



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“Diagnóstico Ambiental de la porción norte de la Ex-
Hacienda San José La Teja, Tepotzotlán, Edo. de
México”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

Ana Gabriela García Martínez



DIRECTORA DE TESIS:
M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros

Tlalnepantla Estado de México, 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 3.1 Los diagnósticos ambientales | 5 |
| 3.2 Áreas Naturales Protegidas..... | 6 |
| 3.3 Parques Estatales como Áreas Naturales Protegidas | 7 |
| 3.4 Creación del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán | 8 |
| 3.4.1 Marco jurídico..... | 8 |
| 4. ANTECEDENTES | 10 |
| 5. OBJETIVOS..... | 12 |
| 5.1 General..... | 12 |
| 5.2 Particulares | 12 |
| 6. ÁREA DE ESTUDIO | 13 |
| 6.1 Ubicación..... | 13 |
| 6.2 Fisiografía | 14 |
| 6.3 Geomorfología..... | 14 |
| 6.4 Litología..... | 15 |
| 6.5 Edafología | 17 |
| 6.6 Hidrología..... | 19 |
| 6.7 Clima..... | 19 |
| 6.8 Flora | 20 |
| 6.9 Fauna | 21 |
| 7. METODOLOGÍA..... | 22 |
| 7.1 Revisión documental | 22 |
| 7.2 Verificación de campo | 22 |
| 7.2.1 Suelo..... | 22 |
| 7.2.2 Agua | 23 |
| 7.2.3 Vegetación..... | 23 |
| 7.2.4 Herpetofauna..... | 23 |

| | |
|---|----|
| 7.2.5 Avifauna | 23 |
| 7.2.6 Mastofauna | 24 |
| 7.2.7 Aspectos socioeconómicos | 24 |
| 7.2.8 Paisaje..... | 24 |
| 7.2.9 Indicadores de presión..... | 25 |
| 7.3 Trabajo de laboratorio | 25 |
| 7.4 Trabajo de gabinete..... | 26 |
| 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 27 |
| 8.1 Medio abiótico | 27 |
| 8.1.1 Propiedades físicas y químicas de los suelos | 27 |
| 8.1.2 Uso actual | 33 |
| 8.1.3 Zonificación..... | 34 |
| 8.1.4 Físicoquímica del agua | 38 |
| 8.2 Medio biótico..... | 40 |
| 8.2.1 Vegetación | 40 |
| 8.2.1.1 Bosque de encino | 41 |
| 8.2.1.2 Matorral xerófilo | 41 |
| 8.2.1.3 Pastizal..... | 41 |
| 8.2.1.4 Matorral de encino (chaparral)..... | 42 |
| 8.2.1.5 Riqueza | 44 |
| 8.2.1.6 Malezas..... | 44 |
| 8.2.1.7 Especies en riesgo | 45 |
| 8.2.2 Fauna | 48 |
| 8.2.2.1 Herpetofauna..... | 48 |
| 8.2.2.2 Avifauna | 50 |
| 8.2.2.3 Mastofauna..... | 54 |
| 8.2.2.4 Especies de fauna identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la IUCN..... | 56 |
| 8.3 Medio socioeconómico..... | 58 |
| 8.3.1 Demografía | 58 |
| 8.3.2 Población económicamente activa (PEA) | 60 |
| 8.3.3 Encuestas | 60 |

| | |
|--|-----|
| 8.4 Paisaje | 65 |
| 8.5 Matriz de Leopold (modificada)..... | 71 |
| 8.6 Presión-Estado-Respuesta (PER) | 76 |
| 8.7 Medidas de mitigación..... | 83 |
| 8.8 Líneas de seguimiento y vigilancia | 87 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 92 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 94 |
| 11. ANEXOS | 101 |
| 11.1 Anexo 1. Formato de encuesta para los habitantes y visitantes de la zona de estudio.. | 101 |
| 11.2 Anexo 2. Lista florística de los taxa presentes en el área de estudio..... | 103 |
| 11.3 Anexo 3. Fichas técnicas de las especies señaladas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 107 |

Dedicatoria

A mi mamá por su apoyo incondicional y por confiar siempre en mí, por enseñarme a cumplir mis sueños y sobre todo por enseñarme a ser una guerrera en la vida, por luchar por lo que quiero y nunca dejarme caer. Gracias por los valores que me inculcaste, por los regaños que sin duda me han enseñado a no volver a cometer los mismos errores, por estar conmigo en todo momento y nunca dejarme sola, por luchar siempre por tus hijos y soportar tantas adversidades solo por nosotros, gracias por ser mi madre y mi padre hasta el día de hoy, prometo nunca fallarte para que siempre estés orgullosa de mí. Te amo y siempre serás mi persona favorita en el mundo.

A mi Nina que siempre ha confiado en mí y por todo el apoyo que me ha brindado, gracias por ser como mi segunda madre, no me cansare de agradecerte todo lo que has hecho por mí. Te quiero mucho.

A mis hermanos César, Yess y José por soportar mi estrés todo este tiempo y por su apoyo siempre incondicional.

A ti papá que a pesar de todo siempre estuviste al pendiente de mí, por todo el apoyo económico que me brindaste hasta el día de hoy, gracias por todo a ti también. Te quiero.

Agradecimientos

A la M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros por la asesoría que me brindo todo este tiempo, por su interés, apoyo y paciencia, gracias por enseñarme que todo se puede lograr con paciencia y mucha dedicación, pero sobre todo gracias porque sé que puedo contar con usted en todo momento, gracias de todo corazón.

Gracias a mis sinodales Dr. Raymundo Montoya Ayala, Dr. Daniel Jesús Muñoz Iniestra, Biol. Marcial García Pineda y al Biol. Eduardo Evaristo Reyes Duarte por su tiempo, comentarios y asesoría durante este trabajo.

Gracias al Biol. Marcial García Pineda por todo el apoyo que me brindo desde que lo conocí, por sus consejos, por su tiempo, pero sobre todo por convertirse en un gran amigo al que aprecio mucho y siempre le estaré agradecida por todo el apoyo que me ha brindado hasta el día de hoy.

Gracias a la Coordinación General de Conservación Ecológica de Tepetzotlán por su gran apoyo para la realización de este trabajo, al Delegado José Antonio Barbero Ibáñez, al Ing. Néctar Cruz, a la Biol. Vania Reyes y a todos los guardaparques, en especial a Juanito por brindarme todos sus conocimientos y soportarme en las salidas a campo.

A mis compañeros y amigos Miguel, Michael, Gloria, Javier, Saúl, Jonathan, Asiel, Tom, Angie y Adair por apoyarme en las salidas a campo, sin ustedes este trabajo no se hubiera logrado. Muchas gracias.

A mis compañeros de laboratorio por hacer el trabajo más ameno siempre, por los festejos, por su preocupación en momentos difíciles, por las risas, llantos y sobre todo por ser mi otra familia. Los quiero mucho.

A mis verdaderos amigos Adair, Miguel, Gloria, Alma, Angie, Isis, Mariana, Juan Carlos, Yetla, Kike, Michael, José Luis, Jaime, Mire, Irais y Marce por todos los momentos vividos a lo largo de este tiempo, gracias porque sé que puedo contar con ustedes en todo momento y por enseñarme que los verdaderos amigos si existen, gracias por ser parte de este gran logro. Los quiero mucho.

Gracias a la UNAM mi segundo hogar, donde he pasado momentos maravillosos.

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localización del municipio de Tepetzotlán y área de estudio----- | 13 |
| Figura 2. Se muestra el parque estatal y la localización del área de estudio----- | 14 |
| Figura 3. Topografía del área de estudio----- | 15 |
| Figura 4. Litología del área de estudio----- | 16 |
| Figura 5. Edafología del área de estudio----- | 18 |
| Figura 6. Promedio diario de precipitación y temperatura media por mes de la estación climatológica presa El Alemán----- | 20 |
| Figura 7. Mapa que muestra los sitios pertenecientes a bosque de encino y matorral xerófilo donde fueron tomadas las muestras de suelo----- | 32 |
| Figura 8. Zonificación del parque estatal----- | 36 |
| Figura 9. Área de estudio en color rojo----- | 36 |
| Figura 10. Relleno sanitario de Tepetzotlán.----- | 37 |
| Figura 11. Mapa que muestra con un el círculo más grande el jagüey donde fueron tomadas las muestras de agua----- | 39 |
| Figura 12. Mapa que muestra los diferentes tipos de vegetación del área de estudio.----- | 40 |
| Figura 13. Tipos de vegetación en el área de estudio----- | 43 |
| Figura 14. Familias representativas del área de estudio y su participación en la composición de la flora de la localidad----- | 44 |
| Figura 15. <i>Amelanchier denticulata</i> ----- | 45 |
| Figura 16. <i>Bouvardia longiflora</i> ----- | 45 |
| Figura 17. <i>Cardiospermum halicacabum</i> ----- | 45 |
| Figura 18. <i>Zinnia peruviana</i> ----- | 45 |
| Figura 19. <i>Proboscidea louisianica</i> ----- | 46 |
| Figura 20. <i>Mentzelia hispida</i> ----- | 46 |
| Figura 21. <i>Milla biflora</i> ----- | 46 |
| Figura 22. <i>Dasyilirion acrotrichum</i> ----- | 46 |
| Figura 23. <i>Coryphantha asterias</i> ----- | 46 |
| Figura 24. <i>Opuntia streptacantha</i> ----- | 46 |
| Figura 25. <i>Begonia gracilis</i> ----- | 47 |
| Figura 26. <i>Eysenhardtia polystachya</i> ----- | 47 |
| Figura 27. <i>Tecoma stans</i> ----- | 47 |
| Figura 28. <i>Cena miltiglandulosa</i> ----- | 47 |
| Figura 29. <i>Sprekelia formosissima</i> ----- | 47 |
| Figura 30. <i>Pittocaulon praecox</i> ----- | 47 |
| Figura 31. <i>Sceloporus grammicus</i> ----- | 49 |
| Figura 32. <i>Sceloporus torquatus</i> ----- | 49 |
| Figura 33. <i>Sceloporus aeneus</i> ----- | 49 |
| Figura 34. <i>Vermivora celata</i> ----- | 52 |
| Figura 35. <i>Mimus polyglotos</i> ----- | 52 |
| Figura 36. <i>Icterus parisorum</i> ----- | 52 |
| Figura 37. <i>Psaltriparus minimus</i> ----- | 52 |
| Figura 38. <i>Spizella passerina</i> ----- | 52 |

| | |
|--|----|
| Figura 39. <i>Cynanthus latirostris</i> ----- | 52 |
| Figura 40. <i>Egretta thula</i> ----- | 53 |
| Figura 41. <i>Carpodacus mexicanum</i> ----- | 53 |
| Figura 42. <i>Pipilo erythrophthalmus</i> ----- | 53 |
| Figura 43. <i>Cathartes aura</i> ----- | 53 |
| Figura 44. Excretas de <i>Canis latrans</i> ----- | 55 |
| Figura 45. <i>Peromyscus maniculatus</i> ----- | 55 |
| Figura 46. <i>Didelphis virginiana</i> ----- | 55 |
| Figura 47. Composición porcentual de la fauna de vertebrados registrada en la zona de estudio----- | 56 |
| Figura 48. Población total por municipio de acuerdo a los censos 2000, 2005 y 2010----- | 59 |
| Figura 49. Nivel máximo de estudios de las personas encuestadas----- | 61 |
| Figura 50. Conocimiento de la “Sierra de Tepetzotlán” como ANP y cuidados----- | 61 |
| Figura 51. Porcentaje de los recursos naturales que se extraen del área----- | 62 |
| Figura 52. Muestra los lugares donde es vertida la basura que generan los encuestados--- | 63 |
| Figura.53. Opinión de las personas encuestadas en cuanto a lo perjudicial de los incendios forestales----- | 65 |
| Figura 54. Entorno visual para la valoración paisajística desde la parte superior del cerro la cruz----- | 67 |
| Figura 55. Entorno visual para la valoración paisajística desde la parte superior del segundo cerro del área de estudio----- | 68 |
| Figura 56. Paisajes que nos ofrece la porción norte de la Ex–hacienda San José “La Teja”. 69 | |
| Figura 57. Alteraciones del paisaje existentes en porción norte de la Ex–hacienda San José “La Teja”----- | 70 |
| Figura 58. Porcentaje de los impactos negativos por grupo----- | 73 |
| Figura 59. Porcentaje de los impactos positivos por grupo----- | 74 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Superficie del parque estatal Sierra de Tepetzotlán por municipio----- | 13 |
| Cuadro 2. Unidades litológicas de la Sierra de Tepetzotlán----- | 16 |
| Cuadro 3. Tipos de suelo en el parque estatal----- | 17 |
| Cuadro 4. Principales unidades de suelo del área de estudio----- | 18 |
| Cuadro 5. Estructura y consistencia de las muestras de suelo----- | 28 |
| Cuadro 6. Parámetros físicos y químicos evaluados en el suelo de la zona de estudio. - | 31 |
| Cuadro 7. Usos del suelo en el parque estatal----- | 33 |
| Cuadro 8. Valores de los parámetros analizados y comparación con los criterios de calidad de agua para uso pecuario----- | 38 |
| Cuadro 9. Lista de reptiles observados en la zona de estudio----- | 48 |
| Cuadro 10. Listado de aves observadas en la zona de estudio----- | 50 |
| Cuadro 11. Listado de mamíferos registrados en la zona de estudio----- | 54 |
| Cuadro 12. Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010----- | 57 |
| Cuadro 13. Población del municipio de Tepetzotlán y las dos localidades cercanas al área de estudio (INEGI, 2010)----- | 58 |
| Cuadro 14. Densidad de la población del municipio de Tepetzotlán----- | 59 |
| Cuadro 15. Conocimiento etnobotánico referido por las personas que visitan el parque estatal----- | 63 |
| Cuadro 16. Parámetros de valoración cuantitativa de la calidad escénica según BLM (1980), para el área de estudio----- | 66 |
| Cuadro 17. Matriz de Leopold----- | 72 |
| Cuadro 18. Total de impactos positivos y negativos significativos por grupo----- | 74 |
| Cuadro 19. Frecuencias de impactos ambientales----- | 75 |
| Cuadro 20. Modelo P-E-R----- | 76 |
| Cuadro 21. Medidas de mitigación para los impactos identificados----- | 84 |

ABREVIATURAS

| | |
|----------|---|
| Art. | Artículo |
| ANP | Área Natural Protegida |
| BLM | Bureau of Land Management |
| CEPANAF | Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna |
| CGCE | Coordinación General de Conservación Ecológica |
| INE | Instituto Nacional de Ecología |
| INEGI | Instituto Nacional de Estadística y Geografía |
| IUCN | International Union for Conservation of Nature |
| LGEEPA | Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente |
| MIGAM | Manual Introducción a la Gestión Ambiental Municipal |
| NOM-059 | Norma Oficial Mexicana-059 |
| OCDE | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico |
| ONG's | Organizaciones No Gubernamentales |
| PEST | Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán |
| P-E-R | Presión-Estado-Respuesta |
| SEDESOL | Secretaría de Desarrollo Social |
| SEDUE | Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología |
| SEMARNAT | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| SERCITEC | Servicios Científicos y Técnicos |
| SOCO | Sustainable Agriculture and soil Conservation |
| ZMVM | Zona Metropolitana del Valle de México |

RESUMEN

El objetivo del presente estudio, fue elaborar un diagnóstico ambiental de la región norte de la Ex-hacienda San José “La Teja”, Tepotzotlán, Edo. de México, ubicada dentro del ANP “Sierra de Tepotzotlán”; se caracterizó el medio abiótico, biótico, socioeconómico y el paisaje, además de identificar los principales problemas ambientales y proponer algunas estrategias y acciones que contribuyan a reducir los impactos encontrados. El estudio se dividió en cuatro etapas: investigación documental, trabajo de campo, trabajo de laboratorio y de gabinete. El área de estudio comprendió una extensión aproximada de 17 hectáreas con un rango altitudinal entre 2300 a 2600 m y se encuentra dentro del área crítica y de préstamo donde destaca el relleno sanitario, así como la zona de restauración y rehabilitación. Las principales unidades edafológicas reportadas son Feozem y Vertisol, siendo la primera la que mayor superficie cubre. Pertenece a la Región Hidrológica No.26 “Alto Pánuco”, Cuenca del Río Moctezuma, subsistema del Lago de Zumpango, Subcuenca Lago de Texcoco. Del análisis fisicoquímico realizado en un cuerpo de agua (jagüey) destaca la contaminación por coliformes fecales que sobrepasan los criterios ecológicos de calidad de agua para uso pecuario.

Se identificaron cuatro tipos de vegetación: bosque de encino, matorral xerófilo, pastizal inducido y el matorral de encino (chaparral), registrando un total de 100 especies florísticas; las familias más abundantes fueron Asteraceae (19.8 %), Fabaceae (8.9 %), Cactaceae (7.9 %), Fagaceae (5.9 %) y Poaceae (4.9 %), solo se identificó una especie que se encuentra dentro de la NOM-59-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de especie amenazada y dos en la IUCN bajo preocupación menor. La fauna de vertebrados se caracterizó en 51 especies, siendo las aves más representativas (72 %) , seguida de la mastofauna (16 %) y la herpetofauna (12 %); se identificaron 6 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 44 dentro de la lista roja de la IUCN.

Del análisis socioeconómico destaca que los pobladores de la región se dedican principalmente a la ganadería y los recursos naturales que más utilizan son los hongos, plantas medicinales, nopales, tierra de monte y leña. De acuerdo al método de BLM se obtuvo que la zona de estudio cuenta con una calidad escénica alta al ser un área con rasgos singulares y sobresalientes.

En la matriz de Leopold se obtuvo un total de 203 interacciones de las cuales 54 fueron impactos negativos significativos y 28 impactos positivos significativos; los componentes ambientales con mayor número de impactos negativos fueron el suelo y paisaje; los impactos positivos son referidos al empleo y comercio. Los grupo que generan mayores impactos negativos a los componentes ambientales son las actividades urbanas (57.4 %) y la extracción y uso de los recursos naturales (23 %). En el método PER se identificaron diez actividades antropogénicas que generan presión en el ambiente. Finalmente se proponen 27 medidas de mitigación así como un programa de vigilancia y seguimiento correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN

México cuenta con una extraordinaria diversidad biológica a nivel de genes, especies y paisajes, sin embargo, ésta se encuentra amenazada por el crecimiento y desarrollo de la población humana. La presión sobre los recursos naturales aumenta día con día y el efecto sobre los ecosistemas se manifiesta notablemente en la pérdida de especies y en la desaparición, fragmentación y degradación de los hábitats y paisajes (INE, 2009).

