pequeñas, intrusiones redondeadas de 1 a 5 cm, buena permeabilidad y reacción ligera al HCl.
C	> 15	Sedimentos no consolidados y conglomerados estratificados.

Cuadro 6. Descripción morfológica del perfil representativo del Leptosol éútrico.

- *Leptosol lítico (LPq)*

Este suelo presenta un horizonte superficial A con una profundidad de 0-9 cm, de color gris parduzco claro a pardo grisáceo muy oscuro en seco y de pardo oscuro a negro en húmedo; textura franco arenosa, estructura granular y poliédrica subangular fina, de débil a medianamente desarrollada, sin cementación. El horizonte C es de color gris claro a gris muy oscuro en seco y de pardo a negro en húmedo; de textura franco arenosa a franco arcilloarenosa, de estructura granular y de condición masiva. El afloramiento rocoso inicia a los 20 cm. El Cuadro 7 muestra las características morfológicas del L. Lítico.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A ₁	0-9	Color pardo grisáceo muy oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo; textura franco arenosa, estructura granular y poliédrica subangular fina, poco desarrollada. Poco compacto, sin cementación, plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable; con abundantes raíces finas y medianas, sin intrusiones, de permeabilidad rápida y reacción violenta al HCl.
AC	9-20	Color gris oscuro en seco y negro en húmedo, textura franco arcilloarenosa, estructura granular y poliédrica subangular fina, poco desarrollada. Poco compacto, sin cementación, plástico, adhesivo y de consistencia friable, con abundantes raíces finas, frecuentes intrusiones, de permeabilidad rápida y reacción violenta al HCl.
R	>20	Color blanco en seco y gris claro en húmedo. Roca basal de reacción violenta al HCl.

Cuadro 7. Descripción morfológica del perfil representativo del Leptosol lítico.

- *Leptosol mólico (LPm)*

Este suelo muy somero, presenta un horizonte superficial A de color pardo grisáceo oscuro a gris oscuro en seco y de pardo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, de textura franca a arena francosa; estructura granular fina pobremente desarrollada, sin cementación, no plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. El horizonte R es de color blanco en seco y pardo pálido en húmedo, es roca con estructura de condición masiva de consistencia extremadamente dura. El Cuadro 8 presenta las características morfológicas representativas de esta unidad.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A _p	0-25	Color pardo grisáceo oscuro en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; textura arena francosa y estructura granular fina pobremente desarrollada. Es un horizonte suelto, sin cementación, no plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable; con raíces finas, medias y gruesas, abundantes intrusiones, muy permeable y reacción ligera al HCl.
R	Conglomerado	Color blanco en seco y pardo pálido en húmedo. Roca con estructura de condición masiva, muy compacta, de consistencia extremadamente dura.

Cuadro 8. Descripción morfológica del perfil representativo de los Leptosoles mólicos.

- *Leptosol réndzico (LPk)*

El horizonte superficial A de estos suelos es muy delgado, de colores pardo grisáceo y pardo oscuro a gris muy oscuro en seco y pardo grisáceo muy oscuro a negro en húmedo, de texturas areno francosa a franco arenosa, con estructura poliédrica subangular mediana, moderadamente desarrollada, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia firme, con reacción violenta al HCl. El horizonte R es de color blanco en seco y pardo grisáceo claro en húmedo, es roca intemperizada y/o de condición masiva de caliza. El Cuadro 9 resume las características morfológicas de los L. réndzicos.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A _p	0-25	Color gris oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo, textura franco arenosa, con estructura poliédrica subangular mediana, moderadamente desarrollada. Ligeramente compacto, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable; con abundantes raíces finas, escasas intrusiones, permeabilidad muy alta y reacción violenta al HCl.
R	cz	Caliza

Cuadro 9. Descripción morfológica del perfil representativo los Leptosoles réndzicos.

f) Descripción ambiental y propiedades físicas y químicas

La descripción ambiental y las propiedades físicas y químicas que caracterizan a los Leptosoles éutricos se muestran en el Cuadro 10.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 32' 29" de L.N. y 99° 12' 42" de L.W., 500 m al Oeste de Los Remedios.
 CLIMA: BS₁ Seco templado.
 ALTITUD: 1780 msnm.
 GEOLOGÍA: Depósitos clásticos del Mioceno.
 ZONA ECOLÓGICA: Árida.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Ixmiquilpan-Alfajayucan.
 UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Plano-valle.

RELIEVE: ligeramente ondulado.
 PENDIENTE: 3%.
 USO DEL SUELO: Agricultura de temporal con matorral espinoso.
 TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral espinoso de *Prosopis laevigata* con *Opuntia imbricata* y *Opuntia sp.*
 PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Abundante.
 PROBLEMÁTICA: Pedregosidad, compactación, relieve, suelo poco profundo y baja precipitación.
 USO POTENCIAL: Agricultura de temporal con aptitud baja

Fecha: 04-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A	0 - 15	10 YR 4/2 pardo grisáceo oscuro	10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	80	14	6	ARENA-FRANCOSA
C ₁	15 - 32	10 YR 7/2 gris claro	10 YR 4/3 pardo oscuro	84	14	2	ARENA-FRANCOSA
C ₂	32 - 47	10 YR 6/2 gris parduzco oscuro	10 YR 3/3 pardo oscuro	88	6	6	ARENA
C ₃	47 - 58	10 YR 8/2 blanco	10 YR 7/3 pardo muy pálido	86	10	4	ARENA-FRANCOSA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg / m ³	D. Real Kg / m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)	C.I.C.T. cmol(+)Kg ₁	Cl %
A	0 - 15	1.14	2.38	52.1	8.34	3.06	31.0	3.2
C ₁	15 - 32	1.83	2.08	50.4	8.21	1.19	23.9	2.0
C ₂	32 - 47	0.91	2.00	54.5	8.10	3.06	24.6	2.6
C ₃	47 - 58	1.13	2.27	50.2	8.14	1.12	24.4	2.7

Cuadro 10. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles éutricos.

La descripción ambiental y las propiedades físicas y químicas que caracterizan a los Leptosoles líticos se muestran en el Cuadro 11.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 34' 30" de L.N. y 99° 04' 45" de L.W., 2 km al Suroeste de El Sauz.

CLIMA: BS₁ Seco templado.

ALTITUD: 2210 msnm.

GEOLOGÍA: Rocas calizas.

ZONA ECOLÓGICA: Templada.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Karst Huasteco.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: El Sauz - Sierra.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: 4%.

USO DEL SUELO: Pecuario caprino.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasirosulifolio.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Frecuente.

PROBLEMÁTICA: Poca profundidad y erosión severa.

USO POTENCIAL: Pecuario caprino con aptitud baja.

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Ladera de cerro.

Fecha: 02-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A ₁	0 - 9	10 YR 3/2 pardo gris.muy obs.	10 YR 3/1 gris muy obscuro	66	32	2	FRANCO-ARENOSA
AC	9 - 20	10 YR 3/1 gris muy obscuro	10 YR 2/1 negro	58	20	22	FRANCO-ARCILLO-ARENOSA
R	>20	5 YR 8/1 blanco	5 YR 6/1 gris claro	-	-	-	ROCA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)	C.I.C.T. cmol(+)Kg ⁻¹	Cl %
A ₁	0 - 9	0.96	2.17	55.76	7.97	6.92	80.0	2.8
AC	9 - 20	1.03	2.00	48.5	7.84	13.18	77.8	3.3
R	>20	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 11. Descripción ambiental y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles líticos.

La descripción ambiental y las propiedades físicas y químicas que caracterizan a los Leptosoles mólicos se muestran en el Cuadro 12.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 36' 56" de L.N. y 99° 09' 18" de L. W., 3 km al este de El Olivo.

CLIMA: BS₁ Seco templado.

ALTITUD: 1940 msnm.

GEOLOGÍA: Conglomerado de la Formación Tarango del Terciario.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal-Dexthi.

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Lomerio.

RELIEVE: Ondulado convexo.

PENDIENTE: 10%.

USO DEL SUELO: Pecuario.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral espinoso de *Prosopis laevigata*, *Opuntia imbricata*, *Agave sp.* y *Jatropha dioica*.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Abundante.

PROBLEMÁTICA: Pedregosidad, pendiente y poca profundidad del suelo.

USO POTENCIAL: Pecuario con aptitud media.

Fecha: 03-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A _p	0 - 25	10 YR 4/2 pardo grisáceo oscuro	10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	78	12	10	ARENA FRANCOSA
R	25 - 40	10 YR 8/2 blanco	10 YR 7/3 pardo pálido	-	-	-	CONGLOMERADO

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)	C.I.C.T. cmol(+)Kg ⁻¹	Cl %
A _p	0 - 25	1.23	2.17	43.4	8.4	3.04	24.4	3.6
R	25 - 40	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 12. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles mólicos.

La descripción ambiental y las propiedades físicas y químicas que caracterizan a los **Leptosoles réndzicos** se indican en el Cuadro 13.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 0' 0" de L.N. y 99° 0' 0" de L.W.,
500 m al este de El Cubo.

CLIMA: C_w(w)b(i')g. Templado húmedo con lluvias en verano.

ALTITUD: 1920 msnm.

GEOLOGÍA: Roca caliza de la Formación Doctor, Cretácico Inferior.

ZONA ECOLÓGICA: Templada.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Karst Huasteco.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: El Sauz Valle.

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Lomerío.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: 8%.

USO DEL SUELO: Agrícola de temporal.

TIPO DE VEGETACIÓN: Área agrícola.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Frecuente.

PROBLEMÁTICA: Escasa precipitación, relieve y profundidad.

USO POTENCIAL: Agrícola de temporal con aptitud baja.

Fecha: 05-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A _p	0 - 30	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	58	24	18	FRANCO-ARENOSA
R	>30	-	-	-	-	-	ROCA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)	C.L.C.T. cmol(+)Kg ⁻¹	Cl %
A _p	0 - 30	1.03	2.00	48.5	7.5	7.33	53.4	4.3
R	> 30 <	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro13. Descripción ambiental y propiedades físicas y químicas representativas de los Leptosoles réndzicos.

g) Génesis

Estos suelos pueden considerarse como la parte inicial del desarrollo de casi cualquier tipo de suelo, los principales factores que intervienen en su génesis son el tipo de roca, que por su dureza impide un desarrollo rápido; además, el clima seco disminuye la velocidad de los procesos activos de la edafogénesis, así como el tiempo corto que tienen de formación. De tal forma que los horizontes presentes A y C son muy incipientes, debido a que el área de estudio presenta heterogeneidad de relieves y de materiales parentales que influyen directamente en la diferenciación de los Leptosoles; así como, en el establecimiento de diferentes sistemas naturales y de la biodiversidad vegetal. Por lo que es muy importante especificar el origen y características de los substratos geológicos que determinan los tipos de materiales parentales de estos suelos. En el caso de nuestra zona, por su importancia ecológica, es preciso diferenciar los Leptosoles derivados de materiales ígneos, calizos y volcanosedimentarios, que a pesar de que cumplen con las definiciones citadas para el grupo de suelo, en el terreno presentan características diferentes.

Por otra parte, de acuerdo con las características morfológicas que presentan los Leptosoles del área, se sitúan como las fases iniciales de desarrollo de otros grupos como Regosoles, Feozems y Cambisoles.

h) Atributos y cualidades

Estos suelos podrían ser adecuados para asentamientos humanos siempre y cuando se encuentren en zonas de pendientes suaves. La presencia de roca madre y/o tepetate puede ser utilizado para la colocación de cimientos fuertes y seguros para las construcciones, aunque se tendría la problemática para establecer toda la infraestructura hidráulica de alcantarillado y agua potable. Otra cualidad es que son suelos con elevados contenidos de materia orgánica, que con los niveles adecuados de humedad, podrían ser de buena productividad.

i) Limitantes agrológicas

Son suelos limitados principalmente por la escasa profundidad, la alta pedregosidad superficial y el relieve. La presencia de capas rocosas o de tepetate obstaculiza el drenaje y el desarrollo de raíces, la textura predominante, no le confiere al suelo una adecuada capacidad para retener nutrientes y agua, aunque esto puede ser modificado por la cantidad de materia orgánica presente. Si se retira la vegetación son altamente susceptibles a ser erosionados por diversos agentes como el viento, la gravedad y el agua.

Descripción del Grupo Mayor LUVISOL (LV)

a) Definición

Suelos que tienen un horizonte B árgico, con una CIC mayor o igual a $24 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ de arcilla y una saturación de bases del 50% o más a través del horizonte B; carecen de un horizonte A Mólico, de un horizonte E álbico inmediatamente encima de un horizonte poco permeable, del patrón de distribución de la arcilla y de las lengüetas, que son diagnóstico de Planosoles, Nitisoles y Podzoluvisoles, respectivamente (Ortiz *et al.*, 1994).

b) Superficie y distribución

Los Luvisoles ocupan 3,844.43 ha (5.45% del total del área de estudio), se encuentran distribuidos al Noroeste de la zona, entre los sistemas ecogeográficos Sierra Juárez (Norte de Boxhuadá, La Lagunita y El Defay) y Agua Florida (Puerto Juárez, Banxhú y Agua Florida). Están asociados con Feozem Háplico y Regosol Eútrico en la área del Cerro La Palma, Cerro Xité, Barranca Ninjamayé y Ojuelos y con Cambisol Eútrico al Oeste del Defay y Agua Florida.

c) Uso actual y tipos de vegetación

Estos suelos soportan una vegetación natural de bosque de pino-encino; en los sitios donde la pendiente no es tan pronunciada, se usan para agricultura de temporal, cultivándose principalmente maíz y frijol.

d) Descripción geomorfológica

El Luvisol se presenta en zonas montañosas donde el relieve es inclinado y ondulado. El material parental está constituido por lutitas de la Formación Las Trancas. El clima en esta región es del tipo templado subhúmedo con lluvias en verano.

e) Descripción morfológica de la Unidad

En la zona se encontró una unidad que es el **Luvisol crómico (LVx)**, asociado a Feozem háplico, Regosol éutrico y con Cambisol éutrico.

Esta unidad presenta un horizonte superficial A de color amarillo en seco y pardo fuerte en húmedo, de textura arcillosa y estructura granular fina y media, débilmente desarrollada; compacto, plástico, adhesivo y de consistencia firme. El Horizonte B₁ es de color amarillo rojizo en seco y rojo amarillento en húmedo, de textura arcillosa y estructura poliédrica subangular muy desarrollada y ligeramente compacto, sin cementación, muy plástico, muy adhesivo y de consistencia muy firme. El horizonte C es de color amarillo en seco y pardo fuerte en húmedo, de textura arcillosa y estructura de condición masiva, moderadamente desarrollada, muy compacto. Con un horizonte R formado por bloques de roca intemperizada. La descripción morfológica del perfil representativo se muestra en el Cuadro 14.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A	0-20	Color amarillo en seco y pardo fuerte en húmedo, de textura arcillosa y estructura granular fina y media débilmente desarrollada; compacto, de cementación nula, plástico, adhesivo y de consistencia firme; con presencia de abundantes raíces finas, sin intrusiones, de permeabilidad moderada y sin reacción al HCl.
B ₁	20-60	Color amarillo rojizo en seco y rojo amarillento en húmedo, textura arcillosa y estructura poliédrica subangular moderadamente desarrollada; ligeramente compacto, sin cementación, muy plástico, muy adhesivo y de consistencia muy firme; con frecuentes raíces de tamaño medio. Sin intrusiones, de permeabilidad lenta y sin reacción al HCl.
C ₁	60-91	Color amarillo en seco y pardo fuerte en húmedo, de textura arcillosa y estructura poliédrica moderadamente desarrollada; muy compacto, sin cementación, muy plástico, muy adhesivo y de consistencia muy firme; escasas raíces, sin intrusiones, de permeabilidad muy lenta y sin reacción al HCl.
R	> 90	Bloques de roca intemperizada.

Cuadro 14. Descripción morfológica del perfil representativo del Luvisol crómico.

f) Características ambientales y propiedades físicas y químicas

Las características ambientales y las propiedades físicas y químicas representativas del Luvisol crómico se muestran en el Cuadro 15.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 44' 55" de L.N. y 99° 16' 30" de L.W., 500 m al Oeste de Ojuelos.

CLIMA: Cw₀(w)b(i')g. Templado húmedo con lluvias en verano.

ALTITUD: 2380 msnm.

GEOLOGÍA: Toba riolítica.

ZONA ECOLÓGICA: Templada.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Karst Huasteco.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Agua Florida.

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Inclinado.

PENDIENTE: Más de 30%.

USO DEL SUELO: Forestal.

TIPO DE VEGETACIÓN: Bosque de Pino-Encino.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Frecuente.

PROBLEMÁTICA: Pedregosidad y pendiente.

USO POTENCIAL: Forestal con aptitud baja.

Fecha: 23-02-91

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A	0 - 20	10 YR 4/6 amarillo	7.5 YR 4/6 pardo	24	32	44	-ARCILOSA
B ₁	20 - 60	7.5 YR 7/8 rojo amarillento	5 YR 5/8 rojo amarillento	10	18	72	-ARCILOSA
C ₁	60 - 91	10 YR 7/8 amarillo	7.5 YR 7.5/6 pardo	18	20	62	-ARCILOSA
R	> 91	-	-	-	-	-	ROCA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg / m ³	D. Real Kg / m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)
A	0 - 20	0.99	2.85	65.26	6.13	3.00
B ₁	20 - 60	1.19	2.00	40.50	4.99	1.24
C ₁	60 - 91	0.92	2.38	61.34	5.09	1.87
R	> 91	-	-	-	-	-

Cuadro 15. Características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas del Luvisol crómico.

g) Génesis

Estos suelos se han formado en gran parte por migración progresiva descendente de material coloidal orgánico y mineral. Inicialmente son removidas las sales solubles y los carbonatos por la cantidad moderada de precipitación, esto es seguido por la translocación gradual de arcillas del horizonte superior para formar el horizonte medio; en este horizonte la arcilla es depositada como revestimientos en las superficies de pedos y poros. No se conoce el mecanismo de depositación de arcillas, sin embargo, el tamaño de las partículas sugiere que la cantidad de revestimiento es algo menor que la que podría esperarse de la cantidad de arcilla removida de los horizontes superiores.

h) Atributos y cualidades

El potencial agrícola de estos suelos varia de moderado a bueno siempre y cuando la pendiente lo permita. Se pueden utilizar para varios cultivos debido a que se presentan en condiciones de clima húmedo, así como para la cría de ganado lechero y horticultura. Sin embargo, se deben practicar rigurosos métodos de conservación durante todo el tiempo ya que se erosionan con facilidad. Para el caso particular de la zona de estudio, el uso más recomendable es el forestal.

i) Limitantes agrológicas

El principal factor demeritante que tiene la Unidad es el relieve, ya que se presenta en zonas de montaña con pendientes muy fuertes, de 15% a >30%. El segundo factor limitante es la clase textural, en función de que presentan altos contenido de arcilla son muy susceptibles de anegarse afectando el flujo interno de agua y aire en la época lluviosa; mientras que en la época seca se estructura, formando agregados fuertemente desarrollados, que obstruyen la germinación y desarrollo radicular; y por último, la alta susceptibilidad de ser erosionados cuando se les deja sin vegetación.

Descripción del Grupo Mayor REGOSOL (RG)

a) Definición

Suelos que provienen de materiales no consolidados, excluyendo a materiales de texturas gruesas o que muestran propiedades flúvicas; no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A ócrico o A úmbrico; carecen de propiedades gléyicas dentro de los primeros 50 cm, de las características de diagnóstico de los Vertisoles o Andosoles y de propiedades sálicas (Ortiz *et al.*, 1994). Son suelos muy jóvenes y en ocasiones inestables como en el caso de las dunas arenosas que pueden ser movidas por el viento (Muñoz, 1999).

b) Superficie y distribución

El Grupo cuenta con una superficie de 5 098.81 ha que equivale al 7.15 % del total del área de estudio. Los Regosoles Éutricos se localizan en la parte Centro-Oeste del área de estudio, al Norte del Valle de Tasquillo-Juchitlán y Noroeste del Puerto Dexthi y Dexthi en el Sistema Ecogeográfico Cardonal-Dexthi. Los Regosoles Calcáricos se distribuyen en la zona Centro, al Este de Orizabita, El Espiritu, El Botho, Sabanillas y El Bingú, en el Sistema Ixmiquilpan-Alfajayucan. Finalmente, se encuentran tres pequeños manchones de esta Unidad al Oeste del poblado Emilio Hernández en el Sistema Agua Hedionda.

c) Uso actual y tipos de vegetación

Sustentan vegetación natural de tipo matorral espinoso deciduo, matorral inerme de *Sophora secundiflora* y agricultura de temporal. Son empleados como áreas de agostadero para la ganadería de caprinos y ovinos con explotación extensiva.

d) Descripción geomorfológica

Los Regosoles se encuentran ubicados fisiográficamente en taludes, barrancas y declives, con relieves que van desde los moderadamente inclinados hasta los escarpados. En cuanto a la geología, la mayoría se han derivado de sedimentos clásticos de la Formación Tarango (al Norte de la Candelaria). Hacia la parte Este de la zona, se encuentran sobre calizas, areniscas y conglomerados. El clima en el que ocurren es semi-seco estepario.

e) Descripción morfológica de las Unidades

Los Regosoles son suelos caracterizados por poseer horizontes poco diferenciados. Se derivan de materiales no consolidados, sin horizontes de diagnóstico más que un horizonte A ócrico. Generalmente tienen colores claros y son de textura variable. Constituyen la etapa inicial de la formación de un gran número de suelos, como podrían ser los Feozem.

Los Regosoles determinados en la zona presentan dos unidades: R. éutrico y R. calcárico.

i) Regosol éutrico

Esta unidad presenta un horizonte superficial A de color pardo pálido a pardo grisáceo en seco y pardo amarillento obscuro a pardo grisáceo obscuro en húmedo; de clase textural franco arenosa a franco limosa; estructura granular a laminar y poliédrica, pequeña y mediana, de débilmente a bien desarrollada y de consistencia friable. El Horizonte C₁ es de color pardo grisáceo obscuro en seco y de pardo grisáceo muy obscuro a negro en húmedo; de clase textural franco arenosa a franco limosa; estructura granular a poliédrica subangular, pequeña y mediana, de débilmente a bien desarrollada y de consistencia firme a muy friable. El Horizonte 2C₂ es de color gris parduzco claro a pardo obscuro en seco y pardo grisáceo a pardo muy obscuro en húmedo; de clase textural franca a franco arenosa; estructura granular pequeña débilmente desarrollada y de consistencia firme a muy friable. El Cuadro 16 muestra las características morfológicas de la unidad.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD AD (cm)	DESCRIPCIÓN
A	0-33	Horizonte de color pardo grisáceo en seco y pardo grisáceo obscuro en húmedo, de textura franco-arenosa y estructura granular pequeña débilmente desarrollada. De compactación ligera, sin cementación, no plástico, no adhesivo y de consistencia friable. Con abundantes raíces delgadas, sin concreciones, pequeñas intrusiones abundantes, muy permeable y con reacción ligera la HCl.
C ₁	33-80	Horizonte de color pardo grisáceo obscuro en seco y negro en húmedo, de textura franco-arenosa y estructura granular pequeña débilmente desarrollada. De compactación ligera, sin cementación, ligeramente plástico, no adhesivo y de consistencia muy friable. Con raíces medianas y gruesas, sin concreciones, intrusiones grandes abundantes, muy permeable y con reacción ligera la HCl.
2C ₂	80-94	Horizonte de color gris parduzco claro en seco y pardo grisáceo en húmedo, de textura franca y estructura granular pequeña débilmente desarrollada. De compactación ligera, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. Con raíces delgadas, sin concreciones, escasas intrusiones grandes y medianas, muy permeable y con reacción ligera la HCl.

Cuadro 16. Descripción morfológica del perfil representativo de los Regosoles éutricos.

ii) Regosol calcárico

Tiene un horizonte superficial A de color pardo grisáceo a pardo grisáceo muy obscuro en seco y pardo muy pálido a gris muy obscuro en húmedo; de textura franca a franco arenosa; estructura de poliédrica subangular a laminar, de pequeña a grande y de débilmente a bien desarrollada; de consistencia muy friable a dura. El Horizonte C_{k1} es de color gris claro a blanco en seco y pardo muy pálido a muy obscuro en húmedo; de textura franco arenosa a arenosa; estructura poliédrica subangular a angular y laminar, de mediana a grande y de medianamente a bien desarrollada y de consistencia de suelta a dura. El Horizonte C_{k2} es de color blanco a gris parduzco claro en seco y de pardo pálido a pardo en

húmedo; de textura de franco arenosa a arena; estructura poliédrica subangular, de pequeña a grande, de moderada a fuertemente desarrollada y de consistencia de suelta a dura. El horizonte C_{k3} es de color blanco a gris claro en seco y pardo amarillento a pardo en húmedo; de textura franco arenosa; estructura poliédrica subangular, de pequeña a mediana, de débil a fuertemente desarrollada y de consistencia friable y dura. En el Cuadro 17 se muestra la descripción morfológica de cada horizonte del perfil que caracteriza a los Regosoles calcáricos.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A_p	0-15	Horizonte de color pardo grisáceo muy oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo, de textura franco-arenosa y estructura poliédrica subangular pequeña débilmente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. Abundantes raíces medianas y gruesas, sin concreciones, con presencia de intrusiones cementadas con $CaCO_3$, de permeabilidad lenta y de reacción violenta al HCl.
C_{k1}	15-55	Horizonte de color blanco en seco y pardo muy pálido en húmedo, de textura franco-arenosa y estructura poliédrica angular grande medianamente desarrollada. Muy compacto, sin cementación, no plástico, no adhesivo y de consistencia dura. Frecuentes raíces finas a medianas, presencia de una capa blanca, con intrusiones cementadas con $CaCO_3$, de permeabilidad lenta y de reacción violenta al HCl.
C_{k2}	55-90	Horizonte de color gris parduzco claro en seco y pardo en húmedo, de textura de arena y estructura poliédrica subangular grande fuertemente desarrollada. Compacto, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. Abundantes raíces medianas, sin concreciones, con presencia de intrusiones cementadas con $CaCO_3$, de permeabilidad rápida y de reacción violenta al HCl.
C_{k3}	90-172	Horizonte de color gris claro en seco y pardo amarillento en húmedo, de textura franco-arenosa y estructura poliédrica subangular pequeña débilmente desarrollada. Compacto, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia friable. Abundantes raíces medianas, sin concreciones, con presencia de intrusiones cementadas con $CaCO_3$, de permeabilidad muy rápida y de reacción violenta al HCl.

Cuadro 17. Descripción morfológica del perfil representativo de los Regosoles calcáricos.

f) Características ambientales y propiedades físicas y químicas

La descripción ambiental y los valores de las propiedades físicas y químicas determinadas para el perfil representativo de los Regosoles éutricos se muestran en el Cuadro 18.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 35' 07" de L.N. y
99° 17' 01" de L.W., 4 km al Norte de Juchitán.

CLIMA: BS₁ Seco templado.

ALTITUD: 1980 msnm.

GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal-Dexthí

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Declive.

RELIEVE: Inclinado.

PENDIENTE: 3%.

USO DEL SUELO: Pecuario caprino.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinerm.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Frecuente.

PROBLEMÁTICA: Pedregosidad.

USO POTENCIAL: Pecuario caprino con aptitud media.

Fecha: 22-02-91

Perfil N° 55

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A	0 - 33	10 YR 5/2 pardo grisáceo	10 YR 4/2 pardo grisáceo obs.	72	18	10	FRANCO-ARENOSA
C ₁	33 - 80	10 YR 4/2 pardo grisáceo obs.	10 YR 2.5/1 negro	62	24	14	FRANCO-ARENOSA
2C ₂	80 - 94	10 YR 6/2 gris parduzco claro	10 YR 5/2 pardo grisáceo	44	34	22	FRANCA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)
A	0 - 33	1.00	2.50	60.00	7.14	4.70
C ₁	33 - 80	1.09	2.17	49.77	8.62	2.07
2C ₂	80 - 94	1.04	2.17	52.07	8.72	3.63

Cuadro 18. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo de los Regosoles éutricos.

La descripción ambiental y los valores de las propiedades físicas y químicas determinadas para el perfil representativo de los Regosoles calcáricos se muestran en el Cuadro 19.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 31' 30" de L.N. y 99° 14' 24" de L.W., 2.5 km al Noreste de La Heredad.

CLIMA: BS₁ Seco templado.

ALTITUD: 1700 msnm.

GEOLOGÍA: Sedimentos clásticos del Terciario.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Ixmiquilpan-Alfajayucan.

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Piemonte

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: 8%.

USO DEL SUELO: Agrícola de riego.

TIPO DE VEGETACIÓN: Área agrícola.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Muy abundante.

PROBLEMÁTICA: Intrusiones.

USO POTENCIAL: Agrícola de riego con aptitud baja.

Fecha: 03-07-86

Perfil N° 18.

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A _p	0 - 15	10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	66	26	8	FRANCO-ARENOSA
C _{kl}	15 - 55	10 YR 8/2 blanco	10 YR 7/3 pardo muy pálido	76	18	6	ARENA-MIGAJOSA
C _{lc}	55 - 90	10 YR 6/2 gris parduzco claro	10 YR 5/3 pardo	86	10	4	ARENA
C _{ks}	90 - 172	10 YR 7/2 gris claro	10 YR 5/4 pardo amarillento	66	32	2	FRANCO-ARENOSA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org (%)	CLCT cmol(+)Kg ⁻¹	Cl %
A _p	0 - 15	1.03	2.38	56.72	8.27	7.59	42.2	2.9
C _{kl}	15 - 55	1.14	2.63	56.65	8.40	0.13	17.8	3.1
C _{lc}	55 - 90	1.24	2.38	47.89	8.08	0.63	27.4	5.2
C _{ks}	90 - 172	1.22	2.27	46.25	8.95	1.17	23.4	2.8

Cuadro 19. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo de los Regosoles calcáricos.

g) Génesis

Son poco evolucionados por estar en sitios donde las pendientes son fuertes, la erosión a la que están sujetos limita su desarrollo normal. Por su juventud carecen de horizontes de diagnóstico, de ahí que, la mayoría de las propiedades que presentan son heredadas del material parental.

h) Atributos y cualidades

Su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado por la profundidad, pedregosidad superficial y condiciones de relieve. En las sierras su uso puede ser pecuario o forestal con resultados variables en función de la vegetación que exista. Estos suelos favorecen el establecimiento de flora nativa.

i) Limitantes agrológicas

Las limitantes que presentan son: pendientes fuertes, alta susceptibilidad a la erosión y la textura arenosa que no retienen agua y nutrientes; además, la presencia de intrusiones y predregosidad superficial.

Descripción del Grupo Mayor VERTISOL (VR)

a) Definición

Suelos que, después de mezclados los primeros 18 cm, tienen 30% o más de arcilla hasta al menos la profundidad de 50 cm; poseen grietas debajo de la superficie en algún periodo del año (a menos que estén irrigados), que son de por lo menos 1 cm de ancho a la profundidad de 50 cm; tienen intersecciones con caras de deslizamiento o en forma de cuña o agregados estructurales paralelepípedos a una profundidad entre 25 y 100 cm, con o sin gilgai (Ortiz *et al.*, 1994). Se distinguen por tener un horizonte vértico el cual empieza entre los 25 y 75 cm de la superficie (Muñoz, 1999).

b) Superficie y distribución

Los Vertisoles ocupan una superficie de 257.54 ha que corresponden a 0.36% del área total. Solamente existen dos pequeñas áreas. La primera se localiza en Acueducto, al Sur del Bondhi, al Sureste de Remedios y al Norte de Rinconada en el Sistema Ecogeográfico Ixmiquilpan-Alfajayucan. El segundo se encuentra en el Noreste del área de estudio en el poblado de La Mesa al Oeste de Tolantongo, en el Sistema Agua Florida.

c) Uso actual y tipo de vegetación

En la región de Rinconada esta unidad no soporta vegetación natural. El uso de la tierra es agrícola, es una zona de riego con aguas negras en donde se cultivan nogales y otros frutales como granadas e higos. En la zona de La Mesa también está destinado a la agricultura pero de temporal, en donde se cultiva maíz, cebada, frijol, maguey y nopal.

d) Descripción geomorfológica

Estos suelos se forman en planicies, que en este caso se encuentra en una depresión curvada que fue colmada por material de arrastre rico en carbonatos de calcio y magnesio. La condición del relieve es plana (0% a 2%). Se encuentran sobre materiales sedimentarios pertenecientes a la Formación Tarango del Plio-Pleistoceno. El clima actual en la zona es semi-seco templado. Los Vertisoles del área de La Mesa, se formaron a partir del intemperismo y meteorización de la mesa basáltica ubicada en el sitio, en donde el clima es muy heterogéneo debido a la variabilidad geomorfológica de la región.

e) Descripción morfológica de la Unidad

El vertisol determinado en la zona, pertenece a la Unidad V. éútrico (VRe) presenta un Horizonte A₁₁ de color gris oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo; textura arcillosa y estructura fuertemente desarrollada. El Horizonte A₁₂ es de color gris oscuro en seco y pardo rojizo oscuro en húmedo; de textura arcillosa y estructura fuertemente desarrollada.

El Horizonte C es de color pardo en seco y pardo rojizo oscuro en húmedo, de textura franco arcillosa y estructura fuertemente desarrollada. En el Cuadro 20 se muestra la descripción morfológica de cada horizonte del perfil representativo del Vertisol éútrico.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
A ₁₁	0-10	Horizonte de color gris oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo, de textura arcillosa y estructura fuertemente desarrollada. Muy plástico, muy adhesivo, abundantes intrusiones y concreciones y de reacción violenta al HCl.
A ₁₂	10-35	Horizonte de color gris oscuro en seco y pardo rojizo oscuro en húmedo, de textura arcillosa y estructura fuertemente desarrollada. Muy plástico, muy adhesivo, frecuentes intrusiones y concreciones y de reacción violenta al HCl.
C	35-50	Horizonte de color pardo en seco y pardo rojizo oscuro en húmedo, de textura franco-arcillosa y estructura fuertemente desarrollada. Ligeramente plástico, adhesivo, grandes intrusiones y concreciones y de reacción violenta al HCl.

Cuadro 20. Descripción morfológica del perfil representativo del Vertisol éútrico.

f) Características ambientales y propiedades físicas y químicas

La descripción ambiental y los valores de las propiedades físicas y químicas determinadas para el perfil representativo del Vertisol éutrico se muestran en el Cuadro 21.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 31' 30" de L.N. y 99° 18' 13" de L.W., 1 km al Suroeste de Bondli.	RELIEVE: Plano.
CLIMA: BS ₁ Seco templado.	PENDIENTE: 2%
ALTITUD: 1640 msnm.	USO DEL SUELO: Agrícola de riego.
GEOLOGÍA: Sedimentos volcanoclásticos de la Formación Tarango.	TIPO DE VEGETACIÓN: Área agrícola.
ZONA ECOLÓGICA: Árida.	PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Frecuente.
PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.	PROBLEMÁTICA: Pedregosidad.
SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Ixmiquilpan-Alfajayucan.	USO POTENCIAL: Agrícola de riego con aptitud media.
UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Plano-valle.	Fecha: 22-02-91 Barrena N° 66.

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A ₁₁	0 - 10	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	34	14	52	ARCILLOSA
A ₁₂	10 - 35	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 5/2 pardo rojizo obsc.	28	14	58	ARCILLOSA
C	35 - 50	7.5 YR 4/3 pardo	5 YR 2.5/2 pardo rojizo obsc.	56	14	30	FRANCO-ARCILLO- ARENOSA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)
A ₁₁	0 - 10	0.95	2.63	63.88	8.38	4.61
A ₁₂	10 - 35	0.98	2.58	62.20	8.39	0.52
C	35 - 50	1.03	2.67	61.42	8.43	0.32

Cuadro 21. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Vertisol éutrico.

g) Génesis

Para alcanzar su pleno desarrollo, los vertisoles necesitan condiciones particulares de clima, topografía y material de origen. Se requiere una situación de mal drenaje local interno o externo, que acentúe las características del clima con marcada estacionalidad. Según la época, el perfil pasa rápidamente de condiciones de fuerte hidromorfia y anegamiento total de los poros capilares a una desecación muy acusada del conjunto de horizontes. Debido a estas condiciones generales actúan algunos procesos genéticos específicos de adición, remoción y transformación como: adición de materia orgánica al suelo proveniente de la vegetación que soportan, formación de humatos cálcicos y formación de las arcillas expandibles, características de estos suelos. La presencia de altas concentraciones de arcillas origina procesos de agrietamiento y micro relieve gilgai.

h) Atributos y cualidades

Entre las principales cualidades que tienen, están la gran capacidad para almacenar agua y nutrientes, además de que son poco susceptibles a la erosión. Son suelos idóneos para el cultivo de gramíneas y en definitiva no son aptos para uso urbano, ya que las construcciones pueden hundirse o agrietarse.

i) Limitantes agrológicas

Tienen problemas de manejo ya que su dureza dificulta la labranza. Con frecuencia se inundan ya que su drenaje es deficiente. La presencia de intrusiones y los movimientos de expansión de las arcillas, ocasionan la ruptura del sistema radicular de las plantas. Presentan una capacidad de campo y un punto de marchitamiento elevados. Otra limitante más es la presencia de obstrucciones medias que tienen en la superficie. Por último, requieren de mucha labranza.

Descripción del Grupo Mayor FEOZEM (PH)

a) Definición

Suelos que tienen un horizonte A mólico y no presentan un horizonte cálcico, gypico o concentraciones de caliza suave pulverenta; tienen una saturación de bases del 50% o más hasta los 125 cm de profundidad; carecen de un horizonte B ferrálico, de un horizonte B nátrico, de las características de diagnóstico de los Vertisoles, Nitisoles, Planosoles o Andosoles, de propiedades sálicas y de propiedades gléyicas dentro de los 50 cm cuando no se presenta un horizonte B árgico; carecen de granos de limo y cuarzo no revestidos sobre las superficies estructurales de los pedos cuando el horizonte A mólico tiene un chroma en húmedo de 2 o menos a la profundidad de al menos 15 cm (Ortiz *et al.*, 1994). Son suelos ya diferenciados, que se distinguen por presentar un horizonte superficial (A) bien desarrollado, rico en materia orgánica la cual, junto con el material mineral, les confiere el color parduzco que los caracteriza. Son granulares y de consistencia friable (FAO, 1990 en Muñoz, 1999).

b) Superficie y distribución

La superficie que ocupa, sin considerar a las asociaciones, es de aproximadamente 8 862.85 ha, que corresponden al 12.43 %. Considerando las asociaciones con otras unidades, se distribuye en el 26.61% del área total, lo cual equivale a 18,967.39 ha.

El Feozem háplico se encuentra en una baja proporción en la parte Noreste en el poblado de Santuario Mapethé y al Este de Cardonal, en San Miguel Tlazintla. La asociación de Feozem Háplico con Leptosol Lítico está al Suroeste de la zona, abarcando todo el Sistema Ecogeográfico San Juanico al Sureste de los poblados Tasquillo, Juchitlán, Remedios, Motho, Bondhi y Rinconada. Hacia el Noroeste, se encuentra una asociación de Feozem háplico con Leptosol mólico que va desde el sistema Cardonal-Dexthí, hasta el Sierra Juárez y la parte Sur del Zimapán. Finalmente, en la porción Centro-Norte de la zona, se encuentra una asociación de Feozem háplico con Cambisol al Este de Santuario Mapethé. En el Valle del Sáuz, en Daboxthá también se encuentra esta Unidad. El Feozem calcárico está distribuido en forma de pequeños manchones en la porción Centro del área de estudio, al Sur de El

Dexthí y Orizabita. Al Noreste de El Durazno, Remedios, Samayoa, Lázaro Cárdenas y Cerritos en el sistema ecogeográfico Ixmiquilpan-Alfajayucan. También se le encuentra distribuido en El Olivo, Palmita, El Buena y El Deca, en el sistema Cardonal-Dexthí y por último, al Este de Cardonal en El Sauz abarcando todo el sistema ecogeográfico El Sauz Valle.

c) Uso actual y tipos de vegetación

El grupo soporta muy diversos tipos de vegetación dependiendo de las condiciones climáticas y topográficas del terreno. Al norte, donde el clima es más húmedo y la altura y pendiente son mayores, se encuentran soportando bosques de *Juniperus*, *Quercus* y *Pinus*. En las zonas más bajas y secas se desarrollan matorrales crasicuales de *Opuntia*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Stenocereus dumortieri* y matorrales espinosos deciduos. Hay también pequeñas zonas aisladas de desmonte y agricultura de temporal donde se cultiva: maíz, frijol, chile, habas y algunos frutales como durazno. En las zonas de riego el principal cultivo es la alfalfa.

d) Descripción geomorfológica

Los Feozems ocurren sobre todas las formas de relieve, desde las más inclinadas hasta las planas; sin embargo, hay diferencias por regiones. Estos suelos se distribuyen al Norte, donde las pendientes son inclinadas (26-55 %) y moderadamente inclinadas (14-25 %); igual que en la porción Central, donde también se presentan condiciones de pendientes onduladas (7-13 %). Y en la región Sur, sobre pendientes onduladas (7-13 %), ligeramente onduladas (3-6 %) y planas (0-2 %). Respecto a las geoformas se encuentran tanto en mesas como en zonas de montaña. Esta unidad se ha desarrollado básicamente sobre rocas ígneas de los grupos Pachuca, San Juan y Tarango. En cuanto al clima, se encuentran bajo dos tipos el templado subhúmedo con lluvias en verano de la parte Norte o zona de transición climática y semi-seco templado para la porción Centro-Sur-Este.

e) Descripción morfológica de las Unidades

La característica principal de todos los Feozems es la presencia de una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y bases, conocida como horizonte A Mólico. Este horizonte es de color pardo grisáceo oscuro, de textura migajón arenoso, de poca profundidad, estructura granular; ligeramente plástico y adhesivo, altamente permeable y con abundantes raíces medias y finas. La materia orgánica es alta y tiende a disminuir rápidamente con la profundidad.

En la región estudiada se detectaron dos unidades: *F. háplico* y *F. calcárico*.

- *Feozem háplico (PHh)*

Esta unidad presenta un horizonte superficial A_p de color gris oscuro en seco y negro en húmedo, de textura franca y estructura granular pequeña débilmente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, muy plástico, muy adhesivo y de consistencia friable. Con abundantes raíces finas y medianas, sin concreciones, ni intrusiones, de rápida permeabilidad y sin reacción al HCl. El Horizonte AC es de color pardo grisáceo en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular ligeramente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia muy friable. Con escasas raíces finas, sin concreciones, ni intrusiones, de rápida permeabilidad y sin reacción al HCl. El Horizonte C_1 es de color gris parduzco claro en seco y

pardo grisáceo oscuro en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica angular pequeña, ligeramente desarrollada. Compacto, sin cementación, muy plástico, muy adhesivo y de consistencia friable. Con escasas raíces finas, sin concreciones, ni intrusiones, muy rápida permeabilidad y sin reacción al HCl. El Horizonte C₂ de color pardo muy pálido en seco y pardo amarillento oscuro en húmedo, de textura franco-arenosa y estructura poliédrica subangular pequeña, ligeramente desarrollada. Compacto, sin cementación, ligeramente plástico, muy adhesivo y de consistencia muy friable. Sin raíces, sin concreciones, ni intrusiones, de muy rápida permeabilidad y sin reacción al HCl. El Cuadro 22 presenta las características morfológicas del perfil representativo de los Feozems háplicos.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
A _p	0-17	Horizonte de color gris oscuro en seco y negro en húmedo, de textura franca y estructura granular pequeña ligeramente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, muy plástico, muy adhesivo y de consistencia friable. Con abundantes raíces finas y medianas, sin concreciones, ni intrusiones, de rápida permeabilidad y sin reacción al HCl.
AC	17-42	Horizonte de color pardo grisáceo en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular ligeramente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia muy friable. Con escasas raíces finas, sin concreciones, ni intrusiones, de rápida permeabilidad y sin reacción al HCl.
C ₁	42-82	Horizonte de color gris parduzco claro en seco y pardo grisáceo oscuro en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica angular pequeña, ligeramente desarrollada. Compacto, sin cementación, muy plástico, muy adhesivo y de consistencia friable. Con escasas raíces finas, sin concreciones, ni intrusiones, muy rápida permeabilidad y sin reacción al HCl.
C ₂	82-112	Horizonte de color pardo muy pálido en seco y pardo amarillento oscuro en húmedo, de textura franco-arenosa y estructura poliédrica subangular pequeña, ligeramente desarrollada. Compacto, sin cementación, ligeramente plástico, muy adhesivo y de consistencia muy friable. Sin raíces, sin concreciones, ni intrusiones, de muy rápida permeabilidad y sin reacción al HCl.

Cuadro 22. Descripción morfológica del perfil representativo de los Feozem háplicos.

- *Feozem calcárico (PHc)*

El horizonte superficial A es de color de pardo grisáceo a pardo oscuro en seco y de pardo muy oscuro a negro en húmedo, con textura de franco arenosa a arena francosa y estructura poliédrica angular y granular fina, de débil a medianamente desarrollada, de consistencia muy friable, de permeabilidad rápida y reacción violenta al HCl. El horizonte C de color gris rosáceo en seco y pardo oscuro en húmedo, textura de arena francosa a franco arenosa y estructura poliédrica subangular de fina a muy fina, medianamente desarrollada. Compacto, muy cementado, no plástico, no adhesivo y consistencia dura, de permeabilidad rápida y reacción violenta al HCl.

En algunos sitios, los Feozem calcáricos se caracterizan por presentar un horizonte subsuperficial petrocálico, de matriz arenosa con estructura en plancha con venas horizontales de arcilla y cal, de consistencia dura y con permeabilidad lenta. El Cuadro 23 muestra las características morfológicas de la Unidad.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
A _p	0-30	Color pardo grisáceo muy oscuro en seco y pardo muy oscuro en húmedo, textura de arena francosa y estructura poliédrica subangular mediana, moderadamente desarrollada. Compacto, con láminas cementadas, no plástico, no adhesivo y consistencia dura; con macroporos tubulares, pocas raíces finas, sin intrusiones, de permeabilidad muy rápida y con reacción violenta al HCl.
C	30-75	Horizonte de color rosáceo en seco y pardo fuerte en húmedo, textura de arena francosa y estructura poliédrica subangular de fina a muy fina, moderadamente desarrollada. Muy compacto, cementado, no plástico, no adhesivo y consistencia dura. Pocas raíces finas, escasas intrusiones, de permeabilidad rápida y con reacción violenta al HCl.

Cuadro 23. Descripción morfológica del perfil representativo de los Feozem calcáricos.

f) Características ambientales y propiedades físicas y químicas

Las características ambientales y las propiedades físicas y químicas representativas de los Feozem háplicos se muestran en el Cuadro 24.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 34' 04" de L.N. y 99° 03' 35" de L.W., RELIEVE: Ondulado.
 2 km al norte de Santa Teresa Deboxtá.
 CLIMA: BS₁ Seco templado. PENDIENTE: 7%.
 ALTITUD: 2020 msnm. USO DEL SUELO: Agrícola de temporal.
 GEOLOGÍA: Depósitos aluviales del Cuaternario. TIPO DE VEGETACIÓN: Área agrícola.
 ZONA ECOLÓGICA: Árida. PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Nula.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Karst Huasteco. PROBLEMÁTICA: Escasa precipitación.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: El Sauz Valle. USO POTENCIAL: Agrícola de temporal con aptitud media.
 UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Piemonte. Fecha: 02-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A _p	0 - 17	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 2/1 negro	50	42	8	FRANCA
AC	17 - 42	10 YR 5/2 pardo grisáceo	10 YR 3/2 pardo gris. muy obs.	46	46	8	FRANCA
C ₁	42 - 82	10 YR 6/2 gris parduzco claro	10 YR 4/2 pardo grisáceo obs.	44	46	10	FRANCA
C ₂	82 - 112	10 YR 7/3 pardo muy pálido	10 YR 4/4 pardo amarill. obs.	72	18	10	FRANCO-ARENOSA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mát. Org. (%)	C.I.C.T. cmol(+)Kg ₁	Cl %
A _p	0 - 17	0.94	2.00	53.00	8.00	5.86	56.6	4.5
AC	17 - 42	1.02	2.08	50.96	8.07	1.69	33.6	2.6
C ₁	42 - 82	1.01	2.00	49.50	7.97	1.56	56.2	2.7
C ₂	82 - 112	1.11	2.00	44.50	8.14	0.69	56.00	2.1

Cuadro 24. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Feozem háplico.

Las características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas de los Feozem calcáricos se muestran en el Cuadro 25.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 30' 20" de L.N. y 99° 10' 34" de L.W. El Nith. RELIEVE: Ondulado.
 CLIMA: BS₁ Seco templado. PENDIENTE: 6%.
 ALTITUD: 1640 msnm. USO DEL SUELO: Agrícola de riego.
 GEOLOGÍA: Sedimentos volcanoclásticos del Terciario, Formación Tarango. TIPO DE VEGETACIÓN: Área agrícola.
 ZONA ECOLOGICA: Árida. PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Escasa.
 PROVINCIA ECOLOGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. PROBLEMÁTICA: La poca profundidad y posible salinidad.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Ixmiquilpan-Alfajayucan. USO POTENCIAL: Agrícola de riego con aptitud baja.
 UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Lomerío. Fecha: 01-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
Ap	0 - 30	10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	10 YR 2/2 pardo muy oscuro	84	10	6	ARENA-FRANCOSA
Ck	30 - 75	7.5 YR 7/4 rosa	7.5 YR 4/6 pardo fuerte	78	14	8	ARENA-FRANCOSA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)	C.E.C.T. cmol(+)Kg ⁻¹	Cl %
Ap	0 - 30	0.85	1.67	50.89	9.42	0.5	23.8	3.0
Ck	30 - 75	1.20	2.50	52.00	9.66	0.5	21.6	2.8

Cuadro 25. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Feozem calcárico.

g) Génesis

Este tipo de suelo es de origen poligenético, ya que pueden ser tanto residuales como transportados. Los principales factores formadores que intervienen en su génesis son: el clima, los organismos y la roca parental. El material basal contiene arcillas generalmente formadas por mezclas de illita y montmorillonita, estas últimas finas y móviles forman argilones y arrastran mecánicamente una parte del humus.

Son de evolución aeróbica pues requieren buen drenaje. Los procesos genéticos que actúan son de adición, transformación y transferencia. La adición se da por el ciclo de vida de los organismos que cada año incorporan materia orgánica al suelo. Como ejemplo de esto se da importancia a la actividad que realizan las hormigas en la acumulación subterránea de restos vegetales y animales y la construcción de galerías que favorecen la aireación e infiltración del agua. Hay también procesos de transformación involucrados en la degradación de los residuos orgánicos (humificación) con la consecuente formación de materiales tales como la hormigasa; y de transferencia de coloides organominerales (argilización), además de la lixiviación de carbonatos.

h) Atributos y cualidades

Son suelos muy fértiles que cuando son profundos y están situados en terrenos planos se pueden utilizar con buenos resultados en la agricultura. Los menos profundos que se sitúan en laderas con pendientes fuertes pueden emplearse para el pastoreo y en silvicultura.

La principal cualidad morfológica de esta unidad es la presencia de un horizonte superficial fértil, con buen flujo de agua y aire, rico en nutrientes y con buen drenaje.

i) Limitantes agrológicas

Los factores que limitan el uso de estos suelos son: la topografía del terreno de la profundidad, la disponibilidad de agua y la presencia de obstrucciones externas e internas.

Descripción del Grupo Mayor CAMBISOL (CM)

a) Definición

Suelos que tienen un horizonte B cámbico y no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A ócrico, un A úmbrico o un A mólico encima del B cámbico con 50% o menos de saturación de bases; carecen de propiedades sálicas de las características de diagnóstico de los Vertisoles o Andosoles y de propiedades gléycas dentro de los 50 cm (Ortiz *et al.*, 1994).

b) Superficie y distribución

Ocupa una superficie de 378.27 ha, equivalente a 0.53%. Se distribuye en la parte Norte del área de estudio, en el sistema ecogeográfico Agua Florida. Como tal, el Cambisol Éutrico se encuentra al Norte de la Lagunita y al Sureste de Banxhú y en los alrededores de Santuario Mapethé. Se encuentra en asociación con el Luvisol Crómico al Oeste de El Defay y Agua Florida.

c) Uso actual y tipos de vegetación

Principalmente es forestal, encontrándose sobretodo, bosque de pino-encino y enebro, aunque en las regiones de pendiente moderada son empleados para agricultura de temporal.

d) Descripción geomorfológica

Los Cambisoles se distribuyen sobre geoformas de media montaña de relieve escarpado, con pendientes de 13% a >30%, sobre substratos ígneos de tobas riolíticas y de lutitas con calizas que se encuentran dentro del sistema ecogeográfico Agua Florida con clima templado subhúmedo con lluvias en verano.

e) Descripción morfológica de la Unidad

En la región estudiada se determinó la unidad Cambisol éutrico (Cme) que presenta un Horizonte superficial A₀ de color pardo oscuro en seco y pardo muy oscuro en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular pequeña, moderadamente desarrollada. Es poco compacto, sin cementación, plástico, adhesivo y de consistencia firme. Tiene un horizonte B_t de color pardo en seco y rojo amarillento en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular mediana, moderadamente desarrollada. Es poco compacto, sin cementación, plástico, adhesivo y de consistencia friable. El Horizonte C₁ es de color rosa en seco y rojo amarillento en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular mediana, moderadamente desarrollada. Es poco compacto, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo y de consistencia muy friable. El Horizonte R está representado por rocas ígneas muy meteorizadas. El Cuadro 26 presenta las características morfológicas del perfil representativo del Cambisol éutrico.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
A ₀	0-25	Horizonte de color pardo oscuro en seco y pardo muy oscuro en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular pequeña, moderadamente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, plástico, adhesivo, de consistencia firme. Con presencia de raíces abundantes finas y medias, sin concreciones, con escasas intrusiones grandes, de permeabilidad moderada y sin reacción al HCl.
B _t	25-45	Horizonte de color pardo en seco y rojo amarillento en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular mediana, moderadamente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, plástico, adhesivo, de consistencia friable. Con escasas raíces finas, sin concreciones, frecuentes intrusiones medianas y grandes, de permeabilidad moderada y sin reacción al HCl.
C ₁	45-160	Horizonte de color rosa en seco y rojo amarillento en húmedo, de textura franca y estructura poliédrica subangular mediana, moderadamente desarrollada. Poco compacto, sin cementación, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, de consistencia muy friable. Con escasas raíces finas, sin concreciones, abundantes intrusiones, de permeabilidad rápida y sin reacción al HCl.
R	160-200	Rocas ígneas muy meteorizadas

Cuadro 26. Descripción morfológica del perfil representativo de los Cambisoles éutricos.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

f) Características ambientales y propiedades físicas y químicas

Las características ambientales y propiedades físicas y químicas representativas del Cambisol éutrico se muestran en el Cuadro 27.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

LOCALIZACIÓN: 20° 39' 17" de L.N. y 99° 14' 25" de RELIEVE: Ondulado.