En la actualidad se han intensificado los problemas ambientales que afectan sensiblemente las condiciones físicas del medio natural, particularmente por la presión que ejercen los grandes centros urbanos sobre sus espacios naturales periféricos como consecuencia, entre otros factores, el incremento de la población, el desplazamiento migratorio del campo con fines laborales y de subsistencia, la necesidad de espacios para la construcción de viviendas, la invasión de predios para la creación de asentamientos irregulares, la pérdida de la cubierta forestal, tala clandestina, la limitada cobertura de servicios públicos municipales como el acceso a agua potable, drenaje y energía eléctrica, así como la inadecuada disposición final de los residuos sólidos generados (Pérez-Ramírez *et al.*, 2010).

En este contexto, la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) es un instrumento de la política ambiental que tiene como objeto preservar los ambientes naturales para asegurar el equilibrio y continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, garantizar la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, facilitar la investigación científica, reconocer las tecnologías tradicionales y actuales (LGEEPA, 2012); cuyo propósito es el contribuir al desarrollo sustentable en los ámbitos natural, económico y social que permitan el mejoramiento en las condiciones de vida de la sociedad.

En el caso del Estado de México, existen 84 áreas naturales protegidas que representan aproximadamente el 42% del territorio estatal con un total de 922,300.17 hectáreas, que en su conjunto integran el Sistema Estatal de Áreas Naturales

Protegidas, a cargo de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF), con el propósito de favorecer la preservación del equilibrio ecológico, la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales y las áreas naturales protegidas, así como posibilitar espacios de recreación y esparcimiento a la población del Estado (CEPANAF, 2012).

Dentro de las áreas naturales protegidas y mediante el Decreto del Ejecutivo del Estado el 26 de mayo de 1977, se crea el parque estatal denominado “Sierra de Tepotzotlán” ubicado en los municipios de Tepotzotlán y Huehuetoca, Estado de México (Cuevas-Villalobos, 2010), con una superficie actual de 9,782.27 hectáreas (Gobierno del Estado de México, 2003) y la conservación de dicho parque radica en sus características naturales, puesto que mantiene dentro de su territorio a especies tanto animales como vegetales que están amenazadas.

El programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México forma parte de la política ambiental y se encarga de plantear criterios de regulación en diferentes ámbitos, dentro de los cuales se encuentra el manejo de áreas naturales protegidas.

Un diagnóstico ambiental es un componente del ordenamiento ecológico que busca comprender e interpretar los procesos ecológicos, mediante la caracterización del medio físico, biótico y de infraestructura social (SERCITEC y Geoingeniería, 2002 en Muñoz-Flores, 2009) siendo también una apreciable herramienta que se encarga de detectar, analizar y estudiar, la problemática de algún lugar con base al mal uso y aprovechamiento de los recursos y además constituyen la base para la toma de decisiones para valorar la naturaleza de los problemas actuales y posibles a presentarse (Quiroz-Ayala, 2002).

2. JUSTIFICACIÓN

Después de muchas décadas de explotación intensa y acelerada de los recursos naturales, nuestro territorio muestra grados significativos de perturbación en los sistemas que lo componen (SEDUE, 1986). Es por esto que se han creado las Áreas Naturales Protegidas (ANP) con el propósito de favorecer la preservación del equilibrio ecológico, la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como posibilitar espacios de recreación y esparcimiento a la población.

Es por esto, que el presente trabajo se enfocó en hacer un diagnóstico de la situación que tienen los recursos naturales de la región norte de la Ex–hacienda San José “La Teja”, Tepetzotlán, Edo.de México, identificando los principales problemas ambientales para poder brindar alternativas de conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Los diagnósticos ambientales

Los diagnósticos ambientales a nivel municipal como parte de los ordenamientos territoriales tienen como principal objetivo identificar las relaciones y los procesos que determinan la existencia de conflictos territoriales en los municipios, que justifican la definición de áreas para la protección y la conservación, y que identifican áreas con aptitud para el desarrollo de las actividades humanas. En esta etapa se trata de determinar las condiciones en que se encuentra el territorio municipal y a qué se deben (SEMARNAT, INE y SEDESOL, 2005).

Para que el diagnóstico ambiental no se reduzca a un mero inventario de datos sin valor operativo, se entiende que el proceso debe incluir una propuesta realista de acciones de mejora que resuelva los problemas diagnosticados y un sistema de parámetros que permitan su medición, control y seguimiento (MIGAM, 2004).

La realización de un diagnóstico ambiental ofrece:

- El conocimiento del estado ambiental de territorio municipal a partir del cual podemos definir una correcta política ambiental que haga posible el desarrollo sostenible de los recursos.
- La identificación de aquellas incidencias ambientales que afectan a la entidad local, con el objetivo de subsanarlas.
- Conocer el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.
- Proporcionar a la entidad local un punto de arranque para la ejecución y establecimiento de actuaciones ambientales en el territorio (proyectos, estudios, organización interna) (MIGAM, 2004).

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo el conocimiento de la situación actual de los factores ambientales, socioeconómicos y organizativos del área propuesta.

El uso de esta herramienta pretende ofrecer una primera panorámica sobre el estado ambiental del municipio así como la identificación de los puntos sobre los cuales será necesario actuar en el plan de acción ambiental.

Asimismo los diagnósticos deben:

- Identificar las áreas que por su condición, relevancia ambiental o importancia cultural requieren ser protegidas, conservadas o restauradas.
- Definir las áreas con aptitud territorial para el desarrollo sustentable de los sectores productivos y de los asentamientos humanos.
- Analizar los conflictos territoriales derivados de la concurrencia espacial de programas y proyectos.
- Identificar zonas críticas con base en las condiciones demográfico-sociales, económico-productivas y urbano-regionales al interior del territorio y expresarlas cartográficamente.
- Determinar la relación funcional del territorio y de los asentamientos humanos con su entorno.
- Determinar las zonas de riesgo asociadas con la presencia de amenazas naturales y antropogénicas en la región (SEMARNAT, INE y SEDESOL, 2005).

3.2 Áreas Naturales Protegidas

La LGEEPA en 2012, en su artículo 3, define a las áreas naturales protegidas (ANP) como: “Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección”.

La LGEEPA divide las áreas naturales protegidas en 8 categorías, 6 de las cuales se establecen como de interés para la federación; éstas son: Reserva de la Biósfera, Parque Nacional, Monumento Natural, Área de Protección de Recursos Naturales, Área de Protección de Flora y Fauna, y Santuario. Por su interés regional o local, las dos

categorías conferidas a estados y municipios son: Parques y Reservas Estatales y Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población.

En términos generales, entre los propósitos de establecer ANP se encuentran el preservar los ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética y asegurar el aprovechamiento racional de los ecosistemas y sus elementos.

3.3 Parques Estatales como Áreas Naturales Protegidas

Los parques estatales están a cargo de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) dicha comisión fue creada en el año 1978 como órgano desconcentrado del poder ejecutivo, encargado de contribuir a la preservación del equilibrio ecológico del Estado de México, a través de la conservación, aprovechamiento racional de los recursos naturales de flora y fauna de los parques, áreas naturales protegidas, reservas ecológicas y zoológicos creados con este propósito, así como brindar a la ciudadanía alternativas de recreación y esparcimiento que procuren el arraigo de la población en su lugar de origen (CEPANAF, 2012). Aunado a ello, existen otras ANP, consideradas en la misma categoría, que son administrados por la Coordinación General de Conservación Ecológica (CGCE), entre ellos los correspondientes a Sierra de Guadalupe, Sierra de Tepotzotlán, Sierra Hermosa, Sierra Patlachique y Cerro Gordo, ubicadas en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (CGCE, 2012).

La CGCE tiene como objetivos:

- Protección, conservación y vigilancia de los recursos naturales en cinco áreas naturales protegidas de la zona metropolitana del valle de México (Sierra de Guadalupe, Sierra de Tepotzotlán, Sierra Patlachique, Cerro Gordo y Sierra Hermosa), con categoría de parques estatales.
- Obras de conservación de suelo y agua en las cinco áreas naturales protegidas de la zona metropolitana del valle de México.
- Reforestación estratégica en las cinco áreas naturales protegidas de la zona metropolitana del valle de México.

- Desarrollo de espacios para la recreación y esparcimiento al interior de los parques estatales contando con atractivos al visitante e impulsar el desarrollo sustentable de las reservas ecológicas.
- Aplicar un programa de educación ambiental en la zona metropolitana del valle de México, dirigido a la comunidad estudiantil, ONG's, organizaciones civiles y población en general.
- Difusión de las obras y acciones realizadas en el marco de la conservación de los recursos naturales en la zona metropolitana del valle de México.

3.4 Creación del parque estatal Sierra de Tepetzotlán

3.4.1 Marco jurídico

Mediante el decreto del ejecutivo del Estado, publicado en la Gaceta de Gobierno, en fecha 26 de mayo de 1977, se crea el parque estatal Sierra de Tepetzotlán ubicado territorialmente en los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca, Estado de México, con una extensión aproximada de 13,175 hectáreas y sobre la cota 2,350 metros sobre el nivel del mar.

Las causas de utilidad pública que dieron origen al decreto de creación del parque estatal, consiste en la forestación, recreación, mejoramiento del ambiente, control de escurrimientos pluviales, incremento de la absorción de agua, prevención de inundaciones y erosiones del suelo, además del control de los asentamientos irregulares humanos en la zona (Poder Ejecutivo del Estado de México, 1977).

Cabe mencionar que la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable, fue derogada por el libro cuarto de la Conservación Ecológica y Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable, del código administrativo del Estado de México, publicado el 13 de diciembre del 2001. Dicho libro, fortalece la conservación ecológica de las áreas naturales protegidas, al considerar que:

“En los parques estatales sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y, en general, con la preservación

de los ecosistemas de sus elementos, así como con la investigación y educación ambiental y proyectos productivos sustentables, conforme al programa de manejo”.

El área natural protegida ha tenido tres modificaciones, siendo estas, respuesta a las solicitudes de la Secretaria de la Defensa Nacional, con el fin de incorporar diversos terrenos al campo militar 37-C, mismo que dieron origen a los decretos que a continuación se enlistan:

- **Decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en el periódico oficial “Gaceta de Gobierno” de fecha 19 de enero de 1999,** se desafectó del servicio público y se desincorporó del parque estatal denominado Sierra de Tepotzotlán, una superficie de 1,235 hectáreas.

- **Decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en el periódico oficial “Gaceta de Gobierno” de fecha 31 de octubre del 2000,** se desafectó del servicio público y se desincorporó del parque estatal denominado Sierra de Tepotzotlán, la superficie de 697.10 y 635.39 hectáreas, que en su conjunto hacen un total de 1,332.49 hectáreas.

- **Decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en el periódico oficial “Gaceta de Gobierno” de fecha 14 de diciembre del 2001,** se desafectó del servicio público y se desincorporó del parque estatal denominado Sierra de Tepotzotlán, la superficie de 307. 96 hectáreas.

La suma de los tres Decretos arroja que en total se desafectó del servicio público y se desincorporó de la referida ANP una superficie de 2,875.45 hectáreas, lo que nos refiere una superficie actual de 10,299.55 hectáreas para el parque estatal.

La Coordinación General de Conservación Ecológica realizó, a través de una empresa externa, los trabajos para la verificación de límites, dando como resultado que la superficie actual podría establecerse en 9,782.27 hectáreas.

4. ANTECEDENTES

Núñez-Reynoso en 1990 efectuó un estudio florístico de la vertiente oriental de la Sierra de Alcaparrosa, en el Estado de México, reportando 79 familias, 321 géneros y 659 especies, donde las familias mejor representadas son las Gramineae, Compositae y Leguminosae.

En 1992, Cardenas y Delgadillo efectuaron un estudio sobre los musgos de la Sierra de Alcaparrosa, Tepetzotlán, registrando 84 especies y variedades, donde las familias mejor representadas son las Pottiaceae y Bryaceae.

Romero-Barrera y Morales-Vázquez en el 2000, realizaron un listado de vertebrados en el parque estatal Sierra de Tepetzotlán donde se obtuvieron 77 especies diferentes de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, de las cuales se encontró que 3 especies están en protección especial y 3 se encuentran amenazadas.

Altamirano-Álvarez *et al.*, 2006, realizaron un estudio sobre anfibios y reptiles de Tepetzotlán, reportando una riqueza compuesta de 30 especies, de las cuales, 9 corresponden a anfibios y 21 a reptiles.

En 2009, Castillo-Ibarra y Reyes-Armella realizaron un listado de la herpetofauna del parque estatal Sierra de Tepetzotlán conformado por 21 especies, de las cuales 3 se encuentran en protección especial, 8 amenazadas y 10 de las especies registradas son endémicas del lugar.

Flores-Casas en 2009 realizó un diagnóstico ambiental en el parque ecológico “Arcos del Sitio” Tepetzotlán, donde se identificaron como principales actividades generadoras de impacto la extracción de materiales pétreos, extracción de flora y fauna, asentamientos irregulares y generación de residuos.

Saavedra-Alpizar en 2009 caracterizó la estructura de la población y uso del hábitat del zorzal cola rufa (*Catharus guttatus*) y el chipe gorra rufa (*Basileuterus rufifrons*) en el parque estatal Sierra de Tepetzotlán, encontrando que el bosque de encino representa un hábitat de buena calidad para el zorzal durante el invierno y el hábitat boscoso

parece ser de buena calidad para el chipe pues obtiene beneficios que utiliza de forma temporal u oportunista.

Cuevas-Villalobos en 2010 efectuó un diagnóstico ambiental de la Sierra de Tepetzotlán en las inmediaciones de Huehuetoca, obteniendo como resultados que las principales actividades generadoras de impacto son: incendios forestales, pastoreo y asentamientos humanos.

González-Santillán en 2010 realizó la identificación de erosión del suelo, mediante imágenes de satélite SPOT 5HRG, en el parque estatal Sierra de Tepetzotlán obteniendo que la mayor parte del territorio del parque en el que se determinó algún tipo de erosión se ubica dentro del mapa de pendientes de 0-20%, la erosión se identificó en su mayoría en pendientes bajas, encontrando en su mayoría erosión clasificada como leve y moderada.

Pérez-Ramírez *et al.*, 2010, realizaron un análisis del aprovechamiento turístico del parque estatal Sierra de Tepetzotlán, desde la perspectiva de la sustentabilidad, donde fue posible determinar que si bien la actividad presenta características de sustentabilidad, es necesario impulsar estrategias que fortalezcan las acciones de conservación y uso turístico de los recursos naturales y culturales.

5. OBJETIVOS

5.1 General

- Realizar un diagnóstico ambiental de la región norte de la Ex–hacienda San José “La Teja”, Tepetzotlán, Edo. de México, para identificar los principales problemas ambientales y proponer algunas estrategias y acciones que contribuyan a reducir los impactos encontrados.

5.2 Particulares

- ✓ Caracterizar el medio físico, biótico, socioeconómico y paisaje del área de estudio.
- ✓ Identificar las principales actividades generadoras de impacto sobre los diferentes componentes ambientales.
- ✓ Identificar y evaluar los principales impactos ambientales en el área de estudio.
- ✓ Proponer medidas de mitigación acordes a la problemática existente en el área de estudio.

6. ÁREA DE ESTUDIO

6.1 Ubicación

El parque estatal Sierra de Tepetzotlán o Sierra de Santa Rita es un conjunto de montañas dentro del territorio de los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca, en el Estado de México, entre las siguientes coordenadas: 19° 42' 00", 19° 50' 00" latitud Norte y 99° 13' 30", 99° 22' 00" longitud Oeste. Al norte limita con los municipios de Huehuetoca y Coyotepec, al sur con los municipios de Cuautitlán Izcalli; y al oeste con Villa del Carbón. Las principales vías de acceso son la autopista México-Querétaro al oriente y la carretera Lechería- Texcoco al sur (Gobierno del Estado de México, 2003).

Cuadro 1. Superficie del parque estatal Sierra de Tepetzotlán por municipio.

| Municipio | Superficie municipal (ha) | Superficie del parque (ha) | Superficie del parque (%) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Tepetzotlán | 20,883.0 | 6,691.69 | 64.19 |
| Huehuetoca | 16,198.0 | 3,607.18 | 38.81 |
| Total | 37,081.0 | 10,298.87 | 100.0 |

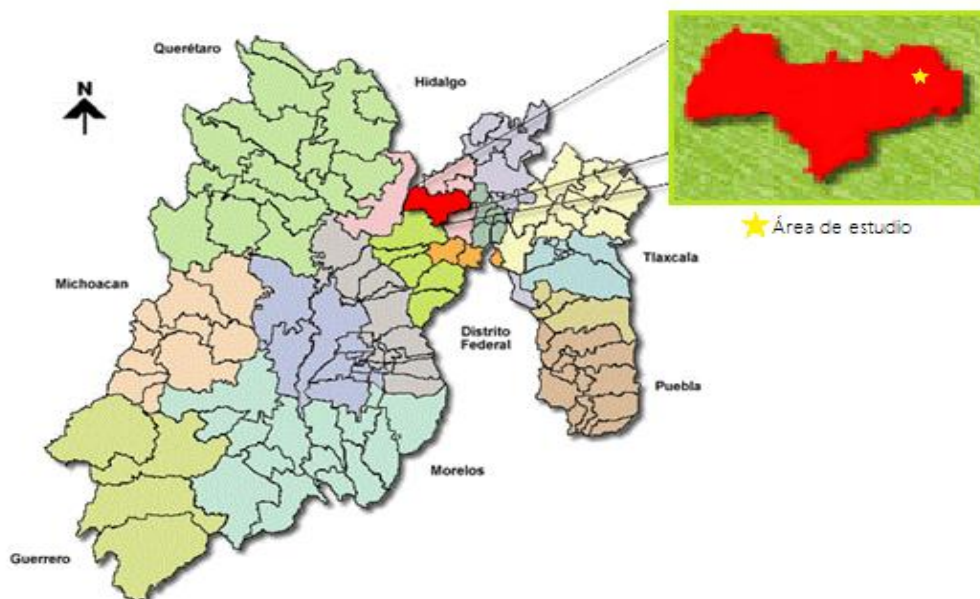


Figura 1. Localización del municipio de Tepetzotlán y área de estudio.

El área de estudio se encuentra en la parte este del parque estatal y en la parte norte de la Ex–hacienda San José “La Teja” con una extensión aproximada de 17 hectáreas.



Figura 2. Se muestra el parque estatal y la localización del área de estudio en color negro.

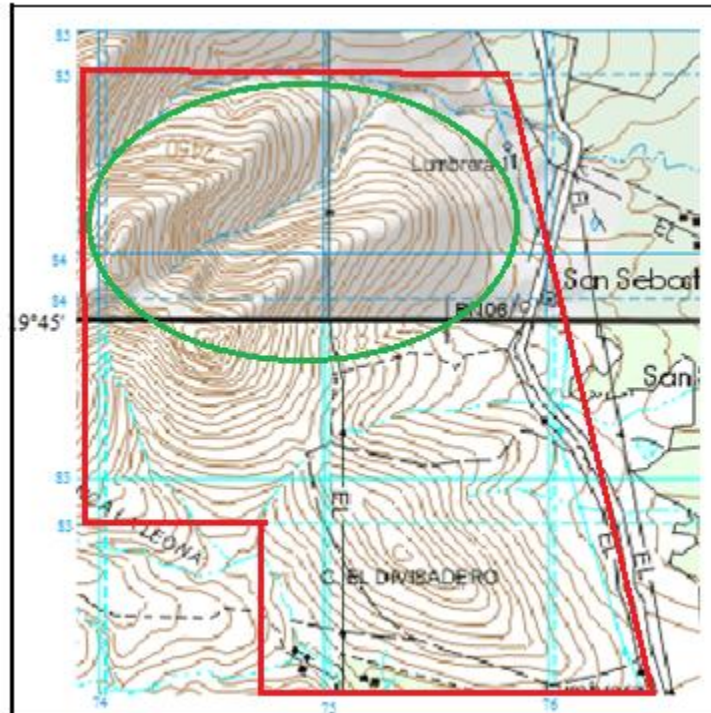
6.2 Fisiografía

Fisiográficamente la zona se localiza en la provincia Eje Neovolcánico Transversal dentro de la subprovincia “Lagos y Volcanes de Anahuac” estando tipificada como parte del Escudo Volcanes Aislados o de Conjunto con la denominación X-13 S5 (Gobierno del Estado de México, 2003).

6.3 Geomorfología

La Sierra de Tepoztlán está compuesta por un complejo de elevaciones, barrancas, lomeríos y laderas que culminan en pequeños valles, que van desde los 2,250 en las partes planas hasta los 2,950 msnm en las partes más altas y corresponde al pico La Palma y al cerro de las tres cabezas (Robledo-Leal, 2007). Para el área de estudio específicamente tenemos alturas que van desde 2,300 a 2,600 msnm.

Con el propósito de establecer los actuales límites de esta ANP, la Coordinación General de Conservación Ecológica realizó, a través de una empresa externa, los trabajos para la verificación de límites, dando como resultado que la superficie actual podría establecerse en 9,782.27 hectáreas en lugar de 10, 298.87 (Gobierno del Estado de México, 2003).



Fuente: Cartas topográficas del INEGI escala 1:50,000 (1997 y 1998).

Figura 3. Topografía del área de estudio donde se muestra en rojo “La Teja” y en círculo verde el área de estudio.

6.4 Litología

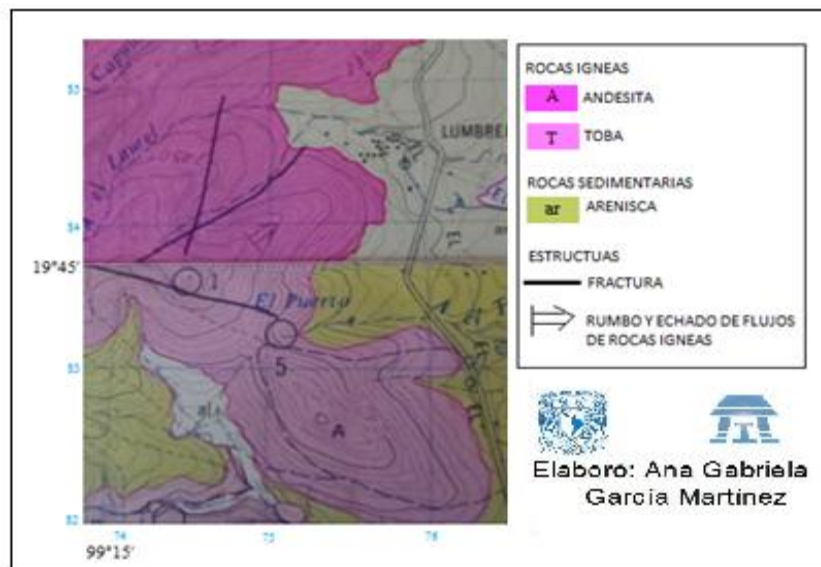
En la Sierra de Tepotzotlán se localizan rocas sedimentarias del tipo depósitos clásticos, rocas continentales, conglomerados y brechas, existiendo andesitas y tobas como únicas rocas ígneas, todas pertenecientes al periodo terciario de la era Cenozoica (Gobierno del Estado de México, 2003).

Cuadro 2. Unidades litológicas de la Sierra de Tepetzotlán.

| Unidad | Superficie (ha) | % |
|-----------------------|------------------|---------------|
| Andesita | 5,531.88 | 53.71 |
| Arenisca-Toba | 2,394.64 | 23.25 |
| Basaltos | 1,039.22 | 10.09 |
| Brecha volcánica | 837.35 | 8.13 |
| Toba | 261.61 | 2.54 |
| Depósitos aluviales | 216.29 | 2.10 |
| Arenisca-conglomerado | 18.54 | 0.18 |
| TOTAL | 10,299.53 | 100.00 |

Según las cartas geológicas del INEGI (1976 y 1978) en la zona de estudio encontramos como principales las rocas ígneas que son andesitas y tobas y como rocas sedimentarias arenisca.

Las andesitas se encuentran en los dos cerros pertenecientes al área de estudio y las areniscas y tobas se encuentran en la parte baja de los cerros, donde se encuentran los asentamientos irregulares y el relleno sanitario.



Fuente: Cartas geológicas del INEGI escala 1:50,000 (1978 y 1982).

Figura 4. Litología del área de estudio.

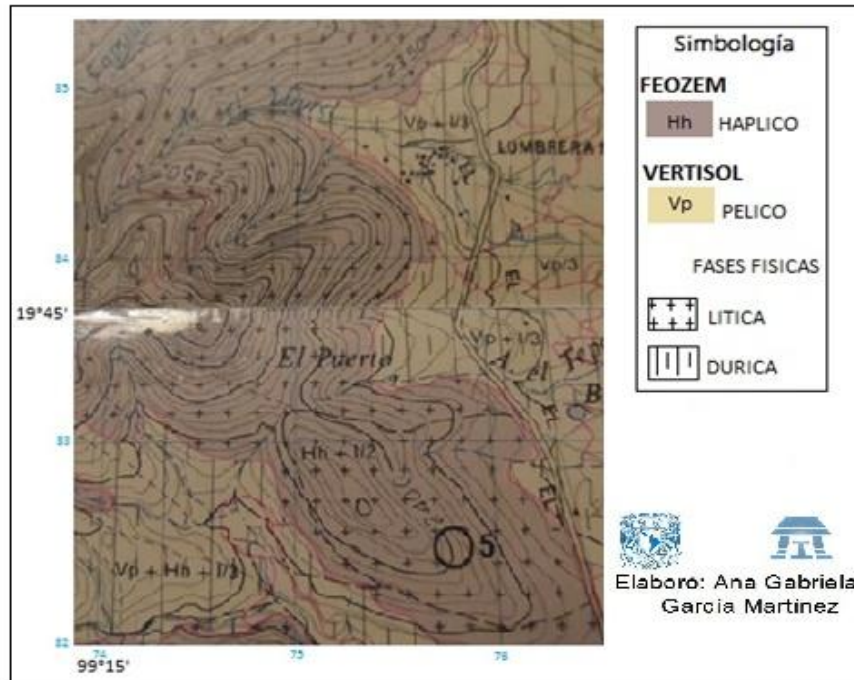
6.5 Edafología

De acuerdo con las cartas edafológicas del INEGI (1987), en el parque estatal Sierra de Tepetzotlán se identifica la existencia de siete tipos de suelo: Feozem, Vertisol, Cambisol, Litosol, Regosol, Luvisol y Fluvisol; todos ellos en diferentes proporciones y combinaciones, presentándose en mayor abundancia los tipos Feozem, Vertisol y Cambisol, mismos que en conjunto representan más del 90% de la superficie total del ANP (Cuevas-Villalobos, 2010).

Cuadro 3. Tipos de suelo en el parque estatal.

| Unidad | Subunidades | Superficie (ha) | % |
|---------------------|-------------|-----------------|--------|
| Feozem (H) | Háplico | 5,509.21 | 53.49 |
| Vertisol (V) | Dístrico | 3,360.89 | 32.63 |
| Cambisol (B) | Dístrico | 670.62 | 6.51 |
| Litosol (I) | Litosol | 348.94 | 3.39 |
| Regosol (R) | Dístrico | 249.83 | 2.42 |
| Luvisol (L) | Crómico | 142.38 | 1.38 |
| Fluvisol (J) | Éutrico | 17.66 | 0.18 |
| TOTAL | | 10,299.53 | 100.00 |

De acuerdo a las cartas edafológicas del INEGI en la zona de estudio se reportan como las principales unidades edafológicas al tipo Feozem y Vertisol, encontrando al primero abarcando los dos cerros del área de estudio y al segundo en las faldas de dichos cerros.



Fuente: Cartas edafológicas del INEGI escala 1:50,000 (1982).

Figura 5. Edafología del área de estudio.

Cuadro 4. Principales unidades de suelo del área de estudio.

| Unidades | Descripción | Uso potencial | Producción | Degradación | Localización |
|-----------------|---|--|---|---|---|
| FEOZEM | Presentan un horizonte superficial oscuro y rico en materia orgánica, de pH neutro o ligeramente alcalino y rico en bases. | Suelos aptos para agricultura en condiciones de clima templado. | Son de fácil manejo y alcanzan un alto grado de productividad agrícola. | Son susceptibles a la erosión eólica e hídrica y a la degradación química. | Se encuentran en zonas de acumulación en áreas de poca pendiente. |
| VERTISOL | Presentan alto contenido de arcillas expandibles (>30%), con grietas anchas y profundas en la época de secas, son muy adhesivos y plásticos, duros cuando están secos y masivos cuando están húmedos. | Son adecuados para el cultivo de gramíneas, cuando tienen riego son muy productivos. | Son muy productivos cuando tienen suficiente agua. | Presentan problemas de inundación por su baja permeabilidad, son compactos y duros. | Se encuentran en planicies acumuladas y depresiones. |

Fuente: Diagnóstico ambiental del Estado de México por regiones hidrográficas.

6.6 Hidrología

La Sierra de Tepotzotlán se encuentra dentro de la Región Hidrológica No.26 (RH26) “Alto Pánuco”, dentro de la Cuenca del Río Moctezuma, que se divide en tres subsistemas acuíferos; correspondiendo al subsistema del Lago de Zumpango y la Subcuenca Lago de Texcoco, que descarga directamente al acuífero del valle de México. El agua en la Sierra de Tepotzotlán representa un recurso escaso y su dinámica se ve influenciada por factores geológicos, geobiológicos y antropogénicos (González-Santillán, 2010).

Es frecuente que las irregularidades en el terreno den lugar a pequeñas áreas que se encharcan en la época de lluvias. Estudios realizados para respaldar las obras de drenaje profundo, revelaron que el subsuelo de la Sierra de Tepotzotlán, al igual que el resto de la cuenca se encuentra saturado de agua, representando una gran riqueza que puede ser utilizada con un máximo provecho al pie de la sierra, donde es la zona de mayor infiltración (Gobierno del Estado de México, 2003).

6.7 Clima

La diagnosis fue realizada con base en la estación meteorológica presa El Alemán que es la más cercana al área de estudio, ubicada en los 19°42'16"N y 99°13'09"W a una altura de 2365msnm, periodo 1951-2010 y 1960-2010.

El clima es C (w) (w') templado subhúmedo con lluvias en el verano y heladas en invierno, la temperatura máxima anual es de 23.8°C, la media anual de 15.4°C y la mínima anual es de 7.1°C, registrándose las temperaturas máximas en los meses de mayo-junio (17.7°C en promedio) y la mínima en los meses de diciembre-febrero (12.4°C en promedio). La precipitación total anual es de 641.2 mm, la precipitación más alta se registra en los meses de junio-agosto (119.5 mm en promedio) y la más baja en los meses de diciembre-febrero (6.5 mm en promedio). Los vientos dominantes tienen un curso de noreste-oeste (Gobierno del Estado de México, 2003), los meses con más lluvias son junio-agosto con 16 días en promedio y los meses con menos lluvias son diciembre-febrero con tan solo un día de lluvia.

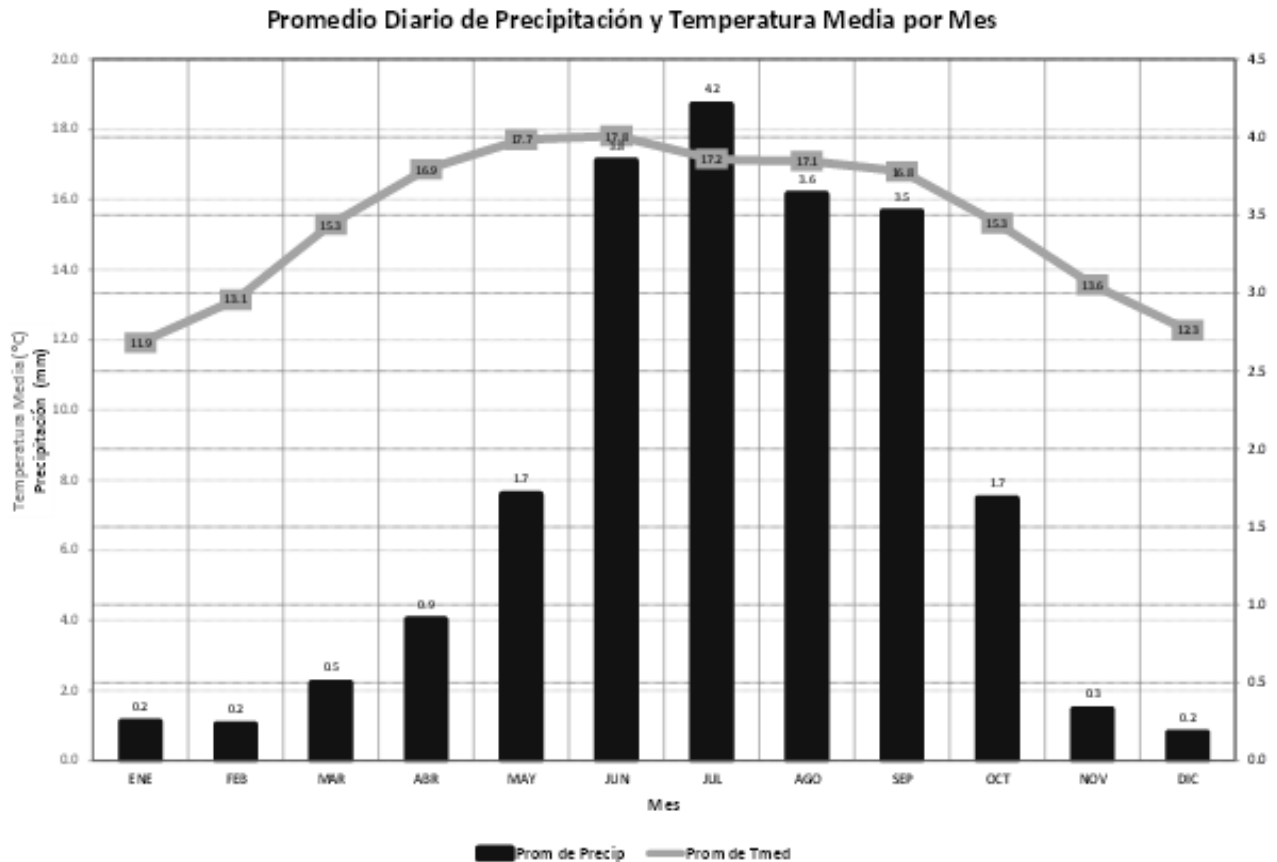


Figura 6. Promedio diario de precipitación y temperatura media por mes de la estación climatológica presa El Alemán.

6.8 Flora

El parque estatal Sierra de Tepotzotlán se localiza en el área de transición entre las regiones semiáridas del norte y templadas del sur. Según Rzedowski (1978) y desde el punto de vista florístico, se encuentra ubicada en la Región Xerófita Mexicana del Reino Neotropical. La vegetación presente pertenece tanto a la denominada provincia del Altiplano Mexicano que se extiende hasta el norte del país, pasando hasta los Estados Unidos, así como a la de las “Serranías Meridionales” que abarca las montañas del centro al sur de México. Esta ubicación le confiere un gran potencial de diversidad biológica, además de condiciones ecológicas variadas en donde se desarrollan gran cantidad de microambientes, y por consiguiente, una gran variedad florística natural (Gobierno del Estado de México, 2003).

6.9 Fauna

La fauna al igual que la flora, se ha reducido en forma considerable, debido a la explotación inmoderada de los bosques, incendios forestales, la cacería furtiva y la expansión de la agricultura. Para el municipio de Tepetzotlán se reporta la existencia de las siguientes especies de mamíferos: coyote, conejo, ardilla, tlacuache, cacomixtle, armadillo, zorrillo, mapache, tuza y ratón común (H. Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2009).

En cuanto a las aves son notables: zopilote, cenizote, gavilán, gorrión, colibrí, calandria, codorniz, paloma cabeza gris, azulejo, lechuza, tordo, entre otras. Entre las especies de reptiles que se reportan para la zona se encuentran la víbora de cascabel, cincuate, coralillo, lagartijas, escorpión, camaleón, víbora de agua, entre otras (H. Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2009).

7. METODOLOGÍA

7.1 Revisión documental

Se realizó una recopilación de información relacionada con el área de estudio, para esto se consultaron libros, artículos, tesis, cartografía temática y anuarios estadísticos de diferentes años del INEGI.

Una de las primeras revisiones que se realizaron consistió en estudiar los documentos como el decreto del ejecutivo del Estado, publicado en la Gaceta del Gobierno el 26 de mayo de 1977, que se crea el parque estatal Sierra de Tepotzotlán así como el programa de manejo del parque.

Como siguiente paso se procedió analizar la cartografía perteneciente al área de estudio, la cual fue la siguiente: para la clasificación E14A19 perteneciente a Zumpango de Ocampo fue: topográfica (INEGI, 1997), Geológica (INEGI, 1978), Edafológica (INEGI, 1982) y Uso de suelo (INEGI, 1977); para la clasificación E14A29 perteneciente a Cuautitlán fue: Topográfica (INEGI, 1998), Geológica (INEGI, 1976), Edafológica (INEGI, 1982) y Uso de suelo (INEGI, 1976); ambas a escala 1:50,000.

Además se hizo una revisión bibliográfica del medio biótico y socioeconómico partiendo de la información existente en publicaciones del municipio y censos poblacionales del INEGI (2000,2005 y 2010).

7.2 Verificación de campo

Se efectuaron diez salidas a campo con duración entre uno y tres días cubriendo las diferentes estaciones del año abarcando los diversos sitios de interés del área de estudio.

Se abordaron los aspectos que a continuación se detallan:

7.2.1 Suelo

Se tomaron dos muestras de suelo (horizonte A) previamente reconocidas en campo (Figura 1), con tres submuestras cada una, pertenecientes a la zona de matorral xerófilo y bosque de encino. Una vez establecidos los puntos de muestreo se realizaron 3 pequeños pozos de 30 cm aproximadamente, se tomaron muestras de cada uno y se homogenizaron hasta obtener una muestra total de un kilo y medio aproximadamente.