L.W., La Lagunita.

CLIMA: Cw₀(w)b(i')g, Templado, húmedo 7 con lluvias en verano. PENDIENTE: 15%.

ALTITUD: 2580 msnm.

USO DEL SUELO: Forestal con agricultura de temporal.

GEOLOGÍA: Andesitas y riolitas

TIPO DE VEGETACIÓN: Bosque de pino y enebro.

ZONA ECOLÓGICA: Templada.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Abundante.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Karst Huasteco.

PROBLEMÁTICA: Relieve, pendiente, pedregosidad.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Agua Florida.

USO POTENCIAL: Agrícola de temporal con aptitud baja y forestal con aptitud media.

UNIDAD NATURAL O TOPOFORMA: Sistema de lomeríos.

Fecha: 04-07-86

DATOS ANALÍTICOS

Hor.	Prof. (cm)	Color seco	Color húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
A ₀	0 - 25	10 YR 4/3 pardo oscuro	10 YR 2/2 pardo muy oscuro	42	36	22	FRANCA
B _t	25 - 45	7.5 YR 5/4 pardo	5 YR 4/6 rojo amarillento	40	32	28	FRANCA
C ₁	45 - 160	7.5 YR 7/4 rosa	5 YR 5/6 rojo amarillento	52	28	20	FRANCA
R	160 - 200	ROCA	ROCA	-	-	-	ROCA

Hor.	Prof. (cm)	D. Aparente Kg/m ³	D. Real Kg/m ³	Porosidad (%)	pH (1:2.5)	Mat. Org. (%)	C.I.C.T. cmol(+)Kg ⁻¹	Cl %
A ₀	0 - 25	0.94	2.08	54.81	6.36	3.19	34.6	1.8
B _t	25 - 45	0.99	2.00	50.5	5.94	0.31	34.8	1.7
C ₁	45 - 160	1.04	2.08	50.0	5.87	0.13	34.00	2.3
R	160 - 200	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 27. Características ambientales y propiedades físicas y químicas del perfil representativo del Cambisol éutrico.

g) Génesis

Son suelos jóvenes derivados de material ígneo, resultado de la intemperización in situ. Presentan un horizonte B cámbico, a una profundidad de 25 cm. Su desarrollo está muy ligado a las condiciones climáticas locales.

h) Atributos y cualidades

Son suelos más evolucionados que las unidades descritas anteriormente, localizados principalmente en la zona de transición climática; las condiciones geomorfológicas han sido importantes para limitar la actividad agrícola favoreciendo el establecimiento de vegetación natural de bosques de encino y pino piñonero.

i) Limitantes agrológicas

Estos suelos no son aptos para la agricultura y presentan de pocas a moderadas restricciones para su uso forestal. Los factores demeritantes son: el relieve, la pendiente, la pedregosidad superficial e interna y sobretodo el alto riesgo que presentan a erosionarse.

La superficie y porcentaje determinados para cada uno de los Grupos Mayores, Unidades y asociaciones de los suelos identificados, se muestran en el Cuadro 28.

GRUPOS MAYORES Y UNIDADES DE SUELO IDENTIFICADOS (FAO/UNESCO, 1988)	CLAVE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Fluvisol calcárico	FLc	7 342.79	10.30
Fluvisol éutrico	FLe	3 860.51	5.42
Leptosol éutrico	LPe	46.47	0.07
Leptosol lítico	LPq	3 755.56	5.27
Leptosol mólico	LPm	1 655.11	2.74
Leptosol réndzico	LPk	11 466.62	16.09
Luvisol crómico	LVx	3 884.43	5.45
Feozem calcárico	PHc	7 086.44	9.94
Feozem háplico	PHh	1 776.41	2.49
Regosol éutrico	RGe	1 043.22	1.46
Regosol calcárico	RGc	2 166.85	3.04
Vertisol éutrico	VRe	257.54	0.36
Cambisol éutrico	CMe	378.27	0.53
ASOCIACIONES			
Leptosol réndzico - Feozem calcárico	LPk-PHc	1 192.70	1.67
Leptosol mólico - Leptosol réndzico	LPm-LPk	3 195.88	4.48
Leptosol mólico - Feozem háplico	LPm-PHh	1 621.37	2.28
Leptosol lítico - Leptosol mólico	LPq-LPm	1 222.03	1.71
Leptosol lítico - Leptosol mólico - Regosol éutrico	LPq-LPm-RGe	2 602.22	3.65
Leptosol lítico - Feozem háplico	LPq-PHh	1 020.62	1.43
Luvisol crómico - Feozem háplico - Regosol éutrico	LVx-PHh-RGe	2 051.25	2.88
Luvisol crómico - Cambisol éutrico	LVx-CMe	1 833.18	2.57
Feozem calcárico - Leptosol mólico	PHc-LPm	694.82	0.97
Feozem háplico - Cambisol éutrico	PHh-CMe	262.71	0.37
Feozem háplico - Leptosol mólico	PHh-LPm	6 337.50	8.89
Feozem háplico - Leptosol lítico	PHh-LPq	2 809.52	3.94
Regosol calcárico - Leptosol lítico	RGc-LPq	161.77	0.23
Regosol éutrico - Leptosol lítico	RGe-LPq	1 726.96	2.42
Zona Urbana	ZU	402.35	0.56
Erosión	E	2 997.09	4.21
TOTAL		71 267.79	100.00

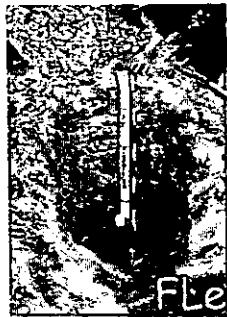
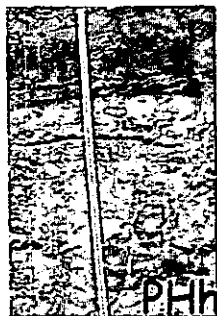
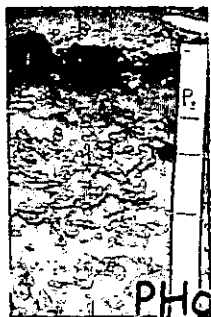
Cuadro 28. Superficies de los Grupos Mayores y Unidades de suelo identificadas en la zona de estudio.

La Figura 12 muestra los perfiles representativos de los suelos identificados en la zona. La distribución de los Grupos Mayores, las Unidades y sus asociaciones de los suelos identificados se representan en el Mapa 2.

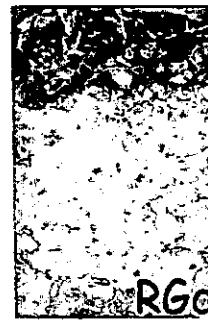
Leptosoles



Feozems



Regosoles



Luvisoles



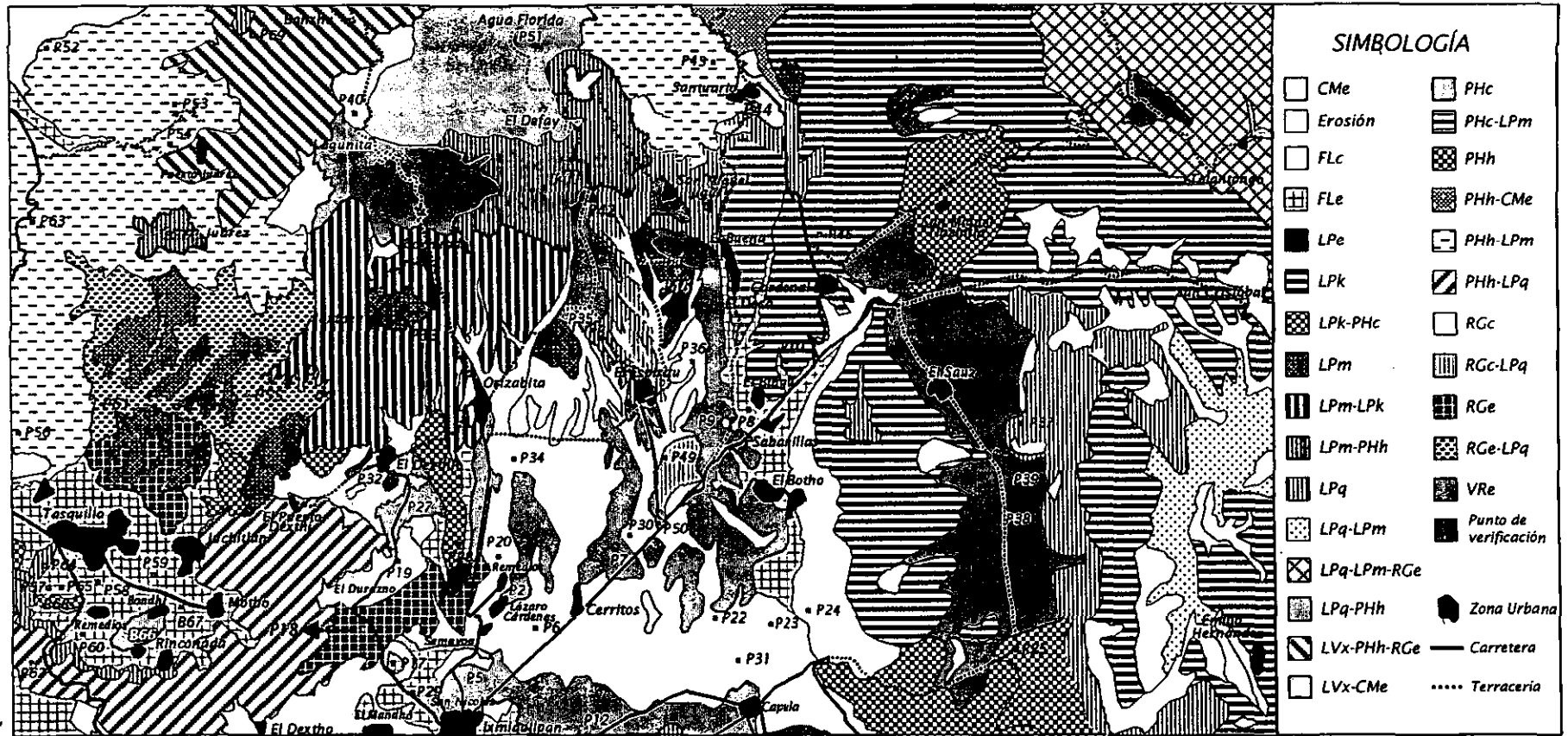
Cambisoles



Vertisoles

Fig. 12. Perfiles representativos de las unidades de suelo determinadas en la zona

20°41'



20°30'

99°20'

99°00'

GRUPOS MAYORES Y UNIDADES DE SUELO, ALTO MEZQUITAL, HIDALGO

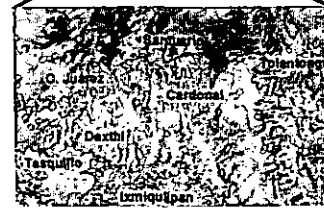


FES IZTACALA
LAB. EDAFOLOGIA
UBIPRO
López Galindo Francisco
Marzo-2001

0 8.78 km

Escala 1:179,187

Proyección: UTM
Zona UTM : 14
Elipsoide: CLARK 1886
Datum: NAD27



Mapa 2. Grupos Mayores y Unidades de suelo determinadas de acuerdo a FAO (1988).

Problemas en la determinación taxonómica

Por último se tiene que los suelos más impactados, son desde luego, los ubicados en los sitios donde el relieve es plano, lo cual favorece el desarrollo de las actividades productivas del hombre. En esta área, los suelos han sido modificados considerablemente de su condición morfológica original, estas alteraciones impiden, en algunos sitios, reconocer algún carácter diagnóstico que pueda ayudar a distinguir la identidad del suelo modificado.

Entre los principales factores que han determinado los cambios morfológicos de los suelos de las partes bajas son: el nivel freático elevado provocado por el sobreriego que repercute creando un ambiente confinado y reductivo en el interior del suelo, cambiando de esta manera los procesos lixiviativos y de evaporación normal, además de afectar a las poblaciones de microorganismos y en general de toda la edafofauna. La labranza continua y practicada durante largo tiempo también ha modificado las propiedades originales de los suelos, ya que al roturar, subsolar, nivelar, compactar y abonar, se alteran los horizontes superficiales, afectando la compactación (formación del piso arado como en López Rayón), la relación de espacio poroso, el contenido de materia orgánica y sobre todo la estructura del suelo. El riego es otro elemento modificador, que actúa cambiando el balance hídrico natural del suelo, además de depositar diferentes partículas y sales que trae consigo, afectando con esto a la textura y pH el cual se ha incrementado considerablemente en algunos sitios, como ha sucedido en La Heredad, Capula y El Durazno.

Los suelos ubicados en las regiones montañosas, se encuentran menos perturbados ya que el acceso a estos sitios es muy restringido debido al relieve abrupto y los caminos muy limitados, aquí los principales problemas son: la erosión por efecto del desmonte, la tala, el sobre pastoreo caprino y el uso agrícola en terrenos inadecuados.

9.1.1.4. Uso del Suelo

Los tipos de uso del suelo de la zona se presentan en el Cuadro 30, donde se presentan 16 usos diferentes, una mayor superficie destinada a la producción *Agrícola de Temporal* que ocupa 16 440.3 ha, que representan el 23.27% del total del área; *Agricultura de Riego* con 9 095.0 ha (12.87%); siguiéndole el *Matorral Inerme* con 7 067.1 ha (10.0%); *Matorral Crasicaule* con 3 364.56 ha (4.76 %); *Matorral Subinerme* con 3 062.08 ha (4.33%); *Matorral Espinoso* con 4 222.8 ha (5.82%); *Matorral Crasirosulifolio* con 1 388.7 ha (1.97%); *Matorral Rosetófilo* con 39.6 ha (0.06%); *Selva Baja* con 485.1 ha (0.69%). Los bosques se distribuyen de la siguiente forma: *Bosque de Pino con Encino* con 2 207.0 (3.12%); *Bosque de Pino Piñonero* con 3 096.8 ha (4.38%); *Bosque de Encino* con 1456.8 ha (2.06 %); *Bosque de Enebro* con 1 858.8 ha (2.63%) y el *Bosque de Galería y Vegetación Riparia* con 263.7 ha (0.36%). Las *zonas urbanas* ocupan 836.0 ha (1.18%) y los sitios de *erosión, desmontes y afloramientos* reúnen un total de 2464.5 ha (3.49%).

La distribución y superficies de uso del suelo se muestran en el Mapa 3.

TIPO DE VEGETACIÓN O USO DEL SUELO	CLAVE	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Agricultura de temporal	T	16440.3	23.27
Agricultura de riego	R	9095.0	12.87
Subtotal		25535.3	36.14
Bosque de galería y vegetación riparia	BG	253.7	0.36
Bosque de enebro	BJ	1858.8	2.63
Bosque de enebro con pino	BJP	242.3	0.34
Bosque de enebro con encino	BJQ	391.9	0.55
Bosque de pino piñonero	BP	3096.8	4.38
Bosque de pino con enebro	BPJ	1735.2	2.46
Bosque de pino con encino	BPQ	2207.0	3.12
Bosque de encino	BQ	1456.8	2.06
Subtotal		11242.5	15.82
Matorral subinerme	MB	6615.6	9.36
Subtotal		6615.6	9.36
Matorral crasicaule de <i>Cephalocereus senilis</i>	MCc	580.4	0.82
Matorral crasicaule de <i>Myrtillocactus geometrizans</i>	MCg	2016.6	2.85
Matorral crasicaule de <i>Myrtillocactus geometrizans</i> y <i>Opuntia sp.</i>	MCgo	4721.5	6.68
Subtotal		7318.5	10.35
Matorral crasirosulifolio	MCR	1388.7	1.97
Subtotal		1388.7	1.97
Matorral espinoso deciduo	MED	2344.8	3.32
Matorral espinoso de <i>Prosopis laevigata</i>	MEp	1767.0	2.50
Subtotal		4111.8	5.82
Matorral inerme de <i>Flourensia resinosa</i>	MIf	3113.1	4.41
Matorral inerme de <i>Sophora secundiflora</i>	MIs	409.1	0.58
Matorral inerme de <i>Flourensia resinosa</i> y <i>Sophora secundiflora</i>	MIsk	3544.9	5.02
Subtotal		7067.1	10.01
Matorral rosetófilo	MR	39.6	0.06
Subtotal		39.6	0.06
Selva Baja caducifolia	SB	485.1	0.69
Subtotal		485.1	0.69
Desmontes y afloramientos	D/AF	122.6	0.17
Erosión	E	2341.9	3.31
Subtotal		2464.5	3.49
Zona Urbana	ZU	836.0	1.18
Subtotal		836.0	1.18
ASOCIACIONES			
B. pino + M. crasicaule	BP-MC	323.7	0.46
M. subinerme + B. enebro	MB-BJ	62.7	0.09
M. crasicaule de <i>Myrtillocactus geometrizans</i> + M. espinoso	MCg-MCR	328.9	0.47
M. crasicaule de <i>Myrtillocactus geometrizans</i> + M. espinoso	MCg-ME	1101.4	1.56
M. crasirosulifolio + M. subinerme	MCR-MB	191.6	0.27
M. crasirosulifolio + M. crasicaule de <i>Opuntia sp.</i>	MCR-MCo	129.6	0.18
M. crasirosulifolio + M. espinoso de <i>Prosopis laevigata</i>	MCR-MEp	232.8	0.33
M. espinoso de <i>Prosopis laevigata</i> + M. crasicaule de <i>Myrtillocactus geometrizans</i>	MEp-MCg	907.3	1.28
M. inerme de <i>Flourensia resinosa</i> + B. pino con enebro	MIf-BPJ	277.5	0.39
Subtotal		3555.5	5.03
TOTAL		70660.1	100.00

Cuadro 29. Tipos de uso del suelo determinados para la zona.

20°41'



SIMBOLOGÍA

■ BG	□ MCR
▨ BJ	▨ MCR-MB
▩ BJP	▩ MCR-MCo
▪ BJQ	▪ MCR-MEp
⊠ BP	▧ MED
▩ BP-MC	▨ MEp
▩ BPJ	▩ MEp-MCg
▩ BPQ	□ Mif
▩ BQ	▩ Mif-BPJ
□ D/AF	▩ Mis
□ Erosión	□ Misk
□ MB	□ MR
▩ MB-BJ	▩ R
▩ MCc	□ SB
▩ MCg	□ T
▩ MCg-MCR	— Carretera
▩ MCg-ME Terracería
▩ MCgo	● Zona Urbana

20°30'

99°20'

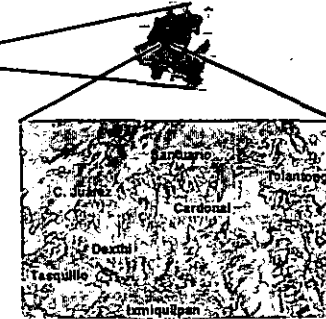
99°00'

USO DEL SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN, ALTO MEZQUITAL, HIDALGO



FES IZTACALA
LAB. EDAFOLOGIA
UBIPRO
López Galindo Francisco
Marzo-2001

0 8.78 km
Escala 1:179,187
Proyección:UTM
Zona UTM : 14
Elipsoide: CLARK 1886
Datum: NAD27



Mapa 3. Uso del suelo y tipos de vegetación, Alto Mezquital, Hidalgo.

9.1.1.5. Capacidad de Uso de la Tierra

La capacidad de uso de la tierra se define como la cualidad que le permite ser destinada para el establecimiento de un cierto número de variables de alternativas de uso. Para que la información generada quede en forma explícita, los terrenos se clasifican de acuerdo a su capacidad de uso agrícola, pecuario y forestal.

Así, se han establecido para cada grupo de actividades una serie de clases que se ordenan, desde aquella que presenta la mayor amplitud de alternativas de uso, hasta la que no permite actividad alguna.

A) Capacidad de Uso Agrícola

La evaluación de tierras por capacidad de uso agrícola de acuerdo al Sistema Duch (INEGI, 1986) nos muestra que la zona de trabajo presenta las siguientes clases:

Terrenos de Clase A1

Esta clase de terrenos se encuentran en la parte central de la zona y corresponde al área de agricultura de riego, que salvo los problemas de contaminación, permiten práctica de una agricultura mecanizada, al no tener limitantes de pendientes ni profundidad del suelo. Permiten la productividad agrícola la mayor parte del año y el clima no es una limitante; la clase ocupa cerca de 9 900 ha.

La aptitud para el desarrollo de los cultivos tienen un valor alto, no existen problemas para la labranza, Algunos de los problemas que se pueden presentar es la inundación por sobre riego y la salinidad. Esta zona incluye terrenos de Ixmiquilpan, Tasquillo, Capula, El Nith, San Nicolás, La Heredad, Sabanillas, etc.

Terrenos de Clase A2

En esta clase de capacidad de uso agrícola se agrupan terrenos localizados en el fondo de la Barranca de Tolantongo, asociados a las terrazas aluviales: aproximadamente, ocupan una superficie de 40 ha, cuyas condiciones ambientales permiten la agricultura mecanizada. En ella se ubican los terrenos que muestran la posibilidad de establecer agricultura continua caracterizada por el empleo de implementos de tracción animal. Este tipo de agricultura es posible en cualquier régimen de humedad disponible a lo largo del año.

La aptitud del terreno para el desarrollo de los cultivos tiene un valor medio; esto es, se presentan restricciones moderadas, el procedimiento de labranza es media, ya que existen limitantes moderadas como la pedregosidad y en algunos sitios inundación que pueden ser solventadas fácilmente. Aunque es poca la superficie que ocupan estos terrenos es factible, incorporar sistemas hortícolas intensivos, e incluso plantaciones de frutales con fines comerciales, sobre todo se recomienda la introducción de especies de climas cálidos; esto con la finalidad de aprovechar el agua del río y los manantiales, y el microclima que se forma en la base de la barranca.

Terrenos de Clase A3

En esta clase de capacidad de uso agrícola se agruparon terrenos ubicados en la zona árida de la región y ocupa una superficie aproximada de 19 000 ha, que permiten desarrollar agricultura caracterizada por el empleo de implementos de tracción animal y mecanizada en pequeñas áreas, pero esta no es continua, sino únicamente de carácter estacional. La agricultura se puede practicar dentro de los regímenes de humedad disponible durante la época de lluvias de verano o con la humedad residual que se genera durante noviembre y diciembre, por la formación de neblina. Sin embargo, la aptitud del terreno para el desarrollo de los cultivos es baja, existen fuertes restricciones, como la topografía, la profundidad del suelo, su susceptibilidad a la erosión. Por lo que se recomienda seleccionar cultivos climáticamente adaptados, empleo de semillas criollas, complementados con procesos de labranza de conservación y prácticas de fertilidad de suelos. Las zonas representativas son El Sáuz, Sabanillas, Dexthí, El Durazno, San Juanico, Panales, Tasquillo, El Espíritu, El Xhitá.

Terrenos de Clase A4

En esta clase de capacidad de uso agrícola se ubicaron aquellos terrenos de mesetas, planicies, lomeríos y laderas; ocupan una superficie de 18 000 ha (25 % del área investigada), e incluyen terrenos de San Cristóbal y El Cubo, El Sauz, Sabanillas, San Miguel, las M's, Cerro Juárez, Naxtey, El Puerto Dexthí, en los cuales es posible llevar a cabo la agricultura, pero únicamente con el empleo de procedimientos de labranza de carácter manual y cuando es posible con tracción animal. La aptitud para el desarrollo de los cultivos es baja; este tipo de agricultura es posible únicamente en terrenos localizados en los regímenes de humedad disponible a partir de la precipitación natural, debido a que no permiten la aplicación de riego. Se tienen grandes restricciones para obtener buenos rendimientos, como la pedregosidad, la presencia de suelos muy someros y de baja fertilidad, con fuertes grados de erosión. Su manejo debe incluir prácticas de labranza de conservación, restauración de suelos, captación de agua de lluvia o de escurrimiento, se recomiendan cultivos con semillas criollas, la introducción de barreras antierosivas físicas y/o biológicas con el empleo de agaves y magueyes, construcción de terrazas, y complementando con fertilización alternativa, que incluyan fuentes disponibles de nitrógeno y fósforo.

Terrenos de Clase A6

En esta clase de capacidad de uso agrícola se ubicaron los terrenos de las cañadas, escarpas, barrancas, sierras y cerros, de toda la parte norte de la zona; que abarcan una superficie de 9 394.30 ha, agrupando a aquellos terrenos que no son adecuados para llevar a cabo ningún tipo de agricultura, salvo algunos caracterizados por prácticas agrícolas de carácter especial y que difícilmente pueden considerarse dentro del esquema general de este sistema de evaluación de tierras. Son áreas cuya aptitud para la labranza y riego son nulas, los niveles de producción agrícola son muy bajos, y las restricciones para un manejo son grandes, la topografía es muy accidentada, las pendientes son altas, mayores del 60% y la erodabilidad es alta. Por su carácter no agrícola, se sugiere se destinen para la conservación de la biodiversidad silvestre, ya que por sus características geomorfológicas representan un recurso escénico.

b) Capacidad de Uso Pecuario

Se definieron tres clases de capacidad de uso pecuario sobre la base de las posibilidades que ofrecen los terrenos para llevar a cabo los diferentes tipos de pastoreo considerados en atención a las condiciones topográficas, edáficas y de disponibilidad de agua que los caracterizan y de la vegetación natural dominante que sustentan (Hernández, 1994).

Terrenos Clase P3

En esta clase de uso pecuario se incluyen áreas pertenecientes a Cantamayé, Naxtey, Sabanillas, Xithá primero, La Mesa, Santuario, con una superficie aproximada de 16 250 ha, los terrenos no son adecuados para el establecimiento de praderas cultivadas. Agrupa terrenos que en ocasiones tienen uso agrícola, son baldíos y la vegetación natural dominante es diferente al pastizal y se practica la ganadería extensiva de caprinos y ovinos. En esta clase se manifiestan diversos grados de restricciones para llevar a cabo el pastoreo. La aptitud del terreno para el desarrollo de las especies forrajeras presentan un valor medio; es decir, las condiciones para el desarrollo de las plantas son moderadas.

El manejo de potreros y movilización del ganado no es restringido; sin embargo, la alimentación del ganado a partir de la flora silvestre es muy limitada, en gran parte por la constancia de esta actividad.

Dado que es una de gran importancia se sugiere elaborar programas de introducción de especies forrajeras, gramíneas y arbustos, cuyo empleo esté sujeto a un pastoreo controlado. De acuerdo a las condiciones topográficas y las temperaturas altas es factible darle preferencia al desarrollo de ganado caprino.

Terrenos Clase P4

Esta clase de capacidad de uso pecuario se reserva para aquellos terrenos con pendientes de 40% a 70%, correspondientes a la zona montañosa y grandes barrancas del área, cubiertos con vegetación silvestre del tipo de los matorrales inermes, subinermes, selva baja, vegetación riparia y pequeños sitios del bosque de enebro, constituido por lo menos con algunas especies forrajeras que pueden ser aprovechables solamente por el ganado caprino.

Existen cerca de 7 200 ha de esta clase, sin embargo, los terrenos presentan una aptitud baja para el desarrollo de las especies forrajeras introducidas; es decir, existen fuertes restricciones para el crecimiento de las plantas. Se presentan limitantes para el manejo de potreros y movilización del ganado.

El aprovechamiento de especies silvestres con fines forrajeros es común, en este caso se aprecia el empleo de especies leguminosas como el mezquite, uña de gato, huizaches, cactáceas como nopal tunero y rastrero, agaves, y varias compuestas sobre todo malezas que son las más empleadas por el ganado para su alimentación.

Si se desea continuar el uso pecuario de estas zonas es importante llevar prácticas de pastización, introducción de flora forrajera silvestre autóctona, definir con más detalle los índices de agostadero

o capacidad de carga, efectuar un pastoreo controlado y aplicar tecnologías que tengan que ver con la creación de sistemas silvoagropecuarios.

Terrenos Clase P5

En esta clase se ubican terrenos que no son adecuados para llevar a cabo ningún tipo de uso pecuario, en la zona de trabajo agrupa 3000 ha de superficie.

Los terrenos presentan fuertes limitantes para el manejo de potreros, la aptitud para la movilización del ganado es muy baja debido a que gran parte del terreno es muy accidentado y de pendientes muy pronunciadas. Los procesos de sobrepastoreo, la erosión y la pérdida de cobertura vegetal hace que el aprovechamiento de la flora silvestre sea muy limitada, de tal manera que no se alcanzan a cubrir las necesidades alimenticias del ganado. La principal zona se encuentra a lo largo de la Sierra Juárez, San Cristóbal, C. Hernández.

En términos generales, la actividad pecuaria del sitio está muy limitada por las condiciones naturales imperantes.

c) Capacidad de Uso Potencial Forestal

Por las condiciones de erosión, topografía irregular, la sobre-explotación de madera y el sobrepastoreo, aproximadamente 2100 ha, localizadas al norte de La Mesa y partes de la Barranca de Los Libros, la Lagunita, La Pechuga y Santuario se prestan para realizar actividades de aprovechamiento forestal doméstico, y de acuerdo al sistema uso potencial forestal (INEGI, 1986), pertenecen a una Clase F3 ya que la condición de la vegetación es baja, y se restringe al uso de pino piñonero y enebro, el problema de estas especies radica en que presentan desarrollo irregular; no tienen fustes uniformes y los rodales son muy heterogéneos, por lo que la aptitud del terreno para la extracción de productos forestales es baja. Las principales demeritantes para hacer un buen aprovechamiento es la topografía, los problemas de enfermedades del arbolado y el régimen de tenencia de la tierra. Por su condición es recomendable realizar labores de reforestación con especies de importancia maderable nativas, así como un saneamiento forestal, para controlar las plagas y enfermedades.

Aproximadamente 2800 ha pertenece a una clase F4, que son tierras no aptas para el aprovechamiento forestal, ya que son terrenos desprovistos de vegetación natural susceptibles de emplearse para este fin; los factores ambientales que han influido para que no se desarrolle vegetación de importancia forestal son: la erosión, la topografía, sobrepastoreo y profundidad de los suelos. Las alternativas inmediatas son la incorporación de prácticas de reforestación y revegetación, en las partes altas donde el clima es más templado es factible incorporar plantaciones de conservación, con piñonero, enebro, *Pinus gregii* y *P. pinxana*, así también se pueden incorporar especies de encinos, como *Quercus crassipes*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*. Para las partes del Santuario, Las M's, San Clemente, Cubo y San Cristóbal, para estos dos últimos sitios es factible realizar prácticas de introducción de lechuguilla, sobre todo en áreas de suelos calcáreos, en los tepetates se puede emplear maguey y nopal forrajero, en las partes más al sur, dentro de las barrancas se recomienda la introducción de especies de importancia forestal no maderable como las leguminosas, mezquites, acacias y mimosas.

La Figura 13 muestra la distribución de terrenos con aptitud agrícola, pecuario forestal y para conservación de vida silvestre.

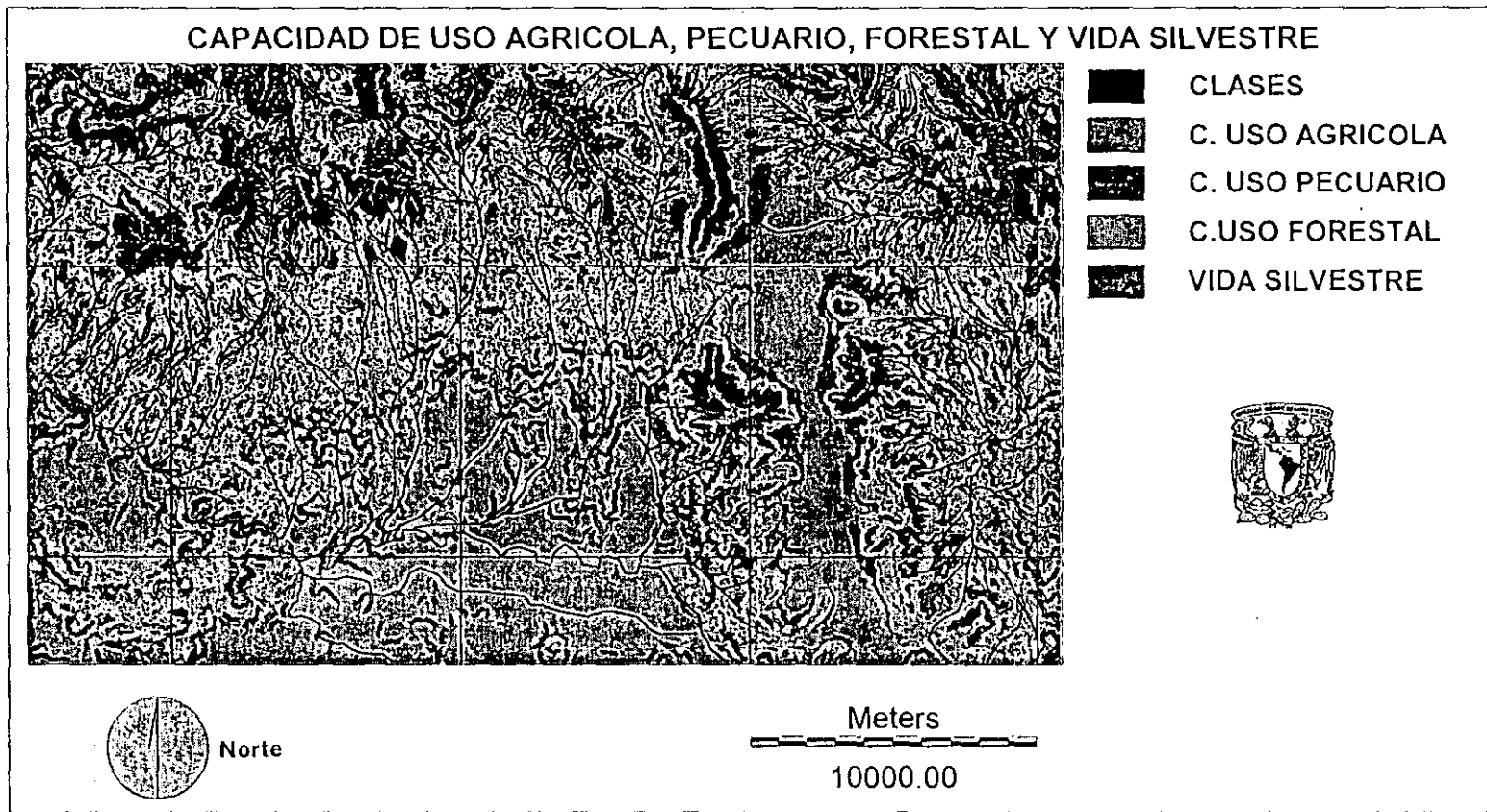


Fig.13. Clasificación de Uso Agrícola, Pecuario, Forestal y Vida Silvestre

9.1.1.6. Recursos Hidrológicos

a) Aguas superficiales

El recurso agua en el Valle del Mezquital presenta dos situaciones muy contrastantes, por un lado la que se observa en la zona correspondiente a la subcuenca del Río Tula, donde se establece el Distrito de Riego 03 y la Barranca de Tolantongo.

En general, el Valle del Mezquital es siempre referido como la región semidesértica de Hidalgo, sin embargo, con la introducción del riego por la SARH., este concepto ya no es del todo aplicable, sobre todo en las áreas cultivadas que contrastan notablemente con las zonas secas de los ecosistemas naturales. Es conveniente mencionar que la infraestructura hidráulica de esta región es de las más grandes, cuando menos, en la porción central del país.

La superficie irrigada comprendida en el área de estudio es de aproximadamente 9 100 ha, las cuales son administradas por el Distrito de Desarrollo Rural 063, con sede en Mixquiahuala. En realidad la superficie irrigada del área estudiada es pequeña si se compara con el total del Valle que es alrededor de 85,743.85 ha. El agua que se utiliza para el riego es agua residual mezclada y proviene de las descargas municipales de la Ciudad de México y áreas conurbadas a través de las presas Endhó, Debodhe y del canal Requena.

Con respecto al agua para uso urbano, paradójicamente resulta ser muy escasa; esto, como una consecuencia natural de las condiciones climatológicas, geohidrológicas y geomorfológicas que prevalecen en la región. La ausencia de corrientes y embalses superficiales de agua blancas limitan grandemente la obtención del líquido y también frenan las posibilidades de construcción de obras grandes de captación.

La extracción de agua del subsuelo es la principal fuente de abastecimiento; sin embargo, ésta incide directamente sobre el abatimiento de los mantos freáticos. Por otra parte, existen algunos manantiales de aguas termales, que son utilizadas con fines recreativos y turísticos, tal es el caso del manantial del Tephe, Humedades y Dios Padre.

En el caso de la Barranca de Tolantongo tiene una superficie de 166.34 km², perteneciente a la cuenca del Río Moctezuma, donde el agua emerge de una gruta en la barranca, dando origen al Río Blanco de Tolantongo, que es famoso por sus aguas termales, sigue una dirección W-E por unos 5 km a lo largo de una secuencia de sitios que lo hacen cambiar en forma, ancho y profundidad, formando terrazas aluviales, cañones y creando pequeños valles. Sus principales afluentes son los arroyos provenientes de la Barranca de Los Libros y Mayorazgo, que forman el cause del arroyo Hondo. Otro afluente importante es el Arroyo Seco, que aporta agua en la época de lluvia; después de los cuales vierte sus aguas al Río Amajac y éste a su vez se une al Río Metztlán, uniendo su caudal al Río Amolón y éste al Quetzalapa que, cerca de Tamazunchale, desemboca en el Río Moctezuma, principal fuente del Pánuco; en otras palabras la zona comprende parte de la Cuenca Hidrográfica Moctezuma-Pánuco; la cual está formada por cinco corrientes importantes: Ríos Extórax, San Juan, Tula, Amajac y Metztlán (INEGI, 1983). Palacio (1985) cita que la cuenca recibe en promedio 800 mm de lluvia anualmente, siendo superior (1200 mm) en las partes elevadas y menor hacia su desembocadura (700 mm).

Un problema serio que sucede en época de lluvias es la formación de grandes crecidas que causan efectos sobre todo en los sitios cuyo sustrato está débil, flojo o poco cementado, causando derrumbes y áreas de gran inestabilidad, la fuerza que lleva el río provoca inundaciones y desplomes.

Los bañistas reportan que existen sitios donde los niveles del arroyo suben de tal forma que inundan las áreas de campamento, los campesinos indican que la fuerza destruye terrazas destinadas a cultivo e inunda plantaciones, causando pérdidas en los frutales.

Los gastos de agua calculados para el momento en que se realizó el estudio revelan flujos de 6 m³/s, otras características determinadas fueron temperatura que fue de 32 °C, en el interior del túnel y la gruta, el agua que corre a lo largo del río tiene un promedio de 30 °C. El pH tanto en el interior como en el exterior fue de 7.2. La salinidad fue menor de 1%.

Retomando las características geotérmicas, debido a la falta de una actividad volcánica o tectónica reciente, sumadas al rango de temperaturas, relativamente bajo (37-41 °C reportado por López en 1985), indican que el termalismo parece estar relacionado con la magnitud de las fallas o fracturas, las cuales permiten al agua penetrar a grandes profundidades hasta alcanzar temperaturas más elevadas, producidas por el gradiente geotérmico normal en una zona de rocas sedimentarias. Por lo tanto, no se considera que el área esté relacionada con algún sistema geotérmico de tipo volcánico.

b) Aguas Subterráneas

INEGI (1983) reporta que las unidades geohidrológicas presentes en la zona son de materiales consolidados con pocas posibilidades de retener agua de infiltración; sin embargo, la presencia de fallas y plegamientos muestran altas posibilidades de realizar infiltraciones secundarias que permitirían crear acuíferos potenciales a lo largo de los arroyos cercanos.

Por otra parte, el caso interesante es que la formación de relieve kárstico y los travertinos presentes en Tolantongo indican que los niveles del agua, las infiltraciones y direcciones del agua subterránea han cambiado en diferentes épocas. La presencia de rocas porosas permiten el flujo del agua manifestando la formación de afluentes y manantiales sobre todo del lado del ejido de San Cristóbal; empero, las áreas por donde fluye agua de escurrimiento va aflojando sitios de conglomerados y piedra de agua lo cual puede formar zonas de riesgo por derrumbes.

9.1.2. Evaluación del componente biótico

9.1.2.1. Recursos vegetales

La zona de estudio se caracteriza por poseer diversas condiciones ambientales lo que ocasiona que se presenten gradientes ecológicos que favorecen la existencia de diversos hábitats, las variantes altitudinales, fisiográficas de sustrato y suelo influyen de manera decisiva en el establecimiento de variadas formas de vida y desarrollo de una gran riqueza específica, generando mosaicos vegetacionales que representan un gran potencial de recursos para la zona.

Particularmente, la flora de la zona investigada ha sido ampliamente estudiada (Bravo, 1936; González-Quintero, 1968; González-Medrano, 1978; Hiriart, 1983; Miranda, 1963, Velasco y Ojeda, 1989).

Se determinaron 16 tipos de vegetación en toda el área que son los siguientes:

- Bosque de pino piñonero
- Bosque de encino
- Bosque bajo de enebro (*Juniperus*)
- Matorral inerme
- Matorral mediano inerme
- Matorral subinerme
- Matorral alto subinerme
- Matorral crasicaule
- Matorral rosetófilo
- Matorral crasirosulifolio
- Matorral espinoso
- Matorral espinoso deciduo
- Matorral alto espinoso con crasicaules
- Matorral alto esclerófilo con *Nolina*
- Selva baja caducifolia de *Bursera morelensis*
- Bosque de galería y vegetación riparia

Características fisonómico-estructurales de las asociaciones vegetales determinados en la zona de Cardonal, Ixmiquilpan y Tasquillo.

De acuerdo al sistema de clasificación Miranda y Hernández (Miranda, 1963) e INEGI (1982), la descripción de las comunidades vegetales más representativas son:

Bosque de pino piñonero

Este tipo de vegetación en la cual el dominante fisonómico es el *Pinus cembroides* se encuentra asociado a *Juniperus flaccida*, *Sophora secundiflora*, *Flourenca resinosa*, *Dasyliirion acrotriche*, *Alnus jorullensis*, *Berberis ilicina*, *Rhus sp.*, *Agave lechuguilla*; en menor proporción elementos florísticos de *Mimosa biuncifera*, *Arbutus xalapensis*, *Agave americana*, *Bouvardia longiflora*, *Quercus sp.*, *Opuntia stenopetala*; algunos elementos de *Acacia schaffneri*, *Echeveria bifida*, anuales como *Dahlia coccinea*, *Stevia sp.*, *Salvia sp.*, *Senecio sp.*, *Ipomoea sp.*, y epífitas como *Tillandsia recurvata* y *Tillandsia juncea*.

Esta vegetación se encuentra distribuida entre los 1800-2600 msnm en laderas con pendientes generales del 35%, y orientación N-S; en relieves rectos y ondulados. En sustrato de lutitas, calizas y conglomerados calizos, sobre suelos de someros a bien desarrollados, que incluye Luvisoles crómicos, Regosoles éutricos, Leptosol lítico y L. réndzico. Este tipo de bosque se distribuye a lo largo de los poblados de Santuario, Boshó, San Miguel Tlazintla, La Mesa, Barranca Mayorazgo y Barranca El Saucito, ubicados en el norte de la zona de estudio; ocupan un área aproximada de 3 096.8 ha.

La actividad forestal y pecuaria lo ha deteriorado en tal grado que se han provocado problemas serios de erosión, limitando la colecta de piñón y obtención de leña para la fabricación de carbón o trozas para construcción.

Bosque de encino

Es el tipo de vegetación caracterizada por la dominancia de *Quercus spp*, que forman un estrato arbóreo mas o menos denso de alturas aproximadas de 10-15 m, de hojas generalmente persistentes y latifoliadas. Las principales especies son *Quercus crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata*, y *Quercus sp*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos sp.*, *Pinus cembroides* y *Juniperus flaccida*; otros elementos acompañantes son: *Baccharis discolor*, *Sophora secundiflora*, *Echeveria bifida*, *Hechtia podantha*, *Bouvardia longiflora*, *Dahlia coccinea*, *Tillandsia recurvata* y otros géneros como *Salvia*, *Stevia*, *Penstemon*, *Fuchsia*, *Senecio*, *Ipomoea*, *Opuntia*, además varias especies de helechos.

Se distribuye principalmente entre los 2300 y 2600 msnm, sobre laderas de orientación S-N, con pendientes de 40 % al 60 %, con relieves rectos, ondulados y cóncavos. Sobre Leptosol lítico ígneo, Luvisol crómico, Regosol éutrico, Feozem háplico y F. calcárico. De material regolítico de andesitas y riolitas. Se desarrolla en las laderas de los cerros La Campana, El Manantial, Calvario, Xhinté y El Boshó y en las barrancas de Tequedho y Gudza, mostrando el efecto de barlovento. La comunidad se destina principalmente para uso forestal y pecuario. Ocupa una superficie de 1 456.8 ha.

Bosque de Enebro (*Juniperus*)

También conocido como Bosque de Escumifolios (Miranda y Hernández 1963), formado por asociaciones de árboles bajos y espaciados que se caracterizan por tener ramillas colgantes más o menos dísticas y hojas dispuestas como escamas. La especie dominante es *Juniperus flaccida* codominante con *Pinus cembroides*, *Sophora secundiflora*, *Mimosa biuncifera*, *Casimiroa pubescens*, *Berberis ilicina*, *Chrysactinia mexicana*, *Agave americana*, *Ephedra compacta*, *Opuntia stenopetala*, *Amelanquier denticulata*, *Karwinskia mollis*, *Quercus mexicana*, *Quercus sp.* y *Acacia sp.*. Hacia las partes mas elevadas se le encuentra asociado con encinares y le acompañan especies como: *Bouvardia ternifolia*, *B. longiflora*, *Selaginella lepidophylla*, *Echeveria bifida*, *Baccharis conferta*, *Acacia sp.*, *Tillandsia recurvata* y *Cheilanthes sp.*. En partes mas bajas se mezclan con *Prosopis laevigata*, *Acacia schaffneri*, *Mimosa biuncifera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Jatropha dioica*, *Ferocactus latispinus*, *Opuntia tunicata*, *O. Cantabrigiensis*, *O. imbricata*, *O. streptacantha*, *O. kleiniae*, *O. leptocaulis*, *Croton morifolius*, *C. ehrenbergii*, *Echinocereus cinerascens*, *Agave americana*, *A. crassispina*, *Karwinskia humboldtiana* y anuales como *Asclepias linaria*, *Eupatorium espinosarum* y *Brongniartia discolor*.

En Tolantongo es una comunidad muy compacta y presenta tres estratos. El superior alcanza 3 m y está formado casi en su totalidad por *Juniperus flaccida* y *Juniperus monosperma*. Esparcidos en el bosque también se pueden encontrar árboles de las siguientes especies: *Quercus mexicana*, *Quercus sp.*, *Vauquelinia corimbosa*, *Bumelia altamiranoi*, *Casimiroa pubescens* y *Leucaena cuspidata*. Un estrato de arbustos altos, muchos de los cuales se presentan también en las comunidades adyacentes y un estrato de arbustos pequeños. Muchas de las plantas presentes en esta comunidad forman parte de las comunidades adyacentes, no habiendo especies exclusivas de este tipo de vegetación. Todas las especies presentes en el Bosque de enebro forman parte del matorral alto subinermes, o bien las encontramos en el matorral de esclerófilos con *Nolina*. Al igual que otros bosque de este tipo, el bosque de enebro de Tolantongo, se establece como una ecotonía entre las comunidades de las semiáridas con las zonas templadas y semihúmedas

Se distribuye entre los 2000 y 2400 msnm en laderas sedimentarias, ígneas y metamórficas, con pendientes del 15 %, de relieves irregulares. En las partes altas se encuentra en barrancas erosionadas y desmontadas; sobre Cambisoles y Leptosoles líticos ígneos; en las zonas bajas, están sobre Regosoles éutricos y Feozem háplico. En general, se sitúan en las vertientes de sotavento de la Sierra Juárez. La comunidad es fuente de energéticos, elementos para construcción y forrajeros. El problema más importante es su degradación por tala y su eliminación por extracción de mármol y materiales, provocando pérdida de suelos en grados severos. El bosque ocupa una superficie de 1 735.2 ha.

Matorral inermes

Esta agrupación se caracteriza por presentar como especies dominantes en más de 70 % arbustos sin espinas de hojas perennes o caducas. González-Quintero (1968), la clasifica como matorral calcícola. En la zona se determinaron dos comunidades distintas que son:

Matorral inermes de *Flourensia resinosa*

Aquí se incluye al tipo de vegetación caracterizada por estar formada por más del 70 % de plantas sin espinas (INEGI, 1985), con dominancia de *Flourensia resinosa*, asociada con *Karwinskia humboldtiana*, *Ferocactus latispinus*, *Opuntia stenopetala*, *O. tunicata*, *O. imbricata*, *O. microdasys*, *O. leptocaulis*, *Celtis pallida*, y *Prosopis laevigata*. Otras especies identificadas para este sitio fueron: *Hechtia podantha*, *Mammillaria sp.*, *Jatropha dioica*, *Mimosa sp.*, *Croton dioicus*, *Echinocereus cinerascens*, *Echinocactus platyacanthus*, *Ephedra compacta*, *Leucophyllum ambiguum*, *Eupatorium espinosarum*, *Croton chrenbergii*, *Lippia sp.*, *Yucca filifera*, *Asclepias linaria*, *Koeberlinia spinosa* y *Euphorbia antisiphilitica*.

Se distribuye en la parte Este y centro Norte del área, a una altitud de 2140 msnm, en laderas y pequeñas planicies, con pendientes rectas y cóncavas, con una inclinación de 6 % a 10 % y una exposición Este-Oeste. Se desarrolla sobre substratos calizos, y tepetates calcáreos; se establece en Leptosoles líticos y réndzicos, someros, arenosos, muy pedregosos y básicos. La zona es un agostadero, por los múltiples recursos forrajeros con que cuenta y se complementa con elementos alimenticios, medicinales y energéticos. Este matorral se localiza principalmente en donde se encuentran los afloramientos calizos de Cardonal, estribaciones del cerro La Muñeca, los poblados del Olivo, Cantamayé, El Espíritu, El Defay, El Decá, La Vista, Loma Larga, Taxho, San Cristóbal y Daboxtha, ocupando 3 113.1 ha.

Matorral inerme de *Sophora secundiflora*

Sophora secundiflora ó pitol que es su nombre vulgar, es la especie fisonómicamente dominante, sin embargo, en el estrato herbáceo se encuentra *Dalea sp.* que numéricamente la supera. Las especies acompañantes son: *Koeberlinia espinosa*, *Agave striata*, *Jatropha dioica*, *Condalia espinosa*, *Karwinskia humboldtiana*, *K. mollis*, *Mammillaria sp.*, *Echinocactus platyacanthus*, *Flourensia resinosa*, *Coryphanta octacantha*, *Opuntia elongata*, *O. tunicata*, *Opuntia stenopetala*, *O. microdasys*, *Mimosa biuncifera* y varias compuestas.

Este tipo de matorral se distribuye entre los 1600 y 2140 msnm, en laderas con orientación SE-NO y pendientes de 20% a 30%, sobre conglomerados calizos, en suelos someros de tipo Leptosol lítico, Leptosol rendzínico y Regosol calcárico, franco arenosos ricos en materia orgánica, comprende un área cerca de El Buena y Piedra Chica, Cerro Blanco, Xuemeye y El Sáuz, en el Cardonal, ocupando una superficie de 409.1 ha. Generalmente esta vegetación se destina para libre pastoreo y fuente de plantas con propiedades medicinales.

Matorral mediano inerme

Hiriart y González Medrano (1983) reportan dos asociaciones de matorral mediano inerme; uno con *Flourensia resinosa* y otro con *Dalea dorycnoides*. El primero se establece sobre suelo calizo con exposición sureste, en laderas con pendientes con 30% y altitudes que van de los 1700 a 2100 msnm. El suelo sobre el que se establece es Leptosol lítico asociado con Leptosoles rendzínicos y Feozem calcárico. Los autores referidos señalan que el matorral de *Flourensia resinosa* es una comunidad moderadamente abierta en la que se pueden distinguir cuatro estratos, el superior alcanza de 2 a 3 m y está formado por eminencias muy aisladas de arbustos y árboles como *Acacia farnesiana*, *Ipomea wolcottiana*, *Juniperus flaccida* y *Sargentia greggi*. El estrato dominante está formado por arbustos de 1.5 m de alto y *Flourensia resinosa* ocupando aproximadamente el 90 % de la superficie de este estrato.

Al referirse al matorral mediano inerme de *Dalea dorycnoides* señalan que se establece en la ladera con pendiente entre 40 % y 50 % con orientación sureste del Cerro de la Corona entre los 1800 y 2000 msnm. Los suelos que ocupan son Leptosoles rendzícos derivados de calizas; son someros de color pardo negruzco, de texturas medias, ricos en materia orgánica y pH de 7.

Difiere de la primera comunidad en su fisonomía, ya que la dominancia está dada por distintas especies en cada uno de los matorrales; en esta comunidad al igual que en la de *Flourensia resinosa*, se presentan cuatro estratos; uno de eminencias de 2 a 3 m, compuesto esencialmente por las mismas plantas que en la comunidad antes citada. En un estrato arbustivo de 1.3 m de alto comparten la dominancia *Dalea dorycnoides*, *Karwinskia mollis* y *Mimosa depauperata*, siendo éste el piso que da la fisonomía. Por debajo de este estrato arbustivo se establecen dos estratos inferiores; uno de subfrútices que miden aproximadamente 0.25 m y otro de plantas herbáceas que se distribuyen principalmente en los sitios más sombreados, la especie mas común es *Pilea sp.*, además de algunas gramíneas.

Además de las especies mencionadas el matorral de *Dalea dorycnioides*, comparte muchos elementos con el matorral de *Flourensia*, por lo que es probable que las diferencias entre las asociaciones estén dadas por la orientación y los distintos grados de sobrepastoreo. Otro hecho que apoyaría lo anterior es que muchas de las especies presentes en estos matorrales se encuentran también en el matorral alto subinermes, que es el tipo de vegetación más ampliamente distribuido en Tolantongo. Los principales usos dados a este matorral es el forrajero y para la obtención de leña, aquí se destaca el uso de *Flourensia resinosa* por su propiedad de producir resina.