7.2.2 Agua

Se tomaron muestras de agua de uno de los jagüeyes que existen a las faldas de la zona de estudio, la toma se realizó con la ayuda de botellas de plástico, las cuales fueron enjuagadas con el agua del sitio como primer paso y posteriormente se tomó la muestra; para las muestras bacteriológicas se utilizaron dos bolsas esterilizadas, cada una se introdujo completamente cerrada dentro del agua y una vez dentro se abrió y se llenó cerrándola por igual dentro del agua, para la prueba de oxígeno disuelto se tomó la muestra de agua con un frasco con tapa esmerilada transparente procurando que no quedara ninguna burbuja dentro del frasco, enseguida se procedió a fijar el oxígeno con 1 ml de sulfato manganoso y 1 ml de álcali-yoduro.

7.2.3 Vegetación

Se elaboraron registros florísticos del área de estudio mediante la colecta y prensado de ejemplares botánicos de las especies presentes en diferentes temporadas del año, de acuerdo con los métodos propuestos por Lot y Chiang (1986); se colectaron las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas más representativas.

7.2.4 Herpetofauna

Para la búsqueda de reptiles se realizó un transecto lineal que consistió en caminar a lo largo de una línea, recorriendo la misma distancia de cada lado (5m), se revisaron troncos, debajo de piedras, hojarasca, construcciones y bardas así como árboles y arbustos. La colecta se hizo en forma manual en el caso de lagartijas y para el caso de las serpientes se utilizaron ganchos herpetológicos para su manipulación (Llorente-Bousquets, 1990). Se tomaron registros fotográficos y se identificaron mediante las guías de campo de Behler y King (1995), así mismo se realizaron entrevistas a los pobladores para corroborar e incrementar el conocimiento sobre las especies que son comunes en la zona.

7.2.5 Avifauna

Para el registro de aves, se llevaron a cabo censos en diferentes zonas del área de estudio, dichos censos se realizaron aplicando la técnica de transectos lineales (Emlen, 1971). El horario en que se efectuaron fue de las 7:00 a 11:00 am y de las 16:00 a 18:00 hrs, principalmente en sitios abiertos. La identificación de las aves se efectuó con

la ayuda de guías de campo (National Geographic Society, 1987; Peterson y Chalif, 1989) y binoculares con una resolución de 10x42 marca Brunton.

7.2.6 Mastofauna

En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (Gaviño y Juárez, 1974) y métodos indirectos (excretas y huellas) (Aranda, 2000), los primeros se emplearon para la captura de organismos. En el caso de los roedores se utilizaron trampas tipo Sherman de 28x8x9, utilizando un cebo que consistió en avena con vainilla, las trampas se colocaron poco antes de oscurecer y se dejaron toda la noche para revisarlas al día siguiente aproximadamente a las 6:00 am. Así mismo se realizaron entrevistas a los pobladores para corroborar e incrementar el conocimiento sobre las especies que se encuentran en la zona.

La evaluación de fauna se enfocó a los vertebrados y se elaboraron listados de la fauna característica de la zona. Esta descripción no intento ser un listado exhaustivo, es solo para reportar la presencia de los recursos faunísticos.

7.2.7 Aspectos socioeconómicos

Para los aspectos socioeconómicos, se realizaron 50 encuestas (Anexo 1) dirigidas a los visitantes y a las personas que viven cerca del área de estudio, el cuestionario aportó información sobre la percepción, emociones, bienestar, preferencias estéticas y el uso que le dan estas personas al área de estudio. La participación de las personas en esta evaluación permitió, posteriormente, la determinación de aspectos tan importantes como mantenimiento, calidad paisajística, naturalidad, limpieza, etc. con el fin de poder analizar la problemática ambiental de los recursos biológicos utilizados en el área de estudio.

El cuestionario consto de 3 apartados principales: datos generales, calidad de la zona y valoración subjetiva del área de estudio.

7.2.8 Paisaje

Con respecto al paisaje se realizó una valoración cualitativa identificando y reconociendo el deterioro visual con apreciación de los diferentes sitios a lo largo de la zona de estudio.

Se valoro la calidad escénica según el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980) que se basa en valorar la calidad de manera individual para diferentes parámetros del paisaje y posteriormente valorarla de forma global.

7.2.9 Indicadores de presión

Para los indicadores de presión, se realizaron recorridos por los alrededores de “La Teja”, para identificar las actividades que generan anomalías al ambiente, así como las actividades turísticas y de mantenimiento, estas fueron registradas fotográficamente y para complementar esta información se realizaron encuestas a los pobladores y guardaparques.

7.3 Trabajo de laboratorio

El material edafológico colectado en la zona de estudio se llevó al laboratorio de edafología de la Unidad de Biología y Prototipos de la FES-Iztacala-UNAM, para realizar las pruebas físicas y químicas correspondientes de acuerdo con el manual de edafología (Muñoz-Iniestra *et al.*, 2000), determinándose así las siguientes propiedades:

1. El color por medio de la técnica de Munsell.
2. La textura por medio del método del hidrómetro de Bouyoucos.
3. La densidad aparente por el método volumétrico o de la probeta de Beaver.
4. La densidad real por el método volumétrico.
5. La materia orgánica por el método de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico.
6. El pH por el método potenciométrico.
7. La Capacidad de Intercambio Catiónico Total (CICT) por el método volumétrico de versenato.

Las muestras de agua fueron etiquetadas y se trasladaron en una hielera (en menos de 24 horas) al laboratorio de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de agua de la Unidad de Investigación Interdisciplinaria de Conservación, Salud y Educación (UIICSE) de la FES-Iztacala, UNAM, en donde se llevaron a cabo los análisis correspondientes:

1. Coliformes fecales por medio de la técnica del número más probable (NMP).
2. Oxígeno disuelto por medio de la técnica de Winkler.
3. pH por medio de la técnica potenciométrica.
4. DBO₅ por la técnica de dilución.
5. Fósforo total como ortofosfatos por la técnica de digestión y cloruro estanoso.

El material florístico colectado se identifico utilizando las claves especializadas de Rzedowski & Rzedowski (2005), Sánchez-Sánchez (1980) y Espinoza-García y Sarukhán (1997).

7.4 Trabajo de gabinete

Con la ayuda del programa ArcView GIS Versión 3.1 en base a los datos de Google Earth se realizaron mapas de tipos de vegetación y puntos de muestreo de suelo y agua.

Una vez obtenidos los listados florísticos y faunísticos se procedió a verificar las especies bajo protección y/o endémicas de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN.

La información que se obtuvo se vació una matriz causa-efecto tipo Leopold modificada (1971), esto para poder identificar y calificar los impactos más representativos del área. Se utilizó también la metodología P-E-R (presión-estado-respuesta) propuesta por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 1993, que es una herramienta analítica que trata de categorizar la información de los recursos ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades socio-demográficas y económicas. Todo ello con la finalidad de proponer las medidas de mitigación de impactos para cada una de las acciones generadoras de alteración ambiental, identificadas durante los monitoreos y de los resultados de la matriz de Leopold modificada (1972).

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Medio abiótico

8.1.1 Propiedades físicas y químicas de los suelo

Se llevaron a cabo los análisis de suelo en dos puntos diferentes de la zona norte de la Ex-hacienda San José “La Teja”, uno de los cuales representa la parte de matorral xerófilo y otra la zona de bosque de encino. A partir de las diferentes pruebas se encontraron los resultados siguientes:

Color: como podemos observar en el cuadro 6 los colores van de pardo-pardo oscuro o muy oscuro, esto debido a un proceso de melanización que como lo menciona Gaucher (1971) este proceso se refiere a la acumulación de materia orgánica y a su penetración progresiva en el perfil que el humus colorea en negro, o en pardo negro. Al comparar lo mencionado por Gaucher y en cuanto a la características del lugar donde fueron tomadas las muestras, se puede decir que esto concuerda ya que la zona de encino hay un gran aporte de materia orgánica, haciendo que el color oscuro de deba a esta característica, en cuanto a la muestra correspondiente a matorral podemos mencionar que los colores obtenidos se pueden atribuir igualmente a la materia orgánica ya que las plantas que se encuentran en los matorrales tienen raíces profundas que se descomponen dentro del suelo y eso hace que este tipo de suelo adquiera este color.

Textura: el bosque de encino cuenta con suelo con textura franco arcillo arenosa ya que contiene más o menos cantidades iguales de arena, limo y arcilla; estos se consideran más favorables para el crecimiento de las plantas, ya que tienen más agua y minerales que las arenas, son mas aireados y más fáciles de trabajar que las arcillas (León-Arteta, 1991 en Gómez-López, 2013). Para el caso del matorral xerófilo cuenta con un suelo con textura arcillo arenosa, se trata de suelos menos porosos y que tienen una capacidad de retención de agua muy alta, también son suelos muy pesados que se agrietan y compactan cuando se secan (Sampat, 1991).

Estructura y consistencia: tanto la estructura, la consistencia y plasticidad determinan la circulación del aire, del agua, así como la cantidad existente y la retención de agua en los suelos. La estructura testimonia el estado de salud del suelo, sus aptitudes y su valor de cultivo, así como su potencialidad de mejoramiento (Gaucher, 1971).

Cuadro 5. Estructura y consistencia de las muestras de suelo.

| Muestra | Forma de estructura | Grado de desarrollo | Consistencia en seco | Consistencia en húmedo | Adhesividad | Plasticidad | Estabilidad |
|--------------------------|--|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------|--------------|
| Bosque de encino | Granular grumosa media (37.5%) Poliédrico subangular media-grande (54.2%) | Moderadamente desarrollada | Duro | Friable | Ligeramente adhesivo | Plástico | Poco estable |
| Matorral xerófilo | Granular grumosa fina (26.76%) Poliédrico subangular fina (26.63%) | Débilmente desarrollada | Duro | Friable | Adhesivo | Plástico | Estable |

Densidad: en cuanto los resultados obtenidos en la densidad aparente (cuadro 6) en la zona de matorral se observa un valor de 1.14 g/cm^3 , tal como lo menciona Narro (1994) esto puede ser causado por la reducción en el contenido de materia orgánica del suelo, por la degradación de los agregados o por la compactación. Lo antes mencionado concuerda con los resultados obtenidos y con el área de estudio perteneciente a matorral, ya que esta zona es utilizada para pastoreo y el ganado juega un papel importante en cuanto a la fuerza que ejerce sobre el suelo ya que esto hace que este se vuelva más compacto y reduzca el espacio poroso; este dato también es apoyado en la consistencia, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos en este rubro se obtuvo que la consistencia en seco es dura, esto precisamente a la fuerza ejercida por las arcillas. En cuanto a los resultados de textura se obtuvo un suelo arcillo-arenoso, lo cual indica que al ser partículas muy pequeñas las que abundan, dejan numerosos vacíos, pero de pequeña abertura tal como lo menciona Gaucher (1971).

Por otro lado, el valor de la densidad aparente que se obtuvo en la muestra perteneciente a bosque arrojó un valor menor, los valores bajos se asocian con una

condición más apropiada para los cultivos o para el crecimiento de las plantas asociadas, ya que también al comparar con otros resultados obtenidos en color, indican que hay una gran cantidad de materia orgánica y presenta una textura franco-arcillo-arenosa, lo que indica que se encuentra en buenas condiciones para el crecimiento vegetal, por el hecho que existe una buena aeración y flujo de agua, además de la propiedad de ser mas plástico, adhesivo y cohesivo, le permite a los rizomas de las herbáceas acomodarse de tal forma que puedan mantenerse dentro del sustrato. Como lo menciona Gaucher (1971) la materia orgánica contribuye a aumentar sensiblemente la porosidad; es decir, son los suelos ricos en elementos coloidales los que tienen la mayor porosidad.

Porosidad: en cuanto a la porosidad se obtuvieron porcentajes de 41 y 47% con una categoría media tanto para matorral como para bosque (cuadro 6), indicándonos que para ambos casos se tiene una buena condición ya que este dato nos refleja que hay un buen flujo de agua, aireación y paso de raíces, aunque como ya se mencionó anteriormente para el caso de matorral se encuentra bajo una condición de pastoreo y de seguir así el suelo tenderá a compactarse aun mas y reducirá su porosidad y por consiguiente perderá su potencialidad de producción.

Unas de las características a destacar tal como lo mencionan Narro (1994) y Gaucher (1971), es la actividad biológica, especialmente de la microfauna, la que ayuda a mantener un suelo con mejor aireación, esto se puede observar en las muestras colectadas pertenecientes a bosque ya que en campo se puede observar que hay una gran cantidad de microfauna como son lombrices, milpiés y pequeños insectos que le confieren esta característica al suelo, además contribuyen en el desarrollo de la estructura.

pH: el pH del suelo tanto para matorral como bosque, entran dentro de un rango óptimo y satisface las necesidades básicas para el desarrollo eficiente de la flora. Tal como son los resultados obtenidos para matorral (7.85) y bosque (7.66).

CICT: los resultados obtenidos en la prueba de capacidad de intercambio catiónico total (CICT) en la zona de matorral se obtuvo un resultado de 18.74 y en la zona de bosque

un total de 22.68, las dos dentro de la categoría media la cual indica una movilidad de iones intermedia (cuadro 6).

Materia orgánica: en cuanto a los resultados de materia orgánica obtenidos para la muestra de matorral xerófilo se obtuvo un valor de 1.5% (cuadro 6) que es moderadamente pobre en cuanto a materia orgánica, este tipo de suelo presenta características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas. Una de las recomendaciones tal como lo menciona Brechelt (2000) es el uso de abonos orgánicos que ayudan a mejorar la estructura del suelo y contenido de nutrientes, disminuir la erosión, mejorar la nutrición de las plantas, dando como resultado mayores rendimientos, además de estabilizar el pH, esto para no llegar a niveles pobres o extremadamente pobres en materia orgánica en la zona de matorral.

Senra en 2009, determina que los suelos bajo la categoría moderadamente pobre pueden presentar cierto nivel de degradación por el mal manejo del mismo, y sin árboles, se presentará una marcada sequía ambiental y edáfica, por el escurrimiento y alta evaporación en la superficie del suelo, que son alrededor de cuatro veces mayor que en los bosques.

SOCO en 2009, menciona que la materia orgánica disminuye más rápido cuanto más alta es la temperatura, de tal forma que, en los climas más calurosos, los suelos suelen tener menos materia orgánica que en los climas más fríos, esto concuerda con la zona de trabajo ya que la parte matorral es una zona más calurosa en comparación con la de bosque.

En la muestra de bosque se obtuvo un valor de 7.78 que indica que es rico, esto puede deberse de acuerdo con SOCO (2009) que en esta zona la descomposición de las hojas es la que aporta al suelo la mayor parte de la materia orgánica además que la textura es adecuada para una mejor retención de nutrientes y agua por lo que reúnen buenas condiciones para el crecimiento vegetal.

Por otra parte, Trinidad (2007) determina que los suelos considerados con un nivel rico de materia orgánica son una fuente de energía para los microorganismos del suelo, favorece la presencia de lombrices que contribuye a estructurar el suelo.

Cuadro 6. Parámetros físicos y químicos evaluados en el suelo de la zona de estudio.

| Análisis | Bosque de encino | Matorral xerófilo |
|---|-------------------------------|--|
| Color seco | Pardo oscuro 10 YR 3/3 | Pardo 10 YR 5/3 |
| Color húmedo | Pardo muy oscuro 10 YR 2/2 | Pardo grisáceo muy oscuro 10 YR 3/2 |
| Textura | Franco arcilla arenosa | Arcilla arenosa |
| Arenas (%) | 68.4 | 50.4 |
| Arcillas (%) | 25.6 | 47.6 |
| Limos (%) | 6 | 2 |
| Densidad aparente (g/cm³) | 0.89 | 1.14 |
| CRITERIO | Bajo | Medio |
| Densidad real (g/cm³) | 2.13 | 2.41 |
| CRITERIO | Muy bajo | Bajo |
| Porosidad (%) | 41 | 47 |
| CRITERIO | Medio | Medio |
| pH | 7.66 | 7.85 |
| CICT (cmol/kg⁻¹) | 18.74 | 22.68 |
| CRITERIO | Medio | Medio |
| Materia orgánica (%) | 7.78 | 1.53 |
| CRITERIO | Rico | Moderadamente pobre |

Con base en los análisis físicos y químicos del suelo se pudo confirmar la presencia de la unidad de suelo Feozem en la zona de bosque de encino, mientras en la zona de matorral se piensa que puede ser el tipo de suelo pertenece a Vertisol, sin embargo se necesitarían hacer otras pruebas y tomar muestras de otros horizontes para corroborar o descartar, en caso de que si llegará a ser este tipo de suelo no se señala en las cartas edafológicas del INEGI para la zona donde fueron tomadas las muestras, pero si para la parte más baja del área de estudio.

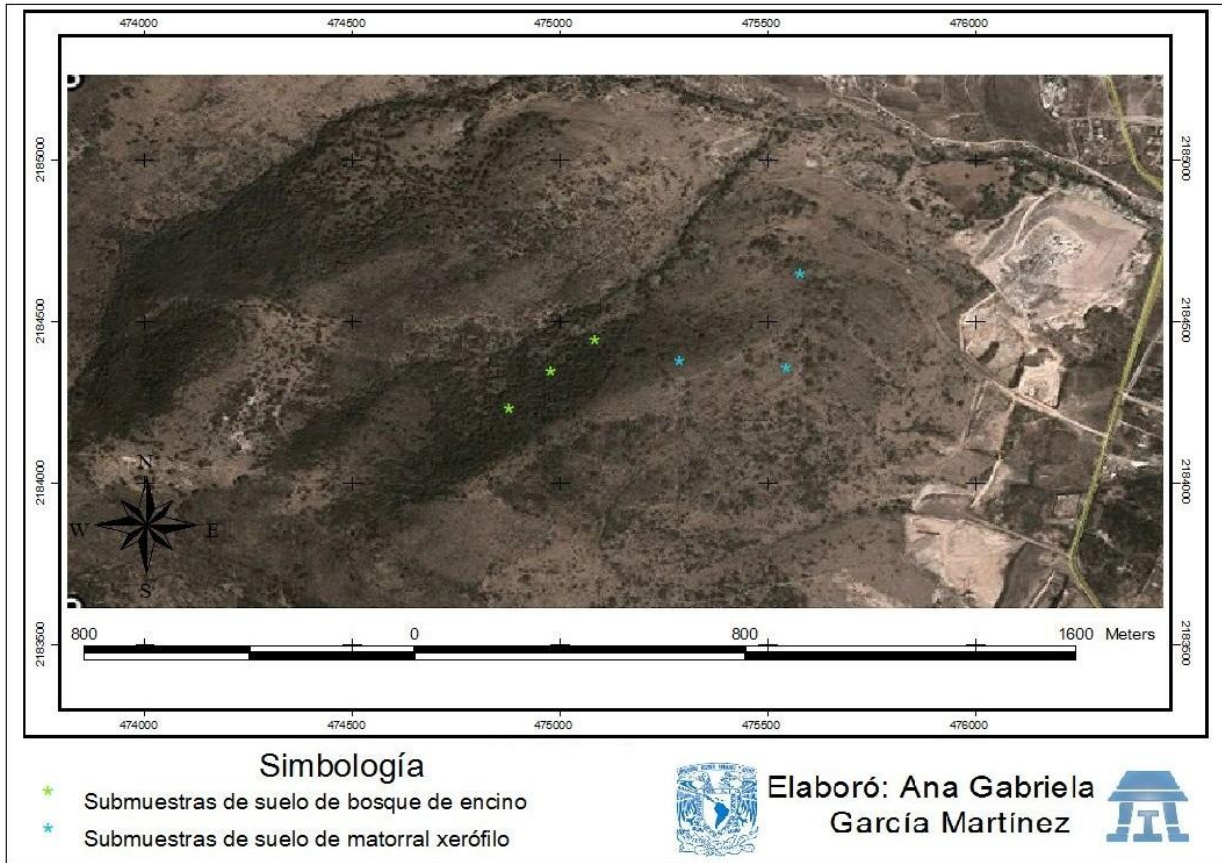


Figura 7. Mapa que muestra los sitios pertenecientes a bosque de encino y matorral xerófilo donde fueron tomadas las muestras de suelo.

8.1.2 Uso actual

El uso actual del suelo que se presenta en el territorio del parque estatal Sierra de Tepetzotlán, se distribuye en seis categorías, las cuales son mostradas en la cuadro 7.

Cuadro 7. Usos del suelo en el parque estatal.

| Uso del suelo | Superficie en m ² | % relativo |
|-------------------|------------------------------|---------------|
| Forestal-pecuario | 3,293.79 | 31.98 |
| Pecuario | 4,927.30 | 47.84 |
| Forestal | 199.45 | 1.95 |
| Agrícola | 1,490.84 | 14.48 |
| Sin actividad | 282.25 | 2.73 |
| Otros usos | 105.92 | 1.02 |
| TOTAL | 10,299.53 | 100.00 |

Fuente: Programa de manejo parque estatal Sierra de Tepetzotlán.

Los usos que se pueden observar en el área de estudio son principalmente:

Uso forestal-pecuario. Estas áreas son aquellas que aún cuando están constituidas por vegetación arbórea estable (bosque de encino), en ellas se lleva a cabo una actividad ganadera, este uso es el segundo más grande en cuanto a uso que se le da a todo el parque estatal. Su importancia radica no solo en la superficie que ocupa, sino al valor ecológico de la comunidad vegetal donde se realiza este tipo de actividad y los impactos negativos que puede traer consigo.

Uso pecuario. La actividad pecuaria es la más extendida dentro del área, correspondiendo a una ganadería con pastoreo continuo, de ganado bovino, ovino y caprino principalmente; sin embargo también existe la presencia de ganado caballar. Las áreas que están consideradas con uso pecuario son aquellas que están constituidas por pastizales inducidos y matorrales.

Áreas sin uso. Estas áreas son aquellas que están conformadas por las áreas erosionadas. Se localizan en terrenos que anteriormente fueron de agricultura de temporal y bosque y que actualmente han perdido la mayor parte del suelo, mostrando suelos descubiertos de vegetación. El deterioro de estas áreas se ha debido en un principio por la deforestación que se dio en las décadas anteriores, así como el mal manejo agrícola y sobrepastoreo, convirtiéndose así con el paso del tiempo en pastizales.

Otros usos. Son aquellas conformadas por las construcciones que albergan a las antenas de telecomunicaciones y cuerpos de agua.

8.1.3 Zonificación

El proceso de zonificación permite establecer superficies con características físicas y naturales muy homogéneas y con dimensiones técnicas y operativamente manejables. Esta es la primer fase para el ordenamiento territorial y permite identificar el uso más conveniente al cual debe destinarse un espacio determinado, cuidando no solo el mantenimiento de la función ecológica de sus elementos sino también el cumplimiento de los objetivos y políticas del área natural (Gobierno del Estado de México, 2003).

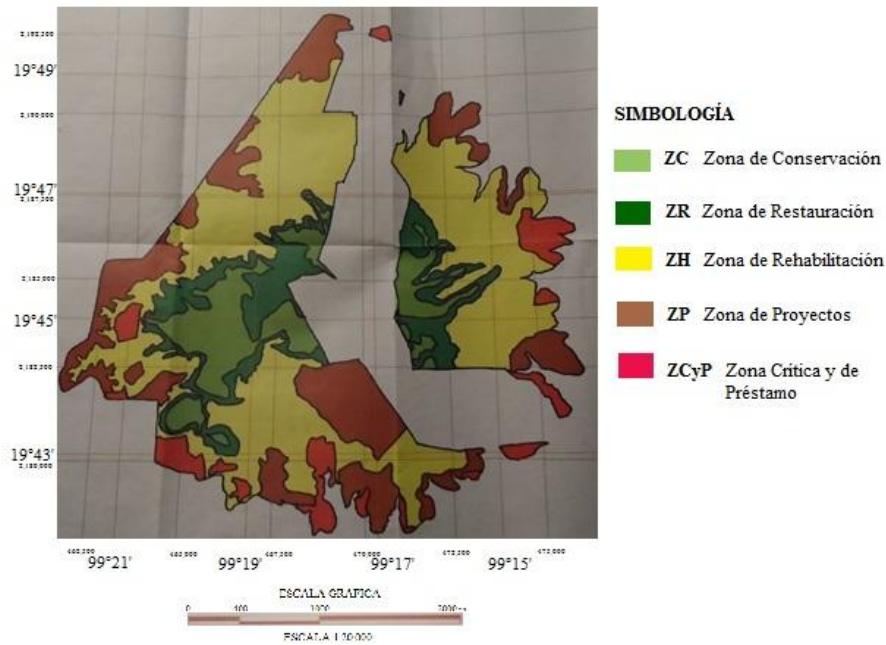
La zonificación determinada para el PEST y contenida en el plan de manejo son las siguientes:

1. Zona de restauración
2. Zona de amortiguamiento
3. Zona de proyectos
4. Zona crítica y de préstamo

Hablando específicamente del área de estudio podemos destacar que se encuentra dentro de la zona de restauración o rehabilitación, así como del área crítica y de préstamo (Figura 8 y 9).

Zona de restauración (ZR): Se estableció como una zona proyectada para alcanzar el valor de zona núcleo y que incluye aquellas áreas que han sido afectadas de forma no muy significativa por las actividades humanas, siendo su función principal la de frenar la incidencia de factores negativos sobre los bosques de encino y la degradación ecológica general de la zona de conservación, ampliando la superficie de esta última en el mediano plazo, facilitando la protección de otros recursos naturales y manteniendo o incrementando la prestación de servicios ambientales. Al mismo tiempo se busca incrementar el área de captación e infiltración de agua, así como prevenir la degradación del suelo; favorecer la conservación y la restauración de los recursos forestales. Esta zona adquiere gran importancia para contener la degradación paulatina del encinar y de los hábitats para las comunidades de flora y fauna.

Zona crítica y de préstamo (ZCP): Comprenden todas aquellas áreas que necesitan un tratamiento especial para controlar o contener algún riesgo específico, tanto para los recursos naturales del Parque Estatal, así como para la población que habita en sus proximidades. Esta zona concentra aquellas áreas muy erosionadas o degradadas físicamente, con uso de suelo incompatible con las funciones del área natural protegida como: tiraderos de basura y asentamientos humanos; aquellas que implican un riesgo para la población para concentrar elementos del medio físico potencialmente peligrosos, ya sea por un daño que puedan causar a la población e infraestructura o por los efectos contaminantes y de degradación que ejercen sobre los recursos naturales del área, los que pueden llegar a ser irreversibles.



Fuente: Programa de Manejo del PEST (2003).

Figura 8. Zonificación del parque estatal.

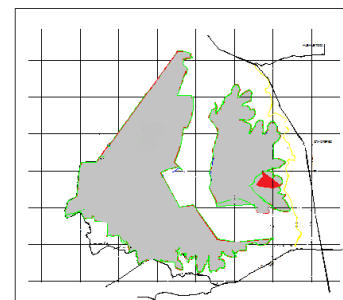


Figura 9. Área de estudio en color rojo.

El relleno sanitario del municipio de Tepetzotlán se encuentra dentro de la zona crítica y de préstamo dentro del área de estudio. Como antecedente se tiene que en el 2007 la empresa denominada Recolectora de Desperdicios Industriales Scorpión, S.A.de C.V. no presentó en tiempo y forma el cumplimiento de las condiciones señaladas en el resolutive emitido por la Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental, es por esto que se solicitó a la empresa Comercializadora Terrestre Tráfico, S.A. de C.V. presentara una Manifestación de Impacto Ambiental. En agosto del 2011 se entrego el resolutive para dicha empresa que es ahora la encargada del sitio de disposición de residuos sólidos urbanos. En dicho resolutive hay algunos puntos que no se han cumplido y que ya deberían estar en marcha, como son la construcción de los drenajes de lixiviados y de dos lagunas para la recolección de los mismos, así como la instalación de una cerca para delimitar el sitio de disposición final y la colocación de una capa de tierra fértil para las actividades de reforestación en las zonas donde ya no se depositan residuos sólidos, los puntos anteriores son motivo de cancelación del proyecto ya que el tiempo máximo para llevar a cabo las condicionantes es de

aproximadamente 12 meses contando a partir del día siguiente de la fecha de recepción del resolutivo pero hasta la fecha no se han cumplido con estos puntos (Secretaría del Medio Ambiente, 2011).

El relleno sanitario de Tepetzotlán recibe basura de Coyotepec y de empresas privadas, entre ellas GEN y Sanirent, esta última dedicada a sanitarios portátiles, de seguir recibiendo los desechos de otros municipios y de empresas privadas, además de no cumplir con la normatividad y las buenas prácticas de manejo, la vida útil del relleno sanitario disminuirá significativamente, lo que afectara gravemente al municipio.



Figura 10. Relleno sanitario de Tepetzotlán.

8.1.4 Fisicoquímica del agua

Los jagüeyes son depresiones sobre el terreno, que permiten almacenar agua proveniente de escurrimientos superficiales y son un elemento muy importante para la producción ganadera, siendo una alternativa para que el ganado obtenga agua durante las épocas de sequía prolongada, reduciendo los problemas ligados a la indisponibilidad de agua (Botero *et al.*, 2009).

Se realizaron algunos análisis físicos, químicos y bacteriológicos básicos en uno de los jagüeyes existentes en la zona de estudio para conocer en qué estado se encuentra (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valores de los parámetros analizados y comparación con los criterios de calidad de agua para uso pecuario.

| Prueba | Resultados | Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 |
|---------------------------------|-----------------|--|
| Coliformes fecales | 5000 NMP/100 ml | 1000 NPM/100 ml |
| Oxígeno disuelto | 6 mg/L | - |
| pH | 7.9 | 6-9 |
| DBO ₅ | 8.1 | - |
| Fósforo total como ortofosfatos | 0.15 mg/L | - |

En cuanto a la calidad bacteriológica podemos notar en el cuadro anterior que los coliformes fecales no se encuentran dentro de los límites que marcan los criterios ecológicos de calidad de agua para uso pecuario, esto puede deberse a que el ganado defeca en esta misma zona y muchos desechos son arrastrados por las lluvias y almacenados en el jagüey.

Una de las bacterias indicadoras de contaminación fecal es *E. coli* que normalmente forma parte de la flora del intestino de los animales de sangre caliente, pero hay cepas con muy alta posibilidad de producir enfermedades, como *E.coli* enterohemorrágica,

siendo la fuente habitual de transmisión la carne de res mal cocida (Coutiño-Rodríguez *et al.*, 2008).

El agua que tiene una calidad inadecuada puede ocasionar efectos adversos sobre la salud del ganado, es por esto que se tiene que mantener una limpieza adecuada de los jagüeyes para asegurar la salud de los animales y prevenir enfermedades gastrointestinales de las personas que consuman este tipo de carne.

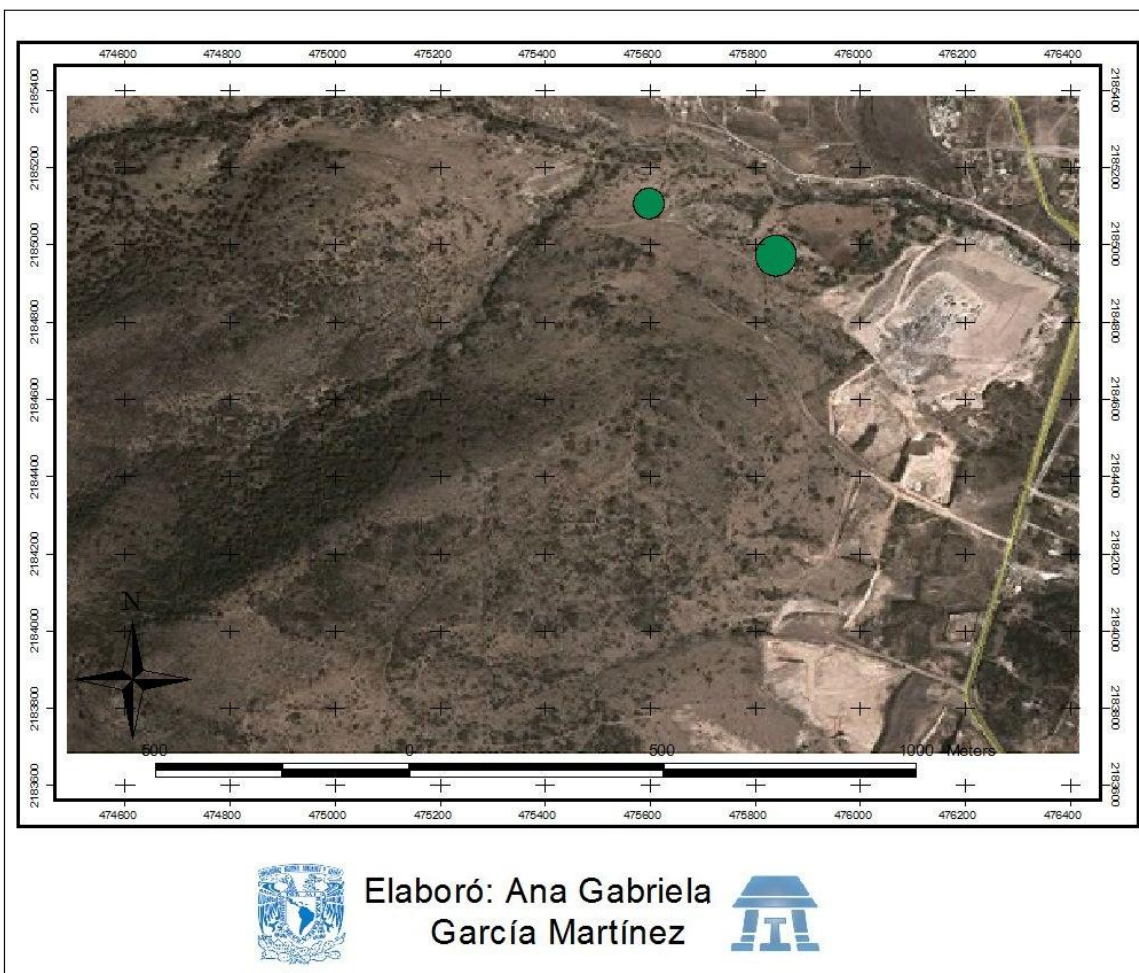


Figura 11. Mapa que muestra con un el círculo más grande el jagüey donde fueron tomadas las muestras de agua.

8.2 Medio biótico

8.2.1 Vegetación

De acuerdo a los muestreos realizados en la presente investigación, se identificaron cuatro tipos de vegetación (Figura 12) dos de estos son vegetación nativa y dos más de origen antropogénico. La vegetación nativa se compone por el bosque de encino y matorral xerófilo; mientras que la vegetación antropogénica está compuesta por el pastizal inducido y el matorral de encino (chaparral).

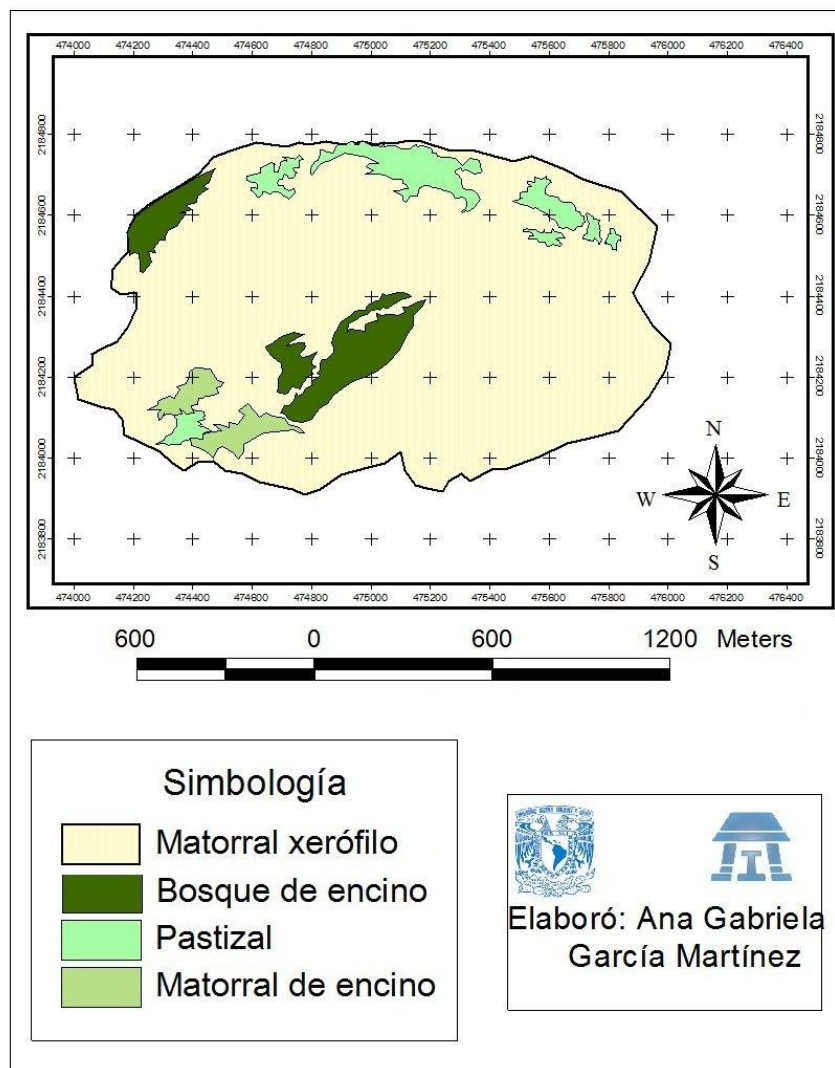


Figura 12. Mapa que muestra los diferentes tipos de vegetación del área de estudio.