Matorral subinermes

Es una comunidad compuesta por plantas espinosas o inermes cuya proporción de unas a otras es mayor de 30% y menor del 70%. Los dominantes fisonómicos son: *Prosopis laevigata*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Bursera fagaroides*, *Pseudosmodium multifolium*, *Lippia* sp., *Pachycereus marginatus*, *Stenocereus dumortieri*, *Fouquieria splendens*, *Yucca filifera* y *Agave lechuguilla*. Otros vegetales acompañantes son: *Hechtia podantha*, *Mammillaria* sp., *Mimosa aculeaticarpa*, *Opuntia tunicata*, *O. imbricata*, *O. streptacantha*, *O. stenopetala*, *O. cochineria*, *Echinocactus platyacanthus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Jatropha dioica*, *Eysenhardtia polystachya*, *Leucophyllum ambiguum*, *Eupatorium espinosarum*, *Flourensia resinosa*, *Dasylirion acrotriche*, *Croton chrenbergii*, *Lippia* sp., *Brongniartia discolor*, *Asclepias linaria*, *Berberis trifolia*, *Tillandsia recurvata*, *Coryphantha erecta*, *Sanvitalia procumbens* y *Euphorbia antisyphilitica*.

Este tipo de Matorral se encuentra establecido en la parte media de la zona de estudio, a una altitud que va desde los 1800 a 2300 msnm. En laderas, planicies y mesetas de pendientes variables, desde muy pronunciadas (40 %) a sitios poco inclinados (10 %), de relieves sinuosos e irregulares; con exposición general Este-Oeste, sobre substratos de conglomerados ígneos localizados como pie monte en la Sierra Juárez, y conglomerados de fragmentos calcáreos o volcanosedimentarios localizados cerca del valle. Los suelos que soportan al matorral son Regosol éutrico, Leptosol mólico y Feozem háplico y calcárico; son pedregosos, poco profundos arenosos, con materia orgánica elevada y pHs neutros. El uso dado a esta vegetación es múltiple, encontrándose elementos alimenticios, forrajeros, medicinales, ornamentales, y energéticos. Además se observó que esta vegetación presenta mayor dominancia de suculentas a medida que el sustrato es más ígneo y se tiene una mayor altitud del terreno; mientras que hacia las partes bajas predominan los elementos espinosos y micrófilos.

Este matorral se distribuye en la zona centro de la región en incluye sitios como Dexthí, La Candelaria, El Puerto Dexthí, Ustheje, Bojay, Cantamayé, Naxthey, Orizabita, San Antonio Sabanillas, y Xitha, ocupando una superficie de 6 615.6 ha.

Matorral alto subinermes

Este tipo de vegetación corresponde a una comunidad similar al matorral submontano descrito por Rzedowski (Rzedowski, 1993, *In*: Villavicencio, 1993), pues florísticamente son muy similares; sin embargo, en Tolantongo este matorral presenta una menor cantidad de elementos espinosos. El matorral alto subinermes ocupa 582.84 ha, se establece sobre suelos Leptosoles líticos y réndzicos, en suelos relativamente profundos (de 20-30 cm) de color oscuro que varían de pardos a grises y hasta negros, tienen un buen drenaje y bastante materia orgánica, las pendientes son pronunciadas pues varían desde 40% a 90%, en algunos lugares el afloramiento de roca madre alcanza el 40 % y la

pedregosidad es de 35%. Dado su requerimiento de humedad, esta comunidad se encuentra preferentemente en las laderas orientadas al norte en altitudes que van desde los 1400 hasta los 2100 msnm. Es una comunidad bastante densa, donde la fisonomía está dada por especies arbustivas altas (2 a 4 m) con algunos individuos que sobresalen como eminencias. Florísticamente varía de un sitio a otro, distinguiéndose 3 variantes, una localizada en la parte alta de la barranca (entre 1600 y 2100 msnm); otra hacia los 1400 y una última hacia las cañadas.

En la parte alta el matorral está formado por plantas arbustivas que alcanzan entre 2 y 3 m de altura, ahí las especies dominantes son: *Mortonia hidalguensis* y *Gochnatia hipoleuca*, las que con otros arbustos, alcanzan coberturas mayores de 100 %. En algunos sitios sobresalen arbustos de 4 a 5 m de altura entre los que se pueden distinguir: *Cordia boissieri*, *Juniperus flaccida*, *Dasylyrion longissimum*, *Pinus pinceana*, *Acacia micrantha* y *Yucca filifera*. Subordinado al estrato de arbustos altos hay un estrato de arbustos más pequeños (0.50 a 1.20 m), que se caracterizan por la dominancia de *Tourneforti velutina*, *Eupatorium espinosarum* y *Eupatorium hastile*. La otra faceta del matorral alto subinermes la encontramos en la parte baja de Tolantongo hacia los 1400 msnm. Fisonómicamente es distinto del que se establece en las partes altas, ya que es menos denso y la presencia de especies como *Cephalocereus senilis*, *Fouquieria splendens* y *F. fasciculata* dan un aspecto diferente a la comunidad. En el fondo de la barranca el matorral alto subinermes está dominado por: *Cigarrilla mexicana*, *Calliandra eriophylla*, que forma un estrato de 2 m de altura, encontrando también entre otras especies a: *Bursera fagaroides*, *Erythrina americana*, *Fluorencia laurifolia*, *Mimosa spp.*, *Montanoa mollissima* y *Prosopis laevigata*. En las cañadas el desarrollo del matorral alto subinermes se ve favorecido por la mayor cantidad de humedad disponible por lo que son frecuentes algunas especies de regiones más húmedas: *Acacia schaffneri*, *Erythrina coralloides*, *Parmentiera edulis*, y *Pinus pinceana*. En este matorral se encuentran reportadas *Rzedowskia tolantonguensis* como especie endémica de México que pertenece a la familia Celastraceae, y *Neoeplingia* un nuevo género de Labiadas (Labiatae) del estado de Hidalgo (Hiriart, 1983). Este matorral se ve fuertemente impactado por actividades pecuarias y la obtención de leña; además es una de las zonas de mayor diversidad y que presenta una fuente de recursos para diferentes fines en la comunidad.

Matorral crasicaule

Aquí se incluye a la vegetación formada por cactáceas grandes o asociaciones de diversas especies de *Opuntia* y Cactáceas candelabrifórmes como *Myrtillocactus geometrizans*, que presentan en sus agrupaciones una altura media de 4 a 5 m (Miranda, 1963).

Las especies dominantes son *Opuntia streptacantha*, *O. cantabrigiensis*, *O. robusta*, *O. cochineria*, *O. imbricata*, *O. leptocaulis*, *O. tunicata*, *O. stenopetala*, asociados con *Myrtillocactus geometrizans*, *Prosopis laevigata*, *Pachycereus marginatus*, *Mimosa sp.*, *Agave crassispinia*, *Karwinskia humboldtiana* y *Aloe barbadensis*. Existen otros elementos acompañantes como: *Hechtia podantha*, *Tillandsia recurvata*, *Jatropha dioica*, *Ferocactus latispinus*, *Croton morifolius*, *C. chrenbergii*, *Echinocereus cinerascens*, *Leucophyllum ambiguum*, *Calochortus barbatus*, *Eupatorium espinosarum*, *Fluorencia resinosa*, *Acacia berlandieri*, *Brongniartia discolor*, *Yucca filifera*, *Asclepias linaria*, *Mammillaria sp.*, *Sanvitalia procumbens* y *Selaginella lepidophylla*. En este Matorral se diferenciaron asociaciones de Crasicaule de *Opuntia*, de *Stenocereus dumortieri* y de *Myrtillocactus geometrizans*.

Su distribución es muy diversa, encontrándose desde los 1800 a 2400 msnm; en crestas, laderas, declives y barrancas; con pendientes de poco inclinadas (10 % al 15 %) a muy pronunciadas (30 % a 50 %), sobre sustratos riolíticos y andesíticos; en suelos de Leptosol lítico y Feozems háplico y calcárico; poco desarrollados, poco profundos y de texturas arenosas. El empleo dado a esta vegetación es variado, distinguiéndose el alimenticio y forrajero, sobresaliendo el uso de las cactáceas. Esta vegetación se encuentra ampliamente distribuida en la sierra de San Juanico, Tasquillo, Sierra Juárez, San Antonio Sabanillas y Xhitá. Este matorral ocupa 7 318.5 ha.

Matorral rosetófilo

También denominado matorral desértico rosetófilo, caracterizado por presentar en la mayoría de las especies hojas en forma de roseta y se desarrollan preferentemente sobre suelos someros, derivados de materiales sedimentarios.

Este matorral es característico por la presencia de *Dasyliion longissimum* y *D. acrotriche*, *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia stenopetala*, *Agave crassipina*, *A. americana*, *Mimosa biuncifera*, *Jatropha dioica*, *Condalia espinosa*, *Phoradendrum brachistachyum*, *Ephedra compacta*, *Sanvitalia procumbens*, *Brongniartia discolor*, etc..

Se localiza entre los 1800 y 2060 msnm, en laderas y lomeríos, con pendientes de 40% y orientación E-O, sobre sustratos de conglomerados calizos y areniscas, sobre Leptosoles líticos, someros de colores claros, texturas arenosas y bajo contenido de materia orgánica. Se distribuye al Este de la zona, cerca de San Cristóbal. Ocupa una superficie de 39.6 ha.

Matorral crasirosulifolio

Esta vegetación se caracteriza por la dominancia de especies subarborescentes en forma de roseta y formas crasas.

En la zona de estudio se encuentra representada por la codominancia de *Agave lechuguilla* y *A. striata*, acompañados de *Opuntia stenopetala*, *Aloe barbadensis*, *Eysendhartia polystachya*, *Hechtia argentea*, *H. podanta*, *Opuntia leptocaulis*, *O. robusta*, *O. tunicata*, *O. streptacantha*, *O. microdasys*, *Mimosa biuncifera*, *Echinocereus cinerascens*, *Echinocactus platyacanthus*, *Sanvitalia procumbens* y *Eupatorium sp.*

Se distribuye entre los 1900 y 2020 msnm, sobre calizas y conglomerados ígneos, con pendientes de 20 % a 40%, en laderas con orientación. En suelos de someros a profundos, con mediano contenido de materia orgánica y carbonatos, de textura arenosa, pHs neutros o ligeramente alcalinos. Se localiza en el centro de la zona que va desde el Puerto Dexthí hasta San Antonio Sabanillas, y que abarca cerca de 25 localidades donde se realiza la tala de la lechuguilla para la obtención de fibra o ixtle. Ocupa una superficie de 1 388.7 ha.

Matorral espinoso de *Prosopis laevigata* o Mezquital

El matorral espinoso o mezquital está formado por más del 70 % de plantas espinosas, donde el dominante fisionómico es el mesquite (*Prosopis laevigata*), conjuntamente con *Acacia shaffneri*, *A. farnesiana*, *Celtis pallida*, *Karwinskia humboldtiana* y *Koeberlinia spinosa*. Otros elementos encontrados en este tipo de vegetación son *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia cantabrigiensis*, *O. imbricata*, *O. Streptacantha*, *O. tunicata*, *Yucca filifera*, *Echinocereus cinerascens*, *Ferocactus latispinus*, *Jatropha dioica*, *Lippia graveolens* y *Mimosa biuncifera*.

En el estrato herbáceo se encuentran *Artemisia ludoviciana*, *Bidens pilosa*, *Boerhavia erecta*, *Eragrostis sp.*, *Sanvitalia procumbens*, *Tillandsia recurvata* y *Phoradendron brachystachyum* (muérdago), que parasita a *Prosopis*.

En el área de estudio este tipo de comunidad se encuentra muy alterada e incluso ha llegado a ser totalmente desplazada por agricultura de temporal o riego. Sin embargo, existe una pequeña zona que presenta las siguientes características ambientales: altitudes que van de los 1640 a los 1800 msnm, en zonas formadas por acumulo de materiales transportados o en sitios donde en alguna parte del año sirve como lechos de arroyos, los relieves son sinuosos, las pendientes van de 1% a 10%, sobre Regosoles calcáricos y Fluvisoles éutricos, muy pedregosos, de texturas arenosas, bajos de materia orgánica y pHs alcalinos. Los usos reportados para este matorral son alimenticios, medicinales, para construcción, forrajeros y energéticos. Es una de las comunidades más impactadas de toda la zona.

Matorral espinoso deciduo

Este tipo de vegetación se caracteriza por la presencia de *Fouquieria splendens* (ocotillo), que es una planta con espinas y hojas pequeñas caedizas. Otros elementos asociados son *F. fasciculata*, *Myrtillocactus geometrizans*; *Celtis pallida*, *Jatropha dioica*, *O. tunicata*, *O. stenopetala*, *O. imbricata*, *O. leptocaulis*, *O. streptacantha*, *O. microdasys*, *O. cantabrigiensis*, *Prosopis laevigata*, *Pachycereus marginatus*, *Stenocereus dumortieri*, *Bursera fagaroides*, *B. schlechtendalii*, *Mimosa sp.*, *Karwinskia humboldtiana*, *Ephedra compacta*, *Eysenhardtia polystachya*, *Agave lechuguilla*, *Croton morifolius*, *Echinocereus cinerascens*, *Echinocactus ingens* y *Leucophyllum ambiguum*. Otros elementos acompañantes son: *Hechtia podantha*, *Tillandsia recurvata*, *Calochortus barbatus*, *Eupatorium espinosarum*, *Pseudosmodingium multifolium*, *Lippia sp.*, *Yucca filifera*, *Asclepias linaria*, *Lonicera mexicana*, *Selaginella lepidophylla*, *Ferocactus latispinus*; *Agave crassispina*, *Mammillaria sp.*, *Dasylyrion acrotiche*, *Brongniartia discolor*, *Acacia farnesiana*, *Dolichothele sp.*, *Commelina sp.*, *Bouvardia ternifolia*, *Sanvitalia procumbens*, *Sedum sp.* y *Tagetes patula*.

Este Matorral se encuentra distribuido de los 1640 a 1800 msnm, en mesetas, laderas y barrancas, con pendientes de 10% al 40%, de relieves cóncavos, irregulares y sinuosos, con exposición Este-Oeste; sobre sustratos de conglomerados, sedimentos calcáreos, y en menor proporción volcánico-sedimentarios. En suelos de Regosol éutrico, Fluvisol éutrico, Feozem háplico y F. calcárico, someros poco profundos, de texturas medias, ricos en materia orgánica y pHs neutros. Los usos reportados para esta vegetación son principalmente pecuario y alimenticio. Este matorral se encuentra mezclado con el subinierme, sin embargo, se le puede encontrar en las barrancas desde Orizabita hasta el Puerto Dexthí y La Candelaria. Ocupa un área de 2 344.8 ha.

Matorral alto espinoso con casicaules

Se localiza en la parte más baja de la Barranca de Tolantongo a más o menos 1200 msnm en los alrededores del Cerro del Tecomate y en la Barranca de los Libros. Este tipo de vegetación está confinado a aquellos sitios donde el material parental es de origen ígneo. Los suelos son Leptosoles de colores pardos, muy delgados y susceptibles a erosión intensa. La fisonomía de este matorral está dada por las grandes cactáceas columnares: *Myrtillocactus geometrizans* y *Stenocereus dumortieri*, así como por algunos arbustos. La estratificación comprende cuatro niveles; uno de grandes cactáceas y emergencias como: *Myrtillocactus geometrizans*, *Stenocereus dumortieri*, *Pachycereus marginatus* y

Yucca filifera; estrato formado por plantas arbustivas y arborescentes de 3 a 4 m de altura, muchas de ellas con espinas *Prosopis laevigata* y *Acacia schaffneri*, son las plantas dominantes.

Un grupo de arbustos pequeños (0.5 a 0.9 m), se encuentran subordinados al estrato anterior, y un último estrato de hierbas y sufrútices. El uso de estos materiales es pecuario, cuando la fisiografía lo permite, son áreas también representativas de los ecosistemas locales y forma parte de las zonas sugeridas como áreas protegidas.

Matorral alto de esclerófilos con *Nolina*

El matorral alto se encuentra ocupando la ladera orientada al norte del Cerro Boludo de Tolantongo entre los 2150 y los 2300 m de altitud, se asienta sobre calizas con fuertes pendientes (65% a 80%) y el Cerro Grande. Se calculó que ocupa aproximadamente una superficie de 884 ha. Los suelos de Leptosol rendzico y mólicos son relativamente profundos y contienen gran cantidad de materia orgánica.

Se caracteriza por ser un matorral de 2 a 3 m de alto en que sobresale *Dasyllirion longissimum* y *Nolina nelsonii*, que se encuentran esparcidos en un conjunto impenetrable de arbustos altos. Además de sus emergencias en este matorral se distingue un estrato dominante de plantas arbustivas altas (2 a 3 m) y otro constituido por arbustos más pequeños (1 a 1.5 m). Un estrato de 0.1 a 0.5 m está formado por algunas hierbas y sufrútices; pero estos aparecen preferentemente en los lugares descubiertos, pues donde el matorral es muy denso solamente se encuentra *Stipa sp.* Las especies dominantes en el matorral varían considerablemente en las laderas y en las cañadas, ya que en las últimas dominan *Eugenia fragans* y *Bauhinia sp.*, mientras que en la ladera de exposición Norte la dominancia es compartida entre *Cornus disciflora* y especies de *Quercus* (Hiriart, 1983).

Estos sitios se ocupan principalmente para el pastoreo, existen lugares altamente impactados que requieren acciones de restauración del paisaje.

En general, la vegetación natural que se desarrolla en la zona se encuentra con distinto grado de disturbio como consecuencia del intenso uso del suelo. En particular, el libre pastoreo con cabras, ha provocado en algunos sitios la supresión completa de la cubierta vegetal y la erosión extrema del suelo llegando a formar en muchos casos cárcavas profundas.

Selva baja caducifolia de *Bursera morelensis*

La fisonomía de esta comunidad está dada por *Bursera morelensis*, que destaca por sus troncos rojos aunque en algunos sitios protegidos el aspecto de la comunidad cambia debido a la presencia de *Cephalocereus senilis*. Es notable también el cambio de aspecto que sufre la selva baja en el periodo seco, pues *Bursera morelensis* y los escasos árboles que hay en el estrato superior pierden las hojas completamente. La comunidad es pobre florísticamente, sobre todo si se compara con las selvas bajas caducifolias de la cuenca del Balsas, con las que tienen cierto parecido. Sin embargo, al comparar florísticamente la selva baja de Tolantongo con la del Balsas y las del Valle de Tehuacán-Cuicatlán se encontró que 25 (43%) de las especies consideradas para Hidalgo están también presentes en dichas áreas (González-Medrano, 1978).

Desde el punto de vista estructural, es una comunidad abierta en la que se pueden distinguir cuatro estratos: un estrato arbóreo de alrededor de 4 m de altura con el que alternan algunas cactáceas columnares, un estrato de arbustos alto (2 m), que es el más rico florísticamente; otro de los arbustos pequeños de aproximadamente 0.7 m y un estrato constituido por sufrútices y algunas hierbas escasas. Los autores mencionados señalan que la presencia de *Bursera morelensis* y *Pseudosmodium multifolium*, cuya área de distribución principal es actualmente la cuenca del Balsas, parecen representar reliquias de tiempos en que un clima más caliente que el actual dominaba sobre amplias áreas, la presencia de elementos con afinidades tropicales como: *Acacia coulteri*, *Bursera simaruba*, *Sideroxylon palmeri*, *Hauya elegans*, *Harpalyce arborescens*, *Krugiodendron fereum*, entre otras, es aplicable también, si se asume que en el pasado un clima más caliente que el actual, se extendió sobre amplias áreas y que actualmente la elevada humedad y temperatura en el fondo de la barranca permiten el establecimiento de estas especies. La presencia de esta selva se debe a un fenómeno de exposición, pues a lo largo del día y el año recibe mayor insolación, el rango altitudinal favorece la elevación de la temperatura, la humedad relativa es más alta, lo cual favorece la formación de un microclima de trópico seco. El principal uso de estos sitios es el libre pastoreo y la obtención de elementos para leña, su conservación se ve favorecida por el relieve y las pendientes muy pronunciadas. Su eliminación provocaría fuertes derrumbes.

Este tipo de vegetación se distribuye invariablemente sobre las laderas que miran al sur, entre 1150 y 1500 msnm ocupando una superficie de 485.1 ha, en donde la roca madre es de origen sedimentario (lutitas); los suelos de estos sitios son Leptosoles asociados con Regosoles éutricos y calcáricos, de colores claros y texturas medias ricos en materia orgánica.

Bosque de galería y vegetación riparia

Este tipo de comunidad es manejada como vegetación a lo largo del cañón del Río Tula por González-Quintero (1968); sin embargo, aquí se encuentran mezclados el bosque de galería, que es una comunidad arbórea de *Taxodium mucronatum* establecida en las orillas del río, y la vegetación de galería, que se encuentra en los márgenes y planicies aluviales y fisonómicamente diferente a la vegetación que la rodea. Los dominantes fisonómicos son *Taxodium mucronatum*, *Stenocereus dumortieri*, *Pachycereus marginatus*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia streptacantha*, *Bursera fagaroides* y *B. schlechtendalii*. El estrato arbustivo está representado por *Acacia farnesiana*, *Alnus sp.*, *Salix humboldtiana*, *Populus sp.*, *Prosopis laevigata*. Existen otros acompañantes como *Buddleia sessiliflora*, *Asclepias linaria*, *Erythrina coraloides*, *Tillandsia recurvata*, *T. usneoides*, *Mirabilis jalapa*, *Dichondra argentea*, *Commelina diffusa*, *Proboscidea fragans*, *Polygonum hidropiperoides*, *Sphaeralcea angustifolia*, *Urtica dioica*, *Convolvulus arvensis*, *Cestrum fulvescens*, *Montanoa tomentosa*, *Cynanchum maccaratti*, *Mascagnia macroptera*, *Marsdenia coulteri*, *Loeselia coerulea*, *Evolvulus alcinoides* y *Leonotis nepetifolia*.

Esta vegetación se encuentra a una altitud de 1640 msnm; en particular, el Bosque se establece en vegas de aluvión con pendientes de 1% a 3%, mientras que la vegetación de galería se erige en las zonas de cañón, sobre sitios de pendientes muy pronunciadas del 40% a 50%. En general, presenta una exposición Norte-Sur; con sustrato lítico de conglomerados gravosos, sobre Leptosoles líticos, F, háplico y Fluvisoles éutricos. Los usos reportados para el área son agostaderos, sitios de recolecta de materiales para construcción, y alimenticios, además suelen mezclarse con sistemas agrosilvícolas. Su distribución se observa a lo largo de la vega del Río Tula, constituyendo un área de 253.7 ha.

La vegetación riparia en Tolantongo se establece en las partes bajas de la barranca (1040 a 1400 msnm), ocupando una superficie de 68 ha, por donde corren pequeños arroyos y a las orillas del río; las condiciones ambientales se modifican considerablemente, la cantidad de agua disponible y un aumento importante en la temperatura son factores que se conjugan para favorecer el establecimiento de una vegetación exuberante con fisonomía de una selva baja, pues algunos árboles alcanzan entre 10 y 12 m de alto entre los que pueden observarse: *Bursera simaruba*, *Ficus cotinifolia*, *Pithecellobium dulce*, *Salix humboldtiana*, *Lysiloma sp.* y *Annona sp.* mezcladas con especies cultivadas como: café, aguacate, mango y zapote amarillo. Hiriart y González Medrano (1983) señalan que muchas de las especies de árboles y arbustos que se establecen a lo largo del río, pertenecen a especies de afinidades tropicales.

Por su acceso restringido son las áreas de buena conservación de los elementos silvestres, por estar en sitios cuyo sustrato es muy inestable y sujeto a derrumbes, por lo que se sugiere su conservación como vegetación tipo.

Importancia biogeográfica de la flora

Es necesario destacar la importancia ecológica de la zona y en especial la Barranca de Tolantongo, que en un área muy pequeña, posee una diversidad de comunidades vegetales que le confieren gran interés biológico, ecológico y fitogeográfico, ya que dicha diversidad es producto de la variedad de microambientes que se forman por diferencias en exposición, altitud, estrato, pendientes, etc., que se manifiestan en la riqueza de formas biológicas y de especies vegetales representada por 83 familias, 227 géneros y 334 especies; que brindan una fuente de recursos potenciales y oportunidades de aprendizaje e investigación, y la posibilidad de desarrollar actividades turísticas con un enfoque ambiental (ecoturismo), en un sitio cercano a importantes centros urbanos.

Este sitio de estudio puede ser considerado como zona de valor biológico por el componente endémico que se ha reportado en ella hasta el momento, sobre todo si se considera que la distribución de dicho componente se encuentra limitada principalmente a la barranca de Tolantongo. En este sentido, es necesario recordar que el concepto de endemismo corresponde a un taxa que se encuentra sólo en un lugar, región, país, según la unidad territorial en la que se basa el análisis. Su pérdida equivale a la extinción ya que no hay nada equivalente en ningún otro lugar.

En este sentido cabe resaltar las diversas afinidades de la flora de la barranca de Tolantongo que en función de su posición geográfica, la ubican dentro de 2 provincias fitogeográficas: la Altiplanicie y la Sierra Madre Oriental, que favorecen la presencia en un área pequeña de elementos de linaje variado; así como la presencia de algunos elementos o de comunidades enteras con distribución discontinua.

Entre los componentes florísticos de la barranca de Tolantongo, se encuentran especies que tienen atractivo actual y potencial como plantas de ornato, entre las que se pueden citar: *Choysia ternata*, *Portlandia mexicana*, *Hoverdenia speciosa*, *Cordia boissieri*, *Dasylyrion sp.*, *Nolina sp.*, *Bursera fagaroides*, *Bursera morelensis*, y *Cephalocereus senilis* entre otras; así como, especies que pueden ser utilizadas en programas de recuperación y restablecimiento de la cubierta vegetal en áreas degradadas.

En Tolantongo se encuentran reportadas las siguientes especies endémicas: *Rzedowskia tolantonguensis* (Celastraceae), se encuentra en el matorral alto subinermes en laderas calizas de fuerte pendiente a 1320 msnm con orientación norte. *Rzedowskia*, es un género nuevo descrito por Hiriart (1983), *Neoeplingia* (Labiada), es un género nuevo para el Estado de Hidalgo, descrito por Reannamoorthy, et al. en 1982 (Hiriart, 1983). De acuerdo con el autor, este género puede ser

visualizado como un miembro sobresaliente de la flora relictual de la zona árida hidalgüense. *Neoeplingia leucophylloides*, es una especie endémica de la Barranca de Tolantongo que se encuentra en el matorral alto subinermes, en pendientes pronunciadas y de orientación oeste con altitudes de 1700 a 1800 msnm en sitios alterados por el pastoreo caprino, lo que puede hacerla más vulnerable a la extinción. *Scutellaria molanguitensis* (Labiada), es una nueva especie de *Scutellaria* descrita por Hiriart (1983) para la barranca. *Dyscritothamnus fillifolius* (Asteracea), es otra especie endémica del sitio, suele encontrarse en el matorral alto subinermes con pendientes fuertes.

9.1.2.2. Fitodiversidad

Los muestreos y las determinaciones realizadas revelan que la riqueza específica de la zona consta de 75 familias con 353 especies. Destacando las mimosas con una riqueza de 37 especies, las cactáceas con 31 igual que las asteráceas, siguiendo las euforbias con 19 y los pastos con 12.

La Figura 14 señala los índices de diversidad encontrados.

Del total de especies reportadas y de acuerdo a los criterios ecológicos de la norma CT-CERN-001-91 que determinan las especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial y sus endemismos de la flora y fauna terrestres y acuáticas en la República Mexicana, se tiene que *Cephalocereus senilis*, *Mammillaria schideana* y *Erythrina coralloides* están consideradas como especies amenazadas, por lo que se requiere de acciones de conservación.

Evaluación del estado de las especies (estatus de las especies: amenazadas, en peligro, de manejo especial, endemismos).

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	ESTADO
Pinaceae	<i>Pinus pinceana</i>	Pr
Cactaceae	<i>Cephalocereus senilis</i>	A
	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr
	<i>Mammillaria schidenana</i>	A
Celastraceae	<i>Rzedowskia tolantongensis</i>	E
Compositae	<i>Dyscritotahmnus filifolius</i>	E
Leguminosae	<i>Erythrina coralloides</i>	A

A = Amenazada

E = Endémica

Pr = Protección Especial

Los diferentes tipos de vegetación determinados muestran una distribución acorde a un gradiente y esto se atribuye a que el área ha sido muy dinámica geomorfológica y geológicamente, que ha ocasionado una diferenciación de suelos y variantes climáticas, esto se demuestra en el análisis de la Diversidad, la cual muestra valores mas altos para los matorrales subinermes y menores para los bosques, específicamente para el bosque piñonero.

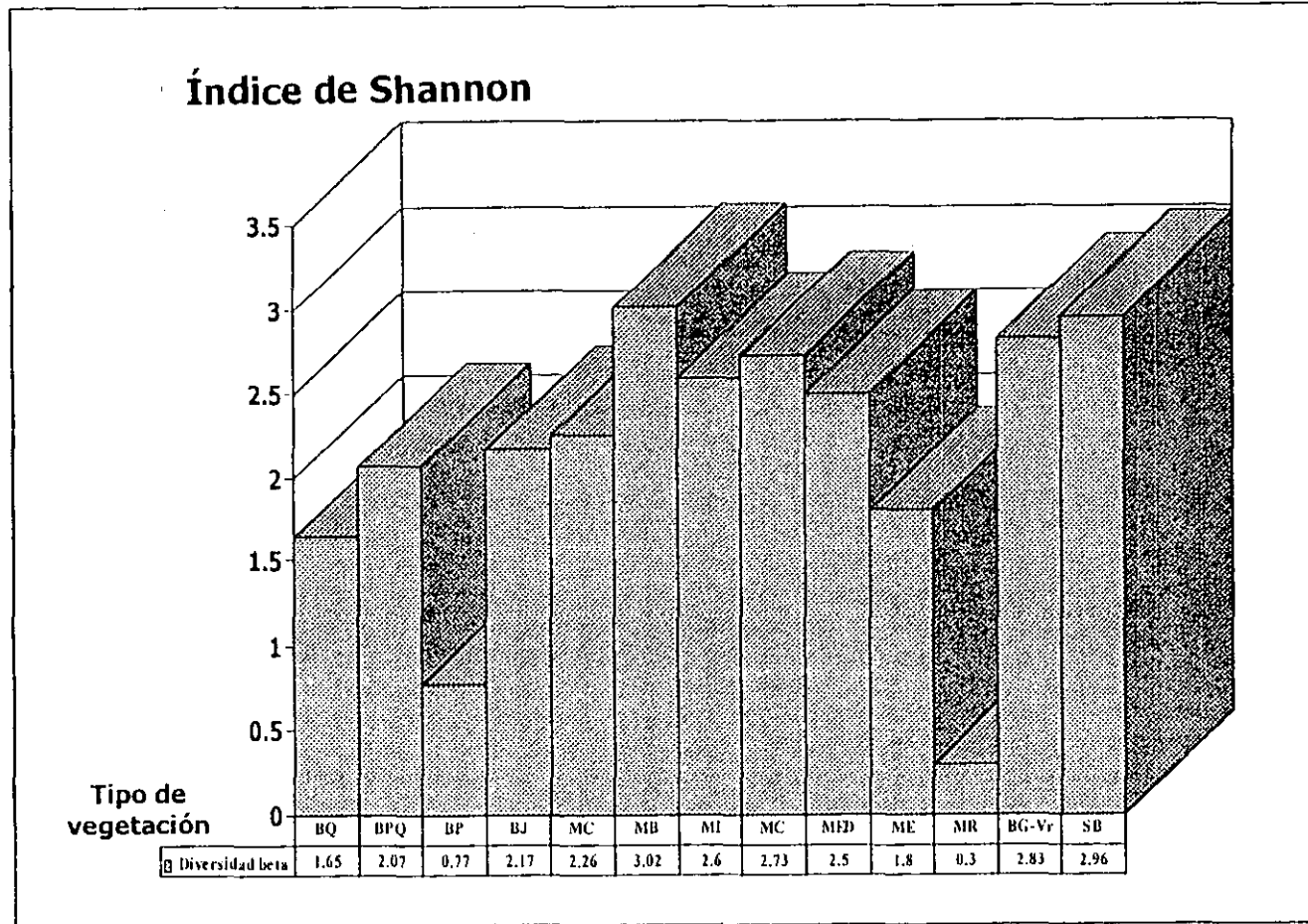


Fig. 14. Diversidad por tipos de vegetación del Alto Mezquital

9.1.2.2. Uso Tradicional de la Flora

La información recabada en campo mostró que existen 181 especies de plantas nativas a las que se les atribuyeron 10 usos diferentes, cabe aclarar que varias especies tienen diversos usos, siendo de importancia para la gente porque con ellas se realiza un uso múltiple. Se encontró que los principales usos fueron: forrajero con 127 especies, 36 ornamentales, 34 medicinales, 22 alimenticias y en menor proporción siguen las empleadas como energéticas, barreras vivas, tóxicas y artesanales. Un resumen se presenta en el Cuadro 30.

USOS	No. DE ESPECIES	%
Alimenticio	22	7.97
Medicinal	34	12.32
Forrajero	127	46.01
Energético	21	7.61
Construcción	20	7.25
Ornamental	36	13.04
Agroindustrial	5	1.81
Artesanal	3	1.09
Barreras vivas	5	1.81
Tóxicas	3	1.09

Cuadro 30. Usos tradicionales de flora nativa del Alto Mezquital

9.1.2.4. Recursos Faunísticos

Importancia biogeográfica, diversidad, estado de las especies, usos tradicionales

El área de estudio se encuentra en una zona de transición comprendida por dos regiones zoogeográficas que son la Neártica y Neotropical que comprenden provincias bióticas que se caracterizan por peculiaridades en tipo de vegetación, fauna, clima, fisiografía y suelos. El sitio de interés se localiza desde el punto de vista faunístico dentro de la Provincia Biótica Sierra Madre Oriental, cuyos límites han variado considerablemente según distintos autores. "Smith (1941) la considera como dos provincias bióticas; criterio diferente sustentan Goldman y Moore (1946), quienes aplican el nombre de Provincia Biótica Sierra Madre Oriental; a lo que Smith denominó Provincia Biótica Austro-Oriental, mientras que la Provincia Hidalguense es dividida entre otras que la limitan. Stuart (1964), confiere a su Provincia Biótica Sierra Madre Oriental una extensión muy similar a la que asigna Smith a sus Provincias Austro-Oriental e Hidalguense" (In: Alvarez *et al.*, 1991), comprendiendo en esto las regiones montañosas formadas principalmente por plegamientos; estas formaciones plegadas determinan la existencia de numerosos valles bordeados por anticlinales montañosos formados principalmente por rocas calizas.

Esta provincia biótica muestra varios gradientes, en sentido Este-Oeste, las diferencias de nivel son mucho más abruptas con relación a la Planicie Costera del Golfo de México: siendo al mismo tiempo esta vertiente mucho más húmeda; mientras que las diferencias de nivel entre la sierra y el altiplano son menos abruptas, además se ser considerablemente menos húmeda esta vertiente interna por efecto de sombra orográfica, a tal punto de constituir un corredor que permite la penetración de especies

propias de formaciones áridas a francamente desérticas. Otro gradiente se establece de norte a sur siendo también mucho más árido en la porción norte que en sur, una mayor humedad es notable en el extremo sur de la provincia, donde las formaciones plegadas son intrusionadas por conos volcánicos pertenecientes al Eje Volcánico Transversal (Alvarez *et al.*, 1991).

El valle conjuntamente con la Barranca de Tolantongo puede ser considerada como una provincia biótica por sí misma ya que por sus características orográficas y el conjunto de comunidades vegetales presentes en la zona crean una diversidad de ambientes que favorecen la presencia de muchas especies animales.

Por otro lado, considerando a la fauna silvestre como recurso natural renovable, es necesario un aprovechamiento racional en función de sus ciclos biológicos, distribución y abundancia. Además de que el Estado de Hidalgo se encuentra dividido en 4 Regiones Cinegéticas; ubicando a la zona de estudio en las Regiones 1 y 2 y considerando a Tolantongo como Área de Veda.

Sin embargo, a pesar de su riqueza, esta zona ha sido muy poco estudiada desde el punto de vista zoológico (Dilford, C. y J. Knox, 1978. *In*: Marmolejo, S. Y. 1993), lo que ha ocasionado una escasez de información en cuanto a su diversidad y situación actual de las especies en la región, tanto de la barranca como de todo el estado de Hidalgo.

Las características morfológicas de la barranca y la falta de información hacen difícil una evaluación de la situación actual de la fauna de este lugar. Por tal motivo, para realizar una evaluación del componente faunístico se consideraron los siguientes criterios:

De acuerdo con lo anterior se realizó un listado de especies faunísticas reportadas para todo el Alto Mezquital encontrándose un total de 4 familias de anfibios, con 7 especies; los reptiles con 5 familias y 20 especies; las aves se agrupan en 13 familias y 29 especies; los mamíferos presentaron 16 familias y 32 especies. A continuación se muestra el listado con aquellas especies que tienen algún estatus de conservación especial, además se señala en una columna a la derecha su nombre común.

Estas especies son:

ANFIBIOS	
Orden Caudata	
Familia Plethodontidae	
<i>Pseudoeurycea sp</i>	Salamandra
Orden Anura	
Familia Bufonidae	
<i>Bufo occidentalis</i>	Sapo
<i>Bufo punctatus</i>	Sapo
Familia Hylidae	
<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita
<i>Hyla eximia</i>	Ranita
Familia Ranidae	
<i>Rana spectabilis</i>	Rana

REPTILES

Orden Scumata

Suborden Sauria

Familia Phrynosomatidae

Phrynosoma orbiculare

Camaleón A/E

Sceloporus alderi

Lagartija R/E

Sceloporus anahuauus

Lagartija

Sceloporus cyanogenys

Lagarto espinoso azul

Sceloporus gramicus

Lagartija R

Sceloporus magister

Lagarto espinoso de doble mancha

Sceloporus mucronatus

Lagartija

Sceloporus olivareus

Lagarto espinoso de Texas

Sceloporus spinosus

Lagartija

Sceloporus torcuatus

Lagartija

Sceloporus sp.

Lagarto espinoso

Familia Scincidae

Eumeces breviostris

Lagartija

Scinella gemmingeri

Lagartija

Suborden Serpentes

Familia Colubridae

Masticophis flagellum

Culebra A

Thamnophis sp

Culebra

Familia Elaphidae

Micrurus flavivus

Coralillo R

Familia Viperidae

Crotalus triseratus

Cascabel

AVES

Orden Falconiformes

Familia Accipitridae

Accipiter striatus

Gavilán A

Accipiter cooperi

Gavilán A

Buteo magnirostris

Aguila PE

Familia Cathartidae

Cathartes aura

Zopilote

Orden Galliformes

Familia Phasianidae

Cytromyx montezumae

Codorniz pinta

Callipepla squamata

Codorniz escamosa

Colinus virginianus

Codorniz C

Orden Columbiformes

Familia Columbidae

Columba fascinata

Paloma de collar

Columba livia

Paloma

Columba passerina

Paloma

Zenaida asiatica

Paloma de alas blancas

Zenaida macroura

Paloma C

AVES

Orden Cuculiformes	
Familia Cuculidae	
<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco
<i>Geococcyx californicus</i>	Correcaminos
Orden Apodiformes	
Familia Trochilidae	
<i>Cyananthus sordidus</i>	Colibrí A/ E
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí
Orden Piciformes	
Familia Picidae	
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero
Orden Paseriformes	
Suborden Passeres	
Familia Mimidae	
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle
<i>Toxostoma longirostre</i>	Cuitlacoche
Familia Emberizidae	
Subfamilia Icterinae	
<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria
Subfamilia Emberizanae	
<i>Pipilo Chlorurus</i>	Toquí
<i>Aimophila mystacalis</i>	Zacatonero A/E
<i>Calamospiza melanocorys</i>	Gorrión
Familia Fringilidae	
<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico
Familia Icteridae	
<i>Icterus spurius</i>	Oriol ocre
Familia Corvidae	
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo
Familia Troglodytidae	
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca
<i>Campylorhynchus brunneicapillos</i>	Matraca

MAMIFEROS

Orden Chiroptera	
Familia Vespertilionidae	
Subfamilia Vespertilioninae	
<i>Myotis velifer</i>	Murciélago
<i>Myotis yumanensis</i>	Murciélago
<i>Myotis californicus</i>	Murciélago
<i>Plecotus mexicanus</i>	Murciélago
<i>Eptesiscus fuscus</i>	Murciélago
<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago
<i>Lasiurus cinerus</i>	Murciélago

MAMÍFEROS

Familia Molossidae	
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago
<i>Tadarida macrotis</i>	Murciélago
Familia Mormoopidae	
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago
Familia Phyllostomidae	
Subfamilia Phyllostomatinae	
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago A
Subfamilia Glossophaginae	
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago A
Orden Edenata	
Familia Dasypodidae	
Subfamilia Dasyponinae	
<i>Dasyus novemcintus</i>	Armadillo C
Orden Lagomorpha	
Familia Leporidae	
Subfamilia Leporinae	
<i>Lepus californicus</i>	Liebre C
<i>Lepus callotis</i>	Liebre tarda
<i>Sylvilagus auduboni</i>	Conejo C
Orden Rodentia	
Familia Heteromyidae	
<i>Perognatus flavus</i>	Ratón
Suborden Myomorpha	
Familia Cricetidae	
Subfamilia Cricetinae	
<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón
<i>Peromyscus truei</i>	Ratón
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón
<i>Reithrodontomys fluecens</i>	Ratón
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón
<i>Syngmodon hispidus</i>	Rata
Orden Marsupialia	
Familia Didelphidae	
Subfamilia Didelphinae	
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache PE
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
Orden Insectivora	
Familia Soricidae	
Subfamilia Soricinae	
<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña
Orden Carnivora	
Familia Canidae	
Subfamilia Caninae	
<i>Canis letrans</i>	Coyote C

MAMÍFEROS

Familia Procyonidae	
Subfamilia Procyoninae	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache C
Familia Mustelidae	
Subfamilia Mephitinae	
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo
Familia Felidae	
Subfamilia Felinae	
<i>Lynx rufus</i>	Gato montes PE

*A = Amenazada, C = Interés Cinegético, PE = Protección Especial, E = Endémico, R = Rara

De la diversidad encontrada se puede dividir en grupos; el primero está formado por organismos asociados con ambientes húmedos, los cuales se desarrollan en áreas cercanas al río o a nacimientos de agua que se encuentran en toda la zona. En estos ambientes por la disponibilidad de agua, aumenta considerablemente la cubierta vegetal y proporciona un microclima donde se desarrolla una gran cantidad de organismos reptiles y anfibios, estas zonas presentan vegetación riparia o campos destinados al cultivo y pueden ser considerados como un corredor biológico por encontrarse a todo lo largo del río Blanco o río Tula.

El segundo grupo de especies lo conforman aquéllas que se pueden desarrollar en gran cantidad de hábitats y que pueden estar asociados con todas las comunidades vegetales de la zona, son especies que presentan una gran distribución y que es posible encontrarlas en casi cualquier parte, desde las áreas cercanas a los ríos hasta las zonas más áridas. Ejemplos de estos organismos son: coralillo, víbora de cascabel, codorniz, palomas, cuervo, mapache, armadillo, zorrillo, tlacuache, liebre, conejo, lagartijas y camaleón.

El tercer grupo está representado por organismos que tienen un amplio rango de movilidad y que normalmente se encuentran en las partes altas de la cuenca, son organismos carroñeros y depredadores que habitan en barrancas y cuevas, dentro de este grupo quedan incluidos los murciélagos que habitan en las cuevas que se encuentran a lo largo de las barrancas o en árboles cercanos a los lechos de los ríos; otras especies que podemos encontrar en estos hábitats son: gavilanes, águilas, zopilotes, gato montés y coyote.

Otro grupo está constituido por aquellos organismos asociados a las áreas que han sido transformadas en campos agrícolas, algunos de estos llegan a causar graves daños a los cultivos y en muchos casos se consideran plagas, estos organismos son principalmente roedores y musarañas.

Por último se agruparon los organismos que necesitan una densa cubierta vegetal bien conservada. Esta situación se observó en laderas protegidas de insolación (laderas norte la zona), las especies que se pueden encontrar en estos lugares son: cuco, correcaminos, colibrí, carpintero y de manera general varias especies de aves.

Los invertebrados han sido menos estudiados; sin embargo, a excepción de las plagas, constituyen un potencial alimenticio y medicinal, los trabajos sobresalientes son los de Salinas (1984) y Aldasoro (2000).

El Cuadro 31 muestra las categorías Folk de insectos determinados por Aldasoro (2000).

	ORDEN	FAMILIA	GENERO/ ESPECIE	ESPAÑOL (Local)	HÑAHNU
1	Odonata	Libellulidae (Anisoptera) Coenagrionidae (Zygoptera)		Helicópteros avioncitos	
2	Phasmida Mantodea	Heteronemiidae Mantidae		El Caballo del diablo	Rä fani rä zithu/ nts'o/ ts'ondähi (S)
3	Orthoptera	Acrididae	<i>Melanoplus</i> sp. <i>Taeniopoda</i> sp. <i>Trimerotropis pallidipennis</i> <i>Schistocerca</i> sp.	Chapulín	K'oto (B) N'koto (S) N'coto: c'oto (P)
4		Gryllidae	<i>Gryllus assimilis</i>	Grillo	Gi (B) Giintsi'yo (S) Gui; guigui (P)
5		Tetrigoniidae		Chivito	Tashi *
6	Blattaria	Blattellidae Blattidae	<i>Blatella germanica</i> <i>Periplaneta americana</i>	Cucaracha	Tsihme (B,S,P) Chompepe (S,P)
7	Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru lineare</i>	Tijerilla	Xozu (A)
8	Phthiraptera	Pediculidae	<i>Pediculus humanus capitis</i>	Piojo, Liendre	T'o (B,S), Bor'o (B)
9	Hemiptera	Cicadidae	<i>Proarna</i> sp.	Chicharra, cigarra	Gints'io (B), Gints'yo (A)
10		Coreidae	<i>Pachilus gigas</i>	Tintarra	Xä'ue (B)
11		Reduviidae		Chinche de aguamiel, borracho	Tixfani (B) *
12			<i>Triatoma</i> sp.		
13		Dactylopiidae	<i>Dactylopius</i> sp.		Bor'o xät'a (A)
14	Neuroptera	Myrmeleontidae		Yuvucito	T'o hai (S,P)
15	Coleoptera	Carabidae	<i>Calosoma peregrinator</i> <i>Calosoma</i> sp.		Tokxon (A)
16		Cerambycidae	<i>Placosternus erythropus</i>		Tsiza
17		Coccinellidae		Catánita "Bochito"	Ximo zu'ue (A,S)
18		Curculionidae	<i>Scyphophorus acupunctatus</i>		Mone
19		Lycidae	<i>Calopteron</i> sp. <i>Lycostomus loripes</i> <i>Lycus carmelitus</i>		Padrecito Makjä (A) Zidada (A) *
20		Melolonthidae	<i>Anomala</i> sp. <i>Diplotaxis</i> sp. <i>Phyllophaga</i> sp. <i>Cotinis</i> sp. 1	Gusano de luz	Tixmada chiquito Hangu (B,P)
21	Coleoptera	Melolonthidae	<i>Cotinis mutabilis var obliqua</i> <i>Cotinis</i> sp. 2	Mayate	Xägr (S)
22			<i>Euphorbia basalis</i>	Mayate de la calabaza	Gäri domnxu (A)
23			<i>Strategus aloeus</i>		Tixmada (S,P)
24		Scarabaeidae	<i>Canthon (Canthon) humectus</i> <i>hidalguensis</i>		E'tspoho (S)

Cuadro 31. Relación taxonómica de los insectos registrados en el poblado de Dexthi-San Juanico, Ixmiquilpan. (Aldasoro, *com.pers.*)

Cuadro 31. Continuación.

ORDEN	FAMILIA	GENERO / ESPECIE	ESPAÑOL (Local)	HÑAHÑU
25		<i>Tenebrionidae</i> <i>Asida rugosissima</i> <i>Stenomordha</i> sp.	Dormilón	Xithä (B)
26		<i>Eleodes</i> sp.	Pinacate	Dopva (B), Dopvä (S)
27	Siphonaptera	<i>Pulicidae</i> <i>Ctenocephalides canis</i>	Pulga	A (B,S,P)
28	Diptera	<i>Asilidae</i> <i>Efferia</i> sp. <i>Prömachus</i> sp.	Bruja	Gege Zimu
29		<i>Calliphoridae</i>	Mosca verde	K'angaiue (B) K'angägin'ue (S) C'angaguiue (P)
30		<i>Calliphoridae</i>		Tsare giu'e (A) Zategin'ue (S,P)
31		<i>Drosophilidae</i> <i>Drosophila</i> sp.		Pärada (B) Pä'tä (S) Pata (P)
32		<i>Muscidae</i> <i>Musca domestica</i>	Mosca	Giu'e (B) Giin'ue (S,P)
33		<i>Syrphidae</i>		Tengoodo (S,P)
34		<i>Tachinidae</i>		Jo giu'e (A)
35	Lepidoptera	<i>Arctiidae</i>	Gatito	Mixi (B) *
36		<i>Castniidae</i> <i>Castnia chelone</i>	Gusano de junquillo	Rä thet'ue tha'mni (S)
37		<i>Cossidae</i> <i>Cossus redbanachi</i>	Gusano rojo de maguey	Thet'ue (B) Thenk'ue (S) (A) Chinicuili
38		<i>Danaiidae</i> <i>Pyrallidae</i> <i>Papilionidae</i>	Mariposa	Tumu (B,P)
39		<i>Megathymidae</i> <i>Aegiale hesperianis</i>	Gusano blanco de maguey	Thet'ue (B) (A) Thenk'ue (S)
40		<i>Noctuidae</i> <i>Helicoverpa zea</i>	Gusano de elote	N'zolo (S)
41		<i>Noctuidae</i> <i>Saturniidae</i>	Palomilla	Zoospi (S)
42		<i>Papilionidae</i> <i>Pavito</i> sp.		Kueta (A,S)
43		<i>Pyrallidae</i> <i>Lanifera cyclades</i>	Gusano de nopal	Uest'a (A) Rä thet'ue xät'a Thet'ue (S)
44		<i>Saturniidae</i> <i>Automeris</i> sp.		Njando (A) (B) Njando (P)
45	Hymenoptera	<i>Anthoporidae</i> <i>Xylocopa</i> sp.	Abejorro Jicote	Gani (B) Gäni (A) Gani (P)
46		<i>Apidae</i> <i>Apis mellifera</i>	Abeja	Kohnenä (S) Hoga sefi (A)
47		<i>Pyrobombus</i> sp. <i>Bombus</i> sp.	Abejorro amarillo	K'ast'i gani
48		<i>Eumenidae</i>		Pansefi
		<i>Formicidae</i>		Näju (B) Naju

Cuadro 31. Continuación.

	ORDEN	FAMILIA	GENERO / ESPECIE	ESPAÑOL (Local)	HÑAHÑU
49			<i>Atta cephalotes</i>	Hormiga arriera	Etsi (A,P) E'tsi (S)
50			<i>Camponotus</i> sp. 1		Y'utmixi (A)
51			<i>Camponotus</i> sp. 2		Ir'fixi (P) Iit'mixi (S)
52			<i>Camponotus</i> sp. 3	Hormiga güera	Seda xäju (A) K'axt'äxäju (S)
53			<i>Liometopum apiculatum</i>	Escamol	Yuhi (B) Yuhi (S,P)
54			<i>Myrmecosistis mexicanus</i>	Vinitos	T'afi xäju
55			<i>Pheidole</i> sp.	Hormiga negra	B'oxju (A,P) 'Moxjuu (S)
56			<i>Pogonomyrmex</i> sp.	Hormiga roja	T'engxäju (S,P)
57		Mutillidae	<i>Darymutilla magnifica</i>		Nxumfu (A) *
58			<i>Darymutilla occidentalis</i>		Ra xäju sarampión
59		Philantidae	<i>Philantus</i> sp.		Sefi (B)
60		Ichneuminidae Pompilidae Sphecidae	<i>Agatophiona</i> sp. <i>Hemipepsis</i> sp. <i>Ammophila</i> sp.		Mii'thai (S,P)
61		Vespidae	<i>Polistes major</i> <i>Polistes mexicanus</i>	Avispa	Sethu (B,P) Se'thu (S)

Relación Taxonómica de los organismos registrados. Total de Nombres Folk registrados y su relación taxonómica. En la columna de los nombres en Hñähñu, las letras entre paréntesis indican la fuente de escritura: B (Bernal, 1996), S (Salinas, 1983), A (Academia de la Lengua Hñähñu, com. pers.), P (Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital, 1956). * Nombres polisémicos (que tienen más de un significado).

9.1.2.5. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas se crearon con el propósito de mantener la estructura y procesos ecológicos con el fin de obtener una calidad ambiental adecuada traducido en una mejor calidad de vida. De tal manera la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Medio Ambiente en el establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas, tiene como objetivo: "salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres... particularmente las endémicas amenazadas o en peligro de extinción, manteniendo los niveles de jerarquía ecológica" (Flores *et al.*, 1995).

De todo el Alto Mezquital, la Barranca de Tolantongo ha sido propuesta como área natural protegida, por su importancia ecológica, biogeográfica y turística; de tal manera que las grutas presentan un alto valor escénico y paisajístico, como es la formación de un cañón ocasionado por fenómenos geológicos, las pendientes altas, sierras y laderas convexas, así como su marcada estacionalidad a lo largo de todo el año; sin descartar la Biodiversidad, que hacen del sitio un área de atracción para el esparcimiento, educación ambiental y recreación. De acuerdo al Ordenamiento Ecológico que se propone en este estudio, se sugieren para zonas naturales protegidas una extensión de 11 698.56 ha.

Tomando en cuenta que un ANP debe ser manejada como un sistema complejo en el cual se articulen todos los factores involucrados, permitiendo la vinculación entre los procesos socio-ambientales, así como de conservación que en ella se llevan a cabo; se deben tomar en cuenta los criterios siguientes:

- Valores recreativos;
- Conservación y mejoramiento de los procesos presentes en la zona;
- Importancia biológica de los sitios;
- Estado de conservación de los recursos naturales, uso potencial y actual;
- Los posibles factores limitantes;
- Valores económicos para la población local;
- Situación territorial de acuerdo a la Ley Agraria, régimen de tenencia de la tierra;
- Infraestructura y equipamiento para el uso público (SEDESOL, 1993).

9.1.3. Situación del componente Productivo

Como componente productivo se consideran todos los sistemas de producción agropecuaria y forestal que constituyen el Sector Primario; a los productos obtenidos a partir de un proceso de extracción y transformación, que conforman al Sector Secundario y a las actividades comerciales y de servicios que forman el Sector Terciario. Para fines del estudio, en esta parte se realiza el diagnóstico de los sistemas agropecuarios, los demás se abordan en el diagnóstico socioeconómico.

9.1.3.1. Agroecosistemas tradicionales de temporal

La agricultura de temporal es la actividad más importante en el Alto Mezquital, entorno a ella gira la sobrevivencia y toda la dinámica cultural y social de las poblaciones aquí asentadas. Los sistemas temporales se caracterizan entre otras cosas por su dependencia total de los factores climatológicos, también por su alto grado de parcelización, su tecnología rudimentaria y por que los cultivos que manejan son principalmente para el autoconsumo y solo en pocas ocasiones se comercializan, de aquí que esta modalidad agrícola tenga un propósito netamente social y no económico como es el caso de los sistemas de riego.