8.2.1.1 Bosque de encino

En las zonas de mayor altitud los encinares llegan a medir hasta 12 m de altura formando un bosque moderadamente denso. Sin embargo, es más frecuente un tipo de bosque abierto y bajo de 3 a 5 m; aproximadamente, esto se debe a que existe un menor contenido de humedad.

Los árboles dominantes en altitudes por debajo de los 2,500 msnm son con frecuencia los encinos de la especie *Quercus laeta*. Entre los 2,500 y 2,800 msnm, las especies de encinos que están presentes son el *Quercus rugosa*, que tiene hojas moderadamente más grandes y rígidas, es el más característico de la región (Castro-Cid, 2009).

8.2.1.2 Matorral Xerófilo

Ocupa una superficie de 1, 347 hectáreas, que representan el 13.07% de la superficie total del parque estatal. Las especies arbóreas y arbustivas dominantes son *Opuntia streptacantha*, *O. imbricata*, *O. tunicata*, *Schinus molle*, *Mimosa biuncifera*, *Eysenhardtia polystachya*, *Acacia tortuosa*, *A. farnesiana* y *Quercus microphylla* principalmente (Cuevas-Villalobos, 2010).

La utilización más frecuente de los matorrales xerófilos es la que se practica a través de la ganadería. El efecto más notable que sobre la vegetación xerófila produce el pastoreo es la substitución paulatina de las plantas apetecibles para el ganado por otras que este no toca, efecto que se acentúa con el uso intenso e irracional (Rzedowski, 1978).

8.2.1.3 Pastizal

Es una comunidad de origen secundario, que se ha establecido como sucesión vegetal después del desmonte del bosque esclerófilo caducifolio y el matorral crasicauale. Ocupa aproximadamente una superficie de 3,505 hectáreas, que equivalen al 34.03% de la superficie total. Las especies dominantes son gramíneas como *Lycurus pheleoides*, *Muhlenbergia macrura*, *Nassella sp.*, *Agrostis sp.*, *Festuca sp.*, *Bouteloua curtipendula*, *Eragrostis sp.*, *Hilaria cenchroides* principalmente; es posible observar la presencia de

encino rastrero *Quercus microphylla* o *Quercus frutex*, en algunas áreas (Gobierno del Estado de México, 2003).

Las áreas cuya cubierta vegetal está dominada por gramíneas, tienen gran importancia, pues constituyen el medio natural más propicio para el aprovechamiento pecuario. El aprovechamiento de los pastizales naturales de México, en la mayor parte de los casos, no es óptimo y en muchos sitios es sobrepastoreo debido a la falta de organización y técnica adecuada no permite obtener el máximo rendimiento. El sobrepastoreo y el pisoteo excesivo impiden muchas veces el buen desarrollo y la reproducción de las especies más apetecidas por el ganado, propiciando el establecimiento de plantas que los animales no comen y con frecuencia reducen también la cobertura del suelo exponiéndolo a los efectos de la erosión (Rzedowski, 1978).

8.2.1.4 Matorral de encino (chaparral)

Es una comunidad que ocupa una posición intermedia entre el matorral xerófilo y bosque de encino, se caracteriza principalmente por ser un matorral denso y difícilmente penetrable, mide de 40 a 80 cm, cuya existencia frecuentemente resulta también favorecida por los incendios, ya que muchos de los arbustos tienen la capacidad de regenerar a partir de sus sistemas radicales (Rzedowski, 1978).

Este tipo de vegetación está formado principalmente por la dominancia de *Quercus microphylla* (encino rastrero), que forma una carpeta muy densa con cerca de 1 metro de altura. Esta especie es de hojas pequeñas, ramificación muy abundante y se reproduce vegetativamente. Se localiza desde los 2,300 a 2,900 msnm (Gobierno del Estado de México, 2003).

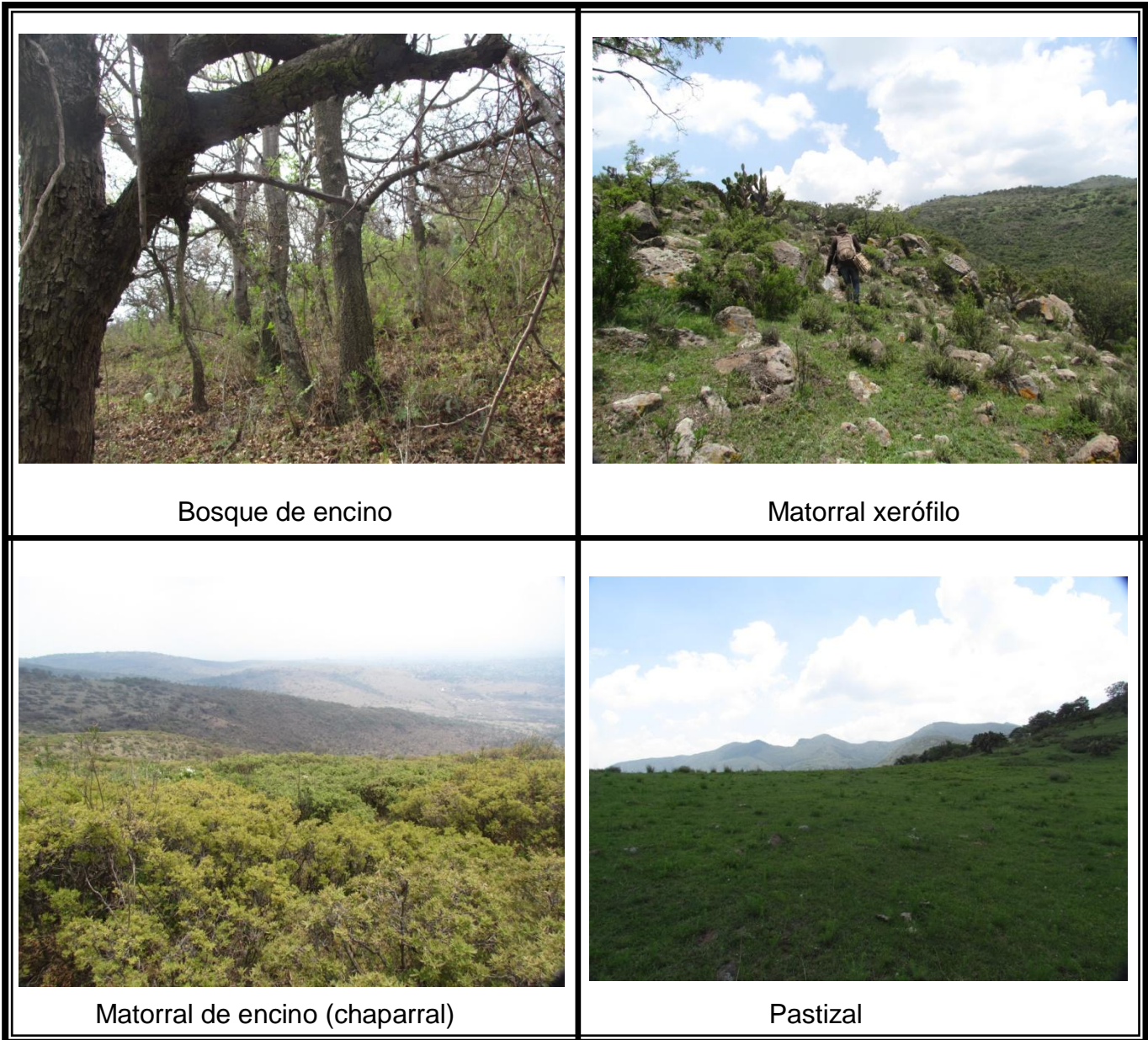


Figura 13. Tipos de vegetación en el área de estudio.

8.2.1.5 Riqueza

Se identificaron un total de 100 especies vegetales (anexo 2), las cuales se agrupan en 43 familias y 96 géneros. Las familias más representativas registradas en la zona de estudio son Asteraceae (19.8 %), Fabaceae (8.9 %), Cactaceae (7.9 %), Fagaceae (5.9 %), Poaceae (4.9 %), Lamiaceae (3.9 %), Solanaceae (2.9 %); Convolvulaceae y Agavaceae con el 1.9 % cada una (Fig. 14). En la mayor parte de las familias botánicas se registraron 1 o dos especies.

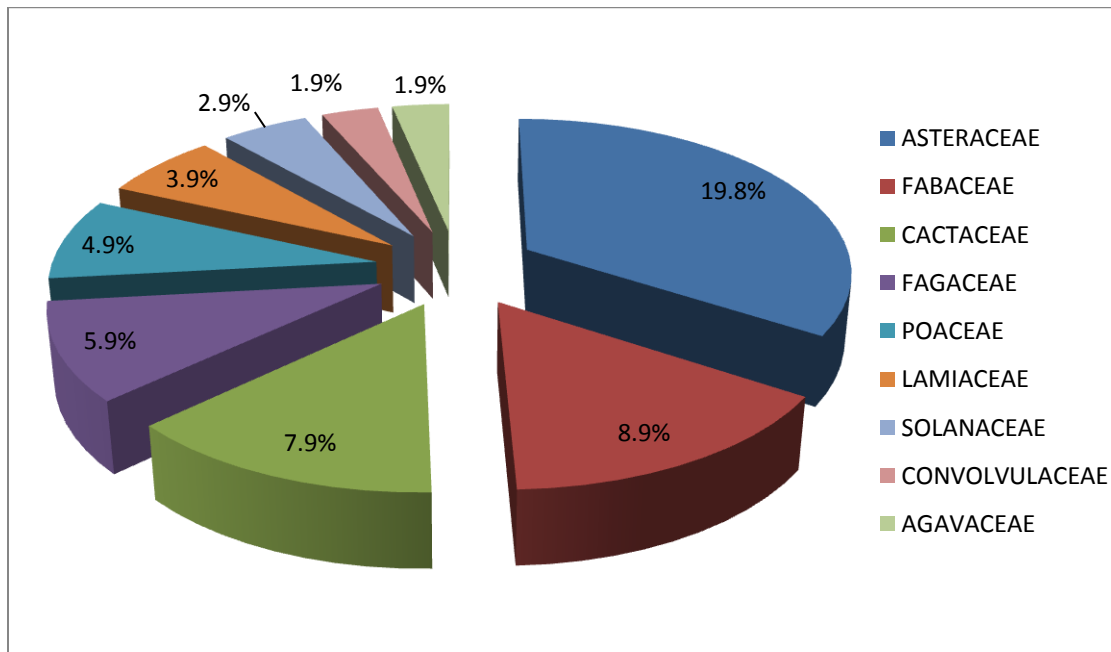


Figura 14. Familias representativas del área de estudio y su participación en la composición de la flora de la localidad.

8.2.1.6 Malezas

De acuerdo al manual de malezas del valle de México (Espinoza y Sarukhán, 1997) se registraron un total de 26 especies consideradas malezas o plantas arvenses y que representan 25.7 % del total, estas son especies silvestres cuyas poblaciones se desarrollan exclusiva o primordialmente en ambientes antropogénicos; lo anterior se debe a que cerca del área de estudio se encuentra un relleno sanitario, además que hay flujo de vehículos y personas que visitan el área de estudio, y su proximidad relativa con la zona urbana y zona de cultivo.

8.2.1.7 Especies en riesgo

Dentro de las especies de flora se registro a *Dasyllirion acrotriche* (anexo 3) que es una especie endémica que está incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría “Amenazada” ya que podría llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Astragalus mollisimus y *Eysenhardtia polystachya* se encuentran dentro de la categoría de preocupación menor de acuerdo con la IUCN.



Figura 15. *Amelanchier denticulata*



Figura 16. *Bouvardia longiflora*



Figura 17. *Cardiospermum halicacabum*



Figura 18. *Zinnia peruviana*



Figura 19. *Proboscidea louisianica*



Figura 20. *Mentzelia hispida*



Figura 21. *Milla biflora*



Figura 22. *Dasyliion acrotriche*



Figura 23. *Coryphantha asterias*

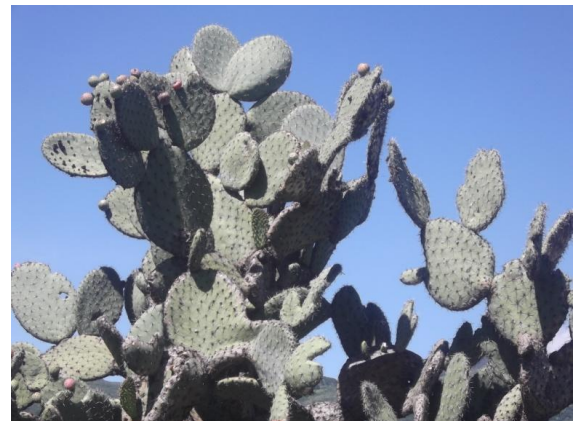


Figura 24. *Opuntia streptacantha*



Figura 25. *Begonia gracilis*



Figura 26. *Eysenhardtia polystachya*



Figura 27. *Tecoma stans*



Figura 28. *Cena mitiglandulosa*



Figura 29. *Sprekelia formosissima*



Figura 30. *Pittocaulon praecox*

8.2.2 Fauna

Las actuales condiciones de disturbio que imperan en la sierra han ocasionado disminución en las poblaciones faunísticas, favoreciendo el desarrollo de especies oportunistas y el incremento de especies nocivas como ratas, perros y gatos ferales. La desaparición paulatina del bosque de encino, provoca una reducción determinante de las especies animales (Quero, 1985 en Romero-Barrera y Morales-Vázquez, 2000).

8.2.2.1 Herpetofauna

En cuanto a las especies identificadas durante las visitas realizadas al área de estudio se reportaron 6 especies de reptiles (cuadro 9).

Cuadro 9. Lista de reptiles observados en la zona de estudio.

| FAMILIA Género/Especie | Nombre común | Registro | NOM-059 y UICN |
|------------------------------|---------------------|----------|----------------|
| PRYNOSOMATIDAE | | CP | |
| <i>Phrynosoma orbiculare</i> | Tapayatzin | | Pm |
| <i>Sceloporus aeneus</i> | Lagartija | Obs | Pm |
| <i>Sceloporus grammicus</i> | Lagartija | Obs | Pr y Pm |
| <i>Sceloporus spinosus</i> | Lagartija espinosa | Obs | Pm |
| <i>Sceloporus torquatus</i> | Lagartija de collar | Obs | Pm |
| VIPERIDAE | | | Pr y Pm |
| <i>Crotalus molossus</i> | Víbora de cascabel | Obs | |

Registro: Obs = Observado; CP = Comunicación Personal. NOM-059: Pr= Protección especial. UICN: Pm= Preocupación menor.

De acuerdo a los antecedentes, el trabajo de Altamirano-Álvarez *et al.*, (2006) es el primer escrito serio con respecto a la herpetofauna para la Sierra de Tepetzotlán, en dicho trabajo se registraron un total de 21 especies de reptiles, al comparar con los resultados obtenidos en este estudio se registraron tan solo 6 especies que corresponden al 28.57% del total, se tiene que tener en cuenta que la Sierra de Tepetzotlán cuenta con diversos tipos de vegetación y cuerpos de agua que no se encuentran en el área de estudio, es por ello que algunas de las especies no fueron encontradas, además de que el presente estudio se restringe a una pequeña área de la Sierra de Tepetzotlán.



Figura 31. *Sceloporus grammicus*



Figura 32. *Sceloporus torquatus*



Figura 33. *Sceloporus aeneus*

8.2.2.2 Avifauna

La transformación que se ha presentado en la Sierra de Tepetzotlán a lo largo de su historia y que afecta principalmente a la cubierta vegetal, ha tenido como consecuencia un cambio significativo en la estructura y reducción de las comunidades animales. En esta reducción, se ven afectadas las aves migratorias y las rapaces que, ante las perturbaciones del ambiente y lo limitado de su territorio, sus poblaciones se están viendo afectadas significativamente (Gobierno del estado de México, 2003).

En cuanto a los resultados se obtuvo un listado de 35 géneros y 37 especies de aves, pertenecientes a 7 órdenes y 21 familias.

Cuadro 10. Listado de aves observadas en la zona de estudio

| Orden | Familia | Genero/especie | Nombre común | Permanencia (P) | NOM-059 IUCN |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|------------------------|-----------------|--------------|
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Cyananthus latirostris</i> | Colibrí pico ancho | Res | Pm |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | <i>Caprimulgus sp.</i> | Chotacabras | Res | |
| Ciconiiformes | Ardeidae | <i>Egretta thula</i> | Garza pie dorado | MI | Pm |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Geococcyx californianus</i> | Correcaminos | Res | Pm |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida macroura</i> | Paloma de alas blancas | Res | Pm |
| Falconiformes | Accipitridae | <i>Accipiter cooperii</i> | Gavilán de Cooper | MI | Pr y Pm |
| | | <i>Accipiter striatus</i> | Gavilán pecho rufo | Res | Pr y Pm |
| | | <i>Buteo albonotatus</i> | Aguililla aura | MI | Pr y Pm |
| | | <i>Buteo jamaicensis</i> | Halcón cola roja | Res | Pm |
| | | <i>Circus cyaneus</i> | Gavilán rastrero | MI | Pm |
| | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote | Res | Pm |
| | Falconidae | <i>Falco peregrinus</i> | Halcón peregrino | Res | Pr y Pm |
| | Aegithalidae | <i>Psaltriparus</i> | Trepatroncos | Res | Pm |

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|-----|----|
| Paseriformes | | <i>minimus</i> | | | |
| | Corvidae | <i>Aphelocoma ultramarina</i> | Azulejo | Res | Pm |
| | Emberizidae | <i>Chondestes grammacus</i> | Gorrión arlequín | MI | Pm |
| | | <i>Melospiza melodia</i> | Gorrión cantor | Res | Pm |
| | | <i>Pipilo erythrophthalmus</i> | Rascador | Res | Pm |
| | | <i>Pipilo fuscus</i> | Pájara vieja | Res | |
| | | <i>Pipilo maculatus</i> | Toquí moteado | Res | Pm |
| | | <i>Spizella atrogularis</i> | Gorrión barbinegro | Res | Pm |
| | | <i>Spizella passerina</i> | Gorrión | Res | Pm |
| | Fringilidae | <i>Carpodacus mexicanus</i> | Gorrión mexicano | Res | Pm |
| | Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina | Res | Pm |
| | Icteridae | <i>Icterus parisorum</i> | Calandria | Res | Pm |
| | | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate | Res | Pm |
| | Mimidae | <i>Mimus polyglottos</i> | Cenzontle | Res | Pm |
| | Parulidae | <i>Basileuterus rufifrons</i> | Chipe | Res | Pm |
| | | <i>Dendroica coronata</i> | Chipe | MI | Pm |
| | | <i>Dendroica nigrescens</i> | Chipe | MI | Pm |
| | | <i>Vermivora celata</i> | Chipe | MI | Pm |
| | Ptilonotidae | <i>Phainopepla nitens</i> | Capulineró negro | MI | Pm |
| | Remizidae | <i>Auriparus flaviceps</i> | Baloncillo | Res | Pm |
| | Strigidae | <i>Bubo virginianus</i> | Búho | Res | Pm |
| | Sylviidae | <i>Polioptila caerulea</i> | Perlita | Res | Pm |
| | Tyrannidae | <i>Empidonax sp.</i> | Mosquero | Res | |
| | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Colorín | Res | Pm | |
| | <i>Tyrannus vociferans</i> | Madrugador | Res | Pm | |

Permanencia (P): Res=Residente; MI=Migratoria. NOM-059: Pr =Protección especial. IUCN: Pm =Preocupación menor.



Figura 34. *Vermivora celata*



Figura 35. *Mimus polyglotos*

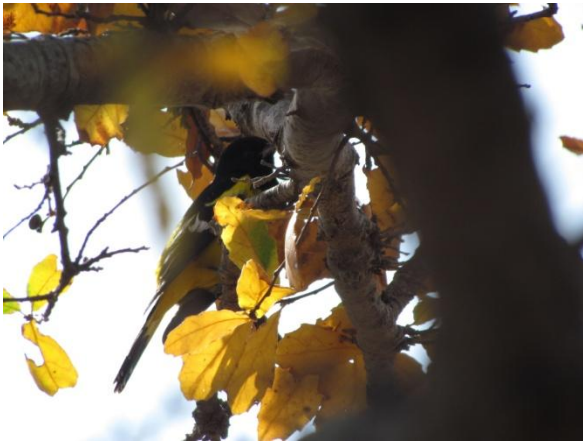


Figura 36. *Icterus parisorum*



Figura 37. *Psaltriparus minimus*



Figura 38. *Spizella passerina*



Figura 39. *Cyananthus latirostris*



Figura 40. *Egretta thula*



Figura 41. *Carpodacus mexicanum*



Figura 42. *Pipilo erythrophthalmus*



Figura 43. *Cathartes aura*

En el presente estudio se reportaron 35 especies de aves, un poco más de la mitad de las reportadas por Cuevas-Villalobos (2010) que registro 62 especies de aves, dicho trabajo es el que resulta más completo en cuanto a las aves que se encuentran en la Sierra de Tepetzotlán, cabe resaltar que algunas de las aves que se reportan en este estudio no se encuentran en trabajos previos como son: *Auriparus flaviceps*, *Buteo albonotatus*, *Chondestes grammacus*, *Circus cyaneus*, *Cynanthus laterostris*, *Dendroica nigrescens*, *Egretta thula*, *Falco peregrinus*, *Melospiza melodia*, *Phainopepla nitens*, *Pipilo erythrophthalmus*, *Pipilo maculatus*, *Polioptila caerulea*, *Quiscalus mexicanus*, *Vermivora celata*, *Accipiter cooperi* y *Accipiter striatus*, esto puede reflejar que aún no se cuenta con un estudio específico de la diversidad de aves que se encuentran en el parque estatal.

8.2.2.3 Mastofauna

Los mamíferos son siempre el grupo de vertebrados más afectado por las actividades humanas, la destrucción de sus hábitats y la caza son las principales actividades que han reducido sus poblaciones (Muñoz-Flores, 2009). Cabe mencionar que los animales que aún persisten en la zona siguen siendo cazados indiscriminadamente, algunos como la zorra y el coyote se matan porque se comen a los animales domésticos.

Cuadro 11. Listado de mamíferos registrados en la zona de estudio.

| FAMILIA Genero/Especie | Nombre común | Registro | IUCN |
|---|---------------------|-----------------|-------------|
| CANIDAE <i>Canis latrans</i> | Coyote | Exc | Pm |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | CP | Pm |
| DIDELPHIDAE <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | Obs | Pm |
| LEPORIDAE <i>Lepus callotis</i> | Liebre | Obs | CA |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo | Obs | Pm |
| MEPHITIDAE <i>Mephitis macroura</i> | Zorrillo | Obs | Pm |
| MURIDAE <i>Peromyscus maniculatus</i> | Ratón | Cap | Pm |
| PROCYONIDAE <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | CP | Pm |

Registro: Cap = Capturado; Obs = Observado; CP = Comunicación Personal; Exc = Excreta.

IUCN: Pm= Preocupación menor; CA= Casi amenazada

Cuevas (2010) reportó en su diagnóstico ambiental realizado en las inmediaciones de Huehuetoca un total de 23 especies de mamíferos, de las cuales 13 se registraron por bibliografía. En este estudio se reportaron solo 8 especies de mamíferos ya que muchas de ellas como son la zorra gris, gato montés y liebre ya no se pueden observar con frecuencia en la zona debido a la caza, incendios forestales y pérdida de la cubierta vegetal que ocasionan que los animales migren hacia otras zonas de las sierra que son más inaccesibles.



Figura 44. Excretas de *Canis latrans*



Figura 45. *Peromyscus maniculatus*



Figura 46. *Didelphis virginiana*

El total del registro de vertebrados fue de 51 especies, como se puede observar en la figura 47, las aves son el grupo más numeroso de vertebrados ya que representa el 72% de la fauna registrada en campo, seguido de los mamíferos con el 16% y por último los reptiles con 12%. Cabe mencionar que estas cifras no son definitivas ya que seguramente existen más especies que no fueron observadas y se podrán reconocer si se realizan investigaciones específicas diseñadas para conocer las poblaciones de vertebrados que se encuentran en la zona de estudio.

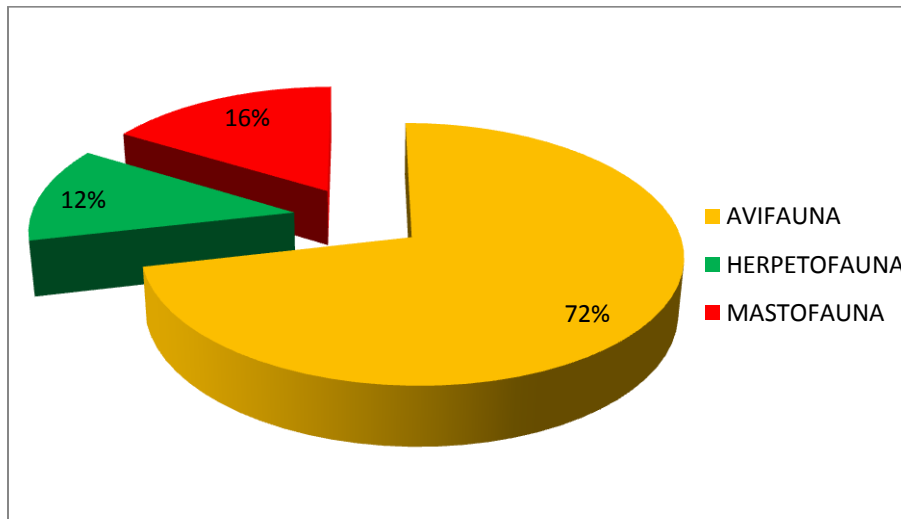


Figura 47. Composición porcentual de la fauna de vertebrados registrada en la zona de estudio.

8.2.2.4 Especies de fauna identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la IUCN

De los organismos identificados se registraron 48 especies que están dentro de alguna categoría de protección. 6 especies se encuentran dentro de la NOM-059, dos de ellas reptiles y cuatro aves (cuadro 12). En cuanto a la IUCN todas las especies de fauna fueron encontradas dentro de esta lista, con excepción de 3 aves que son *Empidonax sp.*, *Pipilo fuscus* y *Caprimulgus sp.*, solo *Lepus callotis* (liebre) fue encontrada bajo la categoría de casi amenazada y las demás bajo la categoría de preocupación menor.

Cuadro 12. Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Grupo taxonómico | Especies | NOM-059 |
|-------------------------|------------------------------|----------------|
| Reptiles | <i>*Crotalus molossus</i> | <i>Pr</i> |
| | <i>*Sceloporus grammicus</i> | <i>Pr</i> |
| Aves | <i>*Accipiter cooperii</i> | <i>Pr</i> |
| | <i>*Accipiter striatus</i> | <i>Pr</i> |
| | <i>*Buteo albonotatus</i> | <i>Pr</i> |
| | <i>*Falco peregrinus</i> | <i>Pr</i> |
| | | |

Pr = Protección especial.

México es de los países con mayor diversidad biológica, este hecho, por sí mismo, representa una muy considerable ventaja natural sobre otros países cuya biodiversidad y grados de endemismo son menores; en este sentido las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se han decretado, entre otras cosas, con la plena intención de conservar zonas y elementos representativos de los diversos ecosistemas presentes en el país, los cuales se caracterizan por una considerable riqueza de flora o fauna, o por la presencia de especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo y que requieren un control más estricto por la importancia de su preservación (INE-SEMARNAT, 2000). Tal es el caso de la zona de estudio ya que al contar con especies bajo alguna categoría de riesgo (cuadro 12) incrementa la importancia desde el punto de vista ecológico de conservar el Parque Estatal, ya que es capaz de sostener poblaciones de especies que se encuentran en peligro de desaparecer, esto debido a la cacería, asentamientos

irregulares, contaminación del relleno sanitario e incendios forestales que propician la migración de la fauna silvestre hacia otras partes de la sierra.

8.3 Medio socioeconómico

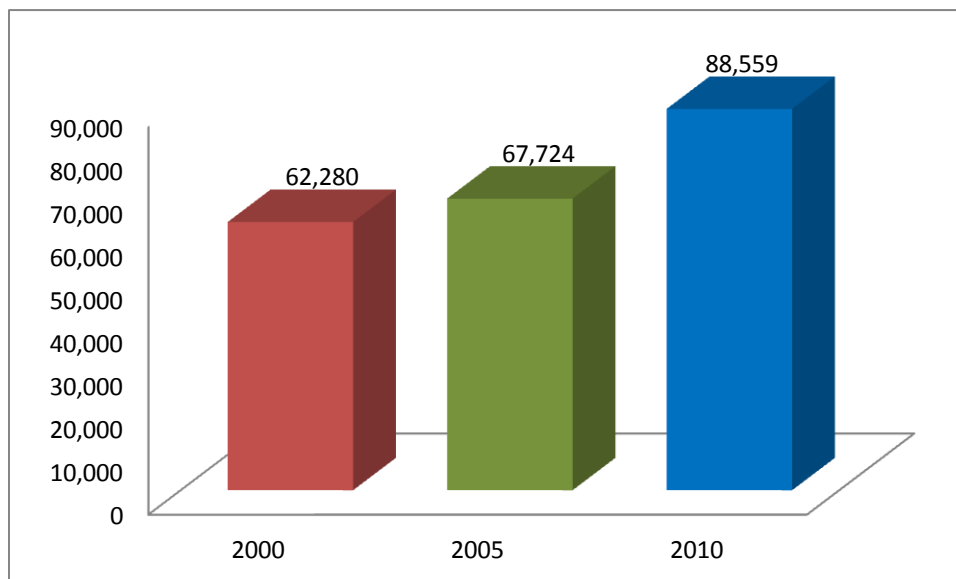
8.3.1 Demografía

Según datos del censo de población y vivienda de 2010, la población del municipio de Tepetzotlán y en particular de las dos comunidades cercanas a la zona de estudio corresponde a los datos reportados en el cuadro siguiente:

Cuadro 13. Población del municipio de Tepetzotlán y las dos localidades cercanas al área de estudio (INEGI, 2010).

| Municipio/localidad | Total | Hombres | Mujeres |
|---|--------|----------------|----------------|
| Tepetzotlán | 88,559 | 43,521 | 45,038 |
| Ex – Hacienda San José “La Teja” | 13 | No se menciona | No se menciona |
| Santa Cruz del Monte | 6,703 | 3,267 | 3,436 |

Al comparar la población municipal censada en los últimos tres censos, se denota un marcado incremento, así como en la densidad poblacional. En el año 2000 Tepetzotlán tenía una población de 62,280 habitantes, para 2005 aumentó a 67,724 habitantes, y de acuerdo con el último conteo de población de 2010 existen 88,559 habitantes de los cuales el 59.93% residen en la cabecera municipal.



Fuente INEGI, Censo de Población y Vivienda 2000, 2005 y 2010.

Figura 48. Población total por municipio de acuerdo a los censos 2000, 2005 y 2010.

Cuadro 14. Densidad de la población del municipio de Tepetzotlán.

| Municipio | Habitantes por km ² 2000 | Habitantes por km ² 2005 | Habitantes por km ² 2010 |
|-------------|--|--|--|
| Tepetzotlán | 298.16 | 324.3 | 424 |

Fuente: INEGI, 2000, 2005 y 2010.

Como podemos observar en las tablas y gráficos anteriores se refleja un incremento poblacional del municipio y localidades, la explicación de este comportamiento demográfico se basa en el fenómeno migratorio hacia la zona metropolitana del Valle de México acrecentado por la falta de espacios habitacionales de la Ciudad de México y en los municipios conurbados.

Desde el punto de vista poblacional Tepetzotlán resulta estratégico, ya que alrededor del área se da un intercambio de productos y servicios, tránsito de mercancías, personas y recursos financieros además del turismo lo que ha propiciado que la zona se convierta en un captador de personas inmigrantes, sobre todo de las regiones campesinas del país; estas poblaciones inician en la región procesos de invasión y asentamientos irregulares (Gobierno del Estado de México, 2003). Tal es el caso del

área de estudio, ya que en la actualidad existen aproximadamente 15 asentamientos irregulares a las faldas de la zona norte de la Ex–hacienda “La teja” perteneciente al parque estatal Sierra de Tepotzotlán.

8.3.2 Población económicamente activa (PEA)

El volumen de la población económicamente activa en el municipio aumentó considerablemente entre 2005 y 2010. De 22 mil 523 personas activas en el 2005 pasó a 36 mil 082 personas en 2010.

Para 2010 el sector terciario (servicios) ocupa con un total de 20,630 personas empleadas, el sector secundario (industria de la transformación y manufactura) cuenta con 11,787 personas empleadas, mientras que el sector primario es el que cuenta con menor número de empleados, es pertinente hacer un análisis más profundo de la problemática de este sector para saber que está ocurriendo y así poder reactivarlo.

8.3.3 Encuestas

Con la finalidad de conocer de una forma más cercana la percepción de la población sobre el lugar donde viven y el PEST, se realizaron un total de 50 encuestas (anexo 1). Siendo los encuestados en su mayoría hombres con un 52% y las mujeres con el 48%. Las edades de las personas encuestadas en su mayoría fueron entre 15 y 34 años con el 56%; seguido del grupo entre 35 a 54 años de edad con un 28% y finalmente con un 16% los correspondientes a personas entre 55 y 74 años de edad.

En la pregunta que se refiere al número de personas que viven con los encuestados los resultados fueron de ninguna a 10 personas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta sobre el nivel máximo de estudios, se puede observar (figura 49) que 25 personas (51%) mencionaron que su nivel máximo de estudio es secundaria, seguido de 13 personas (27%) que cursaron hasta el nivel primaria, 7 personas (14%) estudiaron hasta nivel bachillerato y por ultimo 4 personas correspondiente al 8% mencionaron que no estudiaron.

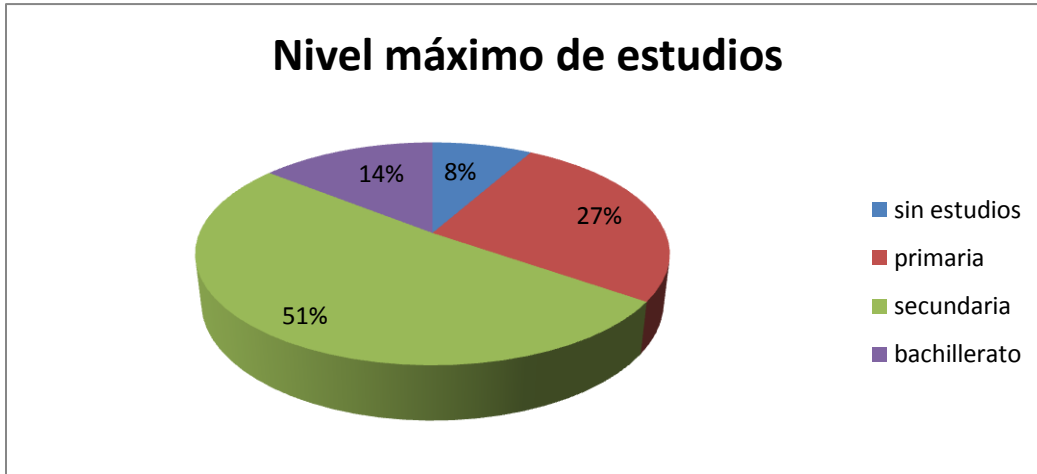


Figura 49. Nivel máximo de estudios de las personas encuestadas.

En la pregunta referente a saber si practican la ganadería o la agricultura, los resultados fueron que 24 personas no practican ninguna de las antes mencionadas, mientras que 26 personas mencionaron que si practican la ganadería, siendo el ganado bovino, caprino y caballar los más frecuentes, además que se crían animales de corral como son los puercos, guajolotes y gallinas; de las 26 personas que respondieron que sí, 21 mencionaron que practican esta actividad para autoconsumo, 4 con un fin comercial y solo una de ellas para ambas.

En la figura 50 podemos observar que la mayoría de las personas respondieron que sí saben que el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán es un ANP, pero algunas de ellas no saben cuáles son los cuidados que se llevan a cabo en una zona como ésta.

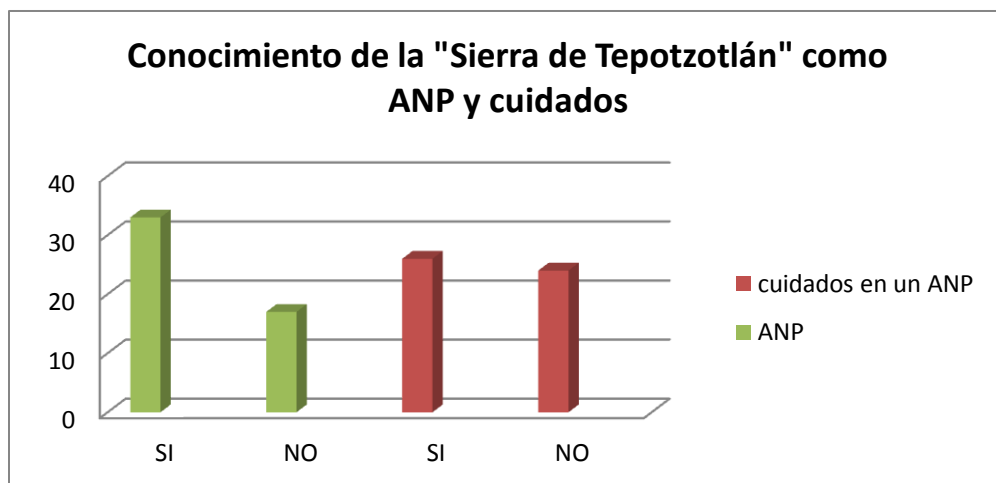


Figura 50. Conocimiento de la Sierra de Tepetzotlán como ANP y cuidados.