En general todas las áreas con temporal son de gran importancia para la economía regional, pues además de que en ellas vive un porcentaje considerable de la población campesina producen la mayor cantidad de cosechas básicas de subsistencia popular.

La agricultura de temporal a nivel parcela presenta una estructura diversa, que permite un aprovechamiento mejor del espacio y tiempo, ya que una misma área es compartida por distintas plantas que producen a diferentes tiempos. Así se tiene el caso de la parcela típica de esta área en donde el maíz se alterna con plantaciones de maguey, nopal, frijol y haba e inclusive con algunas malezas de importancia alimenticia para el campesino como son: quelites, verdolagas, malvas, etc. Esta diversidad permite una extracción diferencial de los nutrimentos del suelo, lo que retarda su agotamiento, además de que algunos cultivos perennes actúan como barreras contra la erosión.

Superficie y distribución

Aún cuando se ha dado una gran expansión de la agricultura de riego, el área que ocupa la agricultura de temporal es todavía grande y predominante, superando por mucho a la agricultura de riego. A pesar de que muchas hectáreas se han ido incorporando al riego, otras tantas se han desmontado para extender más el temporal. Sin embargo, el límite de su frontera ha sido rebasada, tal y como lo demuestran las cifras del uso actual en el que la agricultura de temporal ocupa una superficie aproximada de 16 440 ha y el de la capacidad agrológica indica que del total del área, sólo 10 974.19 ha tienen aptitud agrícola, esto de acuerdo a la vocación natural de las tierras en donde se consideran aspectos como: tipo de suelo, relieve, pendiente, cobertura vegetal, etc.

De todo lo anterior, se deriva que cerca de 7 300 ha de tierras de labor están asentadas en sitios que no son aptos para la actividad agrícola, tal como se muestra en el Cuadro 32, induciendo con ello la degradación del medio y la baja productividad de la tierra. Lo más peligroso de esta situación, es que a futuro se siga acentuando más este fenómeno favoreciendo la aceleración de la destrucción del medio y la subutilización de los recursos. Resulta hasta cierto punto obvio, que la principal causa que desencadena este proceso, es el crecimiento demográfico y la polarización de la tenencia de la tierra, así como la falta de otras alternativas productivas.

APTITUD TERRITORIAL	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
APTITUD AGRÍCOLA	10,974.2	21.08
APTITUD PECUARIA	27,638.7	53.08
APTITUD FORESTAL	11,154.8	21.43

Cuadro 32. Índice de Capacidad Agrológica o de Aptitud territorial.

Descripción de los principales agroecosistemas temporales

En estos sistemas reunimos a las unidades de producción primaria, que se desarrollan sobre superficie ejidal y pequeñas propiedades, en las cuales se producen año con año cultivos de maíz (*Zea mays* L.), cebada (*Hordeum sp.*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maguey (*Agave sp.*), haba (*Vicia faba*) y calabaza (*Cucurbita sp.*). El funcionamiento y productividad de estas dependen del comportamiento del temporal como única fuente de humedad para los cultivos.

El objetivo principal de estos agroecosistemas es la producción de granos básicos, que son la fuente primordial de satisfactores esenciales para la familia del productor y su ganado; del total del área estudiada cerca del 24% del territorio es ocupada por parcelas de este tipo; además de que conforman una de las mayores fuentes de ocupación y bienes.

Los agroecosistemas de parcela de temporal se encuentran físicamente distribuidos de manera muy heterogénea en toda el área; sin embargo, es muy marcada una diferenciación de parcelas de temporal de las zonas de lomeríos y montañas, y las que se encuentran distribuidas en mesetas y planicies. La superficie de tierras destinadas para el desarrollo de estos agroecosistemas es 16 440 ha, e incluye propiedades de los poblados de todos los municipios que comprende este trabajo.

El cultivo de maíz es el más importantes y en segundo lugar el frijol, el haba, la calabaza, maguey y nopal. Estos agroecosistemas presentan un orden en sus componentes y todo un proceso de manejo bien definido; los componentes vegetales introducidos están climáticamente adaptados a la zona, pero solo muestran la posibilidad de producir en el período primavera-verano.

A continuación se describen los agroecosistemas más importantes:

Agroecosistema maíz (*Zea mays* L.) con frijol (*Phaseolus vulgaris* L)

El cultivo del maíz es el más importante para la zona, su importancia radica en que es el principal elemento que solventa las necesidades alimenticias de las comunidades, la producción obtenida en su totalidad es para el autoconsumo familiar y pecuario.

La mayor parte del cultivo se desarrolla en sitios con limitantes físicas. Se ubica donde la fisiografía corresponde a mesetas, lomeríos y planicies, con pendientes generales de 0 a 15%. Los terrenos pertenecen a las clases III y IV por capacidad de uso agrícola; los suelos que lo soportan son de someros a poco profundos, de texturas arenosas y con problemas de retención de humedad. La precipitación recibida es completamente azarosa; además presentan la mayor incidencia de los vientos dominantes, de heladas y granizadas, los lugares asignados en su mayoría tienen aptitudes

bajas para este cultivo. La semilla empleada para el cultivo en su totalidad es criolla y se utiliza principalmente el maíz ancho y el azul, adquiridos en la zona de Actopan, Metztlán y en el mercado de Ixmiquilpan.

El proceso de producción incluye varias etapas que son las siguientes: El barbecho, rastra, nivelado y surcado, siembra (10 a 15 cuartillos de semilla por cada dos hectáreas), destapa, en este momento se aplica la primera fertilización, empleando urea (46% de N), sulfato de amonio (20.5% de N) y superfosfato simple 0-20-0 (20% de P₂O₅); aclareo y cosecha y tumba. Los rendimientos promedio son de 400 a 800 kg/ha. Los principales problemas que tienen son la humedad deficiente, el suelo infértil.

Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En ocasiones se suele intercalar frijol dentro del maíz, siempre y cuando este último ya tenga un mes y medio de edad o una altura de 30 cm, incorporando frijol criollo, negro u otro. Las labores que se efectúan son: la siembra, deshierbe y si hay agua, se irriga. El ciclo de vida es corto; la producción casi siempre es baja y se destina para autoconsumo, aproximadamente, se obtienen 477 kg/ha.

Los cultivos se pueden ver influidos o dañados por mamíferos, aves, artrópodos, hongos, bacterias, etc. De los mamíferos que más afectan son los ratones de campo, tuzas, motos y liebres, que desentierran las semillas antes de germinar y las consumen; las aves atacan en las primeras fases de desarrollo de las plántulas o en la época de la aparición del xilote, las especies más frecuentes son cuervos y gorriones. Los insectos que más daños provocan son trips, barrenadores, las arañas rojas, que son ácaros, el gusano elotero (*Heliothis zae*), los picudos (*Geraeus senilis*), gorgojos (*Nicentrites sp.*) que invaden las mazorcas, gusano cogollero (*Spodoptera frujiperda*); en el suelo se encuentran: gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), doradilla (*Diabrotica sp.*) y grillos (*Gryllus assimilis*).

Costos de Producción. En general es variable la inversión que la gente realiza; reportando un gasto aproximado de \$1 800.00 a \$3 000.00, dependiendo del tamaño del terreno, las labores y los insumos que se requieran.

Agroecosistema de Cebada (*Hordeum sp.*)

Su importancia radica en que es la principal fuente de alimento para el ganado, especialmente el ovino. Es un cultivo de otoño-invierno. Por el carácter del cultivo y su destino, su práctica se realiza en las zonas que presentan menos restricciones para la producción; ocupa los sitios de relieves sinuosos y pendientes más pronunciadas, los suelos muestran más restricciones, son delgados, de poca profundidad, arenosos y con problemas de erosión; la labranza es más limitada. La semilla utilizada para el cultivo corresponde a variedades criollas obtenidas en Ixmiquilpan.

Las principales labores incluyen: barbecho, siembra; se esparcen entre 100 y 150 kg/ha de semilla; se fertiliza con sulfato de amonio, superfosfato simple o urea; tapa y cosecha. Se han obtenido valores de producción mínima de 1 ton/ha y de 4 ton/ha, donde la paja es un producto secundario. Los organismos consumidores de la cebada limitantes de la producción son los ratones de campo y ardillas que depredan la semilla; las aves que la desentierran y consumen. De igual forma, son los insectos quienes más la perjudican, especialmente los del suelo como la gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), otros son los chapulines (*Grillus sp.*). Las heladas son un factor determinante en el rendimiento. La importancia ecológica de este cultivo es que aparte de ser alimento para el ganado se utiliza como cultivo de cobertura para conservación de suelos.

Agroecosistema huerto familiar

Son las unidades de producción más comunes en toda el área, comprende el terreno que circunda a la habitación familiar, que cuenta con riego esporádico y en el cual se mantienen la mayoría de las siguientes líneas de producción: frutales, plantas medicinales, hortalizas y plantas de ornato. Generalmente, los componentes de este agroecosistema se caracterizan por presentarse en pequeñas cantidades, sin una organización espacial definida y con poca inversión monetaria. La producción obtenida es básicamente para autoconsumo. Presenta una gran diversidad que parece estar relacionada con la existencia o carencia de otras entradas significativas a los ingresos de la familia. Su principal componente lo constituyen los nopales (*Opuntia sp.*). Las dimensiones de los huertos son muy variables, se les encontró desde tamaños de 60 m² a más de 200 m².

Los diversos componentes bióticos encontrados se agrupan en tres categorías: a) Frutales, b) Plantas de Ornato y c) Plantas Medicinales. Los frutales encontrados fueron: nopal tunero y nopal para verdura, nogal, durazno, peras, manzanas, guajes, higos, granadas, guayabas, zapote blanco; en La Mesa se llegaron a encontrar pinos y enebros; los frutales son los que aportan la mayor producción del huerto. En segundo término las plantas ornamentales (bugambileas, truenos, geranios, claveles, henos, noche buena, etc.), contribuyen únicamente a mantener la estética del huerto y en general de la casa habitación.

Restringidos a un menor espacio se encuentran las plantas medicinales que también son muy diversas (tepozanes, ruda, santa maría, hierba del golpe, rosa de castilla, guamuchil, etc.) y contribuyen como complemento alimenticio o a mantener la salud familiar. Los huertos más diversificados se encuentran en Tolantongo y Tasquillo, donde de manera visual se llegaron a contar hasta 30 especies diferentes.

Se carece de un orden sistematizado de los elementos florísticos, el arreglo es muy azaroso; el manejo de estas unidades se basa principalmente en conocimientos empíricos de los miembros de la familia del productor, que son, en general, los encargados del cuidado y mantenimiento del huerto. Aquí se destaca la participación de la mujer y de los niños. Como complemento y dependiendo de la época se introducen cultivos de hortalizas, granos básicos (maíz, frijol, haba, etc.) u otros como la flor de muerto (*Tagetes erecta*), irrigados con agua residual proveniente de las actividades domésticas. La producción es para autoconsumo.

La estrategia del productor es mantener una alta diversidad y que los elementos florísticos tengan ciclos de vida desplazados en tiempo, con el fin de tener producción en diferentes épocas a lo largo del año, y con esto un aporte directo de alimento a la familia.

Agroecosistema magueyero

La importancia de este sistema de producción radica en que el maguey participa directamente en la alimentación de los pobladores y del ganado; aporta la materia prima para que se desarrolle la agroindustria productora de pulque; además, es una fuente de energéticos y materiales para la construcción de viviendas, y para mucha gente representa una fuente importante de ingresos y/o trabajo. En el área se detectaron dos tendencias distintas que persigue la producción del maguey, lo cual determina una diferenciación en organización espacial que siguen los componentes y el manejo que se les da. La primera tendencia tiene como propósito el que todos los productos que se obtengan

del maguey, que suele estar intercalado con cultivos anuales de maíz y cebada, sean incorporados a la finca para contribuir a solventar algunas necesidades del productor y su familia. La segunda tendencia es la de producir maguey de forma intensiva para obtener aguamiel que a la postre constituyen la materia prima para la producción de pulque.

Los magueyales se ubican en las zonas de lomeríos que incluyen a los poblados de La Mesa, San Cristóbal y El Cubo, El Valle del Saúz, San Miguel, Orizabita, El Puerto. En general, se identificaron cuatro especies de maguey con propiedades adecuadas para la producción de agua miel y que son: maguey manso, xa'min (*Agave salmiana* var. *salmiana*), maguey penca larga o mexicano (*Agave mapisaga* Trel. var. *mapisaga*) y maguey de cerro (*Agave americana* L. var. *americana*). El grueso de la producción recae en las dos primeras, siendo el maguey manso el de mejor calidad; mientras que el *Agave americana* es el de menor producción, por lo que muy poca gente lo trabaja.

Proceso de producción. El ciclo de vida del maguey varía dependiendo de la especie; sin embargo, el promedio va de 8 a 10 años, siendo a la edad de 6 a 7 años cuando está en condiciones de ser trabajado para la producción de aguamiel. De manera sencilla el ciclo consta de: propagación vegetativa de hijuelos, trasplante definitivo, la poda, la raspa y actividades post-raspa. La producción de aguamiel es de hasta 8 litros por día, por individuo, durante tres meses, dependiendo de las condiciones de humedad y época del año. El aguamiel es procesado a nivel casero para la producción de pulque, de autoconsumo o para venta en pequeña escala en la comunidad, en las zonas turísticas y centros urbanos.

El papel ecológico del maguey e importancia en la región. El maguey en la zona de estudio es importante porque es: un formador de suelos, controla la erosión, es energético, actúa como barrera biológica, abono orgánico, forraje, productor de escamol y chinicuil, produce elementos para la construcción, elaboración de alimentos, obtención de fibra y representa un elemento de importancia cultural.

9.1.3.2. Agroecosistemas de riego

La agricultura de riego en el Alto Mezquital se inició con los estudios Agrológicos Semidetallados de El Cardónal en 1975, solicitados por la-SARH a través de su Distrito de Riego No.100 de Ixmiquilpan. En la actualidad las zonas de riego están bajo el control del Distrito de Desarrollo Rural 063 con sede en Mixquiahuala, el cual surgió de la fusión de los Distritos 100 y 03, así como de los Distritos de Temporal en 1986.

Este tipo de agricultura, responde a un modelo tecnificado que requiere de altos insumos materiales y energéticos para producir (maquinaria agrícola, semilla seleccionada, uso de herbicidas, insecticidas, fertilizantes, combustible, etc.).

Superficie y distribución

El incremento de las áreas de riego se ha sido lento pero constante, su introducción al Alto Mezquital ha estado frenado por las condiciones topográficas y por los suelos que no presentan un grado de aptitud adecuada. En realidad la superficie irrigada del área estudiada es aproximadamente 9 095 ha y se puede considerar como mínima si se compara con el total irrigado del Valle que es alrededor de 85 743.85 ha. La agricultura con riego ocupa las mejores tierras, que se caracterizan por tener suelos profundos de relieve plano, sin problemas fuertes de obstrucciones y con buena comunicación.

El riego

El Valle del Mezquital se caracteriza por ser una de las primeras regiones irrigadas con aguas residuales. Estas aguas impuras provenientes de la Ciudad de México se han venido utilizando desde principios del siglo, pero su empleo excesivo se dio con la gran expansión de los proyectos de irrigación de la SARH, en la región. En términos generales, se reconocen tres tipos de aguas de riego en este lugar: agua mezclada (a. blanca + a. negra), agua de reuso (agua de los drenes que a veces se contamina con aguas negras y agua negra (*DDR 063 com pers*)).

El empleo de aguas negras representa un punto muy discutible para los técnicos y agricultores ya que por un lado disminuyen los gastos generados por la compra de fertilizantes y por el otro, tienen un efecto negativo sobre el medio, ya que transporta una infinidad de compuestos tóxicos. El uso de estas aguas para ciertos cultivos como: maíz, trigo, avena, cebada y alfalfa no se considera perjudicial, sin embargo no es recomendable para cultivos como lechuga, col, acelga y espinaca, entre otros.

De toda el área de riego comprendida en el Distrito de Desarrollo Rural 063, el 38.85% se destina al cultivo de plantas forrajeras y el 61.15% para plantas destinadas para la alimentación humana. Los cultivos de riego de mayor importancia son el maíz y la alfalfa (INEGI, 1997).

Destino de la producción

La mayor parte de los productos agrícolas se envían a la Central de Abastos del D. F., otro porcentaje menor se distribuye hacia Ixmiquilpan, Querétaro y Pachuca.

Problemática

Dado el carácter tecnificado que presenta la agricultura de riego, su efecto sobre el medio ambiente es considerable. Definitivamente el riego con agua residual es uno de los mayores problemas ecológicos que se presentan. Actualmente nadie puede saber con exactitud la magnitud del problema debido a que no hay una evaluación sistemática y continua que permita conocer los efectos de esas aguas sobre el suelo y los organismos a través del tiempo. Se tienen algunas investigaciones aisladas generadas por diversas instituciones, en algunos de estos trabajos se concluye que las aguas residuales no causan alteraciones a la salud o al medio y en otras se dice lo contrario.

Es necesario notar que los efectos adversos que trae consigo el uso de las aguas negras en la agricultura, no solo se restringe a cuestiones sanitarias, ya que trascienden mucho más allá y pueden llegar a repercutir en toda la dinámica ecológica afectando a las cadenas tróficas. El contenido de sustancias tóxicas provenientes de las industrias y de los residuos agroquímicos son muy abundantes y variados. Actualmente se conoce poco acerca de su comportamiento dentro del suelo, de su paso por el subsuelo y de su interacción con las plantas y animales (CNA, 1991).

La composición química de estas aguas es muy variada, ya que contienen un sin número de residuos tóxicos generados por los distintos tipos de industrias asentadas en el Valle de México, así como desechos domésticos y agroquímicos (plaguicidas, herbicidas y fertilizantes) que contienen diversas clases de metales pesados y al parecer estos metales son uno de los principales problemas vinculados al uso de las aguas residuales (Mendoza, 1994).

Otro problema más, es el incremento en la salinidad del suelo ocasionada por la mala calidad del agua, ya que lleva consigo una excesiva cantidad de sales solubles que arrastran durante su recorrido y que se depositan en los suelos, mismos que ya tienden a manifestar signos claros de degradación por acúmulo de sales, en algunas partes muestran manchas blancas sobre la superficie del suelo y un pH mayor de 8.5. Tal es el caso de algunas zonas de Tasquillo, El Nith, El Salitre, Panales, La Heredad y San Nicolás.

Además, de la problemática inherente al agua de riego, también se tienen severas dificultades por los métodos de adecuación y labranza tan drásticos y homogéneos que se emplean en la región; por ejemplo cuando algún área va ser incorporada al riego, primero se quita la vegetación natural y posteriormente entra la maquinaria para nivelar el terreno, durante este proceso prácticamente se elimina la parte superior del suelo, el cual es truncado de su porción más fértil, que es la que posee los mayores contenidos de materia orgánica, mejor estructura, porosidad, mayor actividad biológica y más concentración de nutrientes; lo que se genera después de todo este proceso, es la exposición del subsuelo, que por lo regular presentan un nivel de estructuración bajo sobre todo pobre en actividad biológica, lo que favorece un incremento en los procesos de erosión, compactación y en términos generales la degradación física y química del suelo.

Un caso muy particular se determinó en la barranca de Tolantongo, donde las unidades de riego se encuentran en las vegas del río, son los sistemas de producción más intensivos y más diversos, se desarrollan en aluviones, suelos más profundos y fértiles, en relación a los mencionados para otros sistemas, la producción es para autoconsumo y para venta al exterior de la zona. En estos sitios se pueden encontrar plantaciones de frutales como: naranja, tangerina, limón, nogal, mango, zapote amarillo, zapote blanco, plátano, aguacate, olivo y café. El modelo de manejo que se practica especialmente por los productores de Tolantongo se ajusta a los sistemas agroforestales, caracterizados por la presencia de diversas especies establecidas a manera de policultivo. Los frutales se intercalan con hortalizas de chile, tomate, jitomate, coles y otros. Por el clima y la humedad la producción es mucho mayor que en los sistemas temporaleros. Las limitantes de la producción son: el mal manejo que ocasiona deformaciones de los organismos, inundaciones, erosión hídrica, pérdida de nutrientes; pero lo más sobresaliente es la incidencia de plagas y enfermedades provocadas por hongos y bacterias. Se identificaron daños producidos por chamuzco en plátano, roya del cafeto producida por *Hemileia sp.*, trips, mosquita blanca y agallas producidas por *Tioza anceps* en aguacates y en jitomate se detectaron nemátodos (*Meloidogyne sp*) (Salgado, 1993). Lo anterior hace necesaria una intervención inmediata en el control de estas enfermedades; mucho de esto se debe a la falta de capacitación en manejo de los cultivos.

La producción se distribuye en la misma comunidad o se vende en sitios vecinos, un problema que se presenta es la falta de infraestructura para movilizar y comercializar la producción. El área en general donde se realizan las prácticas culturales presentan condiciones que podrían elevar y diversificar aún más la producción, un mercado directo de los productos sería la zona de recreación de las grutas, haciendo más accesibles los productos a los visitantes o al mercado de Ixmiquilpan.

9.1.3.3. Unidades agroforestales

Unidades agroforestales de piñonero y cebada

La Mesa, parte de Santuario, San Miguel y Las Pilas en su parte más elevada presentan unidades de producción donde se mezclan elementos arbóreos de importancia forestal como el piñón (*Pinus cembroides*), asociado con cultivo de cebada, y en otras situaciones con maguey. El objetivo de la producción es la colecta de piñón para venta al exterior y/o la obtención de madera para fines domésticos. El caso de la cebada ya se ha comentado. La tala de árboles, ha provocado daños severos al ambiente: erosión, incidencia de plagas como los descortezadores que han disminuido la producción a tal grado que ya se han implementado campañas de saneamiento y reforestación. En este momento, las comunidades ha definido como prioritarios el cuidado y recuperación de las áreas boscosas; sin embargo, se requieren bases de tipo técnico para producir planta y hacer un manejo integral del bosque. La superficie que ocupan son 3 100 ha.

Sistemas agroforestales de lechuguilla

La lechuguilla (*Agave lechuguilla*) es el más importante para la parte árida del Alto Mezquital ya que casi un 25% de toda la zona investigada se dedica a la obtención de fibra de ixtle de la lechuguilla. En el Cuadro 33 muestra los tipos y características de los sistemas lechuguilleros, obtenidos por Salazar (1994). Además la lechuguilla se le considera como un elemento de gran influencia en la sobrevivencia de la gente de la zonas más marginadas debido a sus adaptaciones a los medios agrestes, el papel ecológico que representa, sobre todo en la conservación y restauración de suelos, y recuperación de ecosistemas degradados; aparte de la gran participación que tiene dentro de la cultura hñahñu. La superficie aproximada donde se desarrollan los sistemas lechuguilleros es de 15 000 ha.

SISTEMA DE CULTIVOS ORDENADOS	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Llevan un patrón definido de siembra y con prácticas de manejo bien establecidas.	
Cultivo en parcelas	Capacidad de uso agrícola de 3a y 4a clase, de suelos de color café grisáceo, con pendientes menores al 20%. Se desarrollan en suelos franco arenosos, alcalinos y de alta capacidad de intercambio catiónico.
Cultivo en huertos	Capacidad de uso agrícola de 2a y 3a clase, de suelos café grisáceos, con pendientes menores al 25%. Se desarrollan en suelos de textura arena francosa, ligeramente ácidos y alta capacidad de intercambio catiónico.
Cultivo asociado a parcelas de temporal	Capacidad de uso agrícola de 3a y 4a clase de suelos café amarillento, con pendientes menores al 20%. Se desarrollan en suelos de textura franco limosa y de alta a baja capacidad de intercambio catiónico.
Cultivo de lechuguilla a orillas de caminos	Capacidad de uso agrícola de 6a clase, de suelos café, con pendientes variables. Se desarrolla en suelos de textura arena francosa, ligeramente ácidos y mediana capacidad de intercambio catiónico.

Cuadro 33. Características de los principales sistemas agroforestales lechuguilleros.

Cuadro 33. Continuación.

SISTEMAS DE CULTIVOS INFORMALES ASOCIADOS A VEGETACION NATURAL	CARACTERISTICAS GENERALES
No siguen un patrón definido de siembra, realizándose de manera no formalizada, aleatoria, inmersos en espacios existentes en las comunidades vegetales nativas.	
Cultivos en laderas y lomeríos asociados a matorrales crasirosulifolio, subinerme y espinoso decíduo.	Capacidad de uso agrícola de 6a y 7a clase, de suelos café, con pendientes mayores al 25%. Se desarrollan en suelos de textura franco arenoso, alcalinos y baja capacidad de intercambio catiónico.
Cultivos en planicies con matorral crasicale de garambullos (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>) y nopaleras (<i>Opuntia sp</i>)	Capacidad de uso agrícola de 5a y 6a clase, de suelos café, con pendientes mayores al 20%. Se desarrollan en suelos de textura franco arenoso, ligeramente alcalinos y baja capacidad de intercambio catiónico.
Cultivos en planicies y zonas aluviales con matorral espinoso de Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>) y huizache (<i>Acacia shaffneri</i>)	Capacidad de uso agrícola de 2a y 3a clase, de suelos café, con pendientes menores al 25%. Se desarrolla, en suelos de textura franco arenoso, alcalinos y media capacidad de intercambio catiónico.

Cuadro 33. Características de los principales sistemas agroforestales lechuguilleros

9.1.3.4. Sistemas ganaderos

Definitivamente en la actualidad no se puede considerar al Alto Mezquital como una región ganadera, la ganadería mas bien es considerada como una actividad secundaria y complementaria de la agricultura. Sin embargo, existe el temor por algunos, de que en un futuro ésta puede llegar a desplazar en forma rápida a la agricultura, sobre todo si se considera que los terrenos con aptitud pecuaria son los que predominan. No obstante, en la actualidad la ganadería se encuentra rezagada principalmente por la incidencia de problemas como: la baja asistencia técnica y crediticia, baja calidad genética del ganado, escasa organización de los productores y sobre todo, por el carácter extensionista que ésta tiene.

El sistema pecuario que prevalece es el de traspatio o solar, en donde cada familia posee un grupo de animales que por lo regular son: cabras (de 5 a 25 cabezas), pollos y guajolotes (de 3 a 20), y, ocasionalmente, algunas vacas o cerdos (1 ó 2), dichos animales se confinan al espacio aldeaño a la vivienda y por lo regular andan libremente ahí. Cuando existe una o dos cabras se llevan a ramonear a los cerros y lomas aldeañas recogiénolas por la tarde; se resguardan en corrales improvisados alrededor de un mezquite, donde el área se delimita con ramas secas de plantas espinosas como mimosas, acacias, mezquites y cardones. Los vacunos por lo regular sólo se amarran debajo de mezquites, sin embargo algunas familias les llegan a construir corrales techados parcialmente con pencas de maguey o con ramas de mezquite.

Ovinos y caprinos

Este tipo de ganado es el dominante y característico de la región y se practica básicamente por tradición, ya que el pastoreo de ovejas y cabras es parte ya de la tradición e identidad misma del pueblo Hñahñu.

La cría de este ganado se alterna tanto con la agricultura de riego como de temporal, en la gran mayoría de los casos no existe un control sanitario y de manejo adecuado. La alimentación consiste básicamente de plantas silvestres aprovechables y plantas ruderales, en ocasiones esta dieta se complementa con el consumo de los esquilmos de cosechas y sobre todo de los sobrantes que quedan al cortar la alfalfa. El manejo del ganado consiste en dejarlos en libre pastoreo durante todo el día y resguardándolos en un corral durante la noche. En la época de sequía la alimentación se complementa con forraje de maíz, con mezquites y otras plantas. Las principales zonas de producción de caprinos es la parte media de la zona de estudio, que incluye cerca de 20 000 ha; las principales áreas de producción de ovinos se encuentran asociadas al distrito de riego.

El mayor problema de productividad es ocasionado por la baja calidad genética del ganado, que en la mayoría de los casos es de origen criollo; los hatos por familia oscilan entre 5 y 50 cabezas. La comercialización se realizan por venta a intermediarios en el mercado de Ixmiquilpan.

Bovinos

En cuanto a la cría de bovinos cuyo propósito es la producción de carne y leche, se tiene que en la mayoría de los casos se aplican sistemas rústicos donde se deja al ganado que pade libremente ya sea, sobre algunas parcelas recién cosechadas o bien en los matorrales cercanos, en otros casos se semiestabula en instalaciones burdas de traspatio. El manejo y la alimentación tienen muchas deficiencias que se traducen en una baja productividad.

Por lo regular las crías se dejan al libre pastoreo hasta que alcanzan 250 kg, luego se estabulan y engordan con alfalfa y diversos ensilajes hasta que adquieren la talla adecuada para ser vendidos. La comercialización se realiza por lo regular a través de intermediarios quienes hacen la compra en pie e introducidos al Ciudad de México y áreas conurbadas.

El ganado lechero a nivel de fincas rústicas se explota de una manera deficiente ya que no se cuenta ni con infraestructura, ni manejo adecuado. La asesoría técnica para cuestiones de manejo, alimentación, sanidad y reproducción es prácticamente nula.

En cuanto a las enfermedades más frecuentes que se presentan son las de carácter respiratorio y parasitario, de estas últimas destacan por su incidencia las nematosis y la palomilla (*Faciola hepática*). Las enfermedades gastrointestinales y la desnutrición también se presentan en buen número, la mastitis es el principal problema que afecta a la productividad del ganado lechero. La asistencia de veterinarios para desarrollar los programas de desparasitación y vacunación no es del todo eficiente debido a que no se cuenta con el personal suficiente para llegar a todos los sitios (D.D.R. 063 com. pers.).

Aves

La avicultura se practica de manera rústica como sistema de traspatio, en donde la gente aprovecha tanto la carne como el huevo, existe muy escasa información en cuanto al manejo, alimentación e incidencia de enfermedades; sin embargo se reporta alta persistencia de enfermedades respiratorias.

Porcinos

La porcicultura en el Mezquital es de las actividades pecuarias mas rezagadas y se puede decir que sólo se da esporádicamente y a nivel de traspatio, en donde los campesinos tienen de uno a tres cerdos, que son alimentados de los desperdicios que genera la familia. Esto implica que no se tienen los mínimos cuidados en cuanto a la alimentación, enfermedades, reproducción, aspectos sanitarios y de manejo. Se menciona que el ganado porcino lejos de incrementar su número, ha disminuido considerablemente debido a que su comercialización resulta muy difícil por los recurrentes casos de cólera manifestados en la región. Por otra parte, la carne de cerdo no tiene mucha aceptación por la gente de la región y sólo se consume ocasionalmente preparada en forma de carnitas.

Problemática de los sistemas pecuarios

La problemática ganadera es sumamente compleja y crítica, se puede decir que esta actividad productiva se encuentra rezagada y relegada a un segundo plano ya que prácticamente no cuenta con el mínimo apoyo para estimularla. A pesar de que existen diversas instituciones de financiamiento que proporcionan algunos programas crediticios, estos al parecer son poco conocidos y los que los conocen argumentan que no son muy rentables ya que entre el pago del crédito y los intereses el margen de ganancia es casi nulo.

El problema sanitario está muy ligado a lo anterior ya que por la falta de recursos y de orientación técnica, la situación sanitaria de casi todos los tipos de ganado que se dan en la región es muy deplorable. Las campañas sanitarias son ineficientes por la escasez de personal y por falta de recursos destinados para ellas.

Otro punto más a considerar es la falta de organización de los productores que por desconocimiento, carencia de asesoría, desinterés o por conflictos entre poblados y/o familias impiden una buena coordinación productiva. De aquí que las actividades pecuarias se den más bien de manera aislada e individual. Esta falta de organización propicia entre otras cosas fluctuaciones drásticas en el precio de los productos, debido a que la comercialización se hace de manera individual al mejor postor, quien es el que establece las condiciones de la compra-venta.

9.1.4. Condición del componente socioeconómico

Esta sección tiene como finalidad hacer una caracterización del componente social del área de trabajo, los elementos de mayor relevancia para el estudio son: los procesos históricos, dinámica demográfica, estructura jurídico-política, sistema económico, producción y procesos sociales sobresalientes.

9.1.4.1. Antecedentes históricos de la región

En su gran mayoría la población del Valle del Mezquital es descendiente de los grupos Hñahñus que antes de la llegada de los conquistadores españoles habitaban en zonas del altiplano en México, la mayoría de la literatura otorga el nombre de Otomíes pero la gente del Valle lo toma como una ofensa, por lo que es preferible usar el término Hñahñus.

... el término "Otomí" es la palabra proveniente del náhuatl, y entre sus significados se encuentra el de "cazador de pájaros".

Los hñahñus forman parte de la familia lingüística otomí-pame, además incluye a otras 6 lenguas: el pame del norte, el pame del sur, el mazahua, el matlalzinca, el chichimeca y el ocuilteca.

Sobre el origen de los otomíes no existe un claro acuerdo entre quienes han realizado los estudios más sistemáticos del grupo. Para Soutelle los otomíes son pueblos provenientes del Valle de México desde tiempos anteriores a la instauración del imperio tolteca (700 A.C.) (INI, 1982).

Los registros históricos de asentamientos humanos en el Valle del Mezquital se remontan a los años 500 - 250 A.C. con las evidencias de la cultura otomí o hñahñu. Según el arqueólogo Fernando López Aguilar, alrededor del año 300 D.C. comienzan a aparecer asentamientos humanos de la cultura otomí con el fin de llevar recursos del Valle del Mezquital a Teotihuacán, funcionando posteriormente como un vínculo entre este último y la Sierra Gorda de Querétaro. Entre los años 750 y 950 D.C. llegaron grupos de El Bajío poblando y dominando la zona del Estado de Hidalgo; al rededor del año 1000 D.C. una nueva dinastía gobierna al mayor centro comercial de la época Tula, al parecer por confrontaciones políticas y religiosas, influenciando regiones que llegan hasta Sinaloa. En el siglo XII Tula enfrenta crisis económicas y agrícolas provocadas por sequías provocando el abandono de la zona; posteriormente, se fundó Xaltocan que fue un sitio importante de agrupación hñahñu de donde huyen a Metztitlán para librarse de los Tepanecas.

Durante el predominio del imperio Mexica los hñahñus fueron conquistados y obligados a pagar tributo y a migrar. A la llegada de los españoles, la introducción de nuevos cultivos, su productividad, el desarrollo de la ganadería y la explotación minera, hicieron surgir nuevos centros comerciales (Cardonal, Ixmiquilpan, etc.), formando redes de mercado en la región introduciendo las encomiendas como primera forma de tenencia de la tierra y con el tiempo se transformaron en una forma de explotación, dando origen a las haciendas.

Para el siglo XVI, la población hñahñu había disminuido la mitad de la población de cuando llegaron los españoles, a consecuencia de epidemias, explotación, migración y mestizaje, siendo Ixmiquilpan el centro de comercio hñahñu más importante de esta época.

A finales del siglo XVIII, el acaparamiento de tierras y el despojo, empujaron al grupo hacia zonas áridas marginadas, quedando sometidos a la explotación en haciendas y ranchos; así como el desplome de la minería propiciaron la migración de los indígenas, además de la restricción de sus derechos con una participación política nula o casi nula.

Durante el movimiento de independencia existió una participación activa por parte de personajes del Valle del Mezquital, terminando su participación en la toma de la plaza de Ixmiquilpan y posteriormente la proclamación de la independencia ahí mismo en 1821. En los años posteriores el valle estuvo sometido a explotación de gobernantes y latifundistas. Durante el período revolucionario los hñahñu se incorporan a la revuelta siguiendo a los mestizos de la región pero sin ser favorecidos en su situación al término de dicho movimiento, continuando las condiciones de explotación e injusticia en la zona.

Algunos eventos sobresalientes en el área de trabajo son los movimientos agrarios que se suscitaron durante los XIX y XX; especialmente, se reportan la toma de haciendas para 1930. Es así como, a mediados del siglo XIX, al igual que en casi todo el país, las tierras comunales fueron despojadas por las políticas liberales, aunque los indígenas sostuvieron su lucha por rescatarlas. La lucha de los pueblos otomíes por la recuperación de sus tierras se reinició al lado del desarrollo de la guerra de tres años librada contra el partido liberal.

El problema agrario de la región cada día se agudizaba más por lo que los campesinos, con el fin de hacerse justicia con mano propia, comenzaron a enfrentarse a los hacendados y a todos aquellos que los oprimían. La chispa estalló en el pueblo de Ixmiquilpan la noche del 18 de mayo de 1861 cuando unos campesinos asesinaron a dos hombres y después se retiraron a El Mineral del Cardonal.

El 19 de agosto de 1861 se alzaron los campesinos de los pueblos de Taxmayé, Orizabita, Remedios y otros más del partido de Ixmiquilpan.

Como sucedió en casi todo el país, el movimiento armado de 1910-1917, tuvo sus primeros beneficios en los pueblos hasta la década de los treinta, y para mayor precisión en el Estado de Hidalgo, de 1915 a 1930, a nivel de la entidad tan sólo existían 222 ejidos, beneficiando a 44 666 campesinos, distribuyendo una superficie de 267 476 ha, para el primer Censo Ejidal de 1935, en el Estado ya existían 351 ejidos, contando con un total de 595 118 ha.

Por lo que las solicitudes agrarias de los pueblos del Valle del Mezquital, en el período presidencial del general Lázaro Cárdenas del Río fueron dictaminándose como positivas las demandas de tierras comunales apropiadas anteriormente por haciendas y ranchos, con estas acciones eran restituidas a sus antiguos dueños. Este reparto de tierras dio una nueva conformación a la estructura agraria. La gestión por obtener la legislación de la tierra en el plano formal y legal llevó muchos años, en la década de los noventa continúan esos procesos y hasta la fecha no todos los pueblos han obtenido sus respectivos documentos que legalicen sus posesiones y propiedades. Después del período cardenista se nota un estancamiento en la dotación de ejidos en la región, de 1970 a 1991 aumentan sólo 51 ejidos.

Los pobladores hñahñu de la región se vieron entonces frente a una nueva modalidad de relación con los centros de poder económico y político regional. Los diversos cambios probados en esta época tocaron, de una u otra forma, a las comunidades indígenas, quienes paulatinamente quedaron integradas a los circuitos de producción y consumo nacional, además de su incorporación a una agricultura de corte capitalista, basados en una producción extensiva que subordinó a la estructura de la propiedad agraria.

Desde fines del siglo pasado, se empezó a hacer uso de las aguas negras que desecha la Zona Metropolitana para convertir esta área semiárida en una zona productora de alfalfa principalmente.

El Valle del Mezquital tiene como actividad económica principal, por tradición, la agricultura, la cual emplea las aguas residuales de la Ciudad de México para riego. El uso de estas aguas data de fines del siglo pasado, cuando en 1856 se inició la construcción del Gran Canal del Desagüe, cuyo objetivo fue evacuar las aguas generadas por las precipitaciones pluviales del Valle de México hacia el Valle del Mezquital. Esto motivó que en el año de 1904 se iniciara la creación y operación del Distrito de Riego de Tula, que transformó tierras de cultivo de temporal en áreas de riego. Inicialmente se cultivaba maíz y frijol principalmente, obteniendo grandes producciones por la materia orgánica que acarrean las aguas negras, posteriormente se introdujeron nuevos cultivos comerciales como la alfalfa y las hortalizas.

Después de la década de los cincuenta se agudiza la presencia del Estado en las comunidades, a través de distintos agentes e instituciones; en el valle esto se hizo particularmente evidente con la creación del Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital (PIVM) en 1952, con el fin de "integrar a la población indígena de una de las zonas más deprimidas del país". Desde entonces una serie de programas de salud, agricultura, educación bilingüe, fomento cooperativo y artesanal, entre otros, han pasado por las comunidades (INI, 1994).

Otro de los problemas agrarios detectado en la región es el de los conflictos por linderos entre ejidos y pequeñas propiedades, se entiende que se da por dos situaciones:

- a) Existe empalme de planos, debido a los levantamientos territoriales realizados por la SRA y;
- b) por cuestiones propias de controversias de los límites de los linderos (aquí cabe agregar que las autoridades agrarias lo manejan como un desconocimiento de los ejidatarios y comunidades para establecer las mojoneras de sus límites).

La posibilidad de acceder a la tierra es nula, esta circunstancia y la pulverización de las tierras ejidales laborables ha provocado un sin número de problemas interparcelarios en el propio ejido, acentuando esta situación en las zonas de riego.

El impulso al PROCEDA a nivel regional, pero también nacional, es que este programa tiene el propósito de traslaparse con otros programas como el de PROCAMPO y el de Alianza para el Campo; con la finalidad de tener control sobre los productores y los recursos económicos que se hacen llegar a través de las diferentes instancias gubernamentales.

La situación agrícola y agraria que se vive en la región, es bastante compleja y se agudiza ahora con el avance de las fuerzas políticas de oposición, quienes tiene presencia en varios municipios y los problemas relacionados con el campo se politizan, ante el choque de dos proyectos de nación que cotidianamente se repelen. Por un lado, un proyecto que tiene a todos los sectores de la sociedad para que se apropien del espacio público y otro dirigido a poder hacer realmente políticas gubernamentales sin permitir mayor ingerencia a los "beneficiados" o "involucrados" de dichas políticas (Trafo, 1989).

Por todo lo anterior, debemos tener presente que el desarrollo de los pueblos del Valle del Mezquital es distinto y heterogéneo; desde su medio geográfico hasta su conformación cultural y su accionar social, de ahí la importancia de entender y comprender toda la cosmovisión de la estructura comunal de los hñahñus de esta región del país.

9.1.4.2. Dinámica demográfica

El crecimiento demográfico sigue siendo uno de los principales problemas del Valle del Mezquital tal y como se demuestra en el Cuadro 34 donde municipios como Tasquillo y Cardonal, registraron un crecimiento poblacional del 50% aproximado en un lapso de 20 años; no así para el caso Ixmiquilpan en donde el problema fue más drástico, ya que su población se duplicó durante ese mismo período. El crecimiento demográfico incontrolado es uno de los principales obstáculos del desarrollo integral de un pueblo, ya que genera múltiples problemas vinculados con la capacidad de un gobierno para satisfacer todas las demandas y reclamos legítimos a los que toda sociedad tiene derecho tales como: alimentación, salud, educación, vivienda, trabajo, diversión y esparcimiento, entre otros.

MUNICIPIO	POBLACIÓN		TASA DE CRECIMIENTO		DENSIDAD DE POBLACION	
	TOTAL de Hab.		%		Hab/Km ²	
AÑO	1970	1990	1970	1990	1970	1990
TASQUILLO	10972	15090	1.92	0.92	65.7	63.66
CARDONAL	12567	17731	2.05	2.46	27.17	27.5
IXMIQUILPAN	35516	65934	3.66	2.39	62.82	147.45

Fuente. Secretaria de Industria y Comercio 1971. IX Censo de población 1970: Estado de Hidalgo. INEGI. 1991. XI Censo Gral. de Población y Vivienda. Estado de Hidalgo.

Cuadro 34. Población total, tasa de crecimiento y densidad poblacional por municipio (1970-1990).

Es importante señalar que en la actualidad en algunas comunidades la población femenina casi es equivalente o supera a la masculina, esto lo podemos atribuir al intenso proceso de emigración que se manifiesta en la zona.

El Cuadro 35 señala que para 1970 que el 62 % de la población económicamente activa (PEA) de la zona se dedicaba a labores del sector primario, 18 % al secundario y cerca de 11 % al sector terciario.

MUNICIPIO	SECTOR PRIMARIO		SECTOR SECUNDARIO		SECTOR TERCIARIO		NO ESPECIFICADO	
	No. Hab.	%	No. Hab.	%	No. Hab.	%	No. Hab.	%
TASQUILLO	1,647	64.33	432	16.87	338	13.2	143	5.58
CARDONAL	2,246	65.15	699	20.28	301	8.74	201	5.83
IXMIQUILPAN	5,042	57.45	1,359	15.48	1,663	18.94	713	8.13

Fuente: IX Censo General de Población. 1970.

Cuadro 35. Población Económicamente Activa por sector productivo, durante 1970.

El Cuadro 36 muestra el mismo comportamiento de la PEA, indicando cambios sobresalientes en los municipios de Cardonal y Tasquillo, donde la PEA del sector primario ha disminuido y aumentando el sector terciario, para el período de 1990.

MUNICIPIO	SECTOR PRIMARIO		SECTOR SECUNDARIO		SECTOR TERCIARIO		NO ESPECIFICADO	
	No. Hab.	%	No. Hab.	%	No. Hab.	%	No. Hab.	%
TASQUILLO	2.196	65	386	11.36	778	22.9	37	1.09
CARDONAL	1.309	35.19	1.447	38.9	824	22.15	140	3.76
IXMIQUILPAN	6.866	40.07	2.898	16.91	6.590	38.46	780	4.55

Fuente: INEGI. 1991. XI Censo Gral. de Población y Vivienda. Estado de Hidalgo.

Cuadro 36. Población Económicamente Activa por sector productivo, durante 1990.

El análisis de los cuadros nos señala una tendencia a un crecimiento elevado de la población y un cambio en la población ocupada por sectores productivos lo que indica una transformación de la economía del lugar, un cambio ocupacional y una tendencia hacia la terciarización de la economía.

9.1.4.3. Servicios

Existe una gran variabilidad en las características de los asentamientos humanos que hay en la región estudiada; el proceso de urbanización guarda una relación muy estrecha con el crecimiento demográfico; es por esto, que la magnitud del desarrollo urbano es un reflejo en gran medida del aumento de la población.

En el área estudiada se tienen asentamientos humanos con poblaciones que fluctúan entre sí; la mayoría de las poblaciones son pequeñas con menos de 500 habitantes y presentan estructuras muy simples y poco diversas, concentradas sobre todo en las actividades agropecuarias, además son las que presentan mayor pobreza.

La distribución de la población en el Alto Mezquital es muy heterogénea y dispersa, la falta de planeación y el crecimiento sin control han derivado que muchos asentamientos humanos no cuenten con los mínimos servicios indispensables. Más del 90% de la población carece de sistemas de alcantarillado; el servicio de agua potable es también insuficiente, lo mismo que la electrificación y sobre todo el alumbrado público; de igual forma sucede con los servicios de salud. Por otra parte, las poblaciones medianas de cerca de 800 habitantes cuentan con servicios educativos a nivel básico.

Con respecto a la disposición de la basura, las áreas conurbadas y rurales no cuentan con sitios adecuados de confinamiento y por ende se deposita en cualquier lugar, ocasionando que a la larga sea dispersada por el viento y diversos animales domésticos como cerdos, perros y aves.

En lo referente a los medios de comunicación, se tiene que en la mayoría de las cabeceras municipales cuentan con servicios de correo, telégrafo, señales de radio y televisión, telefonía, e incluso ya se cuenta con Internet y Fax, en términos generales se pueden calificar de buenos pero insuficientes sobre todo lo respectivo a servicio telefónico público. En cambio, en los poblados pequeños existen fuertes problemas de comunicación debido a la carencia de servicio telefónico u otro medio de telecomunicación; algunas señales de radio y televisión llegan, en ciertos casos con dificultad y durante determinado horario.

Con relación a las carreteras y caminos, la mayor parte de los poblados están comunicados, lo que hace mucha falta es mejorar las terracerías, pavimentar otras tantas y dar un mantenimiento frecuente a todos los caminos y carreteras. Por lo general, estos caminos se encuentran en malas condiciones lo que dificulta el acceso a muchas poblaciones. El medio de transporte público predominante lo forman las llamadas "combis" (camionetas tipo van o pick up) y microbuses. El servicio que ofrecen estos vehículos es francamente deficiente y no muy seguro, el horario de las corridas es irregular y con frecuencia se rebasa el cupo del vehículo; a esto se añaden los continuos problemas entre los permisionarios, debido a la disputa de rutas.

La industria, el comercio y los servicios son cada día más relevantes, ya que están dando ocupación a mucha gente y ofrecen un potencial de desarrollo elevado, cosa que es muy marcada en las zonas urbanas de Ixmiquilpan y Cardonal. Particularmente, en Ixmiquilpan la práctica de la actividad comercial se ha incrementado considerablemente, sobre todo lo que respecta al comercio informal y servicios como el transporte, donde se ha rebasado la infraestructura municipal y el control de dichas actividades.

Otra situación a considerar es la falta de instalaciones recreativas de esparcimiento y deportivas, existe un clamor general para que se construya una infraestructura con equipamiento deportivo suficiente para satisfacer las necesidades de la población. A la gente del Mezquital le gusta mucho el deporte, con frecuencia organizan torneos locales, sobre todo cuando se celebran las fiestas tradicionales en los distintos pueblos.

9.1.4.4. Estructura económica y actividades productivas

Actividad Agrícola

El Alto Mezquital tiene una superficie total censada de 72 793.8 ha de las cuales 41 720.144 son de labor, lo que equivale al 57.31%. Existen 18 829 unidades de producción, lo que equivale a 2.21 ha por unidad, significando poca superficie para la sobrevivencia de una familia de cinco miembros en promedio.

La superficie agrícola de la región es de 25 535 ha lo que equivale al 36.14% del total de superficie agrícola del sitio. La agricultura de riego representa el 12.87% y la de temporal 23.27%. En esta última, más de la mitad de la superficie sembrada tuvieron pérdidas, ocasionadas principalmente por las adversidades del clima que perjudican la producción, como son escasez de las lluvias, sequías y fuertes vientos.

Los cultivos de riego sembrados en el total de los municipios que incluyen algunas áreas no consideradas en el estudio, en orden de importancia fueron granos básicos en 5 980 ha como maíz, frijol y trigo; forrajes en 4 990 ha como alfalfa, cebada, avena y pradera; y hortalizas en 1 050 ha como tomate de cáscara, chile verde. Los altos rendimientos e ingresos por toneladas se encuentran en la producción de hortalizas y forrajes. El Cuadro 37 muestra los niveles de producción e ingresos por hectárea durante el período 1994-1995, en el Alto Mezquital.

RIEGO CULTIVO	SUPERFICIE (ha)			RENDIMIENTO Ton/ha	VOLUMEN Ton	VALOR Miles/\$	PRECIO \$/ton	INGRESO \$/ha
	Sembrada	Cosecha	Pérdida					
TOTAL	12 020	12 017	3		599 525	50 141		
BASICOS	5 980	5 978			22 078	22 078		
Maiz	5 646	5 646		3.87	21 894	20 751	947.79	3 675.30
Frijol	325	323	2	1.06	344	1 077	3 130.81	3 334.36
Trigo	9	9		5.55	50	250	5 000.00	27 777.77
FORRAJES	4 990	4 990			570 999	14 523		
Alfalfa	4 756	4 756		118.91	565 575	14 177	25.06	2 980.86
Cebada	96	96		17.93	1 722	243	141.11	2 531.25
Avena	122	122		21.97	2 681	73	27.22	598.36
Pradera	16	16		63.81	1 021	30	29.38	1 875
HORTALIZAS	1 050	1 049			6 238	13 540		
Tomate de cáscara	563	562	1	6.27	3 525	7 039	1 996.87	12 524.91
Calabacita	342	342		5.97	2 042	4 153	2 033.79	12 143.27
Chile verde	145	145		4.62	671	2 348	3 499.25	16 193.10
TEMPORAL								
TOTAL	12 237	5 605	6 636					
BASICOS	10 906	4 299	6 607		2 008	2 982		
Maiz	7 285	2 498	4 787	0.59	1 480	1 382	933.78	53.24
Frijol	3 621	1 801	1 820	0.29	528	1 600	3 030.30	888.39
FORRAJES	450	425	25		5 000	47		
Cebada	401	376	25	11.73	4 412	20	4.53	53.19
Avena	49	49		12.00	588	27	45.91	551.02
FRUTALES	881	881			4 673	5 283		
Nopal tunero	703	703		5.47	3 848	3 283	962.05	5 266.00
Manzana	178	178		4.63	825	1 581	1 916.36	8 882.02

Fuente: INEGI. 1996. Anuario estadístico del Estado de Hidalgo.

Cuadro 37. Producción agrícola e ingresos por hectárea (1994-1995).

En la agricultura de temporal, los granos básicos ocupan el primer lugar en cuanto a superficie sembrada se refiere, de las cuales solo se cosecharon un poco más de la tercera parte. En forrajes se cultivaron 450 ha, las cuales se cosecharon más del 90% de la superficie sembrada.

La fruticultura está poco desarrollada a nivel comercial, solo el nopal tunero y la manzana son los productos más representativos, ocupando el 7% de la superficie temporalera total.

En cuanto a rendimientos de los cultivos, la producción de granos básicos presenta menos del 20% y en forrajes un poco más del 50%, con respecto a los cultivados en riego.

Por otra parte, con el apoyo de PROCAMPO para la producción de granos básicos, se beneficiaron 7 755 productores, con una superficie total de 15 440.53 ha y un monto total de \$ 6 793 833.00, que equivale a 1.9 ha por cada productor con una cantidad de \$ 876.00 en promedio, insuficiente para comprar insumos que apoyen a la producción de granos, principalmente en los cultivos de temporal; y muy inferior al que se emplea para la compra de alimentos.

Actividad Pecuaria

La ganadería existente más importante está representada por caprinos con el 71.51% de cabezas del total regional en 8 172 unidades productoras, con un promedio de 11 animales por unidad; luego siguen las aves de corral con el 65.89% en 14 592 unidades de producción, con 23.8 aves en promedio por cada unidad; los conejos con el 60.35% en 663 unidades productoras, con un promedio de 3 cabezas; los ovinos con el 53.69% en 973 unidades productoras, con 5.4 cabezas en promedio; los bovinos con el 45% en 4 080 unidades de producción, con un promedio de 3 cabezas y las colmenas con el 31.69 % en 663 unidades de producción, con 1.06 colmenas en promedio (INEGI,1995). El Cuadro 38 señala el número de cabezas de ganado existentes en la zona en 1994.

MUNICIPIO	Bovinos	Caprinos	Ovinos	Aves de corral	Conejos	Colmenas
Cabezas existentes						
Cardonal	1 206	21 716	9 240	32 298	246	113
Ixmiquilpan	8 520	28 051	25 859	245 817	1 063	359
Tasquillo	1 447	8 024	9 837	20 406	371	143

Fuente: VII Censo agrícola-ganadero. INEGI. 1994

Cuadro 38. Número de cabezas de ganado existente por especie en la región.

En las áreas temporaleras la cría de ganado mayor tiene un impacto negativo en los recursos naturales, ya que se están agotando de forma continua por el mal manejo de los animales. En esta región existen más animales por unidad de producción lo que repercute en la presión ganadera por unidad de superficie, amén de la falta de plantas forrajeras y vegetación para la alimentación. Como sucede en los municipios de Ixmiquilpan, y Cardonal.

Actividad Forestal y Recolección

El aporte de madera a la región es significativa, pero se hace necesario implementar programas integrales forestales que coadyuven a un mejor manejo y aprovechamiento de los bosques. El Cuadro 39 muestra el volumen obtenido por actividad forestal.

En cuanto a la actividad recolectora existen 6 121 unidades de producción de las cuales el 81.76% recolectan leña, 15.79% lechuguilla y el resto resina y otros. Aquí se hace necesario efectuar proyectos dendroenergéticos para obtener combustible de una manera racional; y realizar también proyectos para el cultivo de lechuguilla para un manejo racional.

MUNICIPIO	Total	Pino	Encino	Oyamel	Otras especies
	V o l u m e n m ³				
Cardonal	4 565.052	2.340	3 828.792	36.960	692.960
Ixmiquilpan	134.695	0.468	116.227	-	18.000

FUENTE: VII Censo Agrícola-Ganadero. INEGI. 1994.

Cuadro 39. Volumen de madera producida por especie.

Industria Manufacturera

En Ixmiquilpan y Cardonal la industria manufacturera que genera más ingresos es la que emplea como materia prima la lechuguilla para elaborar cordeles de ixtle torcidos, bolsas, tapetes, mecapaes, ayates y otros elementos de uso doméstico y laboral; el mezquite para hacer figuras de animales; se trabajan el hilo y el algodón; se fabrican instrumentos y objetos de madera con incrustaciones de concha de abulón; el carrizo y la fibra de maguey torcido se utilizan para elaborar canastas, chiquihuites y jaulas; el metal se emplea para artesanías y herramientas pequeñas. otros elementos son los productos pirotécnicos.

En la región se encuentran otras industrias que emplean como materia prima los minerales, sin embargo la mayoría se encuentran instaladas en Zimapán como: las compañías de calizas y carbonatos Rossin, Carbonatos El Alamo, Carbonatos Industriales, Carbonatos y Moliendas Zimapán, varias Compañías como la Beneficiadora de Zimapán, Fresnillo, del Espíritu Santo, del Carrizal, Las Delicias, Monserrat, Preisser y Martínez, San Angel; Cooperativa el Tathi, Cribazin, Industria del Carbonato de Calcio, Minera Universal, Minerales Industriales, Molienda y Cribados no metálicos.

En Ixmiquilpan se encuentran industrias y compañías de productos lácteos, la comercialización de carbono y diatomita, Equipos Científicos del Mezquital, Mármoles del Valle del Mezquital y Textiles Galarza.

Turismo

En el municipio de Ixmiquilpan se encuentra el exconvento de San Miguel Arcángel construcción Agustina de 1550, Templo del Carmen, el Museo de la Cultura Otomí y diversos balnearios de aguas termales, como El Tephe, Dios Padre y Humedales. En Cardonal existe la Parroquia de la Purísima Concepción construida en el siglo XVI, las Grutas y Balneario de Tolantongo. Tasquillo también cuenta con balnearios y sitios turísticos en el Río Tula. En cuanto servicios a visitantes en Ixmiquilpan existen once establecimientos para hospedaje temporal y 11 establecimientos de alimentos.

Comercialización

En la región se encuentra el mayor número de establecimientos de abasto, comparado con otros sitios. En cuanto a comercialización, aquí se encuentra el mercado más grande de la región del Valle del Mezquital, donde se comercializan los productos agrícolas, ganaderos, artesanales y otros. Aunque cabe mencionar una gran parte de estos productos se venden fuera de la región. El Cuadro 40 presenta un bosquejo de la actividad comercial que se realiza en la zona, siendo Ixmiquilpan el centro de mayor actividad comercial.

MUNICIPIOS	Establecimientos	Personal Ocupado total promedio	Remuneraciones totales al personal remunerado	Ingresos derivados de la actividad total	Valor agregado censal bruto	Insumos Totales
				Miles de pesos		
TASQUILLO	77	116	112.5	4248.3	4245.7	3266.8
CARDONAL	15	19	-	350.6	350.6	242.5
IXMIQUILPAN	943	1984	6874.1	230470	230107.9	192083

Fuentes: Censos Económicos. XIV Censo Industrial, XI Censo Comercial, XI Censo de Servicios. INEGI. 1995.

Cuadro 40. Información de la actividad comercial de los municipios.

Para complementar las actividades comerciales en el Cuadro 41 se señala la relación de mercados móviles de la zona.

MUNICIPIO	No. DE TIANGUIS	DÍA DE MERCADO	RASTROS
TASQUILLO	7	Domingo	b(Local)
CARDONAL	14	Domingo	b (local)
IXMIQUILPAN	12	Lunes	a (regional)

Fuente: Anuario estadístico del Estado de Hidalgo. INEGI. 1996.

Cuadro 41. Número de mercados móviles y rastros en los municipios.

9.1.4.5. Formas de organización social

Como ya se mencionó en apartados anteriores la región de estudio presenta características particulares en cuanto a su conformación social, y una de estas es el alto porcentaje de población indígena que ocupa el segundo lugar en importancia dentro del Estado de Hidalgo.

Los hñahñús del Valle del Mezquital tradicionalmente han estado sujetos al dominio de otros pueblos: primero los aztecas y más tarde los españoles. Con la reforma agraria cardenista, los ejidos y las comunidades se convirtieron en espacios de organización social corporativizados.

Con la creación de los distritos de riego en los años cincuenta se favorecieron nuevos procesos de concentración de la propiedad, que propiciaron el afianzamiento del caciquismo a través del control del agua.

El propósito de la creación del Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital fue modificar las condiciones de extrema pobreza de las comunidades de la región, sin embargo, ayudó al afianzamiento del sistema de lealtades y relaciones autoritarias.

En las últimas décadas los escenarios políticos y sociales de la región del Valle del Mezquital han cambiado profundamente, los conflictos expresan demandas, aspiraciones y hasta frustraciones que aparecen en la confrontación compleja de grupos y personas. Según algunos estudiosos de la región, los procesos socio-políticos y los conflictos han cambiado substancialmente, debido a que se han vinculado a procesos de carácter nacional, como la crisis derivada de la aplicación de las políticas neoliberales. Por otro lado, el agotamiento del sistema de intermediación política de corte oficial da una mayor complejidad social y de emergencia a actores sociales nuevos.

El impacto de ese proceso en el valle se ha ido engarzando con una dinámica y situación social propia, relacionada con el escaso nivel de desarrollo de la región y con la existencia de problemas ancestrales y nuevos no resueltos.

Son complejos los factores de la región que han orillado a gran parte de la población a desarrollar sus propias estrategias de sobrevivencia y han puesto en evidencia la crisis de los mecanismos de intermediación política y social que habían operado eficazmente en otros momentos; entre estos factores se encuentran también la ineficiencia en las funciones de las dependencias estatales y federales.

Al parecer uno de los descontentos de la población es el desconocimiento de los Programas de Desarrollo regionales, debido a que regularmente se elaboran considerando las acciones de cada dependencia, sin una verdadera consulta de la población en cuanto a sus aspiraciones de desarrollo.

Existe una percepción de que la política estatal se ha orientado a resolver la marginación, mediante la construcción de obras de carácter social, dejando de lado la creación de fuentes de trabajo, creando nuevos problemas que profundizan la situación de la pobreza. La ausencia de respuestas efectivas y de largo plazo por parte de las dependencias y del ex partido oficial han provocado en muchas ocasiones, el confrontamiento de los actores sociales.

Los cambios en los niveles de educación, los movimientos sociales de otras regiones del país, la migración a la Ciudad de México o al extranjero son factores que han influido en el resquebrajamiento del viejo liderazgo y del caciquismo como forma de dominación política (Ambrosio, 1982; Paré, 1981). En la región, algunos sectores han tenido nuevas experiencias organizativas para plantear sus demandas y apoyar la ejecución de proyectos socio-productivos que dan respuesta a sus necesidades más urgentes; es más, a pesar de los desencuentros, existen sectores dentro del ex partido oficial, de la oposición y de organizaciones sociales interesados en abrir espacios de participación, que tienden a involucrar a segmentos sociales más amplios en un ámbito político más plural y tolerante.

La población migrante, particularmente, la que con frecuencia retorna de los Estados Unidos a sus zonas de origen, participa activamente como promotores de procesos organizativos más autónomos, con referentes sociales y culturales nuevos, desarrollando formas de vida y patrones de conducta que contrastan con las tradiciones y valores sociales locales, y en algunas localidades es fuente de conflicto.

Otros conflictos en la región están relacionados con los problemas de límites y deslinde de las propiedades, que en ocasiones se vinculan con la distribución y el uso del agua. En la zona de riego, este problema confronta a pequeños propietarios y comunidades por el derecho de acceso a cantidades suficientes de agua. En las zonas de temporal, la construcción de pozos provoca conflictos entre aquellas comunidades que obtienen el recurso en cantidades abundantes y las que requieren de ser beneficiadas por este líquido tan altamente necesario, casos concretos Tolantongo y San Cristóbal, Dexthí- San Juanico y El Puerto Dexthí, etc.

La aplicación de la Reforma del Artículo 27 Constitucional ha provocado un nuevo tipo de conflicto en la región, los nuevos propietarios se niegan a participar en las faenas o en apoyar económicamente en la instalación de servicios (red de electrificación, agua potable, o construcción de caminos), razón para que la comunidad les niegue el servicio o busque recuperar las tierras vendidas.

Ante la falta de alternativas productivas en la región y en la búsqueda de éstas han surgido nuevos sectores sociales que se enfrentan con las organizaciones establecidas; por un lado se encuentran los vendedores ambulantes y por otro los nuevos transportistas, que buscan la apertura de espacios o rutas donde puedan realizar sus actividades y la legalización de sus unidades adquiridas en el exterior.

Por otra parte, la región cuenta con un basto afloramiento de aguas termales lo que ha permitido fomentar su uso con fines turísticos, esto ha sido motivo de conflicto entre los pobladores de las comunidades que cuentan con este recurso por el control de los balnearios. En las últimas dos décadas y en estos días han surgido en algunas zonas del Valle conflictos religiosos entre evangelistas y católicos, que han influido en el agravamiento de los problemas por tierra y agua dentro de las comunidades.

Ante este contexto socio-político encontramos la presencia de las siguientes organizaciones, con niveles diversos de participación y convocatoria. En primer lugar se encuentran los partidos políticos: Partido Revolucionario Institucional, Partido de la Revolución Democrática y con una incipiente participación el Partido de Acción Nacional, que en los dos últimos años a tomado fuerza y espacios políticos.

Consejo Supremo Otomí es una de las organizaciones oficiales que tiene mayor arraigo y reconocimiento en la región, su mayor actividad ha estado encaminada a reivindicar la cultura, el idioma y la presencia de la población Hñahñú en el Valle. Presta asesoría, apoyo técnico y financiero para el desarrollo de proyectos productivos y construcción de viviendas.

Comunidades del Valle A.C. y Servicios para el Desarrollo A.C. (COVAC y SEDAC) que apoyan a las comunidades indígenas. Trabajan mediante la organización de comités locales y regionales en la ejecución de programas de vivienda, salud, instalación de servicios de agua y luz, la construcción de establos colectivos y granjas, así como el apoyo a diversos proyectos para mejorar la producción agrícola, ganadera y artesanal.

Confederación Nacional Campesina CNC, donde participan activamente los productores de maguey y nopal, al parecer ha perdido fuerza debido a que en periodos electorales buscan estrechar sus vínculos con los campesinos.

Unión Campesina Democrática agrupa a campesinos y transportistas que han introducido vehículos de la frontera norte.

Unión "Dorados de Villa" organización que agrupa a los vendedores ambulantes.

Asociación Pro-Defensa de la Pequeña Propiedad es una organización de agricultores de aproximadamente 80 participantes, surge en los primeros años de los noventa debido a los conflictos de los pequeños agricultores con las comunidades indígenas.

Comité Regional de Pueblos Indígenas del Valle del Mezquital, de creación reciente y no parece tener capacidad de convocatoria entre las comunidades; gestiona y asesora a las comunidades para la instalación de servicios públicos.

Enlace Rural A.C. trabaja en las zonas altas del valle proporcionando asesoría en el procesamiento de algunos recursos naturales como la lechuguilla y la sábila y coordina su trabajo con la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Unión de Abarroteros de Ixmiquilpan que agrupa a los comerciantes establecidos.

Unión Nacional de Trabajadores Agrícolas (UNTA), muchos de sus participantes pertenecen al PRD, por lo que se considera que es apoyada por este partido.

9.1.4.6. Tenencia de la tierra

De acuerdo a los censos de 1950, 1960 y 1970, se podría pensar que alrededor del 70% de las tierras del Valle del Mezquital son ejidales, mientras que la propiedad privada tendría en promedio un 30% de las tierras, pero si pasamos al plano de las tierras laborables cambia la correlación ya que las tierras ejidales sólo tendrían en promedio un 55%, mientras la propiedad privada estaría cerca del 45%. Lo observado sobre las tierras de riego hacen cambiar nuevamente la correlación, las ejidales tendrían un 46%, por otro lado, estarían las de propiedad privada que representan un 54%. Como se puede notar la apertura de tierras abiertas al cultivo entre 1950 y 1970 ha beneficiado más al productor privado, ya que éste cada vez concentra más propiedad en pocas manos, mientras que el ejidatario cada vez aumenta más sus miembros y la tierra es la misma, lo que lleva a expulsar fuerza de trabajo hacia

centros urbanos, industriales y comerciales; con todas las implicaciones culturales, políticas, económicas, sociales que ello produce.

En todo este proceso de transformación económica, productiva, cultural, de tenencia de la tierra, la política ha servido para dar justificación y cierta legitimidad a las políticas gubernamentales implementadas por los grupos caciquiles de la región, quienes han desempeñado un papel de dominación y control político-económico. Las políticas gubernamentales aplicadas en la zona han obedecido más a modas de paquetes tecnológicos que a situaciones concretas de las comunidades y de los pueblos.

En la región, del año de 1970 a 1990 se han distribuido un total de 197 613 ha, en los municipios de estudio, de las cuales sólo 75 910 ha son susceptibles para la agricultura, lo que representa el 38.4%. Estas cantidades divididas entre el número total de ejidatarios que son 211 249, nos da un promedio de 3.5 ha, considerando el promedio de miembros de una familia, nos permite pensar que la tierra (minifundio) es insuficiente, pero no por el hecho de ser minifundio, sino por las políticas gubernamentales implementadas hacia el campo por los gobiernos estatales y federales. Es decir el abandono del productor a sus propias posibilidades económicas y tecnológicas. Las tierras de tipo social (ejidos y comunidades) en la región de estudio no representan ni un 50% del total de la tierra que contienen los diferentes municipios, más de la mitad está en manos de "pequeños propietarios", quienes si han contado con apoyos económicos y políticos de los gobiernos municipales, estatales y federales.

El problema agrario de la región continúa, aún con las reformas al artículo 27 Constitucional de los años de 1991-1992, la situación se ha hecho más compleja con la nueva institucionalidad que le dio el gobierno de Salinas de Gortari; es decir, cambiando los agentes gubernamentales en el campo, ahora los promotores agrarios subordinados de la Secretaría de la Reforma Agraria han perdido presencia en los ejidos y comunidades, a lo mismo que ciertos ingresos extraoficiales que obtenían por ofrecer sus servicios, en este momento la Procuraduría Agraria es la instancia que tiene una mayor presencia en los pueblos, ejidos y comunidades, ya que inicialmente tenían el papel de ser los defensores del campesinado, han pasado a convertirse en la instancia más importante para implementar el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE), cuyo objetivo central es el de otorgar certeza jurídica a los posesionarios y propietarios de tierras ejidales y comunales. Todo esto con el propósito de regularizar la tenencia de la tierra.

Los conflictos por problemas de tenencia de la tierra, los propiamente políticos y los sociales, son mediatizados por el excesivo control político que se ha dado en las comunidades del Valle.

El Cuadro 42 indica la estructura ejidal por municipios durante 1991.

MUNICIPIO	Sup. Ejidal por Municipio (ha)	Número de Ejidos	Número de Ejidatarios
Tasquillo	5 177	18	1 411
Cardonal	19 638	21	2 054
Ixmiquilpan	19 534	23	4 253

Fuente: VII Censo Ejidal. INEGI. 1991.

Cuadro 42. Estructura ejidal por municipios (1991).

La situación de la tenencia de la tierra se muestra en el Cuadro 43 donde claramente se observa la tendencia a incrementar la pequeña propiedad.

REGION	SUP.TOTAL (ha)	EJIDAL (ha)	COMUNAL (ha)	PRIVADA	OTRAS
Tasquillo	7 157	544.8	357.7	6 247.4	7.1
Cardonal	10 874.3	3 402.4	168.7	7 340.6	3.6
Ixmiquilpan	17 368	3 809.6	4 767.8	8 773.7	56.7

Fuente: VII Censo Agropecuario del Edo. de Hidalgo, INEGI 1994.

Cuadro 43. Situación de la tenencia de la tierra (1994).

9.1.4.7. Índice de marginación

La insuficiencia de servicios públicos y la carencia de satisfactores básicos se pone de manifiesto a través del índice de marginación tal y como se puede constatar en el Cuadro 44, donde los municipios de Cardonal y Tasquillo tienen un alto grado de marginación.

El caso de Ixmiquilpan es un tanto distinto, ya que a pesar de ser el municipio con mayor población su índice de marginación se considera como medio. Esto resulta hasta cierto punto comprensible, si se considera que un buen porcentaje de sus habitantes se concentra en las zonas urbanas en donde la calidad de los servicios es mejor; sin embargo, si nos remitimos a evaluar las condiciones de bienestar de las áreas netamente rurales, su marginación también es alta.

ESTADO	% DE POBLACION ANLFABETA < 15 años	% DE POBLACION SIN PRIMARIA > 15 años	% DE OCUPANTES EN VIVIENDAS SIN DRENAJE NI EXCUSADO	% DE OCUPANTES EN VIVIENDAS SIN ENERGIA ELECTRICA	% DE OCUPANTES EN VIVIENDAS SIN AGUA ENTUBADA	% DE VIVIENDAS CON HACINAMIENTO	% DE OCUPANTES EN VIVIENDAS CON PISO DE TIERRA	% DE POBLACION EN LOCALIDADES CON < 5000 HAB.	% DE POBLACION OCUPADA CON INGRESOS < 2 SALARIOS MINIMOS	INDICE	GRADO
HIDALGO	20.69	45.73	42.78	22.6	29.86	63.6	29.9	62.88	73.70		
TASQUILO	21.34	50.48	70.51	35.12	34.64	66.45	28.62	100	81.57	0.198	ALTA
CARDONAL	30.99	53.02	75.18	48.4	31.09	74.7	51.31	100	79.65	0.618	ALTA
IXMIQUILPAN	19.42	41.75	49.47	24.13	20.55	68.05	28.13	59.1	74.26	-0.371	MEDIA

Fuente: Consejo Nacional de Población (CONAPO) 1990.

Cuadro 44. Principales indicadores de marginación en comparación con la media estatal.

9.1.4.8. Aspectos culturales

Uno de los aspectos sobresalientes es que los hñahñus siguen ligados a sus costumbres; es decir se encuentran muy apegados a sus fiestas paganas de ellas las principales son las de Ixmiquilpan, Santuario, Cardonal, San Cristóbal, El Mayé, San Nicolás, donde reflejan, en parte su apego al territorio. Esto se complementa con diversas ferias y concursos de comida tradicional o deportivos, tratando de fomentar la comunicación entre comunidades. De igual forma no se puede dejar de lado las fiestas nacionales; generalmente en el mes de diciembre existen más festejos para celebrar el regreso de los migrantes, que se reúnen en fin de año con sus familiares, para que iniciando el nuevo año vuelvan a partir a Estados Unidos.

9.1.4.9. Conocimiento tradicional y participación de la mujer en el uso de recursos

Una de las grandes importancias del saber tradicional en el valle es que permite observar la estrecha relación que existe con su medio natural y la dependencia que se sucede hacia éste.

Los hñahñus poseen un conocimiento de los recursos agua, suelo, flora y fauna, y de los procesos ecológicos que se suceden, esto se retoma para programar actividades como el pastoreo, la agricultura, la recolección, sobre todo esta última, que es muy practicada principalmente por la mujer, que obtiene del medio natural elementos alimenticios, medicinales, energéticos y productiva. Es importante resaltar la tendencia a seleccionar plantas con usos múltiples como lo son: el mezquite, los magueyes, la lechuguilla.

El conocimiento tradicional les ha llevado a crear formas de reproducción de elementos silvestres empleando como "laboratorio los huertos y solares" de la finca, el conocimiento de las adaptaciones y requerimientos de las plantas les ha dado ideas para realizar un proceso de domesticación, hasta hacer que un recurso se convierta en un cultivo, como por ejemplo el caso de los oréganos. En el caso de la fauna la colecta sobre todo de aves pone de manifiesto también el conocimiento que se tienen de la conducta de los organismos.

Las condiciones climáticas se pueden predecir atendiendo a indicadores que pueden ser plantas o animales, el caso de algunos reptiles indicadores de lluvia; para cultivos, el conocimiento del ciclo lunar se emplea para saber el momento preciso en que se deben de iniciar las labores agrícolas.

Las condiciones agrestes han hecho que se desarrollen estrategias para la conservación y restauración de suelos, mediante la construcción de bordos de contención de sedimentos, la construcción de sistemas de captación de agua de escurrimiento.

En términos generales los talleres de planeación comunitaria aportan un caudal de conocimientos que posee la gente en relación a su medio e incluso también se tienen bien establecidas las causas que provocan el deterioro ambiental.

Finalmente, hay que resaltar el hecho de que uno de los bastiones importantes en la dinámica de la zona es la actividad de la mujer, la cual cada día se va incrementando y su participación se esta haciendo sentir, desde la familia hasta en la toma de decisiones de las comunidades. Así podemos mencionar que ya se han generado espacios propios en la educación, producción, servicios médicos, administrativos, etc.; por lo que es necesario tomarla en cuenta en todas las acciones de planificación del desarrollo local.

9.2. EVALUACIÓN DEL DETERIORO AMBIENTAL Y PROBLEMÁTICA SOCIOECONÓMICA

9.2.1. Problemática ecológico-regional

El **Deterioro Ambiental** - lo conceptualizamos como- el proceso resultante de la convergencia de fenómenos naturales y actividades humanas, que se manifiesta de diversas formas, diferentes magnitudes y niveles de organización, en los elementos paisajísticos, componentes del suelo, desarrollo y establecimiento de los sistemas bióticos de un sitio, que conllevan a una modificación de las condiciones físicas, bióticas y funcionales típicas, que ocasionan modificaciones en los componentes del sistema y desequilibrio en las interrelaciones de estos y en general, en los procesos que determinan la dinámica del área, con la subsecuente depreciación de los recursos naturales existentes. Las repercusiones del deterioro ambiental trascienden no sólo en el ámbito ecológico, sino también en las condiciones sociales y económicas de las poblaciones humanas, afectando de manera sobresaliente la calidad de vida de los grupos de las zonas deterioradas.

9.2.1.1. Deterioro del paisaje natural

El diagnóstico realizado en el sitio de estudio nos revela que un rasgo característico es la heterogeneidad de elementos fisiográficos, que le confiere al área problemas severos en relación al uso del terreno, la presencia de cañadas, escarpas, y en general, relieves muy pronunciados, limita de forma acentuada la actividad agrícola y pecuaria, haciendo que los pocos sitios donde es factible realizar la agricultura se vean fuertemente presionados por las prácticas culturales, trayendo como consecuencia procesos de degradación.

Sin embargo, un aspecto positivo de la fisiografía es la creación de paisajes que le dan a la zona un atractivo escénico que hasta la actualidad no ha sido debidamente manejado, y que se presta como recurso potencial para efectuar actividades referidas a ecoturismo y educación ambiental, tanto para prestadores de servicios como para aquellos visitantes que tratan de encontrar mayor contacto con la naturaleza.

Desde el punto de vista biogeográfico, el relieve ha influido de forma directa en la creación de microambientes favoreciendo el establecimiento de una gran diversidad biótica, parcialmente deteriorada, debido a la poca accesibilidad. Por otra parte, también hay que considerar la existencia de sitios, que por su origen y dinámica representan factores de riesgo para cualquier tipo de actividad, tal como sucede en los piemontes que son muy susceptibles a derrumbes o movimientos de grandes masas de materiales que en un momento dado pueden representar peligro, como sucede en Tolantongo, por lo que su manejo debe de considerar lo anterior de forma seria. Otro caso, en las barrancas localizadas al sur de San Cristóbal, donde el problema es la presión que ejerce la ganadería sobre la cobertura vegetal que ocasiona su desaparición y con esto la acción directa de los procesos de erosión, que influye directamente en las variaciones de relieve.

En otros términos, de todos los sistemas ya descritos, se tiene que, los Sistemas Dexthi-Cardonal, Ixmiquilpan-Alfajayuca y el Saúz, son los mas impactados por las actividades humanas ya que estos se encuentran formando lomeríos y fondos de valles, constituyendo así los sitios óptimos para el desarrollo de las actividades agropecuarias y de los asentamientos humanos.

Los sistemas Agua Hedionda y Agua Florida-Las Manzanas que corresponden a las formaciones Doctor, Soyatal y Mezcala constituidos por calizas y lutitas del Cretácico, han sido afectados

principalmente por cambios del uso del suelo, tala inmoderada, sobrepastoreo, procesos de erosión natural y por actividades mineras a baja escala.

Por último, el sistema Juárez conformado por materiales ígneos de la Formación Pachuca, es la unidad menos afectada por los factores antropogénicos. Son precisamente estas estructuras las que constituyen la barrera orográfica que impide el paso de la humedad a la zona, generando así la condición de aridez. El principal problema ambiental que se da en este sistema, es la alta tasa de deforestación que consecuentemente ha provocado una fuerte erosión.

En contraste, analizando los datos del índice del suelo (SEDESOL, 1993) que se obtuvieron de la comparación entre los planos de uso actual y potencial es posible darse cuenta de que en realidad la mayor parte del área estudiada presenta un uso adecuado que va de acuerdo a la vocación natural de la zona; es posible percatarse también que sólo un porcentaje pequeño de superficie tiene un uso inadecuado, tal es el caso de algunas áreas de agricultura de temporal que se ubican sobre terrenos en donde la vocación natural es para fines pecuarios o forestales.

De las cifras expuestas en el Cuadro 45 es posible concluir que los problemas de deterioro y baja productividad que se presentan en la región no son generados principalmente por el uso inadecuado del suelo, sino por la subutilización de los recursos y/o el manejo impropio de los mismos.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO	PORCENTAJE DE ÁREA CON USO ADECUADO	PORCENTAJE DE ÁREA CON USO INADECUADO
CARDONAL - DEXTHI	94.96	5.3 Es agrícola y debe ser pecuario
JUAREZ	92.41	7.48 Es agrícola y debe ser pecuario 0.11 Es agrícola y debe ser forestal
IXMIQUILPAN-ALFAJAYUCAN	100.00	0.00
AGUA FLORIDA	86.29	13.0 Es agrícola y debe ser pecuario 0.73 Es agrícola y debe ser forestal
AGUA HEDIONDA	96.51	2.61 Es agrícola y debe ser pecuario 0.88 Es agrícola y debe ser forestal
SAUZ (FACETA SIERRA)	94.43	4.53 Es agrícola y debe ser pecuario 1.04 Es agrícola y debe ser forestal
SAUZ (FACETA VALLE)	100.00	0.00

Cuadro 45. Porcentajes de uso adecuado e inadecuado calculado para los principales sistemas ecogeográficos de la zona, siguiendo la metodología de SEDESOL (1993).

9.2.1.2. Degradación de Suelos

El principal problema ambiental que afrontan los suelos del área es la desertificación, inducida principalmente por procesos erosivos derivados del sobrepastoreo, de la reforestación y los cambios en el uso del suelo. De tal manera, que actualmente el 13.89% del total del área presenta una erosión severa.

El Cuadro 46 muestra la pérdida anual de suelos, en toneladas por hectárea, calculada para cada sistema ecogeográfico, siguiendo la metodología de SEDESOL (1993).

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO	EROSIÓN HÍDRICA ton/ha/año	EROSIÓN HÍDRICA GRADO	EROSIÓN EÓLICA ton/ha/año	EROSIÓN EÓLICA GRADO
CARDONAL- DEXTHI	17.33	MODERADA	100.58	ALTA
JUAREZ	82.48	ALTA	4.9	BAJA
IXMIQUILPAN-ALFAJAYUCAN	3.44	LIGERA	29.49	LIGERA
AGUA FLORIDA	92.47	ALTA	6.39	BAJA
AGUA HEDIONDA	6.52	LIGERA	28.33	LIGERA
SAUZ (SIERRA)	33.75	MODERADA	19.54	LIGERA
SAUZ (VALLE)	1.72	LIGERA	107.52	ALTA
TOTAL/ANUAL	237.71	ALTA	296.75	ALTA

Cuadro 46. Pérdida anual de suelo por erosión hídrica y eólica obtenida para cada sistema ecogeográfico, de acuerdo a la metodología de SEDESOL (1993).

El agotamiento de las tierras de labor es también un punto crítico a afrontar, la disminución de la calidad de los suelos debido a los procesos continuos e intensos de labranza agrícola que se han dado durante mucho tiempo (50 años aproximadamente para el caso del Dexthi) ha traído como consecuencia que los principales nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos se encuentren en concentraciones muy bajas.

Según los datos arrojados por los análisis de suelos practicados en tierras agrícolas de temporal, concretamente sobre suelos de tipo Fluvisol, demuestran que las tierras de cultivo se encuentran con fuerte agotamiento de nutrientes principalmente de fósforo y nitrógeno tal y como se puede apreciar en el Cuadro 47. Por otra parte, los contenidos de la materia orgánica son también bajos lo que repercute en una capacidad de intercambio catiónico y retención de iones, esta situación resulta comprensible si se considera que de acuerdo a lo comentado por los campesinos no se acostumbra realizar alguna práctica de abonamiento ni de coberturas sobre las tierras de labor.

Con respecto a las propiedades físicas, lo más de tomar en cuenta es la pobreza en la estructura del suelo ya que en la mayoría de los casos se presentan bajos niveles de organización de las partículas del suelo, prevaleciendo de este modo estructuras individuales o de agregados pequeños e inestables. Esta situación repercute negativamente sobre los flujos de agua y aire, disminuyendo así las probabilidades de retención de agua y nutrientes. El tener una estructura con las características y consecuencias ya señaladas es el resultado de los bajos contenidos de materia orgánica del suelo, ya que como ha sido demostrado por varios investigadores, la materia orgánica es la principal promotora de estructuras favorables. Una consecuencia más de que las partículas no se encuentren agrupadas en partículas de mayor tamaño y peso, es que al estar sueltas son más susceptibles de ser levantadas o arrastradas por el agua y el viento.

Un suelo con cobertura vegetal, materia orgánica y estructuras favorables (granulares y poliédricas pequeñas) presenta pérdidas por erosión muy bajas. De hecho todos los programas de conservación de suelos deben tender hacia el control de las variables arriba comentadas.

MATERIA ORGÁNICA %	pH	C-CEC meq/100gr	NITRÓGENO NO ₃ %	FOSFORO ppm	POTASIO ppm	CONDUCT. ELEC/mmhos
0.89 a 1.87	7.26 a 8.23	17.6-28.34	0.025-0.12	0.5 a 3	3.27 a 6.47	0.42 a 2.18

Cuadro 47. Resumen de los rangos de valores de las propiedades químicas de los suelos agrícolas de la zona.

Otro problema que se da en suelos agrícolas sobre todo en aquellos donde se utilizan sistemas de riego (en suelos de tipo Fluvisol) es la salinidad, debida básicamente a la mala calidad del agua con la que se riega, cada año que pasa, el acúmulo de sales se va incrementando afectando más tierras de cultivo, sobre todo en sitios como: La Heredad, San Juanico, Orizabita, Los Remedios, Capula.

Los resultados obtenidos de una investigación del IMTA (CNA,1991), en 1990 muestran que el riego con aguas provenientes de la presa Endho, tienen una conductividad eléctrica (CE) de 0.93 mmhos por lo que se tiene que aplicar un 7% de subriego para lavar el excedente de sales en cultivos tolerantes, y hasta un 31%, para los menos tolerantes. Eso no es todo, el agua de los canales Juandho, Requena y Endho tienen una conductividad entre 1.18 y 1.17 mmhos/cm (altas), lo que significa que los suelos irrigados con estas aguas se están degradando rápidamente por la acumulación excesiva de sales.

Para contrarrestar este efecto, como ya se mencionó, se aplican sobrantes de riego que van desde el 11% hasta el 60%. Todo esto dependiendo del tipo de cultivo y de la clase de suelo. El trabajo concluye que el 95 % de las aguas empleadas para el riego tienen problemas crecientes de salinidad.

Evaluación de la pérdida y erosión del suelo

Realizando una valoración del grado de deterioro del suelo de la zona y aplicando el criterio FAO (1958 En: Sanchez, 1992), se obtuvo que cerca de 9 701.92 ha presentan problemas de erosión muy grave, 16 802.5 ha son de erosión grave; 26 708.71 ha de moderada; 8 863.4 de erosión leve y 7 804.5 ha de no apreciable, lo que representa un 11.07 %. Tal como se observa en el Cuadro 48 la situación refleja las fuertes limitantes causadas por erosión y el avance del proceso de desertificación, de ahí que es imperativo llevar a cabo acciones de restauración y conservación en el área, aplicando algunas de las prácticas que ya se han mencionado con anterioridad.

GRADOS DE EROSIÓN	CLAVE	SUPERFICIE (ha)	%
Erosión No Apreciable	Na	7 804.51	11.07
Erosión Leve	L	8 863.40	12.57
Erosión Moderada	M	26 708.71	37.89
Erosión Grave	G	16 802.50	23.84
Erosión Muy Grave	Mg	9 701.92	13.76
Zona Urbana	Zu	609.71	0.86
		-----	-----
	TOTAL	70,644.00	100.00

Cuadro 48. Clasificación por Grados de Erosión (FAO, 1958).

La distribución y superficies de áreas erosionadas por pérdida de cobertura se muestran en el Mapa 4.

La Figura 15 ejemplifica los niveles de pérdida de suelo de acuerdo al uso del terreno determinado, las tasas de formación y los niveles permisibles de pérdida.

Hernández (2001) calculó para la zona el índice de erosión laminar hídrica aplicando el criterio FAO 1980, modificado por SEDESOL-INE (1993) y la categorización de tierras representadas en el Mapa 5.



99°20'

99°00'

<h3>ÁREAS EROSIONADAS POR PÉRDIA DE COBERTURA, ALTO MEZQUITAL, HIDALGO</h3>		<p>SIMBOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> E. No Aparente E. Leve E. Moderada E. Grave E. Muy Grave Carretera Terracería Zona Urbana
<p>FES IZTACALA LAB. EDAFOLOGIA UBIPRO López Galindo Francisco Marzo-2001</p>	<p>Escala 1:186,894 9.15 km</p> <p>Proyección: UTM Zona UTM : 14 Elipsoide: CLARK 1886 Datum: NAD27</p>	

Mapa 4. Áreas erosionadas por pérdida de cobertura de acuerdo a FAO, 1954.

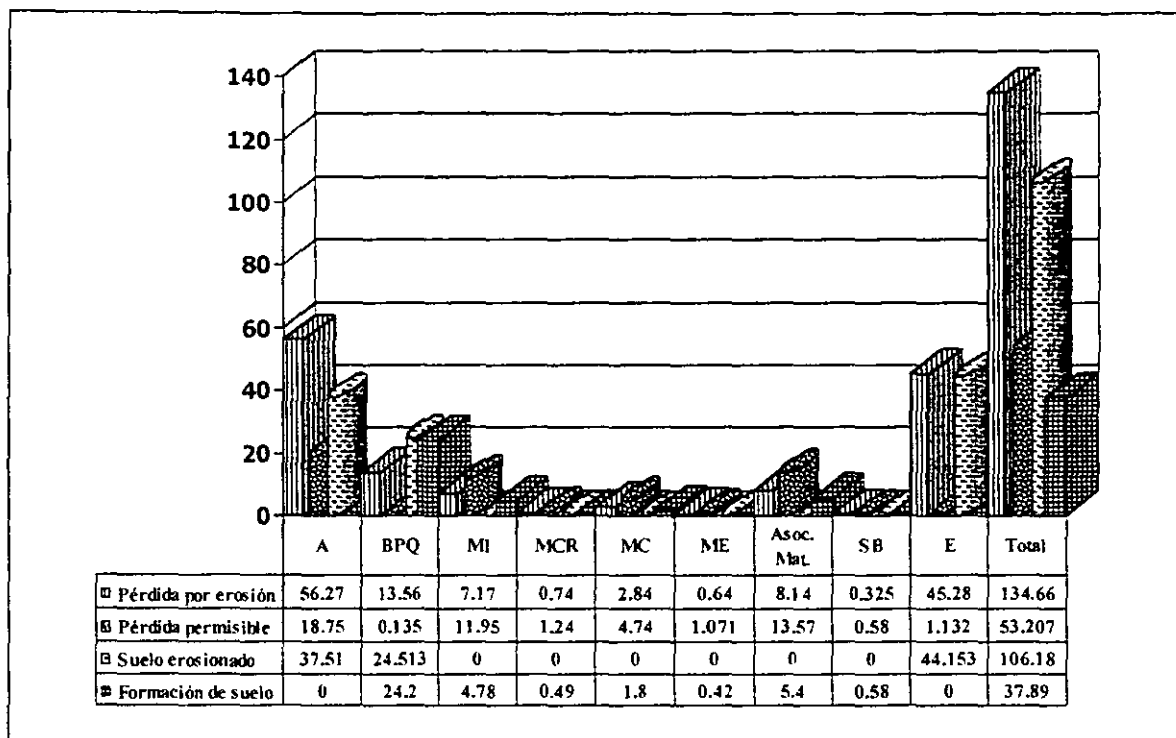


Fig. 15. Evaluación de la pérdida del suelo










99°20'

99°00'

20°30'

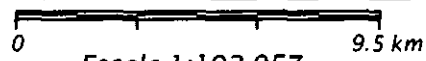
ÍNDICE DE EROSIÓN POTENCIAL LAMINAR HÍDRICA, ALTO MEZQUITAL, HIDALGO

SIMBOLOGÍA

-  Ligera (< 10 ton/ha/año)
-  Moderada (10-50 ton/ha/año)
-  Alta (50-200 ton/ha/año)
-  Muy Alta (> 200 ton/ha/año)
-  Carretera
-  Terracería
-  Zona Urbana



FES IZTACALA
LAB. EDAFOLOGIA
UBIPRO
Hernández Moreno Mayra
Marzo-2001



Escala 1:192,057

Proyección: UTM
Zona UTM: 14
Elipsoide: CLARK 1886
Datum: NAD27



Mapa 5. Índice de erosión potencial laminar hídrica, Alto Mezquital, Hidalgo (FAO, 1980 modificado por SEDESOL-INE, 1993). Fuente: Hernández, 2001.

9.2.1.3. Condición y calidad del agua

La problemática que se presenta en relación al agua, es que cerca del 70% del sitio tiene carencia de este recurso, sobre todo en las partes donde el clima es semiseco y los niveles de precipitación son más aleatorios, con un aporte que no cubre las necesidades de los cultivos y del ganado. La mayor parte de la gente no posee una fuente continua de abastecimiento, por lo que es imperativa la planeación e instrumentación de obras de captación de agua de escurrimiento y construcción de sistemas de conducción dirigidos a las parcelas o a sitios de captación y almacenaje.

En contraste, por ejemplo en Tolantongo el recurso hidrológico es continuo de ahí que, se recomienda hacer un uso más diversificado. Las condiciones físicas y químicas del agua se prestan para poder ser empleada en actividades agrícolas, pecuarias, acuacultura y usos recreativos. Se observó que se puede emplear para cubrir las necesidades domésticas; sin embargo, es necesario implementar procesos de potabilización y mantenimiento de la red hidráulica, debido a que por ser agua de tipo agresivo, las sales que contiene son muy susceptibles de ser cristalizadas o depositadas en el interior de la tubería causando obstrucciones que limitan su conducción y abasto.

Un problema que se avecina es la contaminación por la descarga de aguas residuales, en este momento no se ha llegado a niveles alarmantes; empero las perspectivas de crecimiento de la población, aumento de los asentamientos y mayor afluencia de turismo aseguran que pronto se van a dar estos problemas. Otro problema que es necesario atender es la prevención de derrumbes e inundaciones causadas por las crecidas que se suceden en la época de lluvias, que dañan cultivos, ocasionan enfermedades en estos y sobre todo, crean un peligro para las zonas que son empleadas para campismo pues las inundan o las destruyen. Aquí se recomienda seguir las sugerencias emitidas por la UNAM en el control y manejo del cause. Finalmente, se propone hacer una evaluación de los efectos que pueden causar los afloramientos de agua en los sitios donde existen conglomerados y sedimentos poco cementados debido a que representan zonas de riesgo pues pueden sucederse derrumbes de consideración, sobre todo en los caminos de acceso localizados dentro de la barranca.

El caso que si es necesario abordar de forma urgente es el problema ambiental y productivo que se está ocasionando en la zona de riego, por el empleo de aguas residuales, debido a la contaminación que ocasionan a los suelos, por la acumulación de metales pesados, detergentes, salinidad, contaminación de mantos freáticos. Tal como se ha comentado con anterioridad e incluso es necesario resaltar los daños crecientes a la salud de la población y el ganado que consume o está en contacto con este tipo de aguas. Por lo que es necesario crear e instrumentar acciones para realizar un tratamiento del agua, antes de ser empleada.

9.2.1.4. Deterioro y pérdida de recursos bióticos

Como se mencionó anteriormente la zona representa un ambiente muy propicio para que se desarrollen y manifiesten diversas formas biológicas, dispuestas en un gradiente ambiental que nos muestra sistemas bióticos representativos de climas templados, semiáridos y de trópico seco; además se estableció la importancia del sitio al considerarse como un refugio y corredor biogeográfico, que por su riqueza específica es necesario establecer políticas de conservación y preservación. Así como existen sistemas parcialmente deteriorados también los hay altamente degradados.

En particular, los bosques de enebro, pino piñonero y encino han sido muy impactados por las actividades de recolección de piñón, obtención de leña para la fabricación de carbón y materiales para construcción, causando la desaparición de áreas arboladas y con esto aumentando las zonas de erosión. Por otra parte en

la actualidad se tiene el problema de la incidencia de plagas que están ocasionando la muerte de muchos árboles, en especial el piñón, lo que ha implicado hacer talas e implementar acciones de reforestación. Sin embargo, tal reforestación se está realizando con especies exóticas (pirul y eucalipto) que no garantizan la formación de arbolado a mediano plazo, de ahí que es necesario trabajar con especies nativas. La gente expresa que el deterioro que se está ocasionando ha influido en las condiciones climáticas, al aumentar la temperatura y disminuir los niveles de precipitación por lo que se considera importante incrementar los procesos de recuperación de cobertura y la reforestación.

En otro aspecto, los matorrales localizados en las zonas más secas se han visto fuertemente impactados por la extensión y apertura de nuevas áreas al cultivo temporalero y la actividad ganadera, ocasionando la pérdida de la cobertura e incrementando el proceso de erosión. La disminución de las poblaciones vegetales también se ha visto acentuada por los procesos de urbanización y por la extracción de elementos empleados sobre todo como leña, tal como se ha visto en los matorrales inermes, los más diversos como el matorral subinorme, espinosos y cracicaules.

De ahí que es imperativo realizar acciones para el restablecimiento de estos sistemas y regular el uso de los mismos. Otra actividad que también ha influido es la extracción de materiales de importancia minera, que ha ocasionado la eliminación de la zona de bosque bajo de enebro, pino piñonero, o grandes extensiones de matorral de Flourenzia; por lo que se recomienda realizar labores de reforestación y revegetación como medidas de mitigación de las actividades de extracción.

La riqueza florística de más de 352 especies también se ha visto amenazada por saqueo y sobre explotación como sucede con las cactáceas, especialmente las bisnagas y los viejitos; de igual forma, se encontró que existen tres especies catalogadas como endémicas y tres amenazadas, por lo que en primer término se debe regular y vigilar la extracción, así como implementar medidas para reactivar y recuperar poblaciones o reproducir tales especies, lo cual requiere de la participación de los pobladores e instancias de investigación. Las 181 especies identificadas como importantes por los usos tradicionales que se les da hacen necesaria la selección de las más importantes y comenzar a efectuar procesos de manejo que conlleven a establecer mecanismos para su pronta reproducción, aquí se recomienda comenzar con aquellas especies que tienen un uso múltiple, como las leguminosas y cactáceas.

El exceso de saqueo del mezquite ha hecho que sus poblaciones se disminuyan de forma alarmante e incluso se han hecho más susceptibles al ataque de plagas, en el Cuadro 49 se enlistan las plagas que afectan y destruyen al mezquite y otras leguminosas, determinados por Jiménez (1999).

Los trabajos de manejo de especies de importancia y las silvestres requieren de un proceso de capacitación aunado a proyectos de restablecimiento de sitios, que se pueden iniciar a nivel de solares, baldíos o viveros comunitarios, con la participación de todo tipo de personas.

HOSPEDERA	ESPECIE PLAGA
Mezquite	<i>Mimosestes amicus</i> , <i>Algarobius atratus</i> , <i>A. johnsoni</i> , <i>A. nicoya</i> y <i>Acanthoscelides sp.</i>
Guaje	<i>Algarobius atratus</i> , <i>A. johnsoni</i> , y <i>Acanthoscelides sp.</i>
Shasni	<i>Stator pruininus</i>

Cuadro 49. Especies de Bruchidae que atacan a las semillas de las leguminosas más importantes (Fuente: Jiménez, 1999).

En relación a la fauna, ésta se ha visto también influida por los procesos antes mencionados y complementada con actividades de caza; empero, hacia las zonas de acceso limitado se ha encontrado que existen poblaciones de organismos aun en buen número, lo que favorece su permanencia; pero igualmente y contrastando, existen especies que es muy difícil observar y otras que han desaparecido, como el caso del venado, coyotes, etc; por lo que es recomendable iniciar acciones dirigidas a conocer, evaluar especies y sus poblaciones y realizar la capacitación de personal en manejo de especies de vida silvestre, empleando como sitios de trabajo los escenarios naturales de la zona.

9.2.2. Problemática de los sistemas productivos

9.2.2.1. Agroecosistemas de cultivos

Agroecosistemas de agricultura de temporal

Uno de los grandes problemas que tiene la zona es la baja productividad agrícola debido a que los agroecosistemas dominantes son los de agricultura de temporal de maíz, frijol, chile y calabaza, que por depender de las condiciones del temporal están supeditados a los niveles de precipitación que llega a la zona. Los rendimientos son muy bajos, menores de 600 kg de maíz por hectárea, que son insuficientes para cubrir las necesidades de las familias, estos rendimientos se ven también disminuidos porque los cultivos se practican en sitios que no tienen vocación agrícola o donde las prácticas culturales permiten la pérdida de suelo.

Una estrategia que la gente desarrolla con la finalidad de recuperar suelo, incrementar su fertilidad y mejorar la producción de los cultivos, es la formación de barreras físicas de piedra, que es acomodada alrededor de los predios de tal forma que disminuyen la incidencia del viento y mantienen mayor humedad, lo cual se considera una buena estrategia. Se requiere de acciones de mejoramiento de cultivos empleando semillas criollas, manejando una fertilización alternativa y facilitando la captación y retención de humedad. Otro factor que influye bastante es la incidencia de heladas, por lo que hay que determinar una recalendarización de las actividades o buscar especies o cultivos alternativos que soporten las variaciones meteorológicas.

La problemática de las áreas de temporal es muy diversa y al mismo tiempo similar a la que se da en todo el país. El principal problema es la escasez y aleatoriedad de la precipitación, según la opinión de los campesinos cada vez llueve menos (alteración del ciclo hidrológico por erosión y tala inmoderada). Dada la incertidumbre que prevalece en estas zonas, la gente tiene que recurrir también a la extracción de especies vegetales de importancia económica con el propósito de satisfacer en parte sus necesidades prioritarias; esto determina indirectamente un impacto sobre la flora natural, alterando las poblaciones naturales.

Otros problemas que afronta la agricultura de temporal es el agotamiento de las tierras, de acuerdo a los distintos análisis de suelos realizados en la zona, se ha detectado que los nutrientes de los suelos agrícolas se encuentran en niveles muy bajos, sobre todo el fósforo y nitrógeno. Así mismo, la pérdida de la capa arable por la erosión eólica e hídrica es un factor más que ha influido en el empobrecimiento de las tierras.

Por otra parte, la marginación técnico-científica y crediticia es otra causa más que se ha sumado en el rezago de la agricultura temporalera.

Un problema colateral, es la invasión y desmonte de áreas naturales con el objeto de introducir cultivos de temporal; por lo general muchas de esas áreas no son aptas para la agricultura ya que se localizan sobre geofomas con pendientes inclinadas en donde el suelo es muy delgado y pedregoso. Esto determina que en poco tiempo el suelo se erosione y se pierda irremediamente, con el paso del tiempo las parcelas son abandonadas y el terreno queda ya sin vegetación; más tarde, las capas del subsuelo (cuando las hay) se empiezan a encostrar y posteriormente a endurecer impidiendo así el restablecimiento natural de la vegetación e induciéndose de esta manera el proceso de desertificación. Es pertinente aclarar, que los campesinos están conscientes de todos los cambios que se generan con estas acciones, pero en ocasiones no les queda otra alternativa.

Una cuestión más a considerar es la escasez de asesoría técnica sobre todo en aspectos: fitosanitarios, genéticos, de almacenamiento de granos y de manejo. Por otra parte, es necesario rescatar el conocimiento tradicional hñahñu ya que tal y como lo señala Toledo(1985) el conocimiento del Otomí supera con mucho a las alternativas planteadas por los técnicos, esta dominancia se ve reflejada en el discernimiento que tienen para reconocer las mínimas variaciones microecológicas de su ambiente.

Pasando a problemas de índole socioeconómico, existen diversas instituciones que ofrecen algunos programas de apoyos sociales para el campo; sin embargo, los campesinos argumentan que no los conocen ya que nadie se los comunica. Los programas crediticios también son desconocidos para la mayoría, los que llegan a saber de ellos se quejan de que por la misma impredecibilidad de sus cosechas no garantizan que puedan pagar los préstamos y en consecuencia, es difícil que los puedan considerar como sujetos de crédito.

Muchos campesinos alternan sus actividades agrícolas con las artesanales cuya materia prima son especies silvestres como: yuca, el carrizo, el tule, y diversos tipos de agaves entre los que destaca por su importancia la lechuguilla. El problema aquí es la comercialización y los bajos precios que se pagan por los productos, ya que en realidad estos no reflejan todo el esfuerzo y trabajo que se emplea para esta actividad.

De acuerdo a lo comentado por algunos artesanos y en especial los de la región lechuguillera, quienes producen canastas, ayates, escobetillas, morrales, etc., a partir de fibra de lechuguilla, señalan que les interesaría mucho poder exportar sus productos ya que saben que en el extranjero si son bien pagados, pero el problema es no saben como hacerlo, ni tampoco a quien recurrir para que los asesoren.

En términos generales, las áreas de temporal requieren de gran apoyo económico, desde luego bien canalizado, sin caer en el sobreproteccionismo al que se ha llegado en otros sitios. Definitivamente, este apoyo tiene que estar dirigido hacia la implementación de programas de carácter productivo pero con trasfondo social.

El nivel del bienestar social de la mayoría de las zonas temporaleras en el Alto Mezquital, es realmente de preocupación, los servicios en términos generales cuando los hay son deficientes; por ejemplo hay muchos poblados sin drenaje, sin buenos servicios de salud pública y educación básica, con abasto limitado y sobre todo con un suministro irregular de agua potable.

Una cuestión más a considerar es el alto índice de emigración que se presenta en la zona, dada la incertidumbre que existe en relación a producción agrícola, los jefes de familia e hijos emigran buscando sus ingresos en el trabajo asalariado. Esta emigración se dirige hacia los estados vecinos y rumbo a los Estados Unidos. Este fenómeno demográfico está determinando que muchas tierras se dejen de cultivar o bien sean trabajadas sólo parcialmente por los ancianos, mujeres y niños.

Agroecosistemas de riego

Definitivamente el riego con agua residual es uno de los mayores problemas ecológicos que se presentan. No se sabe la magnitud del problema debido a la falta de información, sin embargo, todos coinciden en que provocan daños a la salud.

Los efectos adversos que trae consigo el uso de las aguas negras en la agricultura, no solo se restringe a cuestiones sanitarias, ya que trascienden mucho más allá y pueden llegar a repercutir en toda la dinámica ecológica afectando a las cadenas tróficas.

El contenido de sustancias tóxicas provenientes de las industrias y de los residuos agroquímicos son muy abundantes y variados.

La composición química de estas aguas es muy variada, ya que contienen un sin número de residuos tóxicos generados por los distintos tipos de industrias asentadas en el Valle de México, así como desechos domésticos y agroquímicos que contienen diversas clases de metales pesados.

Otro problema más, es el incremento en la salinidad del suelo ocasionada por la mala calidad del agua, ya que lleva consigo una excesiva cantidad de sales solubles que se depositan en los suelos, mismos que ya tienden a manifestar signos claros de degradación química, como sucede en Tasquillo, El Nith, El Salitre, Panales y San Nicolás.

En contraste, aunque es poca la extensión de la superficie dedicada a agricultura de riego, en Tolantongo, se observó que los niveles de producción son altos, sobre todo en los cultivos de hortalizas; sin embargo, los principales problemas que se tienen son la inestabilidad de los suelos, la inundación de parcelas, la incidencia de plagas y otras enfermedades; pero el problema que parece más sobresaliente es la falta de infraestructura para la comercialización y movimiento de la producción. La gente manifiesta que sufragando el problema de vías de acceso y transporte la agricultura de riego sería una de las principales formas de acelerar el desarrollo de la zona.

Plantaciones de frutales

La mayor problemática observada en las plantaciones de frutales es la incidencia de plagas y enfermedades, en mucho debido a malas prácticas culturales, como mal manejo del suelo, dejar que se inunden las parcelas, no realizar labores de mejoramiento de la fertilidad y cuidados de los cultivos. Es así que, existe mucha incidencia de insectos plaga y enfermedades causadas por hongos y bacterias. Por lo que se recomienda realizar una evaluación fitosanitaria más detallada para definir las formas de control y manejo de frutales adecuadas y mejorar la productividad.

Huertos familiares

La existencia de una diversidad de especies con variados usos en los huertos familiares los ubica como las unidades de producción con mayores expectativas sobre todo en las zonas más marginadas; la problemática que viven estos sistemas es la falta de manejo planificado, mala distribución de espacios y para algunos casos, baja diversidad; por lo que se requiere fomentar y promocionar a los huertos familiares como unidades sustentables y de uso múltiple, sobre todo para el empleo y recuperación de solares o traspatios.

Sistemas agroforestales y aprovechamiento forestal

Uno de los principales problemas que limitan el aprovechamiento de los piñoneros es la incidencia de insectos descortezadores, por lo que hay que realizar prácticas de erradicación y control de plagas, y proponer la recuperación del bosque. La estrategia propuesta es el manejo integral del bosque, lo cual requiere de trabajo de capacitación y apoyo técnico en la realización del mejoramiento del bosque. El conjuntar cultivos de cebada, con barreras rompe vientos de maguey y/o nopal y piñoneros es una alternativa viable, sin embargo, cuando se excede en las dimensiones del terreno dejan de ejercer su función positiva las barreras y por lo tanto los niveles de producción bajan, de ahí que se propone reestructurar los sistemas.

La Figura 16 muestra de manera gráfica los principales factores de deterioro del área y su ubicación geográfica.

9.2.2.2. Agroecosistemas ganaderos

Ganadería de traspatio

Los principales problemas observados en relación al manejo de ganado menor, son la falta de asesoría y conocimiento en especies menores, lo que ocasiona que en la mayor parte de los casos se presente alta mortalidad de aves, sobre todo en pollos juveniles, problemas de parásitos, viruela, etc. Por lo que se recomienda asesorar y capacitar en manejo de especies menores principalmente a las mujeres.

Ganadería caprina y ovina

La mayoría de la zona presenta ganado caprino de libre pastoreo cuya problemática radica en la insuficiencia en la producción y disponibilidad de alimento, por lo que se da un proceso de sobrepastoreo impactando de forma acentuada las zonas de vegetación natural, no se tiene un control del número de cabezas ni del uso de las áreas destinadas al pastoreo. Para el caso de las zonas más frías, el principal problema en la producción de borrego es la incidencia de enfermedades, el desconocimiento en el manejo de éstas, y de productos como la lana, o de la leche de caprinos. Se requiere de capacitación en manejo de ganado mayor y procesamiento de productos y subproductos.

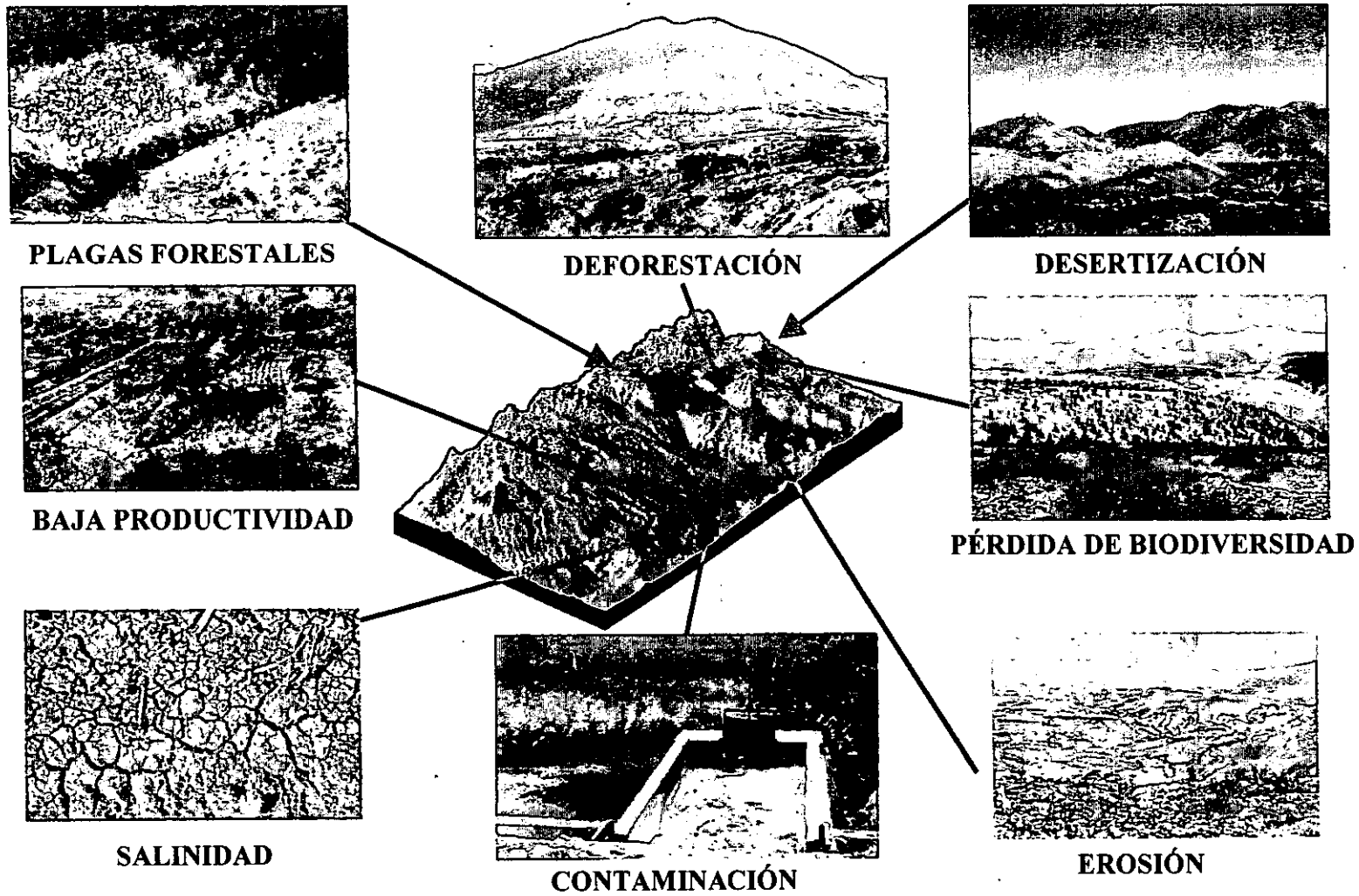


Fig. 16. Áreas con deterioro ambiental elevado

9.2.3. Problemática socioeconómica

Uno de los principales factores que impactan de manera importante la dinámica de la población, es la **migración** de los habitantes de la región hacia otros poblados en busca de mejores condiciones de vida. Este factor no es nuevo ya que viene presentándose desde los años 40's incrementándose constantemente hasta nuestros días. Sin embargo, este despliegue de personas no se dirige sólo a lugares aledaños, sino hasta el cruce de fronteras mucho más lejanas que la misma frontera cultural. Su destino principalmente los lleva a ciudades que contratan mano de obra barata en donde se pretende ganar la vida realizando cualquier trabajo.

Florida, Carolina del Norte, Nueva Jersey, Texas (con mayor auge en los 50's-60's), Pennsylvania, Mississippi, Louisiana, Arizona, Hawai, Alaska; incluyendo Canadá, son los lugares con mejores oportunidades de trabajo.

En los años 40's a 50' se hacía contratación de personal mexicano para ir a trabajar a EE.UU. a partir de los 60's comienza a perderse esa "tradición" y surge otra alternativa para cruzar: el "coyotaje". En la región estos "coyotes" ya no son personas desconocidas sino personas de la misma zona o comunidad (el precio para atravesar es de \$800 a \$1,000 dls.) ayudándolos a dirigirse a su destino. Comienzan a salir de sus comunidades a la edad de 13 a 14 años a partir de los meses de Marzo a Mayo y regresando algunos en los meses de Noviembre a Diciembre.

Se obtienen sueldos desde \$700 dls. a la semana siendo éste sólo la mitad de lo que gana un residente; esto equivale aproximadamente a \$20, 697 pesos al mes y en ocasiones pueden llegar a doblar turno.

Las ofertas de trabajo pueden ser diversas, llegando a laborar en zonas de cultivo, en la construcción y reparación de casas, en la industria, el turismo, en el cuidado de pastos y jardines; restaurantes, incluyéndose la pesca y la selección de animales principalmente en Alaska.

Cada año aproximadamente salen de la región 60 mil personas de diversos municipios como Tasquillo, Zimapán, Ixmiquilpan, Santiago de Anaya, Cardonal principalmente y municipios como Huichapan donde emigran familias enteras, de los cuales algunos regresan y otros se quedan a vivir hasta hacerse residentes.

Todos los sábados o domingos en casas de cambio reciben dinero que van de los \$50 a \$80 dls. o giros de \$100 a \$300 dls.

La forma actual de la estructura social que se vive en la zona nos revela condiciones distintas en relación a características de la población, formas de organización, concepciones del desarrollo, Cosmovisión, formas de aprovechamiento de los recursos y sistemas económicos. En otras palabras, los poblados que son objeto del estudio representan tres realidades distintas. Los **intereses comunitarios** y también personales han influido para que no exista una cohesión entre ellos que les permita diseñar e instrumentar de forma conjunta estrategias de desarrollo comunes.

En general, la estructura actual de las comunidades se caracteriza por presentar problemas de **desarticulación social**, debido a la **dispersión de la población**, que limita una participación continua al interior de la propia comunidad; niveles acentuados, aunque no generalizado, de **pobreza**, **rápido crecimiento poblacional**, **distribución espacial desordenada**; emigración sobre todo del grupo de edad ubicado entre los 15 y 25 años de edad. **alto grado de marginación**, problemas de **organización interna**, negación a la vida democrática sobre todo por presiones externas, **conflictos al interior de las**

comunidades, desigualdad entre hombre y mujeres, diferentes concepciones del desarrollo y hacia el ambiente y el uso de recursos, falta de representatividad y reconocimiento ante otras instancias, pérdida de valores culturales y controles económicos, sociales y políticos y bajos niveles de bienestar social.

La Figura 17 presenta una la representación del escenario actual del desarrollo local.

Existen evidencias claras respecto a niveles de educación y preparación, al parecer los miembros de la comunidades como Santuario, Remedios y de San Cristóbal tienen mejores niveles de organización, preparación, mayor contacto hacia el exterior de la región. Para el caso de lugares ubicados en la sierra y zonas más secas se aprecia una mayor dispersión, su vida productiva se basa más en la actividad agropecuaria, las formas de organización son adecuadas; sin embargo, falta mayor participación de los pobladores, existe un menor contacto hacia el exterior, la calidad de vida es menor comparada con la de los pobladores de los poblados más urbanizados. Empero, la participación observada durante los talleres de planeación dejan entre ver que existen deseos de participación, pero se requiere de un proceso que los conjunte y fomente el desarrollo de capacidades con un mayor sentido de cooperación y solidaridad.

Casos muy particulares se observan en la región de barrancas como Tolantongo que presentan situaciones diferentes, pues pertenece a otro municipio, otra región administrativa, viven de la actividad agrícola, están muy restringidos en educación, infraestructura, servicios, se encuentran muy limitados en apoyos, tienen mucha migración, se encuentran en dependencia estrecha de San Cristóbal debido a que estos les proporcionan el agua que cubre las necesidades de la población; su única vía de contacto con otros poblados es el camino hacia las grutas, el movimiento de sus productos se hace por esta ruta a cambio de faenas que transfieren hacia el ejido San Cristóbal. La gente opina que su mayor problema es el carecer de vías de acceso y que los ha limitado en su desarrollo. Las relaciones que estos tienen con los habitantes de La Mesa son buenas y opinan que con ellos si es factible realizar proyectos conjuntos. El ser una comunidad pequeña y sufrir el aislamiento mencionado, los ha orillado a hacer un mejor uso de sus recursos; de los tres pueblos, son los que poseen y practican implícitamente las estrategias que postula la sustentabilidad. Al igual que los de La Mesa, tienen deseos de participar en la superación de su comunidad.

Dadas las condiciones se recomienda trabajar en proyectos a dos niveles: primero, en aquellos que respondan a necesidades internas de las comunidades para fomentar la participación al interior de estas y fortalecer las formas de organización social. El segundo nivel requiere crear proyectos que sufraguen las necesidades comunes de las comunidades con la finalidad de que se involucren en trabajo conjunto y generen compromisos y responsabilidades consensadas. Además, también se requiere de una educación que desarrolle conductas y actitudes, habilidades y destrezas dirigidas a incorporar a la población al proceso de planeación y autogestión, desarrollar una capacidad organizativa, capacidad de coordinación y concertación local e interinstitucional, vida democrática y que permita la recuperación del control social, político y revalorar la cultura. En otro aspecto, disminuir el proceso de deterioro ambiental, eficientizar las formas de aprovechamiento, conjuntar el conocimiento tradicional con el técnico-científico y recuperar el control ecológico y productivo.

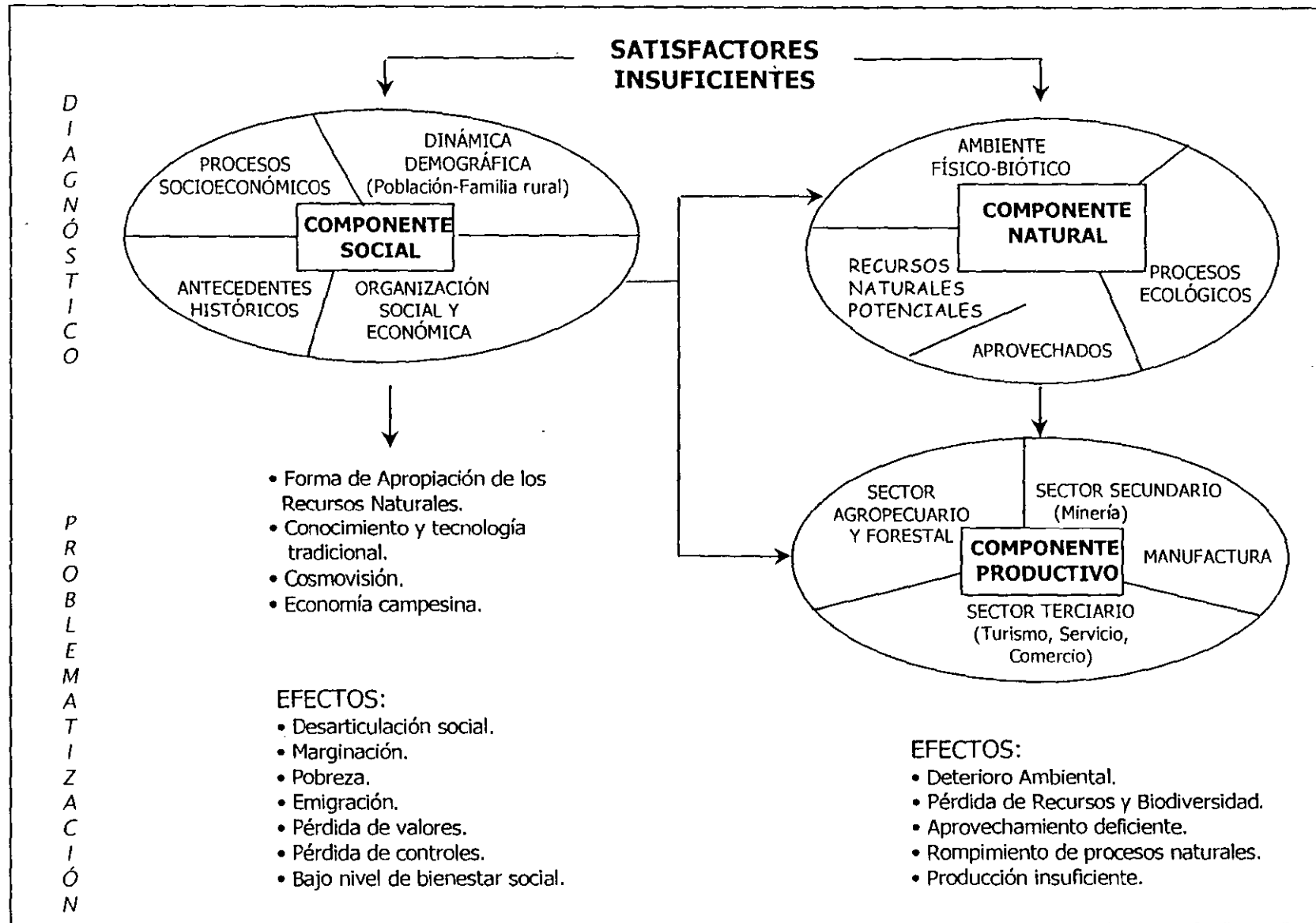


Fig. 17. Escenario actual del desarrollo local.

Las actividades realizadas a lo largo del estudio y la participación de la gente en los talleres comunitarios realizados, dejaron claras las enormes carencias que se tienen en preparación y escolaridad, a todos niveles, en niños, jóvenes y adultos, productores e incluso autoridades y maestros. Si se plantea que la educación puede ser motor de la sustentabilidad, ésta debe de tomar en cuenta a los niveles y sujetos participantes del desarrollo atendiendo a las necesidades inmediatas y que contribuya a resolver problemas reales y de importancia para la comunidad.

Por otra parte, en el rubro de servicios existen una serie de problemas y necesidades que afectan directamente en el desarrollo de la zona, a nivel social, productivo y cultural.

- Escasez de agua para uso doméstico; es el principal problema, ya que propicia que los hábitos de higiene personal y el manejo de los alimentos no sean los adecuados, lo cual conlleva problemas de salud pública, concretamente la incidencia de enfermedades gastrointestinales y desnutrición.
- Disposición inadecuada de basura y desechos, que para este momento ya comienza a crear problemas de insalubridad.
- Falta de letrinización en más del 50% de la región, y de educación para su uso adecuado, lo cual evitaría el fecalismo al aire libre, que es también un problema de gran importancia.
- Falta de energía eléctrica en cerca del 30% de la zona.
- Hacinamiento y promiscuidad en el 40% de las familias de las comunidades más pobres, lo cual también acarrea problemas de salud pública y malos hábitos.
- Calidad deficiente en la alimentación, lo cual conlleva problemas de lento aprendizaje en los niños, incidencia de enfermedades y de baja productividad en los adultos.
- El incremento del alcoholismo sobre todo en jóvenes y adultos, afectando no solo a hombres sino también a mujeres.
- Falta de motivación en los jóvenes para continuar sus estudios, lo cual propicia deserciones y matrimonios de parejas muy jóvenes.
- Analfabetismo casi en un 30% de la población en personas mayores de 15 años.
- Falta de transporte adecuado hacia Ixmiquilpan para poder adquirir con mayor frecuencia alimentos básicos y para poder asistir a los servicios médicos que ahí se encuentran.
- Falta de empleos, lo que acarrea una intensa emigración de la población económicamente activa, lo cual disminuye los ingresos del hogar y propicia la desintegración familiar.
- La falta de agua para el mantenimiento de las actividades productivas, lo que trae consigo severos problemas económicos, debido a la irregularidad de la lluvia, por lo que la eficiencia productiva es muy baja.
- Carencia de apoyos, asesoría y capacitación, para la implementación de proyectos productivos.
- Falta de campañas dirigidas a la rehabilitación de tierras degradadas por el agotamiento y la erosión.

- Ausencia de programas dirigidos a desarrollar sistemas mas eficientes de uso, manejo y conservación de suelo, agua, flora y recursos mineros.
- Carencia de programas de educación ambiental e higiene.
- Insuficiencia de apoyos y estímulos económicos para desarrollar proyectos productivos.

La Figura 18 esquematiza una visión prospectiva del desarrollo diseñada para el Alto Mezquital.

9.3. PROPUESTA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ALTO MEZQUITAL

9.3.1. Definición de políticas ambientales y productivas

El Ordenamiento Ecológico Territorial (OET), es el instrumento fundamental que establece la legislación ambiental mexicana para normar los usos del suelo y las actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de los Recursos Naturales del territorio. La propuesta de Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario del Alto Mezquital surge como producto de la evaluación de los recursos diagnóstico socioambiental, la problemática local y propuestas que los pobladores emitieron a lo largo de las entrevistas y recorridos de campo y que sirvieron para emitir criterios en la definición de políticas ambientales y productivas generadas por los beneficiarios.

Este instrumento considera dentro de un marco jurídico, la coordinación entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con los diferentes sectores de la sociedad para la realización efectiva de las acciones que surjan como resultado del ejercicio de la planificación.

El Ordenamiento Ecológico Territorial, está orientado a coadyuvar de manera importante al Desarrollo Sustentable y la Conservación de los Recursos Naturales y a su vez, es marco de referencia para la evaluación del Impacto Ambiental, difiere de éste, por su carácter, que es regional e intersectorial y analiza la totalidad del territorio de manera integral; por otra parte, complementa los proyectos definidos en el programa de manejo sustentable de recursos naturales presentes en dicha región, a fin de identificar los impactos agregados o acumulados que deterioran las condiciones ambientales y de desarrollo de la población.

La determinación del uso del suelo deberá respetar la función social del territorio a fin de generar certidumbre en la asignación de proyectos productivos a través de la sensibilización y concertación con las comunidades, dejando a un lado las ideologías imperantes y buscando el mayor pragmatismo posible hacia el desarrollo sustentable.

El Ordenamiento Ecológico Comunitario, está orientado a impulsar el desarrollo sustentable y la conservación de los recursos naturales, desde una perspectiva que considere la disponibilidad y demanda social de estos, con un carácter regional e intersectorial; la zonificación del uso del suelo deberá buscar que los pobladores de las localidades sean los beneficiarios directos.

Para asumir los retos presentes y de mediano plazo que enfrenta la zona, y aspirar a un futuro con mayor certidumbre, es necesaria la planificación del territorio en función de la vocación real y potencialidad del patrimonio natural, de los medios de transformación de los recursos naturales y del costo/beneficio que estos aportan a la sociedad.

Las políticas ambientales y productivas que se sugieren para la zona, incluyen procesos y acciones de conservación y reproducción de los recursos naturales; de mejoramiento de las condiciones actuales; de prevención y protección de zonas de importancia ecológica; de restauración y restablecimiento de sitios alterados y ambientes degradados, y en función de la potencialidad de los recursos, se proponen áreas de desarrollo productivo, y demás acciones que garanticen el uso y manejo sustentable de los recursos y mejoramiento del bienestar social.

En este sentido, se considera relevante proponer el Ordenamiento Ecológico del área investigada tomando en cuenta su particular problemática ambiental, productiva y al potencial y vocación de sus recursos naturales.

9.3.2. Zonificación

Con la finalidad de detener el deterioro ambiental que afecta a la región e iniciar un uso sustentable de los recursos naturales, y basados en los criterios definidos por Muñoz y López (1990) se propone la siguiente zonificación:

9.3.2.1. Áreas para restauración: control de erosión y restablecimiento de paisajes

Aquí se incluyen todas las áreas que actualmente se encuentran con problemas severos de deterioro ambiental; es decir, que han sido modificadas considerablemente en cuanto a sus condiciones originales. En ellas se manifiesta un fuerte grado de degradación ambiental, incluyen zonas erosionadas, taladas, inundadas, sobrepastoreadas, en proceso de desertificación y desertificadas. Esto quiere decir que fueron áreas sujetas a una explotación irracional de sus recursos naturales, por lo que en la actualidad presentan un paisaje destruido parcial o totalmente, en donde la flora, la fauna y las condiciones naturales han sido fuertemente perturbadas. De acuerdo a esto, la zona de trabajo presenta un total de 9 769.79 ha (13.86 %) para restauración, de las cuales 3 068.39 ha se proponen para control de erosión, que representa un 4.35 % y 4 871.73ha (6.91%) para restablecimiento del paisaje.

Estas zonas deben manejarse bajo la siguiente normatividad:

- Se tienen que llevar a cabo actividades que propicien la recuperación y restablecimiento de las condiciones que generen la evolución y continuidad de los procesos naturales.
- La regeneración y restablecimiento requieren de acciones que regulen el aprovechamiento racional de los recursos.
- Las acciones deben ir enfocadas a restablecer el equilibrio ecológico, el cual es indispensable para mejorar el clima, frenar la desertificación, incrementar la recarga de acuíferos, conservar el suelo y evitar la desaparición de la flora y la fauna.
- Los programas y proyectos que se propongan para recuperarlos, deben contener elementos que supervisen la adecuada conservación y aprovechamiento de los recursos; su vigilancia para la protección del paisaje, regulación y disposición de posibles residuos que perjudiquen al ambiente.
- El uso de estos lugares, debe apegarse totalmente a lo que determinen las normas técnicas reguladoras y rectoras del uso de suelo y aprovechamiento de los recursos naturales, así como aquellas destinadas a la conservación del suelo y agua, además de apegarse a las medidas preventivas correspondientes.
- En ellos es necesario generar y/o aplicar conocimientos y tecnologías que permitan la renovación, conservación y el uso múltiple de los recursos naturales.

9.3.2.2. Áreas de preservación: definición de Áreas Naturales Protegidas Comunitarias o de Interés Ecológico

La preservación del equilibrio ecológico es una condición indispensable para mantener la evolución y continuidad de los procesos naturales, así como para propiciar el desarrollo sostenido. Las zonas de preservación incluyen sitios con ecosistemas parcialmente alterados, que sobresalen por su

importancia biogeográfica. Aquí se incorporan las áreas protegidas ó aquellas que presentan un uso restringido para la producción, dado que su vocación natural no permite la explotación intensiva de sus elementos. Por lo regular tienen algunos ecosistemas en buen estado de conservación, en donde se preservan los elementos naturales indispensables para el equilibrio ecológico y el bienestar social. Los manantiales, ríos y zonas de recarga, también quedan incluidos en estas áreas protegidas. La belleza escénica de muchos de estos sitios puede aprovecharse con fines recreativos, turísticos, educativos y científicos, siempre y cuando estas actividades estén debidamente planeadas y no representen riesgo alguno para las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. En los sitios más perturbados y relacionados con asentamientos humanos (zonas de uso restringido), es posible fomentar algunas actividades agropecuarias y forestales con propósito de autoconsumo para los habitantes y propietarios de estos lugares. Dichas actividades tienen que surgir de proyectos tangibles y acordes a las características ecológicas, socioeconómicas y culturales de cada lugar en particular. En la estructuración e implementación de los mismos, se deben necesariamente involucrar a los moradores de éstas áreas, con la finalidad de que contribuyan con sus conocimientos y experiencias. De acuerdo a esto, el estudio propone una superficie de 11 698.56 ha, para preservación, que representa un 16.60 % del área, las cuales se dividen en: 5 900.47 ha (8.37 %) para áreas naturales protegidas por su importancia florística y faunística; 672.21 ha (0.95 %) como áreas de uso pecuario muy restringido y 4 515.03 ha (6.41%) como áreas de uso forestal muy restringido. Cabe aclarar que lo anterior puede ser complementado con la propuesta de SEDESOL (1993) que propone una zonificación para la implantación de áreas naturales protegidas.

Todas las actividades productivas que se desarrollen tienen que estar restringidas a la capacidad de carga de los ecosistemas, a la vocación natural de los suelos y a la normatividad siguiente:

- Las zonas sujetas a conservación y preservación deben constituirse legalmente a través de propuestas directas planteadas por los municipios y comunidades involucrados e interesados, al poder ejecutivo y legislativo del estado, con la finalidad de dotarlas de una figura jurídica propia, misma que permitirá normar y regular todo lo relacionado con el uso, manejo y conservación de estas áreas. En todo este proceso, no tiene que perderse de vista que la finalidad de estos sitios, es preservar los elementos naturales indispensables para el equilibrio ecológico y al bienestar social.
- La administración, desarrollo, conservación y vigilancia deberá estar a cargo de un consejo tripartita constituido con representantes del municipio o municipios involucrados, con representantes de alguna institución educativa o de investigación y con representantes de las comunidades, ejidos y propietarios que habitan el lugar.
- La preservación del equilibrio ecológico es condición indispensable para que tenga lugar el desarrollo sustentable.
- Son viables para el aprovechamiento cinegético de fauna silvestre.
- En las áreas protegidas, por su vocación natural, no se permite la explotación de ningún tipo de los elementos naturales, salvo la recolección controlada. Solo se toleran actividades relacionadas con el mantenimiento y renovación de los ecosistemas naturales.
- En ellas se debe salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres que las habitan, particularmente las endémicas, amenazadas, o en peligro de extinción.
- Son áreas que son un campo propicio para la investigación científica, particularmente para el estudio de la estructura y dinámica de los ecosistemas; aunado con elementos para establecer o inculcar una educación ambiental.
- Las posibles acciones deben ir encaminadas a realizar investigación, uso de los recursos naturales, extensión, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control.

9.3.2.3. Áreas de mejoramiento y rehabilitación: para reactivación de sistemas productivos

Son zonas que actualmente se encuentran sujetas a una explotación intensiva, es aquí en donde se desarrollan en plenitud todas las actividades productivas y urbano-sociales. Son sitios muy perturbados en cuanto a su condición original en donde los ecosistemas naturales han sido desplazados y reemplazados por sistemas artificiales de producción, en donde la relación hombre-naturaleza se ha reducido a su mínima expresión.

Constituyen todas las áreas que han sido incorporadas a la producción agrícola, pecuaria, minera o para asentamientos humanos, dado que son las zonas más impactadas, presentan desequilibrios ecológicos; por lo que están propensas a posibles contingencias ambientales, o a crear situaciones de riesgo. Entre los principales desequilibrios que afectan a estas áreas están: degradación física y química de los suelos, erosión, pérdida de cobertura, baja productividad, prácticas culturales no acordes a la naturaleza del sitio y asentamientos no planeados. De acuerdo a esto, se proponen 18 119.21 ha (25.71%) para mejoramiento y reactivación productiva, divididas en: 9 643.74 ha (13.68%) para reactivar zonas agrícolas de temporal; 2 771.95 ha (3.93%) para mejorar zonas agrícolas de riego con problemas de inundación; 5 648.84 ha (8.02%) para rehabilitar áreas de riego con problemas de erosión y salinidad; 54.69 ha (0.08%) para abordar el problema de contaminación; además 205.20 ha (0.29%) para mejoramiento de áreas urbanas.

Para poder reactivar y mantener la productividad de estas zonas, es necesario frenar y disminuir los impactos que se están dando. Por lo que en la regulación del manejo de áreas de mejoramiento es necesario:

- Una modificación planeada de los elementos y condiciones que están limitando o alterando al medio, con el fin de restablecer el equilibrio ecológico.
- El plan de mejoramiento debe incluir programas de índole social y productivo, los proyectos encaminados hacia la mitigación de la problemática tienen que incluir acciones tendientes a mantener la productividad, pero teniendo como base el aprovechamiento racional de los recursos, para lo cual es necesario establecer mecanismos de control, vigilancia y regulación.
- Las acciones tomadas, tienen que ir encaminadas a proteger de cualquier contingencia o situación de riesgo a poblados, zonas escolares, de recreación y esparcimiento, vías de comunicación, instalaciones e infraestructura agrícola y servicios comunitarios, sitios de interés escénico, turístico, de manejo tradicional de recursos, de valor científico y de instalaciones estratégicas.
- Se tienen que fomentar campañas educativas tendientes a formar una conciencia ecológica, en donde se vea la importancia que tiene la conservación de los recursos naturales.
- No se debe de perder de vista que para mejorar la calidad del ambiente de estas zonas, se requiere de la protección de áreas con vegetación natural, ya que constituyen los sitios de recarga acuífera, de regulación climática y de conservación del suelo, flora y fauna.
- En las acciones que se tomen, deben de participar los sectores público, privado y social, con la finalidad de programar, ejecutar y vigilar todas las actividades que se generen en el mejoramiento ambiental.

9.3.2.4. Áreas para protección y prevención: sitios con riesgos de pérdida de escenarios naturales y deterioro ambiental

En el caso de estas áreas, se proponen un total de 1 079.62 ha, que representan el 1.53 % de la zona; las cuales se dividen en: 517.60 ha (0.63%) como zonas con alto riesgo de erosión; 164.75 ha (0.26%) como zonas con alto riesgo de deterioro del paisaje, aquí se incluyen aquellas que están propensas a derrumbes; también corresponden a las zonas de pie monte y áreas de acúmulo de sedimentos, o con pendientes muy pronunciadas, que por su inestabilidad están altamente susceptibles de sufrir riesgos de movimientos de masas, tal como sucede en sitios como Tolantongo, donde los deslizamientos continuos de material la hace insegura; en otros casos existen sitios con pendientes superiores al 60% que pierden materiales por acción de los desmontes, el agua de los manantiales, etc. Lo observado en campo revela que sobre estos lugares se desarrolla vegetación exuberante, lo que hace que su eliminación se refleje en cambios drásticos en el paisaje por las razones arriba mencionadas. Todo tipo de actividades deben estar bien planeadas, es necesario controlar la actividad pecuaria y en caso de explotación forestal, no se debe de permitir la disminución de cobertura; su manejo requiere de la aplicación de sistemas productivos y tecnologías que propicien su conservación. Las acciones sugeridas serán, revegetación, cultivos de cobertura, terraceos y manejo de sistemas agroforestales.

9.3.2.5. Áreas para desarrollo económico comunitario y aprovechamiento sustentable de recursos

Sitios con posibilidades para el establecimiento de sistemas sustentables de agricultura de temporal, de Riego, Frutícola, Pecuaria, Acuicola, Agroforestal, Silvoagropecuaria, Minero, Urbano y Ecoturístico. El desarrollo se puede conceptualizar como un proceso dinámico y permanente de transformación de las estructuras ecológicas, políticas y socioeconómicas prevalecientes en un medio determinado, con la finalidad de elevar el bienestar social, mejorando los niveles de productividad, empleo e ingreso; pero ligado a un manejo racional y consciente de los recursos naturales, apegándose siempre a su vocación natural y a la participación organizada de las comunidades involucradas. Bajo el rubro de desarrollo se incluyen lugares que son susceptibles de incorporarse a la generación de satisfactores agrícolas, pecuarios, silvícolas y mineros. También a las reservas territoriales con fines urbano, recreativo, turístico, educativo y/o científico. Actualmente algunos de estos sitios presentan un uso definido (agrícola, pecuario, etc.), el cual es factible cambiar por actividades productivas más intensas y redituables.

Otros lugares soportan vegetación nativa perturbada en varios estadios de desarrollo sucesional, cuyo desplazamiento por actividades productivas no las exponen a la extinción, debido a su abundancia y amplia distribución. De acuerdo a lo anterior, se proponen un total de 29 805.27 ha, para áreas de desarrollo y aprovechamiento, que representan un 42.29% de la zona; las cuales se dividen en las siguientes categorías: 229.26 ha (0.32%) para agricultura temporalera y riego de anuales, perennes; 3 537.97 ha (5.01%) para zonas de agricultura de riego; 3 626.06 ha (5.13%) como zonas de desarrollo frutícola; 4 975.09 ha (7.04%) para aprovechamiento pecuario; 9 271.60 (13.12%) para desarrollo agroforestal; 4 168.79 ha (5.9 %) para pecuario y silvícola; 505.22 ha (0.71%) para zonas de desarrollo minero. de no metálicos; 869.63 ha (1.23%) para áreas urbanas; 766.68 ha (1.08%) para turismo; 72.17 ha (0.10%) para turismo histórico y 96.94 ha (0.14%) para ecoturismo y turismo recreativo.

Un punto muy importante que no se debe pasar por alto, es que ningún área de desarrollo se debe abrir sin antes contar con un programa de actividades debidamente estructurado, detallado y basado en los siguientes lineamientos:

- Para la apertura de una zona de desarrollo se requiere, previamente de una evaluación de impacto ambiental de los proyectos de obras, acciones y servicios (en obras públicas, como caminos rurales), que se pretendan realizar.
- En la ejecución de las obras, se tienen que seguir al pie de la letra, todas las recomendaciones estipuladas en la evaluación de impacto ambiental.
- Los programas de desarrollo urbano deben de considerar las condiciones topográficas, climatológicas y meteorológicas para asegurar la adecuada dispersión de contaminantes.
- La definición de áreas con fines agrícolas, pecuarias o forestales, tiene que ser determinada de acuerdo a la aptitud y vocación natural del suelo.
- Su utilización debe ir acorde a la vocación natural y a la aptitud de la tierra.
- Todas las áreas a desarrollar tienen que estar sujetas a mecanismos de conservación, control y prevención.
- Los proyectos a ejecutar deben contener criterios ecológicos, sociales y culturales que permitan mantener una explotación racional sostenible en concordancia con el equilibrio ambiental.
- Las áreas de aprovechamiento de minerales, que constituyan depósitos, tales como rocas, o productos de su fragmentación que solo puedan utilizarse en la fabricación de materiales para construcción u ornamentos, requieren de una regulación con fines ecológicos de aprovechamiento. Su empleo requiere de la supervisión adecuada para la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales, desde su extracción, hasta su transformación.
- La explotación de los recursos naturales no renovables deben utilizarse de modo que evite el peligro de su agotamiento y la generación de desequilibrios ecológicos.
- Los asentamientos humanos se tienen que desarrollar de acuerdo a lo establecido en los programas estatales, regionales y municipales de desarrollo urbano.
- La delimitación de las áreas para fines de desarrollo urbano, deberá seguir los lineamientos establecidos en los programas correspondientes; evitando, entre otras cosas, el fraccionamiento de áreas agrícolas fértiles, el desplazamiento de áreas verdes ya existentes; además de mantener condiciones adecuadas para el bienestar social, procurando la integración de inmuebles de alto valor histórico, arquitectónico y cultural, con zonas verdes y de convivencia humana.
- Las actividades turísticas deben de ir encaminadas a favorecer la vinculación entre la conservación del paisaje, la recreación y la concientización de los visitantes y prestadores de servicios en la sustentabilidad del recurso.

La Figura 19 presenta las áreas tipo que ejemplifican la zonificación para el ordenamiento ecológico.

El Cuadro 50 reúne las superficies y características de las zonas para el ordenamiento territorial.

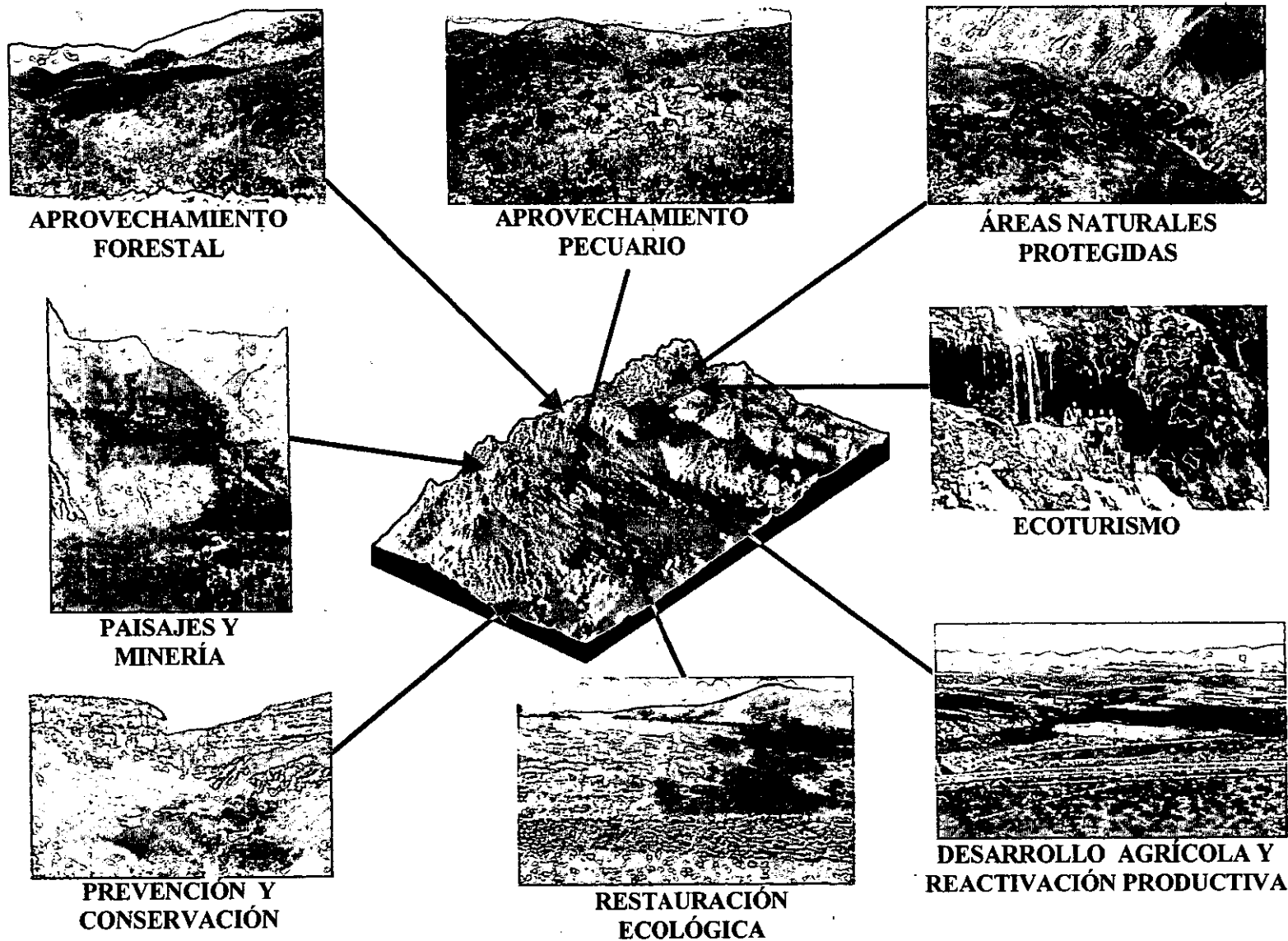


Fig. 19. Áreas representativas para el ordenamiento ecológico

CONCEPTO	CLAVE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE
1.- ÁREAS DE RESTAURACIÓN			
Para control de:			
Erosión	1E	2,313.83	3.76
Erosión y Restablecimiento del paisaje	1ERP	2,283.05	3.23
Para Restablecimiento del paisaje	1RP	4,712.22	6.87
Subtotal		9 769.79	13.86
2.- ÁREAS DE PRESERVACIÓN			
Para Áreas Naturales Protegidas	2N	6,444.76	9.12
Para Áreas de uso restringido:	2U		
♦ Pecuario	2Uc	672.21	0.95
♦ Forestal	2Uf	5,078.04	7.18
Subtotal		11 698.56	16.60
3.- ÁREAS DE MEJORAMIENTO Y REACTIVACIÓN PRODUCTIVA			
En Zonas:			
Agrícolas de Riego	3R	2,775.18	3.93
• Problemas de erosión y salinidad	3Res	5,397.88	7.64
• Problemas de salinidad	3Rs	616.31	0.87
• Problemas de contaminación	3Rk	28.66	0.04
Urbanas	3Rz	205.20	0.29
Agrícolas de Temporal	3T	10,809.90	15.30
Subtotal		18 119.21	225.71
4.- ÁREAS PARA PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN			
Para Zonas con riesgo de:			
Erosión	4E		
• Problemas de compactación	4Ed	517.60	0.73
Deterioro del paisaje	4J	214.75	0.30
Deterioro del paisaje y erosión	4JE	454.98	0.64
Subtotal		1 079.62	1.53
5.- ÁREAS PARA DESARROLLO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE			
Agrícola de temporal	5B	929.26	1.32
Agrícola de riego	5G	3 537.97	5.01
Frutícola	5O	3 626.06	5.13
Pecuario	5Q	4 975.09	7.04
Pecuario y Silvícola	5QCH	4 168.79	5.90
Agroforestal	5CH	9 271.60	13.12
Mínero	5M	605.22	0.71
Urbano	5U	869.63	1.23
Turístico	5W	766.68	1.08
• Histórico	5Wh	272.17	0.10
• Recreativo y Ecoturismo	5Wr	196.94	0.14
Subtotal		29 119.41	42.29
TOTAL		70 472.45	100.00

Cuadro 50. Propuesta de superficies para el ordenamiento ecológico territorial comunitario del Alto Mezquital.

9.3.2.6. Distribución de superficies para el Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario

La propuesta de Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario se representa en el Mapa 6, donde se especifica el tipo de área, clave, superficies y porcentaje de territorio sugerido para un uso del suelo específico.

La Figura 20 presenta la relación de las zonas de ordenamiento en porcentaje.

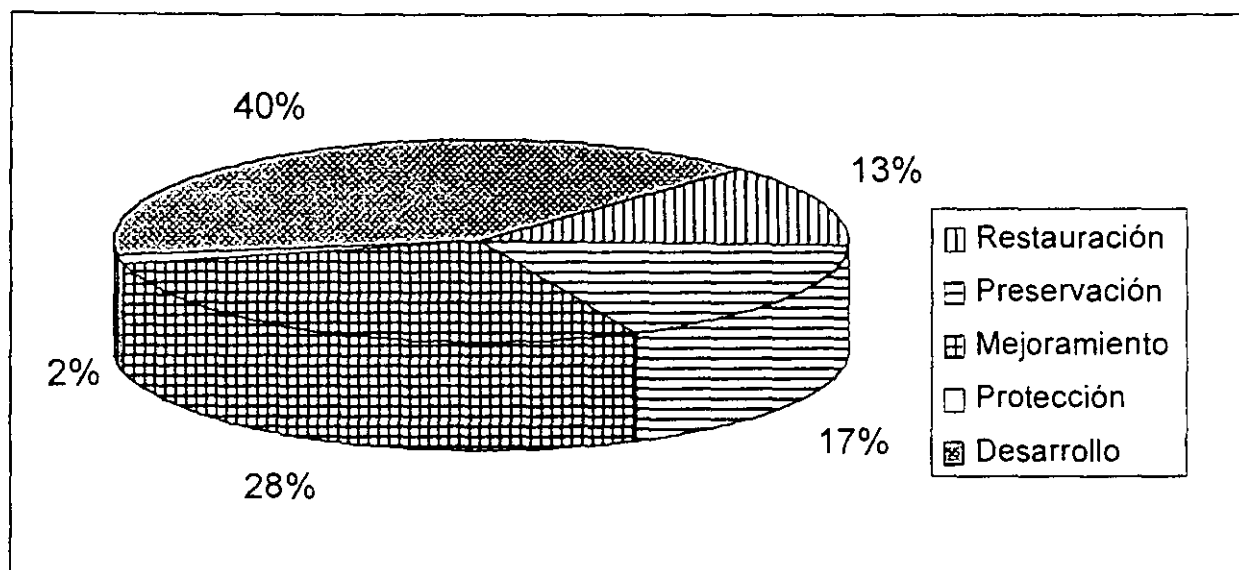
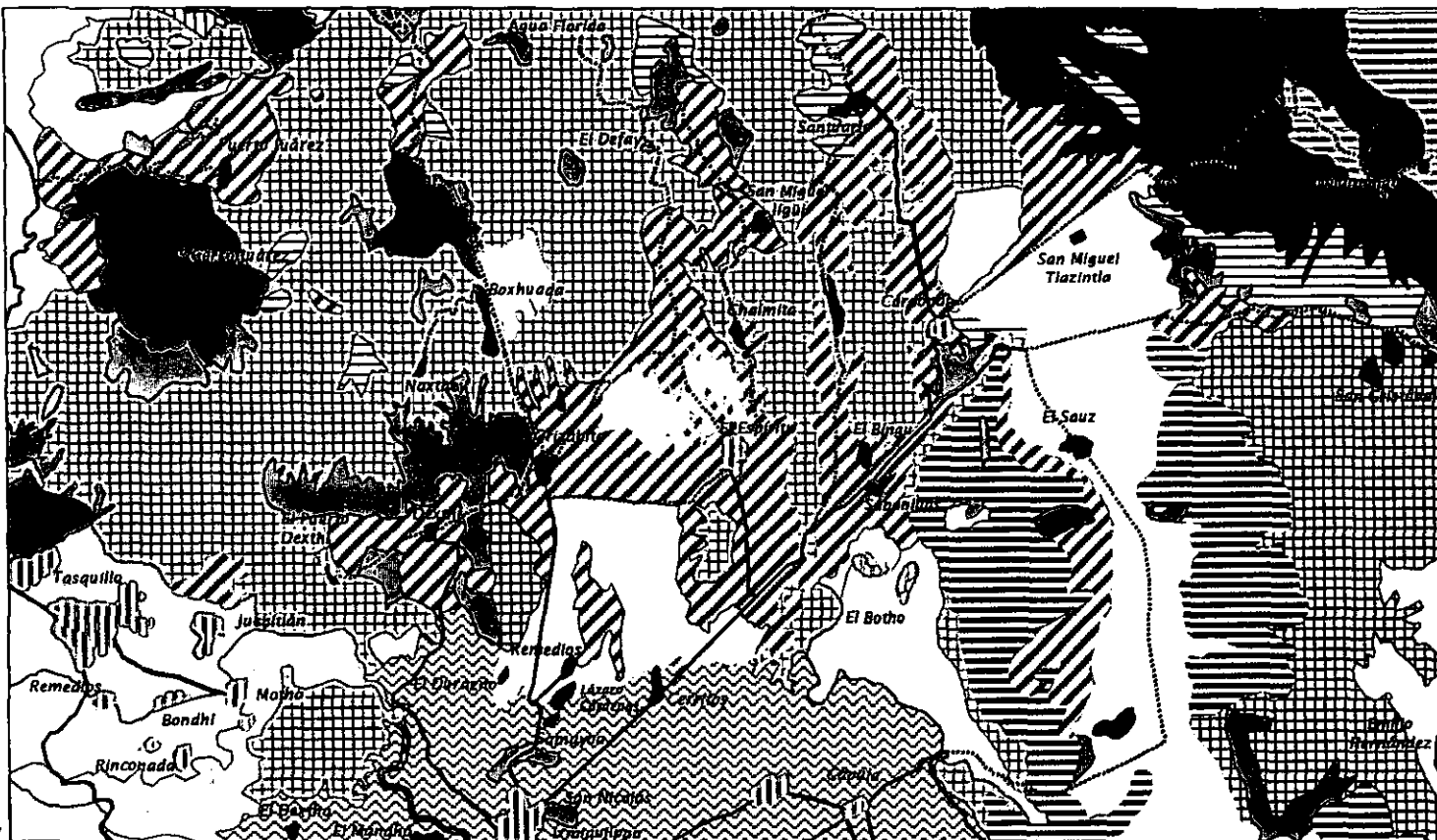


Fig. 20. Porcentaje de superficies determinadas para el ordenamiento ecológico territorial comunitario.

20°41'



SIMBOLOGÍA

- Zona Urbana
- Carretera
- Terracería

- 1E
- 1ERP
- 1RP
- 2N
- 2U
- 2Uc
- 2Uf
- 3K
- 3R
- 3Res
- 3T
- 4J
- 5A
- 5CH
- 5M
- 5O
- 5U
- 5W

20°30'

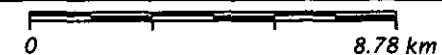
99°20'

99°00'

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL, ALTO MEZQUITAL, HIDALGO



ENEP IZTACALA
LAB. EDAFOLOGIA
UBIPRO
López Galindo Francisco
Abril-2001



Escala 1:179,187

Proyección: UTM
Zona UTM : 14
Elipsoide: CLARK 1886
Datum: NAD27



Mapa 6. Ordenamiento Ecológico Territorial del Alto Mezquital, Hidalgo.

9.4. PROPUESTA DE PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE RECURSOS NATURALES Y SUSTENTABILIDAD, EN EL ALTO MEZQUITAL, HGO. (PAIRSAM)

9.4.1. PRESENTACIÓN

El Alto Mezquital se caracteriza por presentar restricciones económicas, sociales y ecológicas que limitan severamente su desarrollo; sin embargo, posee las condiciones ambientales y el potencial de recursos naturales que de tener un manejo adecuado solventarían de gran forma problemas como la baja productividad, bajo nivel de vida, pobreza extrema, alta marginación, tasas altas de emigración, deterioro del medio y pérdida de la biodiversidad. Por lo que es imperativa la definición de políticas de desarrollo y programación de acciones conjuntas entre instituciones, organizaciones civiles y organizaciones de base, que permitan el incremento del bienestar social, la conservación de recursos y una interacción continua entre las instituciones y las organizaciones de base. El "Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales y Sustentabilidad, en el Alto Mezquital, Hgo." tiene por objeto la promoción y aplicación de un manejo múltiple de recursos, dentro del contexto de la sustentabilidad. El programa propone diversas acciones y tecnologías cuya aplicación garantiza un uso integral de recursos, con una participación continua de los beneficiarios, asegurando a mediano plazo una productividad más eficiente de las actividades agrícolas, pecuarias y turísticas y un fortalecimiento de las organizaciones de base participantes. El programa propuesto se puede insertar directamente en el Programa de Desarrollo Sustentable del Valle del Mezquital y Sierra Gorda, el Programa Nacional de Restauración y Conservación de Suelos y Programa Estatal de Lucha contra la Desertificación, elaborados por la SEMARNAT y por el Gobierno de Hidalgo.

9.4.2. INTRODUCCION

El Alto Mezquital localizado en el Centro-Sur del Estado de Hidalgo, se conforma por territorios pertenecientes en su mayor parte a los municipios de Cardonal, Tasquillo e Ixmiquilpan. Las principales localidades del área son Tasquillo, Santuario, Tolantongo, Cardonal e Ixmiquilpan, constituyendo una área de 70 644 ha.

La zona está formada por grandes cañadas y cuevas de relieves rectos a ondulados de pendientes muy pronunciadas y pequeñas planicies y lomeríos. Es una región donde los climas son variables, presentándose desde los semisecos a templado subhúmedos que, aunado a la topografía, favorecen la convergencia de una alta riqueza biótica, confiriendo al sitio, la formación de un mosaico de ambientes, con agricultura de temporal y de riego bien diferenciadas, unidades de explotación forestal y minero, complementados con la existencia de fuentes de aguas termales que han provocado la formación de paisajes muy apreciados por su belleza natural, favoreciendo el desarrollo de actividades agropecuarias, comerciales y turísticas, que son las principales actividades económicas de los habitantes.

En contraste, se presentan severos problemas de deterioro ambiental, manifestados en grados variables de erosión, desertificación, pérdida de biodiversidad, contaminación causada por la irrigación con aguas negras, que causan bajos niveles de producción agrícola y pecuaria; la problemática se agudiza con la falta de infraestructura, servicios municipales, transporte y vías de comunicación, que estimulan la emigración, constituyéndose como una área de alta marginación con marcadas deficiencias en los niveles de bienestar social.

El sitio cuenta con un potencial de recursos naturales para incrementar el desarrollo productivo y social. Sin embargo, la situación del deterioro ambiental, baja producción y desorganización social, plantean la necesidad de reformar y reestructurar el proceso de desarrollo comunitario, a partir de la participación directa de la misma comunidad en un proceso de planeación y gestión ambiental que permita elevar las condiciones de vida de los habitantes, hacer un uso sustentable de recursos, una reactivación de las unidades productivas, la aplicación de sistemas productivos y tecnologías alternativas, restaurar áreas, disminuir el deterioro y conservar la biodiversidad; siguiendo políticas de manejo y desarrollo autogestivas, estimulando la participación continua que acelere el fortalecimiento de las organizaciones sociales.

El "Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales y Sustentabilidad, en el Alto Mezquital", complementa lineamientos y objetivos que reúnen otros programas como el Proders-Valle del Mezquital y Sierra Gorda, el Programa de Mejoramiento de Tierras, Programa Nacional de Reforestación, Procampo, etc.

9.4.3. JUSTIFICACIÓN

La búsqueda de una mejor calidad de vida, la conservación del ambiente y el fortalecimiento de las organizaciones sociales de base, son las alternativas para lograr un mejor desarrollo en la zona de Tolantongo; sin embargo, se requiere de una amplia participación social, una reconversión de las actividades productivas asociadas a un manejo sustentable de los recursos naturales existentes; a través del establecimiento de políticas ambientales y de desarrollo donde se vincule la participación institucional y sectorial, académicas y de la sociedad civil. La sustentabilidad se ubica como la alternativa directa que promueve el uso racional de los recursos naturales y el desarrollo comunitario autogestivo.

9.4.4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales y Sustentabilidad, en el Alto Mezquital, pretende establecer los lineamientos para contribuir a la promoción, transición y establecimiento de la sustentabilidad del desarrollo comunitario, integrando los aspectos ambientales, productivos y sociales con la finalidad de elevar la producción y productividad, fomentando acciones de conservación y restauración ambiental, impulsando tecnologías apropiadas con la participación directa y continua de las organizaciones civiles de Cardonal, Tasquillo e Ixmiquilpan.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar proyectos productivos alternativos generados y administrados por los beneficiarios en validación de tecnologías ecológicamente compatibles, con la finalidad de favorecer el desarrollo social y económico de las comunidades.
- Combatir la degradación de tierras mediante la aplicación de acciones de manejo y conservación de recursos naturales.
- Promover sistemas productivos de aprovechamiento múltiple de recursos en áreas con niveles de deterioro significativos o limitados en su productividad.

- Propiciar el manejo y aprovechamiento sustentable de recursos alternativos que contribuyan al desarrollo económico y social.
- Favorecer y fomentar la participación de la sociedad civil en la formulación de políticas ambientales y de desarrollo de forma conjunta con los diferentes niveles de gobierno y otras instancias, que permitan planear e instrumentar las formas más adecuadas para llegar a la sustentabilidad.
- Retomar la experiencia y tecnologías locales en el manejo de recursos que garanticen su conservación, continuidad y su uso sustentable.
- Fomentar la investigación científica en la conservación y manejo de la biodiversidad local.

9.4.5. METAS

A corto plazo se espera:

- Iniciar un proceso de gestión de recursos naturales del área con la participación directa de las organizaciones civiles de base e instituciones de gobierno y académicas dentro del marco de la sustentabilidad.
- Promover e iniciar la sustentabilidad, a través de operación de proyectos productivos, de mejoramiento, conservación ambiental y de desarrollo social de las comunidades del sitio.
- Aplicar metodologías e instrumentos de fortalecimiento de las organizaciones de base participantes que tengan la capacidad de establecer sistemas de capacitación de cuadros técnicos.
- Participar en un proceso continuo de educación y capacitación, que complemente los proyectos propuestos.
- Iniciar el establecimiento y operatividad de las líneas de acción establecidas en la presente propuesta.
- Instrumentar proyectos integrales comunitarios que conjunten criterios ecológicos, económicos, sociales y culturales, dirigidos promover y establecer la sustentabilidad.

A mediano y largo plazo:

- Lograr el tránsito a la sustentabilidad, contemplando la conservación de recursos, incremento de los niveles de producción, mejoramiento de la calidad de vida, fortalecimiento de las organizaciones sociales y el desarrollo socioeconómico de las comunidades participantes.

9.4.6. ESTRATEGIA

Las necesidades que impone el desarrollo en la actualidad requiere de conjuntar el crecimiento económico, la equidad social y la conservación y protección del ambiente, que son las bases de la sustentabilidad, de ahí que es necesario **promover** su papel como elemento estratégico de desarrollo en áreas que presentan alta marginación.

El establecimiento de un desarrollo rural sustentable en la zona de trabajo requiere de **favorecer** la participación activa de todos los sectores involucrados, mediante una interacción continua en la definición de políticas ambientales y de desarrollo productivo.

Impulsar el manejo sustentable y aprovechamiento múltiple como estrategia en la generación de satisfactores alternativos y en la conservación de los recursos.

Iniciar y **avanzar** en la aplicación de los lineamientos de la sustentabilidad en el sitio de estudio abordando problemas específicos que tengan como prioridad el mejoramiento de la producción, elevación de las condiciones de vida y desarrollo social.

Promover e **impulsar** un proceso continuo de educación y capacitación directamente ligado a la gestión de los recursos y a la participación de las organizaciones civiles.

Mejorar y **fortalecer** las formas de organización social, superación de conflictos y favorecer la participación continua de la gente en la búsqueda de la sustentabilidad en un ambiente de libertad y democracia.

Acelerar los procesos autogestivos, **fundamentar** las políticas de desarrollo comunitario a través de una vinculación con los diferentes niveles de gobierno.

Reinvindicar el conocimiento tradicional vinculado a prácticas técnico-científicas, para generar estrategias de manejo de recursos más acordes a las condiciones ecológicas y socioeconómicas del sitio.

Desarrollar la investigación científica.

9.4.7. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos y alcanzar las metas señaladas en el presente programa se sugiere efectuar las siguientes etapas:

Primera etapa. Esta fase tiene como objetivo retomar y continuar el trabajo de fortalecimiento de la organización de base participante, iniciada con la realización del presente trabajo, en su fase de planeación participativa y con su incorporación en actividades de formación y adiestramiento en planeación, organización social y manejo de tecnologías para realizar un manejo sustentable de recursos.

Para lo cual se sugiere, volver a hacer un replanteamiento de los objetivos y propósitos del desarrollo sostenido, presentación de las propuestas de manejo sustentable de recursos naturales y de capacitación citadas en el presente estudio, a los representantes, autoridades y organizaciones de las comunidades involucradas y los representantes de las instancias federales, estatales y municipales.

Se propone la elaboración de cursos/talleres, que tenga un carácter organizativo, de definición de lineamientos generales y de selección de proyectos específicos, elegidos por consenso de acuerdo a la magnitud de los beneficios que podrían aportar a las comunidades.

Segunda etapa. Tiene por objetivo generar e instrumentar proyectos comunitarios de acuerdo a las líneas de acción y proyectos que conforman la parte técnica de programa. Se sugiere que instancias oficiales, académicas y las comunidades inicien el programa propuesto. Las comunidades involucradas propondrán y pondrán en práctica su propio proyecto, ellos serán los planificadores directos, los beneficiarios, quienes asuman, desde el inicio, la responsabilidad de la gestión de su proyecto. Se mantendrán un apoyo y diálogo continuo por parte del sector institucional.

Como resultados de esta etapa se obtendrá:

- El inicio y establecimiento de los proyectos propuestos;
- inicio del procesos de investigación-acción;
- coordinación y concertación entre las comunidades, instancias gubernamentales, académicas y no gubernamentales;
- vinculación entre el Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos y otros programas y/o proyectos provenientes del sector social, público y privado de la zona.

Tercera etapa. Durante esta fase se realizará una evaluación de la gestión de los proyectos en marcha. La evaluación será realizada de manera conjunta entre las instancias participantes y la comunidad con el fin de realizar un balance de los logros, problemas y tendencias del programa; así mismo, buscar y aplicar las modificaciones y procesos técnicos que lo hagan más eficiente y productivo. Se pondrá énfasis en que la evaluación sea realizada por la propia base; de manera tal que se aporten otros planteamientos, que involucren nuevas formas de capacitación comunitaria o abordaje de nuevas necesidades, con la elaboración de proyectos alternativos. De igual forma, se podrá complementar el proceso desarrollo comunitario buscando estrategias alternativas que mejoren el nivel de vida de las comunidades y la conservación del medio. En otro aspecto, se puede ir involucrando a nuevos beneficiarios mediante labores de promoción e inserción en los proyectos. Por último, se realizará una evaluación empleando indicadores ecológicos, productivos, económicos y sociales para evaluar el proceso de transición a la sustentabilidad.

9.4.8. LINEAS DE ACCIÓN

El paquete de líneas de acción propuestas para cubrir los objetivos, iniciar y establecer las labores de gestión de recursos en la zona son las siguientes:

- **Reactivación y efficientización de la Productividad agrícola y pecuaria y seguridad alimenticia** cuyo objetivo es el mejoramiento y efficientización de los sistemas agrícolas locales y fomento de la actividad pecuaria.
- **Desarrollo Forestal Integral**, que pretende lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables así como, iniciar a las comunidades en el manejo de plantaciones y especies de importancia dendroenergética.
- **Incorporación de Sistemas Productivos Sustentables Alternativos**, que pretende iniciar la aplicación de sistemas de producción agroecológica, como horticultura intensiva de riego, huertos familiares múltiples, sistemas agroforestales, cultivos de cobertura protectores y formadores de suelo, producción de plantas de ornato, cultivos de importancia agroindustrial, sistemas silvoagropecuarios y acuicultura rústica.
- **Manejo Sustentable de recursos Naturales y Conservación del Capital Ecológico**, que tiene como objetivo contribuir, mediante la aplicación de acciones diversas, al mejoramiento de la tierra y lucha contra la desertificación, realizar un aprovechamiento racional de los recursos hidrológicos y litológicos; manejo y conservación de la Biodiversidad y la conservación del capital ecológico y los ecosistemas naturales.
- **Elevación del Desarrollo Económico**, a través del fomento a las actividades del sector secundario, mediante el establecimiento de empresas familiares y comunitarias, estímulo a las actividades del sector terciario, específicamente del turismo comunitario, mediante la incorporación de acciones que amplíen y diversifiquen los servicios turísticos, introduciendo actividades de turismo alternativo y ecoturismo e incrementando la infraestructura y mejoramiento de instalaciones. Por último, incrementando la actividad comercial.
- **Desarrollo Social y Fortalecimiento de las Organizaciones Civiles de Base**, que pretende contribuir al desarrollo comunitario e incrementar el bienestar social, incorporando acciones de elevación del nivel educativo, mejoramiento de los servicios de salud y saneamiento urbano; seguridad social, revaloración del **papel de la mujer** en el desarrollo comunitario y fortalecimiento de las organizaciones de base.
- **Desarrollo urbano**, a través del incremento en apoyos para mejoramiento de infraestructura de superficie, telecomunicaciones, servicio de energía doméstica, suministro de agua, equipamiento comunitario y regularización de la tenencia de la tierra.
- **Desarrollo Cultural**, que pretende estimular la conservación del patrimonio cultural de la región.
- **Investigación Científica y Tecnológica**, cuyo objetivo es mantener un proceso continuo de investigación básica de los recursos, ecosistemas, Biodiversidad y de los servicios ecológicos; así como, definir tecnologías que favorezcan el manejo y/o conservación de los sistemas naturales.

9.4.9. PROYECTOS ESTRATEGICOS

Los proyectos y acciones específicas propuestos para cada línea de acción se muestran en los cuadros siguientes, donde se señalan: Programa, subprograma, proyecto estratégico, objetivos, metas, estrategias y localidades ejecutoras y con beneficio potencial.

9.4.10. ESTRATEGIAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El programa propone como formas de seguimiento y evaluación, el monitoreo y trabajo continuo con los participantes, a través de la formación de comités, asignación de responsables comunitarios de los diferentes proyectos propuestos, la realización de reuniones de evaluación con la participación de las instituciones oficiales y académicas, así como los representantes de los participantes.

9.4.11. BENEFICIOS

La instrumentación del presente programa permitirá obtener beneficios, a corto, mediano y largo plazo, que podemos agrupar en diferentes rubros:

- a) La sustentabilidad humana, a través de la elevación de la calidad de vida de las organizaciones de base participantes mediante la ejecución de proyectos productivos autogestivos;
- b) fortalecimiento de la organización civil, por medio de la capacitación y de la gestión participativa;
- c) sustentabilidad ambiental y recuperación de los servicios ecológicos, mediante el manejo adecuado de recursos, conservación de la biodiversidad, del ambiente físico y mantenimiento de los procesos ecológicos;
- d) sustentabilidad económica, a través del establecimiento de un modelo económico productivo basado en el uso múltiple de recursos; que garantice mínimamente el desarrollo del productor y su familia; y
- e) sustentabilidad tecnológica, que permita la innovación, apropiación, y transformación adecuada de los recursos naturales.

La Figura 21 esquematiza el impacto potencial del Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales y Sustentabilidad, en el Alto Mezquital (PAIRSAM).

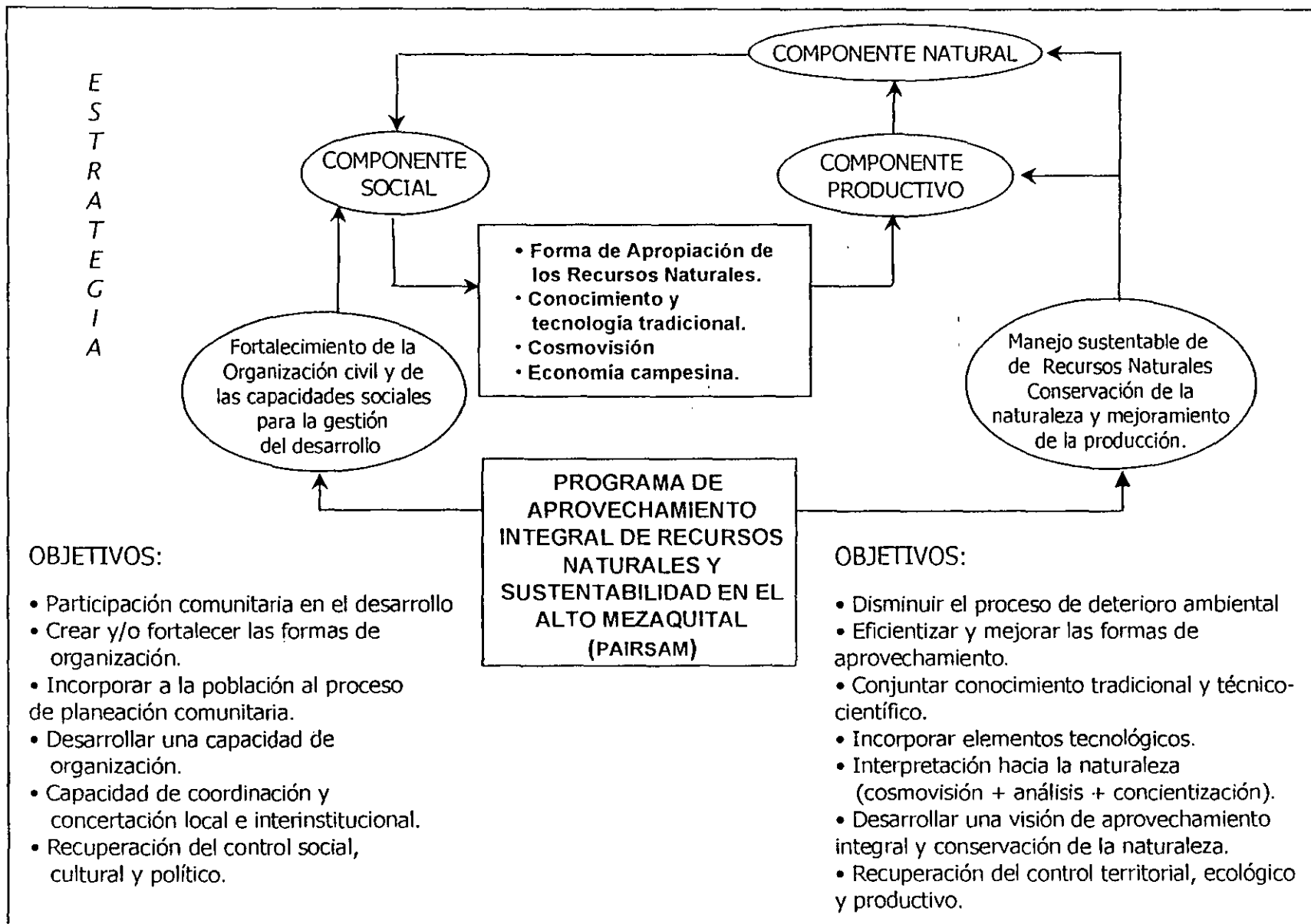


Fig. 21. Papel del PAIRSAM en el desarrollo local.

PROYECTOS ESTRATÉGICOS:

CARTERA DE PROGRAMAS Y PROYECTOS

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD	
I. REACTIVACIÓN Y EFICIENTIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA Y PECUARIA	I.1. Mejoramiento y eficientización de sistemas agrícolas tradicionales.	I.1.1. Mejoramiento de cultivos básicos	Eficientización de la producción de maíz, frijol y cebada, en condiciones de temporal.	Incorporar y mejorar la producción en 5000 ha.	<ul style="list-style-type: none"> Obtención de semilla criolla. Manejo de malezas. Fertilización orgánica. Capacitación en parcelas demostrativas. 	Toda la zona temporalera	
		I.1.2. Uso y manejo integral de maguey y nopal	Introducir y ampliar el cultivo de maguey y nopal.	1000 ha	<ul style="list-style-type: none"> Adquisición y diversificación de especies. Propagación y producción de plantas de viveros. Manejo de especies de importancia alimenticia, forrajera y agroindustrial (productos de fibras y aguamiel). 	Toda la zona seca	
		I.1.3. Diversificación y rehabilitación de huertos	Incrementar y diversificar con especies de importancia, los huertos familiares.	Crear huertos diversificados	<ul style="list-style-type: none"> Crear módulos demostrativos. Adquisición de especies adaptadas a la zona. Adquisición de organismos o semillas. Capacitación a las mujeres. 	El Valle del Sáuz	
		I.1.4. Introducción de injertos de nopal	Realizar la introducción de plantaciones de nogales a través de injertos.	Crear dos módulos demostrativos	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría y capacitación en injertos. Manejo de frutales. Selección de variedades mejoradas y portainjertos. Probar diferentes tipos de injertos. Creación de los módulos demostrativos. 	Tasquillo, San Juanico, La Mesa y Tolantongo	
		I.1.5. Saneamiento de plantaciones	Aplicación de medidas fitosanitarias y manejo de plagas en frutales.	Recuperar 80 ha de plátanos, cítricos, aguacate, zapote y nopal	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría y capacitación en manejo de frutales. Control de plagas de frutales. 	Vega del Río Tolantongo y Tasquillo	
	I.2. Reactivación y fomento a la actividad pecuaria	I.2.1. Fomento a la ganadería de traspatio		<ul style="list-style-type: none"> Incrementar las fuentes de carne y huevo a nivel finca. Manejo diversificado de especies menores (aves, cerdos y conejos). Mejoramiento del manejo y producción de ganado mayor. Complementar la dieta familiar con fuente de carne y leche. 	Incorporación de traspacios familiares a la producción pecuaria	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de mujeres y menores al manejo de especies menores. Capacitación para el manejo óptimo de especies menores. 	Toda la zona temporalera
					I.2.2. Impulso a la ganadería mayor		Eficientizar el manejo de hatos caprinos.
					<ul style="list-style-type: none"> Eficientizar el manejo de hatos ovinos. Capacitación en el uso de subproductos de ovinos. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación en manejo de ovinos como fuente de carne y subproductos. Trasquila y procesamiento preindustrial de la lana. 	Capula, La Mesa, Santuario, áreas de riego

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
I. REACTIVACIÓN Y EFICIENTIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y PECUARIA	1.2. Reactivación y fomento a la actividad pecuaria	1.2.3. Manejo de potreros y agostaderos	<ul style="list-style-type: none"> Selección y determinación de áreas de uso pecuario. Rotación de potreros. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación del índice de agostadero. Delimitación de áreas de pastoreo. 	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto para determinar índices de agostaderos. Capacitación y asesoría. 	Cardonal, Saniz Sierra Juárez
		1.2.4. Pastización con pastos forrajeros	Emplo de pastos forrajeros y de cobertura de suelo.	Creación de módulos demostrativos.	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría. Introducción de pastos forrajeros. Implementación del módulo demostrativo. 	Capula, La Mesa, Nihí
		1.2.5. Manejo de flora forrajera y protectora de suelos	<ul style="list-style-type: none"> Uso diversificado de especies forrajeras. Uso de especies para control de erosión. 	Creación de módulos demostrativos.	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación en flora silvestre forrajera. Creación de parcelas demostrativas. 	Orizabita, San Cristóbal, El Puerto.
		1.2.6. Alimentos ganaderos complementarios	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar nuevas fuentes alimenticias. Complementar la dieta con alimentos no convencionales. 	Crear tres módulos demostrativos.	<ul style="list-style-type: none"> Capacitar a los productores. Selección de sitios. Integración de módulos demostrativos. 	Tolanongo, La Mesa, San Cristóbal y El Cubo
		1.2.7. Selección de sementales	Mejoramiento genético de las especies.	Incorporación de sementales.	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación en uso de sementales. Obtención de organismos. Búsqueda de financiamiento. Trabajo grupal de los productores. 	Tolanongo, La Mesa, San Cristóbal y El Cubo
		1.2.8. Sanidad Animal	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir la incidencia de enfermedades. Aplicar métodos de control sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un programa de sanidad de forma continua. Desparasitación permanente de ganado mayor y menor. 	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría y capacitación. Trabajar de forma coordinada con Instituciones Académicas, Federales y Estatales. Implementación de infraestructura sanitaria. 	Santuario, Cardonal, Nihí La Mesa.
		1.2.9. Apicultura	<ul style="list-style-type: none"> Producción de miel. Aprovechamiento de flora nativa. 	<ul style="list-style-type: none"> Iniciar y/o continuar la producción de miel a baja escala 	<ul style="list-style-type: none"> Asesorar y capacitar en manejo de abejas. Uso de flora silvestre. Manejo d productos 	Aren de Barrancas Zona de matorrales
		1.2.10. Apoyo financiero para la actividad pecuaria	Buscar, diseñar y gestionar un estudio de financiamiento.	Crear una propuesta para la obtención de financiamiento.	<ul style="list-style-type: none"> Buscar organizaciones o instituciones privadas o federales, que financien proyectos. Generar una propuesta para financiamiento comunitario. 	Cardonal, Capula, Tasquillo

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
II. DESARROLLO FORESTAL INTEGRAL	II.1. Aprovechamiento integral de bosques	II.1.1. Restauración de sistemas forestales	Continuar las prácticas de reforestación.	Reforestar y restaurar 6000 ha en total: - 2500 ha con lechuguilla 2000 ha con lechuguilla y maguey 1000 ha con lechuguilla, maguey y nopal - 600 ha con piñón y Enebro	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de organismos. • Creación de viveros • Capacitación en plantaciones y manejo de bosques. • Búsqueda de financiamiento. 	Toda la región lechuguillera
		II.1.2. Sancamiento de sistemas forestales	Implementación de medias sanitarias y métodos de control de plagas.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de 6 viveros. • Sanear y controlar plagas en 500ha de Bosque de Pino 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en manejo y control de plagas. • Asesoría en control de enfermedades. • Búsqueda de financiamiento. 	Santuario, La Mesa, Lagunita, San Miguel,
		II.1.3. Aprovechamiento de Bosque de Pino piñonero	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del piñón. • Aprovechamiento del arbolado muerto y/o plagado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de 300 ha para la recolección de piñón. • Creación de un vivero para la propagación del Pino piñonero y especies asociadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría en manejo de Pino piñonero. • Creación y manejo de viveros comunitarios • Adquisición de organismos. • Continuación del programa de reforestación. 	Santuario, La Mesa, San Miguel, Lagunita.
	II.2. Aprovechamiento de recursos forestales maderables	II.2.1. Manejo sustentable de Bosque de Pino, Enebro y Encino	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación y manejo sustentable de especies de Pino, Enebro y Encino a nivel doméstico. • Selección y uso diversificado de especies forestales. • Rodalización del arbolado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e instrumentación del manejo sustentable del bosque en 20 ha demostrativas. • Definir la superficie forestal explotable a nivel doméstico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría técnica en manejo y administración forestal. • Manejo de área demostrativa. • Realización de una zonificación y rodalización de áreas potencialmente explotables. 	Ojuelos, Lagunita Santuario, La Mesa
	II.3. Aprovechamiento de recursos forestales no maderables	II.3.1. Manejo sustentable de lechuguilla, garambullo, sangre de grado, sávil, mezquite y leguminosas	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo y producción de recursos forestales no maderables. • Establecimiento de plantaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de viveros comunitarios para producción de lechuguilla, mezquite y otras leguminosas. • Reforestación de 100 Ha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de viveros comunitarios. • Selección de áreas para reforestación. • Selección de áreas para la extracción de organismos (hijuelos). • Adquisición de organismos. • Búsqueda de financiamiento. 	Todo el Alto Mezquital
	II.4. Establecimiento de plantaciones de importancia dendroenergética	II.4.1. Plantaciones de especies no maderables como fuentes energéticas	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de plantaciones de especies de uso energético. • Mitigación de la sobreexplotación de especies de uso energético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de tres módulos demostrativos. • Creación de 10 viveros comunitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación y asesoría en aprovechamiento y producción de especies dendroenergéticas. • Creación de módulos demostrativos. • Creación de viveros. 	Tolantongo, La Mesa, San Cristóbal y El Cubo

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
III. SISTEMAS PRODUCTIVOS, SUSTENTABLES, ALTERNATIVOS	III.1. Producción agrícola intensiva	III.1.1. Horticultura intensiva de riego en pequeña escala	Introducción de sistemas hortícolas de riego. Cultivos de: tomate, frijol, ejote, chile y flor de muerto.	Crear 30 módulos demostrativos.	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría y capacitación en agricultura orgánica y manejo hortícola. Establecimiento de tres módulos demostrativos. 	El Alto Mezquital
		III.1.2. Huertos familiares múltiples	Establecer huertos familiares poliespecíficos de uso múltiple.	Crear 100 huertos de uso múltiple.	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar especies de importancia alimenticia, medicinal y agroforestal. Crear un huerto multiestratificado. Incorporar a la mujer y a los menores. 	Toda la zona
		III.1.3. Sistemas agroforestales	<ul style="list-style-type: none"> Manejar sistemas agrícolas de producción diversificada. Asociaciones: <ul style="list-style-type: none"> Pino-maguey-maíz. Pino-nopal-cebada. Maguey-nopal-maíz. Cítricos-hortalizas. Nogales-café-maíz. Nogales-aguacate-cítricos. 	Establecer 10 módulos demostrativos.	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación a mujeres, niños y productores. Selección de sitios. Introducción de plantas. Establecimiento de plantaciones comerciales. 	Tasquillo, Ojuelos, Lagunita, Santuario, Tasquillo
		III.1.4. Cultivos de cobertura y Protección de suelos	Introducir cultivos para protección de suelos de importancia alimenticia y forrajera.	<ul style="list-style-type: none"> 30 módulos demostrativos: <ul style="list-style-type: none"> 16 para la zona templada. 12 para la zona árida. 2 para la zona tropical. 	<p>Para zona templada:</p> <ul style="list-style-type: none"> Seleccionar cultivos y/o pastos para las mesas y sitios planos. <p>Para zona árida:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar cultivos de invierno a pequeña escala de cebada, avena y trigo. <p>Para zona de la Vega del Río Tolantongo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Introducción de pasto bermuda y estrella. 	Ojuelos, Lagunita, Santuario, Tasquillo
		III.1.5. Producción de plantas de ornato	Iniciar la producción de plantas de ornato para venta al turismo	<ul style="list-style-type: none"> Creación de dos viveros comunitarios. 10 invernaderos para floricultura y plantas de ornato: cactáceas, nochebuenas, plantas de penumbra y bromelias. 	<ul style="list-style-type: none"> Selección de sitios. Establecimiento de viveros e invernaderos. Colecta y propagación de plantas silvestres o ya adaptadas a la zona. 	Barranca de Tolantongo, Ixmiquilpan, Tasquillo
		III.1.6. Cultivo de algodón	Iniciar el manejo de algodón a nivel comunitario.	Elaborar parcelas demostrativas.	<ul style="list-style-type: none"> Selección de semilla. Preparación de sitios. Establecimiento de parcelas demostrativas. 	Toda la zona

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
III. SISTEMAS PRODUCTIVOS, SUSTENTABLES, ALTERNATIVOS	III.1. Producción agrícola intensiva	III.1.7. Sistemas silvoagropecuarios	Establecer sistemas silvoagropecuarios demostrativos.	Crear 3 módulos demostrativos.	<ul style="list-style-type: none"> Planear y establecer un módulo demostrativo de sistema con pino y eucro, pastos o cultivos forrajeros para alimento de borregos. Establecer un módulo de maguey pulquero, nopal forrajero y maíz y/o cebada, para alimento de chivos. Módulos con nogal, aguacate, cítricos y zapote con maíz y/o pasto bermuda para alimento de bovinos. 	La Mesa Saúz, Cardonal San Cristóbal y El Cubo Tolantongo
		III.1.8. Acuacultura rústica	<ul style="list-style-type: none"> Aprovechar los cuerpos de agua, rios y manantiales para actividad acuícola. Iniciar actividades de producción acuícola rural. Producir alimentos para turistas y población local. 	Crear 6 módulos demostrativos.	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación de productores. Valoración de las fuentes de agua para producción acuícola. Selección de sitios para infraestructura acuícola. Equipamiento acuícola. Selección de especies. Financiamiento acuícola. 	Tasquillo, Dios Padre, Maye, Tolantongo y La Mesa
II. MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES Y CONSERVACIÓN DEL CAPITAL ECOLÓGICO	IV.1. Mejoramiento de tierra y lucha contra la desertificación	IV.1.1. Conservación y Restauración de suelos	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir los procesos de desertificación y deterioro de los suelos. Incorporar y/o complementar los sistemas de conservación de suelos. Formación de barreras físicas y biológicas antierosivas. 	Incorporar 12,370.3ha al proceso de conservación y restauración de suelos.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar reforestación y revegetación con especies ecológicamente adaptadas a sitios templados y semiáridos, respectivamente. Capacitar al personal. Introducir sistemas de barreras físicas y biológicas. 	Toda la zona seca
		IV.1.2. Fertilidad y mejoramiento de suelos.	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la fertilidad de los suelos. Incrementar la productividad de los suelos. Manejo de residuos orgánicos y biomejoradores de suelos. Fertilización alternativa. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar 500ha Realizar prácticas de fertilización orgánica. Elaborar sistemas de composteo. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación de productores y mujeres. Hacer selección de materiales orgánicos para composteo. Elaborar biofertilizantes. Establecer parcelas demostrativas con fertilizantes alternativos. 	Todos los sitios
		IV.1.3. Prácticas de labranza y conservación de suelos	Aplicar prácticas de conservación de suelos con labranza de conservación.	Realizar 20 parcelas demostrativas con la incorporación de prácticas de labranza de conservación.	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar sitios. Determinar las prácticas de labranza mínima y de conservación. Capacitar a la gente. 	20 localidades

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
IV. MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES Y CONSERVACIÓN DEL CAPITAL ECOLÓGICO	IV.2. Aprovechamiento de recursos hidrológicos	IV.2.1. Aprovechamiento de manantiales para uso doméstico y conservación	Aprovisionamiento de agua potable para la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto de factibilidad de introducción de agua comunitaria. Instalación de red hidrológica para uso de agua doméstica. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de calidad del agua. Tratamiento de agua. Construcción de red hidrológica. Infraestructura hidráulica. 	La Mesa y Tolantongo, Tephe, Dios padre, Humedales
		IV.2.2. Riego a mediana escala	Construir red de riego para cultivos intensivos y plantaciones.	Construir red hidráulica para irrigación de 400 ha	<ul style="list-style-type: none"> Calidad de agua para riego. Proyecto de irrigación. Selección y terrazo de tierras. Construcción de sistemas de riego. Selección de cultivos. 	Vega del Río Tolantongo
		IV.2.3. Captación de agua de escurrimiento	Incorporar sistemas de captación de agua de lluvia en las zonas áridas.	Aplicar sistemas de captación de agua en 70 ha	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación de personal. Seleccionar sitios y aplicar sistemas de bordeco, microcuencas, presas filtrantes y presas de bordo. 	La Mesa, San Cristóbal y El Cubo
		IV.2.4. Aprovechamiento de recursos hidrológicos con fines recreativos	<ul style="list-style-type: none"> Realizar infraestructura para captar agua de manantiales, río y cascadas, para fines turístico-recreativo. Incrementar áreas de actividades recreativas para fomentar los servicios turísticos. 	Construir sistemas de pozas, albercas y diques en la zona de afloramiento de agua.	<ul style="list-style-type: none"> Selección de afloramientos de agua. Selección de tipos de obras comunitarias. Estudio de Impacto Ambiental. 	Río Tula, Las Grutas, Río Seco y Río Tolantongo, Sindejé, Mayé
	IV.3. Aprovechamiento de recursos litológicos y bancos de materiales	IV.3.1. Extracción y explotación de bancos de materiales	Aprovechar depósitos de piedemonte y materiales coluviales para extracción de grava y arena.	<ul style="list-style-type: none"> Aprovechar aprox. 200 ha de bancos de materiales. realizar un proyecto de factibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Prospección de zonas. Estudio de Impacto Ambiental. Estudio de factibilidad. Localización de bancos. Cuantificación del potencial de materiales. Infraestructura de extracción. Asesoría técnica. Financiamiento. 	Arenalito, La Mesa y Tolantongo, Sabanillas, Dexthí, Orizabita
			IV.3.2. Extracción y explotación de yacimientos de mármol y caliza	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar y continuar la explotación de yacimientos de mármol y caliza. Perfeccionar la infraestructura y procesos de extracción. Producción rústica de cal. 	<ul style="list-style-type: none"> Hacer un estudio prospectivo. Selección de yacimientos. Incorporar 3 has a la extracción de mármol. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar proyectos de exploración y reconocimiento. Estudio de Impacto Ambiental. Estudio de mercado. Capacitación de personal. Formación de la Cooperativa Ejidal.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
IV. MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES Y CONSERVACIÓN DEL CAPITAL ECOLÓGICO	IV.4. Manejo y Conservación de Biodiversidad Vegetal	IV.4.1. Aprovechamiento tradicional de recursos florísticos y usos alternativos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación del uso de la flora de acuerdo a su importancia. • Iniciar procesos de domesticación y reproducción de flora de importancia. • retomar el conocimiento tradicional en el uso y conservación de la flora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Retomar el conocimiento tradicional del uso de la flora e iniciar procesos de reproducción y conservación. • Establecer 3 módulos demostrativos en manejo de flora nativa. • Crear 3 viveros comunitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematizar el conocimiento tradicional. • Hacer un estudio del potencial de la flora útil. • Iniciar prácticas de producción y propagación de especies útiles. 	Todos los poblados
		IV.4.2. Manejo y Conservación de flora de importancia comunitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistemas de propagación de flora de importancia comunitaria. • Generar acopio de semillas y propágulos de plantas de importancia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generar 3 viveros comunitarios para propagación de plantas de importancia. • Crear un banco de germoplasma comunitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un inventario de flora útil. • Seleccionar y reproducir las especies de mayor importancia para la comunidad. • Capacitar en formación de un banco de germoplasma y conservación de semillas. 	Los tres ejidos
	IV.5. Manejo y Conservación de Biodiversidad Faunística	IV.5.1. Fauna de importancia cinegética	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las especies faunísticas de importancia cinegética. • Proponer estrategias de manejo y recuperación de fauna cinegética. • Iniciar proyectos de formación de ranchos cinegéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar proyectos para el establecimiento de áreas de ranchos de importancia cinegética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de personal. • Definición de especies de importancia cinegética. • Generar cooperativas en manejo de fauna. • Buscar asesoría y financiamiento en programas cinegéticos. 	Tolantongo, San Cristóbal y La Mesa
		IV.5.2. Módulo de gestión de vida silvestre: recuperación de venado	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar las poblaciones de venado. • Establecer un venadario. 	Crear un área de desarrollo del venado.	<ul style="list-style-type: none"> • Crear un estudio de factibilidad para el establecimiento y desarrollo de venado. • Capacitar a la gente. • Buscar financiamiento. 	Tolantongo y Barranca de Los Libros
		IV.5.3. Aprovechamiento de fauna de importancia alimenticia	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un inventario de los grupos de animales con importancia alimenticia. • Fomentar estudios poblacionales. • Definir aquellas susceptibles de cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un estudio de fauna alimenticia de importancia comunitaria. • Retomar el conocimiento tradicional en uso y manejo de fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un inventario de fauna de importancia etnofaunística. • Retomar los principales grupos de especies. • Asesoría técnica. • Definir estrategias de domesticación y manejo para la sistematización de producción y aprovechamiento de fauna silvestre. 	Tolantongo, La Mesa y San Cristóbal
		IV.5.4. Producción de escamol y/o chinicuil	Iniciar el cultivo de escamol y/o chinicuil.	<ul style="list-style-type: none"> • Operación de un criadero. • Sistematizar el manejo de escamol y/o chinicuil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de personal. • Asesoría técnica. • Asociar el cultivo de maguey al desarrollo del escamol. 	San Cristóbal, El Cubo y La Mesa

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
II. MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES Y CONSERVACIÓN DEL CAPITAL ECOLÓGICO	IV.6. Conservación del Capital Ecológico y Ecosistemas Naturales	IV.6.1. Protección y recuperación de ecosistemas degradados	<ul style="list-style-type: none"> • Detener la degradación de los recursos y lograr la restauración del área a su estado natural. • Promover y realizar la recuperación de bosques y matorrales parcial o totalmente alterados. • Iniciar trabajos comunitarios en recuperación de ecosistemas naturales. • Favorecer el restablecimiento de hábitats, biodiversidad y servicios ecológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer 3 áreas demostrativas de sucesión natural. • Iniciar la recuperación de zonas, con la participación comunitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación. • Determinar 3 áreas de ecosistemas distintos degradados (bosques y matorrales), de importancia biogeográfica. • Definir un programa continuo de reforestación y revegetación. 	Barranca Los Libros, Bosque de Enebro y Arca Norte de la Comunidad de Tolantongo
		IV.6.2. Planeación, Manejo y Administración de Areas Naturales Protegidas Comunitarias	<ul style="list-style-type: none"> • Definir y establecer políticas de planeación, manejo y administración de áreas naturales protegidas con la participación directa de los pobladores. • Conservación de los sistemas naturales. • Iniciar la normatividad y regulación en el manejo de áreas protegidas. • Zonificación y selección de áreas de protección especial y conservación exclusivo. • Mantener los servicios ecológicos. • Buscar recursos financieros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una regionalización y zonificación ecológica. • Definir las políticas ambientales para manejo. • Establecer y organizar la participación directa de la población. • Iniciar a la población en la administración de áreas naturales. • Crear un plan de financiamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría Técnica y Académica. • Capacitación en planeación y administración de áreas naturales. • Formar comités ecológicos a partir de las propias comunidades. • Establecer proceso de coordinación y concertación entre las comunidades. • Establecer vínculo directo entre las organizaciones de base e instituciones Federales y Académicas relacionadas con el tema. • Elaborar un programa de manejo. • Hacer un deslinde y amojonamiento. • Crear un estudio de financiamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Barranca Los Libros • Arroyo Seco • Parte de la Barranca Tolantongo (selva baja) • Barranca La Mora • Puerto La Majada • El Cañón
		IV.6.3. Manejo y Protección de la flora y fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar acciones para el manejo y protección de flora y fauna silvestre. • Elaborar proyectos de manejo y conservación de flora y/o fauna de importancia ecológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer 3 viveros comunitarios. • Establecer un criadero de fauna silvestre de cogestión comunitaria. • Definir un área de conservación de hábitats. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación. • Determinación de áreas. • Selección de especies. • Aplicación de tecnologías en manejo y reproducción de especies. • Elaborar estudios cogestivos. • Recuperación y continuidad de especies. 	Las Barrancas; Tolantongo, Los Libros y Río Seco
		IV.6.4. Concertación Interinstitucional y Organizaciones de Base en conservación y protección del ambiente natural	<ul style="list-style-type: none"> • Definir y establecer convenios de concertación entre los diferentes niveles de gobierno, las organizaciones sociales de base de la zona, y las instituciones académicas y de investigación para la planeación, administración y manejo de los recursos naturales y aprovechamiento sustentable de éstos. • Planear, organizar y firmar convenios con los representantes de las organizaciones civiles de base de los poblados involucrados (ejidos, comunidades, pequeños propietarios). • Gestionar recursos financieros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir las políticas ambientales de manejo y conservación de los recursos. • Diseñar un estudio de actividades de concertación a corto, mediano y largo plazo. • Asumir la dirección, operación, control y evaluación de convenios y proyectos firmados. • Crear un programa de concertación comunitaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Retomar y unificar propuestas de manejo y conservación de los sectores involucrados. • Elaborar una matriz de acciones y actividades a realizar por parte de los diferentes sujetos participantes. • Priorizar necesidades y acciones. • Programación y definición de tareas. • Asesoría en administración y proyectos de inversión, en conservación de recursos naturales. • Gestión de financiamiento. 	Las Barrancas; Tolantongo, Los Libros y Río Seco, Tasquillo

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
I. DESARROLLO ECONÓMICO	V.1. Fomento a las actividades del Sector Secundario: empresas familiares y comunitarias	V.1.1. Agroindustria familiar para obtención de fibras de Agaváceas	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar la actividad de talla y obtención de fibra a partir de 3 tipos de Agaves. • Contribuir a elevar los ingresos y generar autoempleos. 	Implementar dos microempresas familiares demostrativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación. • Estudio de factibilidad. • Infraestructura. • Financiamiento. 	Sauz, zona lechuguillera
		V.1.2. Preindustrialización de la lana a nivel comunitario	<ul style="list-style-type: none"> • Acopio y tratamiento de lana de trasquila. • Manejo y preparación de lana para venta al exterior. • Incrementar valor agregado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un módulo demostrativo. • Crear una cooperativa o asociación de productores de lana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación en tratamiento de lana. • Formar una sociedad de productores. • Crear un centro de acopio. • Infraestructura para la preindustrialización. • Búsqueda de financiamiento. 	San Miguel, Santuario. La Mesa
		V.1.3. Taller familiar de hilados y tejidos de lana	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de la lana. • Producción de objetos de vestir y utilitarios. • Incrementar los ingresos familiares. 	Implementación de un módulo demostrativo.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de productores. • Creación de la unidad de producción. • Involucrar mujeres y jóvenes. 	Cardonal, Ixmiquilpan
		V.1.4. Fomento a la producción artesanal comunitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la producción artesanal de mármol. • Complementar fuentes de ingresos. • Crear empleos. 	Generar un taller productivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una sociedad de productores artesanales. • Incorporar a la mujer y jóvenes. • Generar el taller. • Comercialización. 	Ixmiquilpan, Tasquillo, Cardonal
		V.1.5. Procesado y Envasado de productos agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir a los ingresos familiares. • Proponer usos alternativos para la conservación y aprovechamiento de productos. • Dar valor agregado a productos hortícolas y frutales. • Buscar un mercado de comercialización. 	Implementar dos módulos demostrativos a nivel familiar.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar talleres de capacitación con mujeres y productores. • Planeación de los módulos. • Diseño y operación. • Infraestructura. • Proyecto de financiamiento. 	Toda la zona
		V.1.6. Procesamiento de productos del magüey	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar un procesamiento agroindustrial a nivel familiar al manejo del aguamiel. • Producir miel de aguamiel. 	Implementar dos microempresas demostrativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación. • Diseño y operación. • Formación de una sociedad productora de miel. • Comercialización de productos a nivel local. 	Toda la zona
		V.1.7. Producción de derivados lácteos	<ul style="list-style-type: none"> • Producir derivados lácteos a nivel microempresa comunitaria. • Diversificar el uso de la leche de chiva. • Crear fuentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crear una microempresa comunitaria. • Iniciar la producción de queso y dulces. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación. • Diseño y planeación. • Asociación de productores. • Construcción y operación. • Comercialización. • Incorporar a mujeres y jóvenes. 	Capula, Nith, San Nicolás, Tasquillo, Mayé
		V.1.8. Fabricación de objetos para regalo y recuerdos de las áreas turísticas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematizar la producción de objetos varios (playeras, tazas, llaveros, gorras, posters y otros) para su venta en las zonas turísticas. • Generar empleos. 	Organizar dos talleres de producción comunitaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación. • Proyecto de factibilidad e inversión. • Formar una sociedad productora de "souvenirs". 	Todas las zonas turísticas

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
I. DESARROLLO ECONÓMICO	V.2. Fomento a las actividades del Sector Terciario	V.2.1. Programa de turismo alternativo autogestivo y comunitario	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar un programa de turismo alternativo para el área en cuestión, con estrategias y acciones a corto, mediano y largo plazo; que contemple la vinculación naturaleza-desarrollo sustentable y participación comunitaria. • Complementar las actividades turísticas con turismo alternativo. • Realizar una gestión ambiental sustentable del sitio con la participación directa de los prestadores de servicios. • Continuar la actividad turística como motor del desarrollo. • Incorporar los factores ambientales y sistemas naturales a las actividades turísticas. • Iniciar un proceso de integración naturaleza-desarrollo-comunidad y visitantes. • Vincular las actividades turísticas con el proceso de educación ambiental. • Establecer una relación entre la conservación de la naturaleza y el desarrollo sustentable de las comunidades involucradas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crear un programa de promoción y capacitación en turismo alternativo. • Diseñar un plan de acciones de gestión comunitaria en turismo alternativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un estudio de diseño y gestión en turismo alternativo, dirigido a los prestadores de servicios. • Generar un proyecto de factibilidad para la realización del turismo alternativo en función de los atractivos naturales, su accesibilidad y disponibilidad. • Capacitación comunitaria en administración turística autogestiva. • Crear un modelo de organización para instrumentar la participación comunitaria en la creación, operación y comercialización de productos turísticos. 	Todas las zonas turísticas
		V.2.2. Ampliación y Mejoramiento de Servicios Turísticos (ecoturismo, campismo y deportes acuáticos)	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificar y ampliar las actividades turístico-deportivas. • Incorporar nuevas acciones dentro del turismo local • Desarrollar acciones recreativas, de educación y conocimiento de la naturaleza. • Incorporar elementos de ambiente y actividades recreativas que complementen y promuevan el desarrollo humano integral de los visitantes y prestadores de servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar un programa de formación de promotores de ecoturismo, campismo y deportes acuáticos. • Definir actividades de ecoturismo y trazar senderos ecológicos. • Seleccionar zonas y prácticas de campismo. • Determinar zonas de cauces donde se puedan incorporar prácticas deportivas. • Diseño y planificación de áreas de ecoturismo, campismo y rutas de caminata en la zona de bosque de pino. • Elaborar estudios de factibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y capacitación continua a promotores comunitarios. • Capacitación en ecoturismo, planeación e infraestructura para campismo. • Selección de actividades acuáticas potenciales. 	Todas las zonas turísticas

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
E. DESARROLLO ECONÓMICO	V.2. Fomento a las actividades del Sector Terciario	V.2.3. Incremento de la infraestructura turística y mejoramiento de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> Incrementar y mejorar las instalaciones que prestan servicio a los visitantes: - Para alimentación 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la calidad de la infraestructura ya existente. Incrementar el número de instalaciones de servicio a los visitantes. Creación de asadores y estufas rústicas para uso del visitante. Mayor diversidad en la oferta de comida regional. 	Planear y realizar pequeñas obras de infraestructura y mantenimiento por parte de los prestadores de servicio.	Todas las zonas turísticas
			<ul style="list-style-type: none"> - De albergue 	<ul style="list-style-type: none"> Continuar con la construcción de cabañas. Selección de terrenos y ampliación de áreas para acampado. Fomento a la renta de equipo para acampar. 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño y construcción de cabañas Selección y acondicionamiento de terrenos para terrazas. Adquisición de equipo de acampado. 	Tolantongo, La Mesa y San Cristóbal
			<ul style="list-style-type: none"> - Comercio 	Incremento en el número de expendios de abarrotes y variedad de productos.	Diseño y construcción de expendios de abarrotes y artesanías.	Todas las comunidades prestadoras de servicios turísticos.
			<ul style="list-style-type: none"> - Transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Mejoramiento del transporte. Establecimiento y operación de una red de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de corridas y mejor acondicionamiento de las unidades de transporte. Elaboración de un proyecto de factibilidad. Adquisición de vehículos por parte de la comunidad. 	
			<ul style="list-style-type: none"> - Servicios básicos - Protección y seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> Ampliar y acondicionar un consultorio médico Mejorar los servicios sanitarios. Incremento de vestidores. Aumento de tomas de agua. Construcción de dos puentes. Ampliación y mantenimiento de escaleras y andadores. Señalamientos de áreas de riesgo (derrumbes) y de horas de servicio. Designación de áreas de seguridad para casos de contingencia y desastres. 	<p>Obras comunitarias para ampliar y mejorar los servicios básicos.</p> <p>Asesoría y capacitación para la construcción de obras.</p>	
			<ul style="list-style-type: none"> - Conservación del paisaje 	<ul style="list-style-type: none"> Definir senderos ecológicos, rutas de caminata y zonas de importancia ecológica. Señalización de sitios atractivos. Construcción de miradores y descansos. 	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría y capacitación para la formación de promotores. 	Todas las zonas turísticas
					<ul style="list-style-type: none"> Construcción de obra. 	

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
V. DESARROLLO ECONÓMICO	V.2. Fomento a las actividades del Sector Terciario	V.2.3. Incremento de la infraestructura turística y mejoramiento de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> Ampliación de áreas de uso público y recreativo Senderos para interpretación de la naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> Crear un área deportiva. Crear un área de juegos infantiles 	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo comunitario. Construcción de juegos infantiles. 	
		V.2.4. Saneamiento ambiental de los sitios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el deterioro ambiental por acumulo de desechos sólidos. Ofrecer un mejor escenario estético de las zonas más visitadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar un programa continuo de manejo de residuos. Instalación de recipientes colectores. Selección y acondicionamiento de áreas para selección y confinamiento. Fortalecimiento del comité de limpieza. Realización de podas y eliminación de residuos vegetales. Introducción de especies ornamentales nativas. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación de los prestadores de servicios. Elaboración de un plan de manejo de residuos. Proceso de acopio, separación y confinamiento de residuos. Promoción y difusión a los usuarios. Vigilancia y reglamentación. Crear un comité de jardinería. Obtención de equipo. 	Todos los prestadores de servicios
		V.2.5. Fomento a la actividad comercial	Mejoramiento del comercio de productos agrícolas.	<ul style="list-style-type: none"> Incrementar el flujo de productos agrícolas. Captar recursos económicos. Diversificar el flujo de productos. Buscar financiamiento, mercados locales y regionales. Formación del comercio local. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar las condiciones para el movimiento de productos. Formación de sociedades mercantiles. Diversificación del mercado. Venta directa de productos a los consumidores. Fomentar la creación de centros de acopio. 	Ixmiquilpan, Cardonal y Tasquillo.
VI. DESARROLLO SOCIAL Y FORTALECIMIENTO DE LAS ORGANIZACIONES CIVILES DE BASE	VI.1. Desarrollo Comunitario y bienestar social	VI.1.1. Elevación del nivel de educación básica y media	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la calidad de la enseñanza. Creación de una telesecundaria. Fomentar la superación académica y capacitación docente. 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción y mantenimiento de instalaciones. Construcción de la telesecundaria. Generar cursos de superación académica y actualización. 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño y construcción de las instalaciones de la telesecundaria. Realización de un diagnóstico educativo. Implementación de cursos de actualización y superación docente. 	Cardonal, Tasquillo, Ixmiquilpan
		VI.1.2. Salud y seguridad social	<ul style="list-style-type: none"> Consolidar centro o casa de salud. Capacitación de personal en servicios de salud, primeros auxilios, manejo de medicamentos y planificación familiar. 	<ul style="list-style-type: none"> Construir el centro de salud y mejoramiento de la calidad del servicio. Formación de cuadros comunitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño y construcción del centro de salud. Solicitud de personal capacitado y/o capacitación de comunitarios. Vinculación con Instituciones de salud y académicas. Campañas de salud y planificación familiar. 	Toda el área

PROGRAMA	SEBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
VI. DESARROLLO SOCIAL Y FORTALECIMIENTO DE LAS ORGANIZACIONES CIVILES DE BASE	VI.1. Desarrollo Comunitario y bienestar social	VI.1.3. Saneamiento urbano	<ul style="list-style-type: none"> Manejo y tratamiento de agua para uso doméstico. Letrinización. Manejo de basura. Erradicación de fauna nociva. 	<ul style="list-style-type: none"> Cloración y hervido de agua potable. Construcción de letrinas. Fomento a la separación y reciclaje de basura. Disminución de enfermedades de transmisión animal. 	<ul style="list-style-type: none"> Pláticas de orientación. Asesoría técnica. Capacitación en manejo de residuos domésticos. Desratización y fumigación. 	Toda la zona
		VI.1.4. Integración familiar y bienestar social	<ul style="list-style-type: none"> Rescate de los valores y buenas costumbres locales. Erradicación del alcoholismo. Fomento de la integración social. Crear espacios de recreación. 	<ul style="list-style-type: none"> Pláticas de orientación familiar y bienestar social. Recuperación de la identidad del grupo y de los valores sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> Programa continuo de orientación familiar, integración social. Formación de grupos promotores voluntarios. Reunión e integración de grupos. Promoción de eventos culturales y sociales. 	Toda la región
		VI.1.5. Revalorización de la mujer en la vida productiva	<ul style="list-style-type: none"> Realización de un estudio de género. Integración de la mujer al desarrollo comunitario. 	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de la mujer al desarrollo sustentable de la comunidad. Revalorización del papel de la mujer en la sociedad. 	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría, capacitación y formación de promotoras en desarrollo. Formación de grupos de mujeres para actividades productivas. 	Toda la región
	VI.2. Fortalecimiento de la sociedad civil	VI.2.1. Fortalecimiento de las organizaciones de base	<ul style="list-style-type: none"> Impulsar el fortalecimiento de las organizaciones de la sociedad civil a través de la aplicación y desarrollo de programas de difusión y capacitación en manejo integral de recursos y desarrollo sustentable. Favorecer y fomentar la participación de la sociedad civil en la formulación de políticas ambientales y de desarrollo que permitan planear e instrumentar las formas más adecuadas para lograr la transición al desarrollo sustentable. Promover y perfeccionar la aplicación de tecnologías tradicionales que garanticen el uso y conservación de recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover y desarrollar proyectos comunales emanados de las organizaciones de base, referidos a la conservación, restauración y manejo productivo de los recursos. Propiciar una amplia participación social a través de la instrumentación del programa de desarrollo comunitario autogestivo. Introducir a las comunidades a un proceso continuo de capacitación para elaborar e instrumentar proyectos integrales comunitarios que conjunten criterios ecológicos, económicos, sociales y culturales. 	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría y capacitación en planeación comunitaria. Capacitación en manejo integral de recursos y desarrollo sustentable. Capacitación en formación de grupos y solución de conflictos. Aplicación de estrategias de organización social. Formación de sociedades de productores, artesanos, y cooperativas ejidales, con figura moral y jurídica. Formulación de estudios comunitarios autogestivos. Elaboración de un convenio de concertación y cooperación con Instituciones Federales, Estatales, Municipales, Académicas y ONG's. 	Toda la región
VII. DESARROLLO URBANO	VII.1. Infraestructura de Superficie	VII.1.1. Construcción, mejoramiento y rehabilitación de caminos municipales	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto de camino vecinal. 	<ul style="list-style-type: none"> Lograr la construcción de un acceso que permita el flujo de personas y productos. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración del proyecto. Convenio de cooperación intermunicipal entre Tlahuilepa y Cardonal. Convenio de concertación entre la comunidad de La Mesa y la comunidad de Tolantongo. Búsqueda de financiamiento. 	

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
VII. DESARROLLO URBANO	VII.1. Infraestructura de Superficie	VII.1.1. Construcción, mejoramiento y rehabilitación de caminos municipales	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto de puente intervecinal para la comunicación y para apoyar el flujo de productos. Continuación del asfaltado del camino Grutas de Tolantongo-San Cristóbal. 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de un puente sobre el Arroyo Seco. Continuación del asfaltado de 25 km de camino. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración del estudio. Convenio intermunicipal e intercomunitario. Búsqueda de financiamiento. <ul style="list-style-type: none"> Búsqueda de financiamiento. 	<p>La Mesa y Tolantongo</p> <p>San Cristóbal</p>
	VII.2. Telecomunicaciones	VII.2.1. Telecomunicaciones	Introducción de telefonía rural.	Introducción de red telefónica.	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de factibilidad. Búsqueda de financiamiento. 	Toda la zona
	VII.3. Servicio de energía doméstica	VII.3.1. Mejoramiento y ampliación del sistema de energía solar	Ampliación del servicio.	Incrementar el número de beneficiarios y calidad del servicio.	Organización de la gente para la gestión del servicio.	Tolantongo y las Grutas
	VII.4. Mejoramiento del suministro de agua	VII.4.1. Rehabilitación y mejoramiento de la red hidráulica y sistema de almacenamiento	Mejorar el servicio de abastecimiento doméstico.	Lograr que el agua llegue a todas las casas.	Elaboración de un proyecto de mejoramiento y ampliación de la red.	Cardonal, Tasquillo e Ismiquilpan
		VII.4.2. Tratamiento del agua para uso doméstico	Mejorar la calidad del agua.	Lograr mayor calidad del agua de consumo doméstico.	Asesoría y capacitación de tratamiento de agua.	Toda la zona
	VII.5. Equipamiento	VII.5.1. Creación de un parque público.	Contar con espacios e instalaciones para el esparcimiento y actos públicos.	Elaboración de un estudio de parque público.	<ul style="list-style-type: none"> Construcción comunitaria. Búsqueda de financiamiento. 	Toda la zona
		VII.5.2. Creación de canchas deportivas públicas.	Proporcionar las instalaciones necesarias para realizar actividades deportivas.	Construcción de una cancha por comunidad	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo comunitario. Búsqueda de financiamiento. 	Todas las comunidades
	VII.6. Tenencia de la tierra	VII.6.1. Regularización y tenencia de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> Actualizar el catastro. Regularización de predios. Delimitación y corrección de linderos 	Regularizar la tenencia de la tierra.	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría en catastro. Actualización del catastro. 	Toda la zona

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	META	ESTRATEGIA	LOCALIDAD
VIII. DESARROLLO CULTURAL	VIII.1. Conservación del patrimonio cultural	VIII.1.1. Rescate de tradiciones histórico-culturales	<ul style="list-style-type: none"> • La integración cultural. • Rescate de valores. • Revalorización de los grupos indígenas. • Incorporación del conocimiento tradicional en uso y manejo de recursos al proceso de desarrollo comunitario. 	Reivindicación de la cultura N̄hĩĩũũ.	Elaborar un estudio de rescate cultural.	Toda la zona
IX. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	IX.1. Investigación básica de los recursos naturales	IX.1.1. Manejo de flora de importancia ecológica de protección especial y/o con status	Conocimiento y conservación de recursos.	Generar investigación técnico-científica para la conservación de flora de importancia ecológica, endémica y de protección especial.	<ul style="list-style-type: none"> • Vinculación con Instituciones educativas y de investigación. • Investigación participativa. 	Cardonal y Tasquillo
		IX.1.2. Inventario de recursos alternativos	Valorar el potencial de recursos alternativos.	Hacer un inventario técnico-científico de recursos alternativos.	Vinculación con Instituciones educativas de investigación y comunidad beneficiaria.	Toda la zona
		IX.1.3. Evaluación del impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer una valoración del impacto que han producido las actividades productivas y turísticas. • Proponer medidas de mitigación. 	Contar con una evaluación del impacto de la zona y definir políticas de mitigación y conservación.	<ul style="list-style-type: none"> • Convenios de cooperación con Instituciones de investigación. • Definir las medidas de mitigación entre los investigadores y las comunidades. 	Toda la zona
		IX.1.4. Establecimiento de unidades de manejo y aprovechamiento de vida silvestre	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de la producción y aprovechamiento de la vida silvestre. • Recuperación y restablecimiento de poblaciones de especies de importancia cinegética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar proyectos de uso y manejo de especies silvestres. • Creación de módulos demostrativos. • Hacer un proyecto piloto de un rancho cinegético. 	Asesoría y capacitación en el manejo de especies cinegéticas.	Tolantongo, La Mesa y San Cristóbal
		IX.1.5. Conocimiento de los sistemas naturales y sus servicios ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Generar información de la dinámica de los sistemas naturales. • Aportar elementos para la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad y áreas naturales protegidas. • Investigación del potencial de captura de carbono. 	Elaborar estudios para entender la dinámica de los ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un proyecto de investigación. • Creación de bases de datos. • Monitoreo continuo de parámetros. • Estudio de educación ambiental. • Estudio de financiamiento por captura de carbono. 	Tolantongo, La Mesa y San Cristóbal, Tasquillo

10. CONCLUSIONES

Las conclusiones que podemos emitir de la presente investigación:

- La región cuenta con una gran riqueza de recursos minerales y Biodiversidad que asociados a las estrategias de manejo cultural hñahñu, solventarían gran parte de las necesidades locales.
- Los problemas de degradación de tierras y baja productividad que se presentan en la región no son generados por el uso inadecuado del suelo, sino por la subutilización de los recursos y/o el manejo impropio de los mismos.
- Los suelos agrícolas presentan serios problemas de degradación física y química sobre todo aquellos que son irrigados con agua residual.
- La zona presenta 26 504.42 ha (37.6 %) de suelos con erosión de grave a muy grave.
- La desertificación, contaminación, marginación, pobreza, desarticulación social, falta de apoyo institucional y financiero son los principales problemas de la región.
- La zona posee un potencial de recursos suficientes que les permitiría lograr la sustentabilidad, sin embargo, la situación social y política no la favorece, por lo que el aprovechamiento integral de los recursos es una alternativa viable para la zona.
- Existe una clara relación entre los recursos naturales y la etnia.
- El uso multifuncional de los recursos es una estrategia que se ha practicado desde hace mucho tiempo por los Hñahñus y que les ha permitido sobrevivir a las condiciones agrestes del área.
- La planeación ecológica del suelo y el ordenamiento de los recursos locales es una alternativa para fomentar el desarrollo regional con bases sólidas.
- El estudio integral con un enfoque holístico permite tener una aproximación más real para entender la estructura y dinámica del sistema regional.
- La secuencia metodológica permitió tener más elementos de juicio para proponer el aprovechamiento integral de recursos.
- La planeación participativa permitió el rescate de información y propuestas más reales para la instrumentación de acciones dirigidas a realizar un aprovechamiento más racional de los recursos, procurando la disminución del deterioro ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades.
- El programa realizado sugiere un manejo de recursos dentro del marco de la sustentabilidad.
- Los procesos de planeación comunitaria, organización social y solución de conflictos son prerrequisito para poder canalizar las propuestas que conlleven a la sustentabilidad.

11. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- **Acevedo, J.** 1984. La planeación municipal. En: La vertiente regional de la planeación. Gaceta Mexicana de Administración Pública, Estatal y Municipal. Ed. INAP.10-11: 19-25.
- **Achuff, P.** 1987. Ecological land clasification in Canadian Rocky Mountain National Parks. *In* Symposium on land classification based on vegetation; applications for resource management. Moscow, ID, November: 17-19.
- **Aguilar, C.** 1999. Propuesta de ordenamiento ecológico del municipio de Santiago de Anaya, Hgo. Tesis profesional. UNAM-Campus Iztacala. Méx.
- **Aldasoro, M.** 2000. Etnoentomología de la comunidad Hñahñu, El Dexthi-San Juanico, Hidalgo. Tesis profesional. UNAM-Campus Iztacala. Mex.
- **Altieri, M. A.** 1990. Proyectos Agrícolas en Pequeña Escala en Armonía con en Medio Ambiente, Pautas para la Planificación. CETAL. Chile.
- **Altieri, M. A.** 1991. Conservación y manejo de recursos en América Latina. Ciencias No. 21. Enero, 13-17 p.
- **Álvarez, T., Lachica, De F.** 1991. Zoogeografía de los Vertebrados de México. Sitesa. México. pp. 27, 32, 33.
- **Ambrosio, F.** 1982. El sistema de vida de los otomíes del Valle del Mezquital. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Méx.
- **Andreae, B.** 1981. Farming, development and space. A word agricultural geography. Ed. Walter de Grayter. Germany. p. 27-43.
- **Arroyo, A.** 1995. Los grupos indígenas en el estado de Hidalgo. Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Hidalgo/Centro de Investigación Pachuca. Serie Cuadernos Hidalguenses 3., Pachuca, Hgo., México. 30 p.
- **Ayuntamiento Municipal de Ixmiquilpan.** 1994. Programa de desarrollo regional. 1994-1999.
- **Azuela, A., J. Carabias, E. Provencio y G. Cuadri (Coords.)** 1993. Desarrollo Sustentable. Hacia una política ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- **Banco Mundial.** 1992. Informe sobre el desarrollo mundial: desarrollo y medio ambiente. Washington, D.C. USA.
- **Barret, B.** 1994. Integrated Environmental Management - Experience in Japan. Journal of Environmental Management. 40. Academic Press Limited. Londres.
- **Beltrán, E.** 1964. Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Inst. Méx. Rec. Nat. Ren., México. 186 p.
- **Blázquez, L.** 1938. Memoria de la Comisión Geológica del Valle del Mezquital, Hgo. Instituto de Geología. UNAM.
- **Blázquez, L., Lozano, R.** 1947. Hidrogeología y minerales no metálicos del Estado de Tlaxcala. Anales del Instituto de Geología. UNAM. Pp. 45-99.
- **Boege, E.** 1989. La lucha por la tierra de las comunidades otomíes en el Valle del Mezquital. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Méx.
- **Bouma, J.** 1997. The land use systems approach to planning sustainable land management at several scales. ITC Journal ¾: 237-242.
- **Bravo, H.** 1936. Observaciones Florísticas y Geobotánicas en el Valle de Actopan. An. Inst. Biol. Méx. 7(2,3): 169-233.
- **Bravo, H.** 1937. Observaciones Florísticas y Geobotánicas en el Valle del Mezquital, Hgo. An. Inst. Biol. Méx. 8(1,2): 3-82.

- **Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada.** 1991. Las Cactáceas de México. Vol. II, UNAM, México. 404 p.
- **Brinkman, R. and J. Smith.(Ed)** 1983. Land evaluation for rural propose. International institute for land reclamation and improvement/ILRI. Netherlands.
- **Brizuela, F.** 1978. Descripción cartografica de la vegetación de la cuenca del río Alfajayucan, Edo. de Hidalgo. Tesis Esc. Nal. Cienc. Biol. IPN. Méx.
- **Brown, L.** 1993. La situación en el mundo. Un informe del Worldwatch Institute sobre desarrollo y medio ambiente. De. Apóstrofe. España. p. 5-30.
- **Calvillo, T.** 1981. Los centros potenciales en el Valle del Mezquital. Inst. Geog. UNAM. Bol. 11:201-226.
- **Camarillo, R. J. L.** 1993 Algunos Aspectos Biogeográficos de los Anfibios y Reptiles de la Zona Xerófila de Hidalgo. En : Villavicencio, M. A., Marmolejo, S. Y., Pérez, E. B. E. Investigaciones Recientes Sobre Flora y Fauna de Hidalgo. UAH. México.
- **Castillo, L.C.** 1992. El PES en síntesis. Revista PES. México.
- **Catizzone, M and S.C. Muchena.** 1994. A holistic approach to sustainable soil use in SADC countries. The European Commssion Directorate General XII for Science, Research and Development. And Southern African Centre for Cooperation in Agricultural Research. Harare, Zimbadwe.
- **Cervantes, J.** 1993. Método geoeosistémico prospectivo, su filosofía y aplicaciones. Investigaciones Geográficas. Bol. Ins. Geog. Número especial. UNAM, México. 35-48.
- **Comisión Federal de Electricidad** 1991. Sinopsis Geohidrológica de el Estado de Hidalgo. México.
- **Comisión Nacional del Agua.** 1991. El aprovechamiento de aguas residuales en el Valle del Mezquital y su impacto ambiental. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Administración del Agua. Gerencia de calidad, reuso del agua e impacto ambiental. Documento elaborado por la Subgerencia de Evaluación y Seguimiento Ambiental.
- **Clark, W.** 1989. Managing planet earth. Scien. Am. September, Vol 261. No. 3.
- **CONAPO.** 1990. Indices de marginación, por municipios. Consejo Nacional de la Población. México.
- **Coordinación General de Desarrollo Regional.** 1994. Programa de desarrollo regional. 1994-1999. Región VI Ixmiquilpan. Coordinación Regional VI Ixmiquilpan.
- **CREFAL.** 1991. Investigación participativa: algunos aspectos críticos y problemáticos. Centro de Cooperación para la Educación de Adultos en América Latina y El Caribe. Pátzcuaro, Michoacán, Méx.
- **Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York. 1262 p.
- **Curiel, C.J.L., Espinosa, G.E.** 1997. Planeación, Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo sustentable. Cambio XXI. México.
- **Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford and P. F. Yeo.** 1985. The families of the monocotyledons. Springer-Verlag, New York. 520 p.
- **Delgadillo, J.** 1990. El concepto de región y planeación en México. Revista de Geografía. Vol. III. No. 4 Mexico. p. 87-96.
- **Cuanalo de la Cerda, H. y Ortíz S. C.** 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico. C.P. Chapingo, México.
- **Dávila, P.** 1997. Tehuacan-Cuicatlan Region, Mexico. In: Davies, S. D. et al. (eds.) Centres of Plant Diversity. The World Wide Fund for Nature (WWF) and The World Conservation Union (IUCN). pp. 139-143.

- **Delgado, R.** 2000. Levantamiento edafológico semidetallado del territorio de la comunidad el Dexthí, Alto Mezquital, Hgo. Tesis profesional de licenciatura en Biología. ENEP-Iztacala-UNAM.
- **Díaz, G., Constantino, G. y Agustín, F.** 1982. Algunas características del ecosistema en: López - Portillo (Compilador). El medio ambiente en México: Temas, problemas y alternativas. Ed. F.C.E. México. p. 128-147.
- **Duch, J.** 1981. Sistema de evaluación de tierras para la determinación del uso potencial agropecuario y forestal en México. Revista de Geografía Agrícola. UACH. México.
- **FAO.** 1988. Potencialidades del desarrollo agrícola y rural en América Latina y el Caribe. Informe principal. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- **FAO.** 1994. Directrices sobre la planificación del aprovechamiento de la tierra. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia
- **FAO.** 1996. Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas No. 7. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Chile.
- **FAO.** 1997. Informes de avance: Programa 21, capítulo 10: Planificación y ordenación integradas de los recursos naturales.
[Http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/SUSTDEV/Spdirect/Epre0029.htm](http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/SUSTDEV/Spdirect/Epre0029.htm)
- **FAO.** 1997. Technical Workshop on Farming Systems Approaches for the Sustainable Use Land Conservation of Agricultural Biodiversity and Agro-Ecosystems: Executive Summary and conclusions. 1-11p. Rome 19-29 June. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/SUSTENDEV/Epdirect/Epre0037.htm>
- **FAO.** 1999. Cultivating Our Futures: Background Paper Dryland. FAO/Netherlands Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land. 12-17 September. Maastricht, the Netherlands. Roma.
- **FAO-UNESCO,** 1988. Soil map of the world. Food and Agriculture Organization of the United Nations-Rome, Italy.
- **FAO/UNESCO.** 1994. Soil Map of the World. Reference Base for soil Resources. International Soil Reference and Information Centre. Rome, Italy.
- **Figueroa, R.** 1979. Aspectos generales sobre la tenencia de la tierra en el distrito de riego del Valle del Mezquital. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. Méx.
- **Finkler, K.** 1974. Estudio comparativo de la economía de dos comunidades de México. Instituto Nacional Indigenista. Méx.
- **Flores, A.** 1982. Interacciones de compra-venta en mercados del Valle del Mezquital. Instituto Nacional Indigenista. SEP. Méx.
- **Flores, V. O., Ordoñez, D. M. J.** 1995. Conservación y Áreas Naturales Protegidas. Serie Cuadernos de Conservación 4. PRONATURA. México.
- **García, M. L.** 1984. Consideraciones para el reordenamiento espacial urbano en México. Bol. Inst. de Geog. UNAM. No. 14. México. p. 153-239.
- **García, E.** 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM. México.
- **Gobierno del Estado de Hidalgo.** 1988. Plan Estatal de Desarrollo Urbano y la Orientación Programática Municipal de Ixmiquilpan-Tasquillo.
- **Gobierno del Estado de Hidalgo - Instituto Hidalguense de Educación Media-Superior y Superior.** 1995. Informe Sobre la Investigación Microregional en el Área de Influencia de la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital.

- **Gobierno del Estado de Hidalgo** - Instituto Hidalguense de Educación Media-Superior y Superior. 1995. Estudio de Factibilidad para la Creación de la Universidad de Valle del Mezquital (versión preliminar).
- **Gobierno del Estado de Hidalgo**. 1990. Diagnóstico Sociocultural del Estado de Hidalgo.
- **Gobierno del Estado de Hidalgo**. 1994. Programa de Desarrollo Regional. Versión Preliminar. México.
- **Gómez, D.** 1980. El medio físico y la planificación. CIFCA. Madrid, España. p.16-40
- **González, M. F., Hiriart, P.** 1978. Excursión a la Barranca de Tolantongo, Hgo. En : Guías Botánicas de Excursiones en México. Soc. Bot. Méx. pp. 43-59.
- **González-Quintero, L.** 1968. Tipos de Vegetación del Valle del Mezquital Hidalgo. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- **González-Vicente, C.** 1990. Manejo integrado de cuencas para uso múltiple. Simposio Internacional. Morelia, Michoacán. Gen. Tech. Rep. R. M.
- **Granados, D. y J. Hernández.** 1995. Sistema de recolección en una comunidad N̄hañu en el Valle del Mezquital, Hgo. Revista Chapingo. Ciencia Forestales 1:109-115.
- **Gutman, P.** 1986. Ambiente y planificación del desarrollo. En: Leff, E. Problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Ed. Siglo XXI. Mex. pp 329-348.
- **Hart, R.** 1984. Agroecosystem determinants. *In*. Lawrence, R. Agricultural ecosystems. John Wiley & Sons. USA.
- **Hernández P.** 1951. Recorriendo México a Pie y a Caballo. Stylo. México. pp 639-647.
- **Hernández, A.** 1964. El Valle del Mezquital. Instituto Federal de Capacitación del Magisterio. SEP. Mex.
- **Hernández, G. L. A.** 1994. Uso Potencial Agrícola, Pecuario y Forestal en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis. UNAM- ENEP-Iztacala. México
- **Hernández, M. M.** 2001. Caracterización y evaluación del recursos suelo mediante la aplicación de un sistema de información geográfica en el Alto Mezquital, Hgo. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores- Iztacala-UNAM.
- **Hiriart, V. P., González, M. F.** 1983. Vegetación y Fitogeografía de la Barranca de Tolantongo, Hidalgo, México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. Méx. (No. único): 29-96.
- **Instituto Nacional Indigenista.** 1982. Grupos étnicos de México. INI. México. Secc. Los Otomies.
- **Instituto Nacional Indigenista.** 1990. Pueblos Indígenas de México, Hidalgo. Indicadores Socioeconómicos de los Pueblos Indígenas. Centro Coordinador Indigenista, Lengua Principal y Localidades Emigrante Indígenas. Dirección de Investigación y Promoción Cultural.
- **Instituto Nacional Indigenista.** 1994. Otomies. En: La Medicina Tradicional de los pueblos indígenas de México, tomo II. 563-585 pp.
- **INAP.** 1992. El municipio y la ecología. Gaceta Mexicana de Administración Pública Estatal y Municipal. Nos. 39,40 y 41. Mex.
- **INEGI.** 1983. Carta Geológica. Hoja Pachuca F-14-11. Esc 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- **INEGI.** 1983. Carta Edafológica. Hoja Pachuca F-14-11. Esc 1 : 250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- **INEGI.** 1985. Carta de Uso Potencial Ganadería. Hoja Pachuca F-14-11. Esc. 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- **INEGI.** 1986. Guía de Interpretación Cartográfica. Uso Potencial. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- **INEGI.** 1987. Carta Climática Ciudad de México. Esc. 1: 1000 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

- INEGI. 1993. Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas. Hoja Pachuca F-14-11. Esc. 1 : 250 000 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1993. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales. Hoja Pachuca F-14-11. Esc. 1 : 250 000 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1990. Hidalgo, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Resultados Definitivos por Localidad (integración territorial). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1990. Hidalgo, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Resultados Definitivos Tabulados Básicos Tomos I,II y III. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1992. Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo. México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1995. Anuario Estadístico de el Estado de Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1996. Censo de la población y vivienda 1995. Resultados preliminares. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1996. Cuaderno Estadístico Municipal, Cardonal Estado de Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Iturriaga, de la F. J. N. 1979. Una vez mas: Tolantongo. En: México Desconocido (26):26-27. México.
- Javier, J.L. 1995. Estudio macro y micromorfológico de los suelos del Valle de Tasquillo, Hidalgo. Tesis profesional. UNAM- Campus Iztacala. Méx.
- Jiménez, V. 1999. Propagación y producción de especies (*Prosopis laevigata* (Humb. & bonpl. Ex Willd.) M.C. Johnston; *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Mimosa depauperata* Benth) de importancia forestal no maderable en "El Dexthí-San Juanico", Municipio de Ixmiquilpan, Hgo. Tesis de Licenciatura. ENEP IZTACALA. UNAM.
- Johansen, B. 1982. Introducción a la teoría general de sistemas. Ed. Limusa. México. p. 71-87.
- Jung, J. 1972. La ordenación del espacio rural. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid. p. 11-20, 291-316.
- Landa, R., Meave, J. and Carabias, J. 1997. Environmental Deterioration in Rural Mexico: an examination of the concept. Ecological applications 7(1), pp 316-329.
- Leff, E. 1986. Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Ed. Siglo XXI. México.
- Leff, E., J. Carabias y A. Batis. 1990. Recursos naturales, técnica y cultura. Estudios y experiencias para un desarrollo alternativo. CIIH-UNAM. 7-23 p.
- LGEEPA. 1996. Ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente. Ed. Porrúa. Méx.
- López, B. 1996. Estudio sinecológico de los bosques piñoneros del Valle del Mezquital, Hgo. Tesis de licenciatura. UNAM- ENEP-Iztacala.
- López, F. 1991. Caracterización Agroecológica del Ejido Acayuca, Municipio de Zapotlán de Juárez y Áreas Aledañas, Estado de Hidalgo. Tesis de licenciatura. UNAM-Iztacala.
- López, F. 1996. Manejo y conservación de suelos con flora nativa en el Valle del Mezquital, Hgo. XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Del 18 al 22 de Noviembre. Sonora. México.
- López, F. y Muñoz, D. 1987. Importancia de la relación suelo-planta y el aprovechamiento de recursos en los valles de Ixmiquilpan y Actopan, Edo. de Hgo. XX Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo. Zacatecas, Zac. Soc. Mexicana de la Ciencia del Suelo. México.
- López, F. y Muñoz, D. 1989. Ecología de la relación suelo-vegetación en los municipios de Chilcuautla y Progreso, Edo. De Hgo. Memorias del XXII Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo. México D.F. Soc. Mexicana de la Ciencia del Suelo. México.

- **López, F. y Muñoz, D.** 1991. Evaluación de los recursos vegetales en el Valle del Mezquital, Edo. de Hidalgo. Segundo encuentro regional de investigación de flora y fauna. UNUIES región V. Pachuca, Hgo.
- **López, F., M. Hernández, D. Muñoz y A. Soler.** 1999. El Caso Dexthi-San Juanico, Valle del Mezquital, Hidalgo. México. En: FIDAMERICA. Experiencias locales de lucha contra la desertificación en zonas semiáridas pobres de América Latina y El Caribe. Conferencia Electrónica. Del 13 de Septiembre al 22 de Octubre. <http://www.fidamerica.cl/actividades/conferencias/desertificacion/index.html>
- **López, F., Muñoz, D., Cantú, A., and Soler, A.** 1994. Resources, environment damage and ecological planning in land use in the Mezquital Valley, Hidalgo, Mexico. 15th World Congress of Soil Science. Acapulco, Mexico. Vol. 6b: Commission V: Poster sessions. 22-23 pp.
- **López, H. A.** 1985. Verificación de Campo de Zonas de Interés Geotérmico Obtenidas por la Aplicación del Método Geoestadístico. CFE. pp. 38 - 41.
- **Lund, H.** 1981. Arid land resource inventories: developing cost-efficient methods (proc. of the workshop, La Paz, Mexico, Nov. 30- dec. 6, 1980.) USDA Forest Ser. Gen. Tech. Rep. ULO-28. 620 p. Wash, D.C.
- **Llorente, G. J.** 1992. Planeación Turística en las Grutas de Tolantongo, Municipio de Cardonal, Estado de Hidalgo. Tesis. UVM.
- **Makhdoum, M.F.** 1992. Environmental unit: an arbitrary ecosystem for land evaluation. Agriculture, ecosystems and environment, 41: 209-214.
- **Marmolejo, S. Y., Villavicencio, M. A. y Pérez, E. B. E.** 1993. Investigaciones Recientes Sobre Flora y Fauna de Hidalgo, México. UAH.
- **Martín del Campo, R.** 1937. Notas acerca de aves y mamíferos del Valle del Mezquital, Hgo. An. Inst. Biól. Méx. 8:272-276.
- **Martínez, M.** 1987. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas medicinales. Fondo de Cultura Económica, México. 1247 p.
- **Matteucci, S.** 1982. Metodología para el estudios de la vegetación. Secretaría general de la Organización de los estados americanos. Washington, D.C.
- **Mendoza, A. y Cortés, G.** 1994. Caracterización fisicoquímica y evaluación toxicológica utilizando bioensayos en agua, suelo y sedimento del distrito de desarrollo rural 063, Hidalgo. Tesis profesional. UNAM- Campus Iztacala. Méx.
- **México, Leyes, Estatutos, etc.** Ley general del equilibrio Ecológico y la protección al ambiente. Segunda edición. Ed. Porrúa. México.
- **Miranda F. y Hernández, X. E.** 1963. Los Tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 27-72.
- **Mitchell, B.** 1989. Geography and Resource analysis. 2nd ed. Longman scientific & Technical. John Wiley & Sons. Singapore.
- **Montaldo, P.** 1985. Agroecología del trópico americano. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- **Mostafa K. T., A. Osama, A. El-kholi, E. El-Hinnawi, M. W. Holdgate, D. F. Mcmichael y R. E. Munn.** 1992. The World Environment 1972-1992: Two Decades of Challenge. Chapman and Hall. 884 pp.
- **Muñoz, D.** 1999. Estudio cartográfico y morfológico de los suelos de la porción sur del Valle del Mezquital. Tesis de Maestro en Ciencias. UNAM- Facultad de Ciencias.
- **Muñoz, D., López, F.** 1986, 87, 88 y 89. Levantamiento Edafológico del Valle del Mezquital, Hgo. Trabajos de Biología de Campo, ENEPI. Inédito.

- **Muñoz, D. y López, F.** 1990. Propuesta para el Ordenamiento Ecológico del Uso de Suelo en el Valle del Mezquital, Hgo. Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Comarca Lagunera. Soc. Mexicana de la Ciencia del Suelo. México.
- **Muñoz, D., López, F., Mendoza, A.** 1995. Manual de Edafología. ENEP Iztacala-UNAM.
- **Muñoz, D. y López, F.** 1990. Propuesta para el Ordenamiento Ecológico del Uso de Suelo en el Valle del Mezquital, Hgo. Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Comarca Lagunera. Soc. Mexicana de la Ciencia del Suelo. México.
- **Odum, R.** 1988. Energía, ambiente y sociedad. Ed. Blume. Barcelona, España.
- **Oliver V., B.M.** 1995. Mayas, Nahuas, Otomies y la Medicina Tradicional. In: Lecturas para el diplomado internacional "Plantas medicinales de México", 2ª., UACH. 111-118 pp.
- **Olmedo, R.,** 1994. I Curso Internacional de Gestión Municipal y Descentralización. ILPES. Santiago de Chile.
- **Ortiz Solorio, C. A. y H. E. Cuanalo.** 1981. Introducción a los Levantamientos de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- **Ortiz-Solorio, C.A.; D. Pájaro H. y M. C. Gutiérrez C.** 1994. Introducción a la leyenda del mapa mundial de suelos FAO/UNESCO, versión 1988. Cuaderno de Edafología 20. Instituto de Recursos Naturales – Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Estado de México, México. 40 p.
- **Otero, G.** 1970. Exploraciones Cactológicas en el estado de Hidalgo. Cact. Suc. Mex. 15 (4): 84-86.
- **Palacio, P. J. L., Pérez, Q. M., Ribera, C. E., Martínez, A. M., Román, A. H., Huerta, R. A., Hernández, B. A.** 1985. Cartografía Geomorfológica Detallada Aplicada al Reordenamiento Espacial de las Actividades Turísticas: El Caso de las Grutas de Tolantongo, Estado de Hidalgo. Instituto de Geografía. UNAM.
- **Paray, L.** 1944. Exploración etnobotánica en la Barranca de Tolantongo. Bol. Soc. Bot. Mex. 1:2-6.
- **Paray, L.** 1947. Segundo viaje a la Barranca de Tolantongo. Bol. Soc. Bot. Mex. 5: 20-22.
- **Paré, L.** 1981. El proletariado agrícola en México. Ed. Siglo XXI.
- **Paul, E.** (1984). The planning and management of environmentally sensitive areas. London. Longman Group Inc. New York. USA p.10-65
- **Parra, H.** 1980. La planeación del uso del suelo en las zonas áridas. Arid land resource inventories: developing cost-efficient methods. An International Workshop. November 30-december 6. La Paz. Mex. USDA: USA.
- **PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)** 1985. El estado del medio ambiente 1985: aspectos ambientales de las nuevas tecnologías agrícolas, la población y el medio ambiente. PNUMA. Nairobi. Kenya
- **PNUMA** 1999. La degradación de las tierras y la desertificación. PNUMA. Nairobi. Kenya
- **Poder Ejecutivo Federal** 2001. Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. Mex.
- **Poder Ejecutivo Federal** 1995. Programa del Medio Ambiente 1995-2000. Mex.
- **Pozas, R.** 1989. Guía general cualitativa para la investigación de los pueblos indígenas. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. UNAM. Méx.
- **Puig, H.** 1976. Vegetation de la Huasteca Mexique. In: Etudes mesoamericaines, Vol.V Mission archeologique et ethnologique francoise au mexique. 531 p.
- **Quiroz, J.** 1983. Clasificación otomi de tierras en dos sistemas terrestres del Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis profesional. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Méx.
- **Rangel, S.** 1987. Etnobotánica de los agaves del Valle del Mezquital. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM, México. 155 p.

- **Restrepo, I.** 1982. Ecodesarrollo y desarrollo agropecuario. En: Integración de la ecología al desarrollo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. Puerto Morelos, Q. R. Méx. pp. 2-28.
- **Reyes, R.** 1982. La Lechuguilla como importante factor en la formación del suelo en zonas áridas. INIF. Méx.
- **Robirosa, M.** 1986. Articulación multidisciplinaria de conocimientos en una metodología integrada para la planificación y gestión ambiental del desarrollo. En: Leff, E. Problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Ed. Siglo XXI. Mex. pp 429-462.
- **Rodríguez, Y. J. A.** 1983. Uso Tradicional de las Cactáceas por los Otomíes y Vecinos del Municipio de Cardonal, Hgo. Tesis UNAM- Facultad de Ciencias.
- **Rojas, R.** 1990. En busca del equilibrio perdido: el uso de los recursos naturales en México. Editorial Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. Méx.
- **Ruiz, J.** 1984. Visión general de la planeación en México. En: La Vertiente Regional de la Planeación. Gaceta Mexicana de Administración Pública Estatal y Municipal. Abril-Septiembre, 10-11: 171-180.
- **Rzedowski, J. y Calderón de R., G.** 1993. Contribuciones de Jerzy Rzedowski y de Graciela Calderón de Rzedowski al Conocimiento de las Plantas del Estado de Hidalgo. En: Villavicencio, M. A., Marmolejo, S. Y., Pérez, E. B. E. Investigaciones Recientes Sobre Flora y Fauna de Hidalgo, UAH. México.
- **Rzedowski, J.** 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa, México.
- **Spedding, C.W.** 1979. Ecología de los sistemas agrícolas. Ed. Blume. Barcelona, España.
- **S.M.G.E.** 1966. Los recursos naturales del Valle del Mezquital. Memoria del IV Congreso de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México.
- **SAGAR.** 1995. Carpeta Básica Municipal de Cardonal, Hidalgo.
- **Salazar, J.** 1994. Determinación de algunos sistemas de reforestación para diferentes variedades de *Agave lecheguilla* Torr. en los Municipios de Ixmiquilpan y Cardonal. Tesis. UVM.
- **Salgado, M. L.** 1993. Problemas Fitosanitarios del Aguacate en Coatepec, Harinas. En: Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX. Memoria 1993. México. pp. 191-223.
- **Salinas, P. J.** 1984. Etnografía del Otomí, Intituto indigenista S.E.P., México.
- **Sánchez, O.** 1980. La flora del Valle de México. 6ª. Ed. Herrero, México. 513 p.
- **Sánchez, F. V.** 1991. La Producción de Lechuguilla (*Agave lecheguilla* Torr.) en el Alto Mezquital, Tesis Licenciatura, F.F.C., Cuahutitlán, UNAM, México.
- **SARH.** 1969. Primer Informe Parcial del Estado Geohidrológico de la Zona del Valle del Mezquital, México. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.
- **SEDUE-IPN.** (1992) Insumo para el ordenamiento ecológico de la zona árida. Secretaria de Desarrollo urbano y Ecología- Instituto Politécnico Nacional. Méx.
- **SEDESOL.** 1992. Proyecto de ordenamiento ecológico general del territorio del país. Secretaría de Desarrollo Social- Instituto de Geografía. UNAM. Méx.
- **SEDESOL.** 1993. Estudio Para el Establecimiento de un Área Natural Protegida en el Estado de Hidalgo, Grutas de Tolantongo. Secretaria de Desarrollo Social. México.
- **SEDESOL-INE.** 1993. Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional, Memoria Técnica y Metodológica. Secretaria de Desarrollo Social. México.
- **SEDESOL-INE.** 1993. Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional. Secretaria de Desarrollo Social. México.

- **SEDESOL-INE.** 1993. Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional, Sistema de Información, Manual de Operación. Secretaría de Desarrollo Social. México.
- **SEDESOL-INE.** 1993. Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional, Resumen Ejecutivo. Secretaría de Desarrollo Social. México.
- **SEDUE.** 1991. Calendario Cinegético Correspondiente a la Temporada 1991-1992. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México.
- **Segerstrom, K.** 1962. Geology of the South Central Hidalgo and Northeastern México. U S Geol. Survey Bull. 1104-c: 87-162.
- **SEMARNAP.** 1996. Ordenamiento Ecológico. Página principal de Ordenamiento. [Http://www.ine.gob.mx/ord_eco/introduc.html](http://www.ine.gob.mx/ord_eco/introduc.html).
- **SEMARNAP-CECADESU.** 1996. Planeación, Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- **SEMARNAP.** 1997. Programa de desarrollo regional sustentable del Valle del Mezquital y Sierra Gorda. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- **SEMARNAP.** 1997. PRODERS. Metodología para Estimar Indicadores de Sustentabilidad y Proyectarlos en la Montaña de Guerrero. México (inédito). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- **Signoret, P.** 1969. Datos sobre algunas características ecológicas del mezquite (*Prosopis laevigata* (H.& B. Ex Willd.).M.C. Johnst) y su aprovechamiento en el Valle del Mezquital. Tesis profesional licenciatura. Fac. de Ciencias. UNAM.
- **SPP.** 1970. IX Censo de Población. Estado de Hidalgo. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- **Stomph, T., L. Fresco & H. van Keulen.** 1994. Land use system evaluation: concepts and methodology. Agricultural systems 44: 243-255.
- **Tamames, R.** 1985. Ecología y desarrollo. Ed. Alianza Editorial. Madrid, España.
- **Toledo, V. M.** 1990. Ecología e Indianidad. México Indígena. 13: 16-22 p.
- **Toledo, V. M. y J. Carabias.** 1985. Ecología y Autosuficiencia Alimentaria. Ed. Siglo XXI. México. pp. 1- 85.
- **Toledo, V.M.** 1990. La perspectiva etnoecológica. Ciencias. Julio. No. especial 4. 22-29 p.
- **Toledo, V.M.** 1996. Economía y Modos de Apropiación de la Naturaleza. Una Tipología Ecológico-económica de Productores Rurales. Revista Economía Informa. Facultad de Economía. 253 (56-65). México.
- **Trafo, L.** 1989. Vida y magia de un pueblo otomí del Mezquital. INAH. Mex.
- **UNCCD.** 1999. The third conference of parties of the Convention to Combat Desertification (COP3). 15-26 November. Recife, Brazil.
- **UNESCO.** 1997. Educación para un futuro sostenible. Una visión transdisciplinaria para una acción concertada. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. EPD. 97 / CONF. 401 / CLD. 1.
- **UNESCO.** 1997. International Conference Environment and Society: Education and Public Awareness for Sustainability (Thessaloniki, 8-12 December 1997)United Nations for Education, Science and Culture Organization. EPD. 97 / CONF. 401 / CLD. 2.
- **Velasco, M. H.** 1983. Uso y manejo del suelo. Ed. Limusa. México.
- **Velasco, M. H.** 1991. Las zonas áridas y semiáridas. Sus características y manejo. Ed. Limusa. Mex.
- **Velasco, S. y Ojeda, R.** 1989. Clasificación y caracterización fisonómica de la vegetación del Valle del Mezquital, Hgo. Tesis profesional. ENEP-Iztacala- UNAM.

- **Villavicencio, M. A. y B. E., Pérez E.** 1995. Plantas útiles del estado de Hidalgo. U.A.E.H. Pachuca, Hgo. México. 127 p.
- **Westman, W.** 1986. Ecology, impact assesment, and environmental planning. John Wiley & Sons. USA.
- **World Bank.** 1999. Dryland, poverty, and development. Proceedings of the June 15 and 16, Wold Bank Round Table. USA.

12. ANEXOS

12.1. Listado Florístico de las especies encontradas en la zona de estudio

ACANTHACEAE*Anisacanthus quadrifidus* (Vahl) Nees*Anisacanthus wrightii* A. Gray*Carlowrightia serpyllifolia* A. Gray*Dicliptera assurgens* (L.) Juss.*Holographis ehrenbergiana* Nees*Hoverdenia speciosa* Nees*Jacobina incana* (Nees) Hemsl.*Ruellia speciosa* Nees**AGAVACEAE***Agave americana* L.*Agave crassispina**Agave lechuguilla* Torr.*Agave mapisaga* Trel. Var. *mapisaga**Agave peacockii* Croucher*Agave salmiana* Otto & Salm-Dyck var. *salmiana**Agave stricta* Salm-Dyck*Agave xylonacantha* Salm-Dyck*Yucca filifera* Hort. Ex Engel.**ANACARDIACEA***Pistacia mexicana* Kunth*Pseudosmodium multifolium* Rose*Rhus andrieuxii* Englem.*Rhus mollis* Standleyi Barkley*Rhus trilobata* Nutt.*Rhus virens* Lindl.**ANNONACEAE***Annona* sp.**APOCYNACEAE***Echites coulteri* S. Wats*Plumeria rubra* L.f. *acutifolia* (Poir.) Woodson*Plumeria mollis* HBK.*Vallesia glabra* (Cav.) Link**ARALIACEAE***Aralia regeliana* March.**ASCLEPIADACEAE***Asclepias curassavica* L.*Cynanchum maccaratti* Shinnars*Marsdenia coulteri* Hemsl.**ASTERACEAE***Acourtia* sp.*Ageratum corymbosum* Zucc.*Artemisia ludoviciana* Nutt. spp. *mexicana* (Willd.) Keck.*Baccharis discolor**Brickellia veronicifolia* (Kunth.) A. Gray*Calea discolor* A. Gray*Chrysactinia mexicana* A. Gray*Dahlia coccinea* Cav.*Dyscritothammus filifolius* B.L. Rob.*Dyssodia greggii* (Gray) Rob.*Eupatorium espinosarum* A. Gray*Eupatorium glabratum* HBK.*Eupatorium hostile* Schauer*Flourensia laurifolia* DC.*Flourensia resinosa* (Brandegree) Blake*Gochnatia hypoleuca* (DC.) A. Gray*Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less*Montanoa tomentosa* Cerv. spp. *xanthifolia* (Sch. Bip.) V.A. Funk*Montanoa* sp.*Parthenium incanum* HBK.*Parthenium fruticosum* Less.*Sanvitalia fruticosa* Hemsl.*Sanvitalia procumbens* Lam.*Senecio* sp.*Stevia pilosa* Lag.*Tagetes patula* L.*Trixis inula* Crantz*Verbesina oreopola* Robins & Greenm.*Zaluzania augusta* (Lag.) Sch. Bip.*Zexmenia gnaphalioides* A. Gray*Zexmenia lantanifolia* (Schauer) Schultz*Zinnia peruviana* (L.) L.

BERBERIDACEAE*Berberis ilicina* (Schl.) Hemsl.**BIGNONIACEAE***Parmentiera aculeata* (HBK) Seem.*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth**BORAGINACEAE***Anthiphitum heliotropioides* DC.*Cordia boissieri* DC.*Heliotropium* sp.*Heliotropium parviflorum* L.*Tournefortia volubilis* L.**BROMELIACEAE***Hechtia argentea* Baker*Hechtia podantha* Mez.*Tillandsia albida* Mez.*Tillandsia juncea* (Ruiz&Pav.) Poir.*Tillandsia recurvata* Gaud.*Tillandsia usneoides* (L.) L.**BURSERACEAE***Bursera fagaroides* (HBK) Engl.*Bursera morelensis* Ramírez*Bursera schlechtendalii* Engl.*Bursera simaruba* (L.) Sarg.*Bursera* sp.**CACTACEAE***Cephalocereus senilis* (Haworth) Pfeiffer*Coryphanta clava* (Pfeiffer) Lem.*Coryphanta erecta* Lem.*Coryphanta octacantha* (DC.) Britton & Rose*Dolichothele longimamma* (DC.) Britton & Rose*Echinocactus ingens* Zucc.*Echinocactus platyacanthus**Echinocereus ehrenbergii* (Pfeiffer)*Echinocereus cinerascens* (DC.) Ruem.*Echinofossulocactus anfractuosus* (Martius) Lawr.*Echinofossulocactus* sp.*Ferocactus glaucescens* (DC.) B. & R.*Ferocactus latispinus* (Haworth.) Britton & Rose*Mammillaria geminispina* Haworth.*Mammillaria gracilis* Pfeiffer*Mammillaria* sp.*Mammillaria sempervivi* De Candolle*Mammillaria schideana* Ehrenberg*Myrtillocactus geometrizans* (Mart.) Console.*Opuntia cantabrigiensis* Lynch*Opuntia imbricata* (Lem.) Link & Otto*Opuntia leptocaulis* DC.*Opuntia microdasys* Pfeiffer*Opuntia robusta* Wendl.*Opuntia stenopetala* Engelm.*Opuntia streptacantha* Lem.*Opuntia tomentosa* Salm-Dyck*Opuntia tunicata* (Lehmann) Link et Otto*Pachycereus marginatus* (DC.) Britton & Rose.*Selenicereus spinulosus* (DC.) B. & R.*Stenocereus dumortieri* (Scheid.) Buxb.**CAESALPINACEAE***Bauhinia coultieri* Macbride*Bauhinia macranthera* Benth. Ex Hemsl.*Bauhinia ramosissima* Benth.*Senna crotalarioides* (Kunth) Irwin et Barneby*Senna wislinezii* (A. Gray) Irwin et Barneby*Caesalpinia mexicana* Gray.*Caesalpinia platybola* S. Wats.**CAPPARACEAE***Capparis incana* HBK.**CARYOPHYLLACEAE***Arenaria lycopodioides* Willd. ex Schtdl.**CELASTRACEAE***Mortonia hidalgensis* Standl.*Mortonia* sp.*Rzedowskia tolantongensis* González Medrano*Wimmeria concolor* Schlecht. & Cham.**CISTACEAE***Helianthemum* sp.**CLETHRACEAE***Cletra pringlei* S.Wats.**COMMELINACEAE***Commelina* sp.*Tradescantia* sp.

CONVOLVULACEAE*Dichondra argentea* H. & B.*Dichondra* sp.*Ipomea stans* Cav.*Ipomea wolcottiana* Rose*Ipomea* sp.**CORNACEAE***Cornus disciflora* Sessé & Moc. ex DC.**CRASSULACEAE***Echeveria bifida* (Hemsl.) Schlecht.*Echeveria coccinea* (Cav.) DC.*Echeveria secunda* Booth*Echeveria* sp.*Sedum dendroideum* Moc. et Sessé*Sedum moranense* HBK.**CRUCIFERAE***Lepidium* sp.**CUCURBITACEAE***Cucurbita* sp.*Cucurbita foetidissima***CYPERACEAE***Eleocharis caribaea* (Rottb.) Blake**EPHEDRACEAE***Ephedra compacta* Rose**ERICACEAE***Arbutus glandulosa* Mart. & Gal.*Arctostaphylos arguta* Zucc.**EUPHORBIACEAE***Acalypha longiana* Mill.*Acalypha monostachya* Cav.*Acalypha neomexicana* Muell. Arg.*Acalypha* sp.*Bernardia mexicana* (Hook. & Arn.) Müll-Arg.*Cnidioscolus* sp.*Croton ciliatoglanduliferus* Ort.*Croton dioicus* Cav.*Croton chrenbergii* Schlecht*Croton hypoleucus* Schlecht.*Croton morifolius**Croton niveus* Jacq.*Croton rzedoweskii* M. C. Johnston*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.*Euphorbia subpeltata* Wats.*Euphorbia* sp.*Jatropha dioica* Cerv.*Sapium biloculare* (S. Wats) Pax*Tragia ramosa* Torr.**FABACEAE***Astragalus* sp.*Erythrina americana* Mill.*Erythrina coralloides* DC.*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.**FAGACEAE***Quercus crassipes* Humb. & Bonpl.*Quercus laurina**Quercus mexicana**Quercus obtusata*.*Quercus rugosa* Née*Quercus* sp.**FOUQUIERIACEAE***Fouquieria fasciculata* (Roem. & Schult.)*Fouquieria splendens* Engelm**HYDROPHYLLACEAE***Wigandia caracasana* HBK.**KOEBERLINIACEAE***Koeberlinia spinosa* Zucc.**KRAMERIACEAE***Krameria cytisoides* Cav.**LAMIACEAE***Hesperozygis marifolia* (Gray) Epl.*Salvia ballotiflora* Benth.*Salvia coulteri* Fernald*Salvia hidalgensis* Mir.*Salvia regia* Cav.*Salvia scorodonifolia* Poir.*Salvia* sp.*Scutellaria drummondii* Benth.*Scutellaria suffrutescens* Wats.*Sphacele mexicana* Schauer

LAURACEAE*Litsea glaucescens* HBK.*Litsea* sp.**LENTIBULARIACEAE***Pinguicula caudata* Schlecht.**LILIACEAE***Calochortus barbatus* Pinter*Smilax jalapensis* Schlecht**LOASACEAE***Eucnide lobata* (Hook.) A. Gray*Menzelia hispida* Willd.**LOGANIACEAE***Buddleia parviflora* HBK.*Buddleia cordata* HBK.**MALPIGHIACEAE***Mascagania macroptera* (Moc. & Sessé) Nied.*Thryallis glauca* (Cav.) Kuntze**MALPIGHIACEAE***Mascagania macroptera* (Moc. & Sessé) Nied.*Thryallis glauca* (Cav.) Kuntze**MALVACEAE***Malva neglecta**Meximalva venusta* (Schlecht.) Fryxell*Sida* sp.**MELIACEAE***Melia azedarach* L.**MIMOSIDAE***Acacia berlandieri* Benth.*Acacia coulteri* Benth.*Acacia farnesiana* (L.) Willd.*Acacia malacophylla* Benth.*Acacia micrantha* Benth.*Acacia parviflora* Little*Acacia schaffneri* (S. Wats.) Herm.*Brongniartia discolor* T. S. Brandeg*Brongniartia intermedia* Moric*Calliandra ertophylla* Benth*Calliandra oaxacana* Rose*Calliandra* sp.*Canavalia* sp.*Dalea zimapanica* Schauer*Dalea dorycnoides* DC.*Dalea* sp.*Desmodium* sp.*Harpalyce arborescens* A. Gray*Hesperothamnus ehrenbergii* (Horns) Rydb*Hoffmanseggia villosa* B. & R.*Indigofera* sp.*Leucaena cuspidata* Standl.*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.*Lysiloma* sp.*Mimosa aculeaticarpa* Ortega*Mimosa biuncifera* Benth.*Mimosa depauperata* Benth.*Mimosa leucaenoides* Benth.*Mimosa puberula* Benth.*Nissolia* sp.*Phaseolus vulgaris* L.*Pithecellobium brevifolium* Benth.*Pithecellobium elachistophyllum* A. Gray*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.*Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst.*Sophora secundiflora* (Ort.) Lag.*Tephrosia vicioides* Schtdl.**MORACEAE***Ficus cotinifolia* HBK.*Morus celtidifolia* HBK.**MYRTACEAE***Myrcianthes fragans* (Sw.) Mc. Vaugh*Myrtus ehrenbergii* Berg.**NOLINACEAE***Nolina nelsonii* Rose*Dasyllirion acrotiche* (Schiede) Zucc.*Dasyllirion glaucophyllum* Hook.*Dasyllirion longissimum* Lem.**PASSIFLORACEAE***Passiflora suberosa* L.

PHYTOLACCACEAE*Rivina laevis* L.**PINACEAE***Juniperus flaccida* Schlecht*Juniperus monosperma* (Engelm.) Sarg.*Pinus pinceana* Gordon*Pinus cembroides* Zucc.**PIPERACEAE***Peperonia quadrifolia* (L.) HBK.**POACEAE***Aristida adscensionis* L.*Aristida intermedia* Scribn. & Ball.*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.*Cenchrus pauciflorus* Benth.*Eragostis* sp.*Erioneuron punchellum* (HBK.) Tateoka*Hilaria cenchroides* HBK.*Lasiacis nigra* Davidse*Lycurus phleoides* HBK.*Setaria macrostachya* HBK.*Stypa* sp.*Tridens grandiflorus* (Vasey) Woot & Standl.**POLEMONIACEAE***Loeselia scariosa* (Mart. & Gal.) Walp.*Polygala* sp.**POLYPODIACEAE***Notholaena copelandii* Hall.*Polypodium thysanolepis* A. Braun**PORTULACACEAE***Portulaca pilosa* L.*Talinum aurantiacum* Engelm.**PRIMULACEAE***Anagallis arvensis* L.*Samolus ebracteatus* HBK.**RHAMNACEAE***Colubrina celudifolia* (Cham. & Schlecht.) Schltld.*Colubrina ehrenbergii* Schlecht.*Colubrina elliptica* (Sw.) Briz & Stem.*Condalia mexicana* Schlecht.*Karwinskia humboldtiana* (Roem. & Schlecht) Zucc.*Karwinskia mollis* Schlecht.*Krugiodendron ferreum* (Vahl) Urban**ROSACEAE***Amelanchier denticulata* HBK.*Cercocarpus fothergilloides* HBK.*Cercocarpus pringlei* (Schneid.) Rydb.*Lindleya mespiloides* (HBK.) Rydb.*Spiraea hartwegiana* Rydb.*Vauquelinia corymbosa* Correa**RUBIACEAE***Bouvardia multiflora* (Cav.) Schult. & Schult.*Cigarrilla mexicana* (Zucc. & Mart. ex DC.)*Chiococca alba* (L.) Hitch.*Coutaporta ghisbreghtiana* (Baill.) Urban**RUBIACEAE***Exosterna coulteri* Hook.*Machaonia coulteri* (Hook. f.) Standl.*Randia* sp.**RUTACEAE***Casimiroa pubescens* Ramirez*Decatropis bicolor* (Zucc.) Radlk.*Helietta parviflora* (A. Gray) Benth.*Polyaster boronoides* Hook.*Ptelea trifoliata* L.*Sargentia greggii* Watson*Zanthoxylum affine* HBK.**SALICACEAE***Salix humboldtiana* Willd.**SAPINDACEAE***Cardiospermum halicacabum* L.*Dodonea viscosa* (L.) Jacq.*Neopringlea integrifolia* Wats.*Sapindus saponaria* L.**SAPOTACEAE***Bumelia altamiranoi* Rose & Standl.*Sideroxylon palmeri* (Rose) Pennington.

SAXIFRAGACEAE*Philaadelphus coulteri* S. Wats.*Pterostemon mexicanus* Schauer**SCROPHULARIACEAE***Bacopa monnieri* (L.) Wens.*Castilleja integra* A. Gray*Castilleja tenuiflora* Benth.*Lamouroxia dasyantha* (Schl. et Cham.) W.R Ernst.*Leucophyllum ambiguum* Humb. & Bonpl.*Maurandya* aff. *Barclaiana* Lindl.*Russelia polyedra* Zucc.**SELAGINELLACEAE***Selaginella lepidophylla* (H. & G.) Spreng.**SOLANACEAE***Lycium berlandieri* Dun.*Nicotiana glauca* Graham.*Physalis* sp.*Solanum verbascifolium* L.*Solanum rostratum* Duval**STERCULIACEAE***Ayenia rotundifolia* Hemsf.*Ayenia* sp**TURNERACEAE***Turnera diffusa* Willd. ex Schult.**TYPHACEAE***Typha domingensis* Pers.**ULMACEAE***Celtis pallida* Torr.**VERBENACEAE***Citharexylum oleinum* (Benth.) Mold.*Lippia alba* (Mill) N.E. Br. ex Britt. & Wils.*Lippia berlandieri* Schauer*Lippia graveolens* Kunth*Stachytarpheta acuminata* DC.*Verbena pinetorum* Mold.*Verbena* sp.**ZYGOPHYLLEACEAE***Morkillia integrifolia**Morkillia mexicana* (Moc. & Sessé) Rose & Painter