La mayoría de las personas encuestadas visitan el parque y los fines con que lo hacen principalmente son:

- Día de campo
- Colecta de plantas
- Cabalgar
- Pastoreo
- Recreación (caminar, descansar y disfrutar el paisaje)

Del total de las personas encuestadas el 52% ocupa algún recurso natural de la zona, siendo los hongos el recurso más utilizado, seguido por obtención de leña (Figura 51).

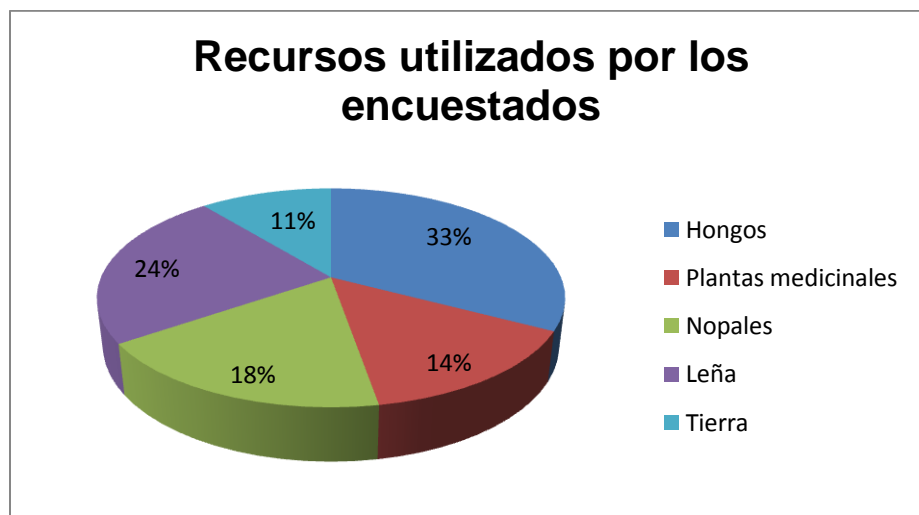


Figura 51. Porcentaje de los recursos naturales que se extraen del área.

En cuanto a la pregunta referente a dónde depositan la basura que generan, podemos observar que la mayoría de las personas la depositan en el camión municipal, seguido de las personas que la incineran a pesar de que el relleno sanitario se encuentra cerca de sus hogares, provocando posibles incendios y contaminación al ambiente, lo que trae consigo problemas a la salud humana. Los desechos a cielo abierto perjudican tanto a los arroyos, el suelo, el aire y la fauna del entorno.

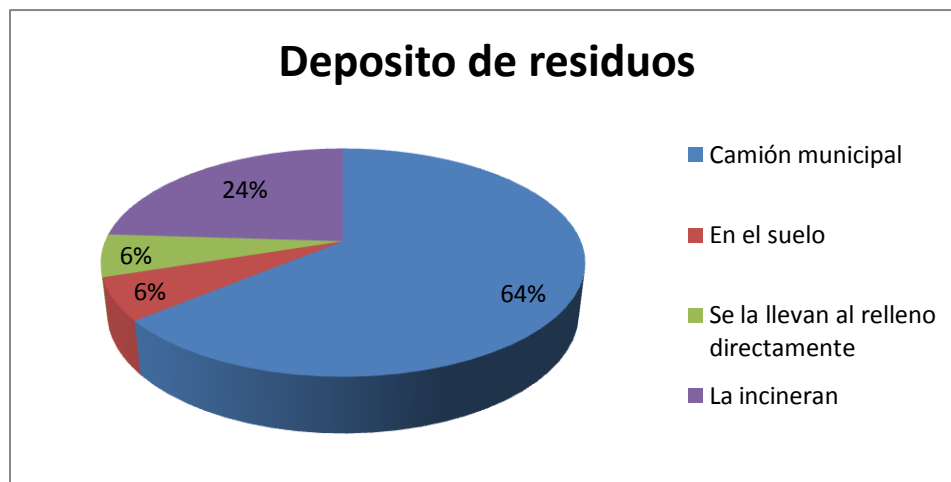


Figura 52. Muestra los lugares donde es vertida la basura que generan los encuestados.

Acerca del conocimiento y uso de las plantas del entorno, se puede observar en el cuadro siguiente.

Cuadro 15. Conocimiento etnobotánico referido por las personas que visitan el Parque Estatal.

| PLANTA | USO |
|--|---|
| Pericón (<i>Tagetes lucida</i>) | Comestible |
| Nopales (<i>Opuntia sp.</i>) | Comestible |
| Pápalo quelite (<i>Porophyllum obscurum</i>) | Comestible |
| Hierba del sapo (<i>Eryngium serratum</i>) | Medicinal (hígado) |
| Trompetilla (<i>Bouvardia terniflora</i>) | Medicinal (hinchazón de los piquete de mosco) |
| Pirúl (<i>Schinus molle</i>) | Medicinal (limpias) |
| Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>) | Medicinal (estomacal) |
| Romerillo (<i>Asclepias linaria</i>) | Medicinal (Dolor de muelas y empacho) |
| Encinos (<i>Quercus sp.</i>) | Leña |
| Cactus (<i>Mammillaria sp. y Stenocactus sp.</i>) | Ornato |
| Diente de león (<i>Taraxacum officinale</i>) | Medicinal (Hígado y riñón) |
| Anís (<i>Tagetes micrantha</i>) | Medicinal (estomacal) |

| | |
|---|---------|
| Oreja de ratón (<i>Dichondra argentea</i>) | Forraje |
| Sotol (<i>Dasylirion acrotriche</i>) | Ornato |

Las personas encuestadas mencionaron parte de la fauna que han visto dentro de los cuales sólo el venado, zorra, gato montés y armadillos son los animales que ya no se pueden observar en la zona, mencionando que principalmente se debe a la caza, incendios forestales, contaminación, urbanización y deforestación. La víbora de cascabel, el coyote y las ratas fueron los que se mencionaron como animales que representan alguna molestia o peligro.

Todas las personas encuestadas mencionaron que es importante la conservación de estos animales ya que forman parte del ambiente, por su belleza, algunos están en peligro de extinción, también para que las generaciones futuras los conozcan, además que forman parte de la cadena alimenticia y algunos son controladores de plagas.

Las personas encuestadas consideran que es importante la conservación del parque estatal Sierra de Tepetzotlán siendo sus principales argumentos la protección de los bosques, flora y fauna presentes en la zona, además de que les brinda alimento, es bonito, proporciona oxígeno y es un lugar que sirve para la captación de agua.

En cuanto a la calidad del parque la mayoría de las personas mencionaron que es buena (64%), el 18% dicen que es suficiente y sólo el 16% mencionan que es excelente.

Los incendios forestales para la mayoría de las personas son muy perjudiciales (figura 53) y para ninguno de los encuestados resultan buenos.

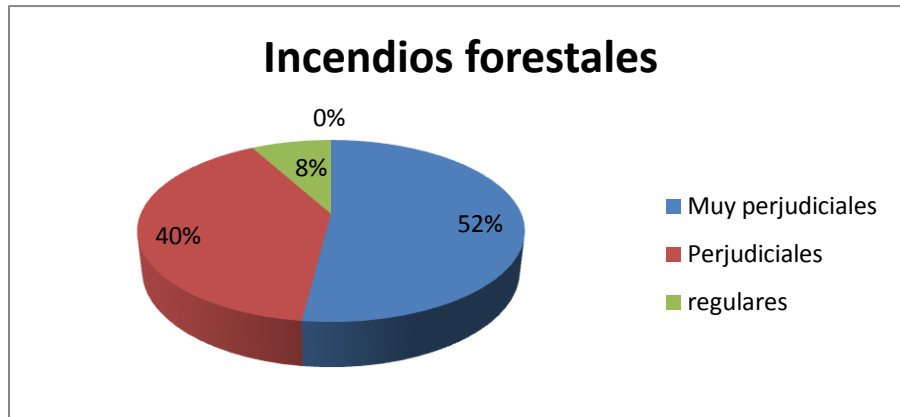


Figura 53. Opinión de las personas encuestadas en cuanto a lo perjudicial de los incendios forestales.

Por último se les preguntó a las personas su opinión sobre el relleno sanitario y el daño que les causa, la mayoría de las personas mencionaron que el relleno sanitario no cumple con los lineamientos que debería, además de no ser un relleno como tal, sino un basurero; refirieron que les afecta porque hay muchas ratas, mal olor y sobre todo que los niños se enferman de infecciones en el estomago.

Al final algunas de estas personas opinaron sobre la afectación que tiene el relleno sanitario al parque estatal, siendo la respuesta más frecuente la afectación al suelo y la contaminación al aire y muy pocos los que mencionaron que no afecta.

8.4 Paisaje

De todos los elementos sensoriales que contribuyen con la definición de un paisaje dado que, la percepción visual juega un rol importante, de manera que los elementos esenciales de cualquier paisaje son de naturaleza visual, como la forma, color, textura, tono, entre otros.

La calidad escénica se basa en valorar la calidad de manera individual para diferentes parámetros del paisaje y posteriormente valorarla de forma global. De manera individual los parámetros los valoramos según el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980) de la siguiente manera.

Cuadro 16. Parámetros de valoración cuantitativa de la calidad escénica según BLM (1980), para el área de estudio.

| ELEMENTO A VALORA | DESCRIPCIÓN | CALIFICACIÓN |
|--|---|---------------------|
| MORFOLOGÍA escala: 1-5 | Relieve muy montañoso, marcado, prominente y predominante. | 5 |
| VEGETACIÓN escala: 1-5 | Cuatro tipos de vegetación: bosque de encino, matorral xerófilo, pastizal y matorral de encino (chaparral). | 5 |
| AGUA escala: 1-5 | Se encuentran dos jagüeyes en la parte baja. | 2 |
| COLOR escala: 1-5 | Variedad e intensidad de colores y contraste de suelo, rocas y vegetación. | 3 |
| FONDO ESCÉNICO escala: 0-5 | El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual ya que conforme se va llegando a la cima se pueden observar diferentes paisajes muy atractivos. | 5 |
| RAREZA escala: 1-6 | Característico ya que uno de los cerros se encuentra una cruz que siempre está adornada y forma parte de las historias y mitos de la región. | 4 |
| ACTUACIÓN HUMANA escala: 0-2 | Esta zona está siendo afectada por modificaciones poco armoniosas ya que al llegar a la zona resalta a simple vista un relleno sanitario. | 0 |
| TOTAL | | 24 |

Se obtuvo un total de 24 puntos, encontrándonos por esta puntuación en la clase A de acuerdo a BLM (1980), esto significa que nuestra calidad escénica es alta al ser un área con rasgos singulares y sobresalientes.



Figura 54. Entorno visual para la valoración paisajística desde la parte superior del cerro La Cruz.

Las fotografías fueron tomadas desde el cerro La Cruz (figura 54), se tomaron desde el punto más alto para poder observar el entorno visual que ofrece desde esta altura, las coordenadas son $19^{\circ}45' 01.0''\text{N}$ y $99^{\circ} 14' 36.1''\text{O}$, donde a lado Este podemos alcanzar a ver la laguna de Zumpango.



Figura 55. Entorno visual para la valoración paisajística desde la parte superior del segundo cerro del área de estudio (no tiene nombre).

Para el entorno visual del segundo cerro también se tomaron las fotografías desde el punto más alto con coordenadas $19^{\circ} 45' 10.5''\text{N}$ y $99^{\circ}14' 52.1''\text{O}$, pudiendo observar grandes elevaciones a lado sur y oeste (figura 55).

El área de estudio es un gran emisor de elementos visuales hacia los cuatro puntos cardinales y hacia el centro del mismo, ya que podemos observar un conjunto de paisajes que resaltan por su belleza escénica y por la disponibilidad de recursos naturales con bajos niveles de perturbación (Figura 56).

Dentro de los aspectos que generan una percepción desagradable del paisaje se encuentran: el relleno sanitario, erosión del suelo, los efectos de los incendios forestales, además del pastoreo (Figura 57).



Figura 56. Paisajes que nos ofrece la porción norte de la Ex-hacienda San José "La Teja".



Figura 57. Alteraciones del paisaje existentes en porción norte de la Ex-hacienda San José “La Teja”

8.5 Matriz de Leopold (modificada)

La matriz de Leopold publicada en 1971 y es un método que permite conocer y evaluar los impactos ambientales que se dan entre las interacciones humanas y los elementos del medio natural. A cada interrelación se le asignan valores en términos de magnitud e importancia.

- La magnitud con base en la extensión o escala de tiempo se describe mediante la asignación de un valor numérico que puede ser positivo o negativo comprendido entre -10 a -1 y de 1 a 10 (el cero no es válido).
- La importancia está relacionada con lo significativa que esta sea sobre el factor ambiental bajo análisis (Leopold, 1971). La escala de la importancia también varía de 1 (no significativa) a 10 (altamente significativa) (Velázquez-Gómez, 2011).

Los impactos fueron clasificados como significativos cuando su valor va de -7 a -10 y 7 a 10, y los impactos no significativos con valores de -1 a -6 y 1 a 6 (Cuadro 17).

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

- Actividades pecuarias
- Actividades urbanas
- Relleno sanitario
- Extracción y uso de recursos naturales
- Actividades de manejo

Se identificaron cuatro categorías de elementos impactables que son:

- Medio abiótico
- Medio biótico
- Medio socio-económico
- Paisaje

Cuadro 17. Matriz de Leopold.

| Magnitud del Impacto 1 a 10 (- o +) | | Actividades pecuarias | | | Actividades urbanas | | | | | | Relleno sanitario | | | Extracción y uso de recursos naturales | | | | | Actividades de manejo | | | IMPACTOS SIGNIFICATIVOS NEGATIVOS | IMPACTOS SIGNIFICATIVOS POSITIVOS | IMPACTOS NO SIGNIFICATIVOS | TOTAL DE IMPACTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----------------------|---------|----------|---------------------------|--------------------|-----------|------------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|------------|--|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|----|----|----|---|
| | | | | | | | | | | | | | | Extracción y uso de recursos naturales | | | | | Actividades de manejo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Importancia del Impacto 1 a 10 | | Bovino | Caprino | Caballar | Asentamientos irregulares | Caminos y senderos | Incendios | Introducción de organismos ferates | Desechos a cielo abierto | Quema de basura | Vertidos de aguas domésticas | Emisiones a la atmósfera | Lixiviados | Manejo y distribución de residuos | Extracción de tepetate | Extracción de flora | Extracción de fauna | Extracción de suelo | caza | Vigilancia | Control de incendios | Educación Ambiental | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ABIOTICOS | Agua | Calidad | -7/6 | -5/4 | -3/2 | -4/3 | | | -7/5 | | -3/1 | | | | | | | | | +3/2 | | +8/9 | 2 | 1 | 5 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cont. Desechos solidos | | | | | | -5/3 | | | -6/5 | | -5/5 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga | | | | | | -3/2 | | -4/3 | | | | -6/4 | | -8/7 | | | | | | | | | | 1 | 0 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suelo | Degradación | | -7/3 | -3/2 | -3/2 | -7/5 | -4/3 | -8/5 | -3/2 | -3/3 | | | | -4/3 | -8/8 | -2/1 | -4/3 | | | +9/5 | | +3/3 | 4 | 1 | 9 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fertilidad | | | | | -3/2 | -2/1 | -4/3 | | -2/3 | | | -5/3 | | | | | -5/3 | | | | | | 0 | 0 | 6 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Erosión | | -6/4 | -4/3 | -4/3 | -5/3 | -3/2 | -7/5 | | | | | | | | | | -8/7 | | -5/3 | +7/5 | +7/5 | | 2 | 2 | 6 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aire | Calidad | | | | | -8/6 | -4/3 | -7/3 | -3/2 | -10/8 | -4/5 | | | | | | | | | +7/5 | +9/9 | +7/7 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BIOTICOS | Vegetación | Distribución | -7/7 | -4/3 | -3/3 | -7/6 | -4/4 | -10/9 | | | | | | | -9/8 | -5/3 | | -3/3 | | +4/4 | +10/8 | +5/8 | 4 | 1 | 7 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Abundancia | -5/3 | -4/3 | -4/3 | -5/4 | -2/2 | -6/4 | | | | | | | -5/5 | -4/3 | | -2/3 | | | | | | 0 | 0 | 9 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sp. Bajo protección | | | | | | -8/6 | | | | | | | | | | | | | +7/5 | +7/3 | +10/10 | 2 | 3 | 0 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Herpetofauna | Riqueza | | | | -4/3 | -5/3 | -4/3 | | | | | | | | | -7/5 | | | | +6/3 | +3/3 | | 1 | 0 | 5 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Distribución | | | | -5/4 | -6/4 | -4/3 | | | | | | | | | -4/3 | | | | | +5/3 | | 0 | 0 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Alimentación | | | | -3/2 | -7/6 | | | | | | | | | | | | | | | +6/5 | | 1 | 0 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sp. Bajo protección | | | | -5/6 | -4/3 | -5/4 | | | | | | | | | -9/6 | | -8/4 | +9/6 | +9/5 | +10/10 | | 2 | 3 | 3 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mastofauna | Riqueza | | | | -5/4 | -4/3 | -4/5 | | | | | | | | | -10/8 | -9/5 | +7/5 | +9/7 | | | | 2 | 2 | 3 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Distribución | | | | -7/4 | -6/5 | -6/6 | | | | | | | | | -8/3 | | -7/5 | | | +5/4 | | 3 | 1 | 2 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Alimentación | | | | -3/2 | -7/5 | -5/5 | | | | | | | | | | | | | | +5/4 | | 1 | 0 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sp. Bajo protección | | | | -5/6 | -8/7 | -8/7 | | | | | | | | | -10/8 | | -10/8 | +10/8 | +10/8 | +10/10 | | 4 | 3 | 1 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aves | Riqueza | | | | -3/4 | -4/3 | -5/4 | | | | | | | | | -8/8 | -7/5 | +5/4 | | | | | 2 | 0 | 4 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Distribución | | | | -4/2 | -6/4 | -3/3 | | | | | | | | | -9/8 | | -7/4 | | | +5/5 | | 2 | 0 | 4 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Alimentación | | | | -3/2 | -6/5 | -4/3 | | | | | | | | | | | | | | +6/4 | | 0 | 0 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sp. Bajo protección | | | | | -5/4 | -5/4 | | | | | | | | | | -10/8 | | -10/8 | +10/8 | +7/6 | +10/10 | | 2 | 3 | 2 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOCIALES | Socioeconómico | Visitantes | | | | +3/4 | -5/5 | -5/3 | -4/5 | -5/4 | -5/4 | -7/5 | -4/3 | -5/5 | | | | | | +6/5 | +5/5 | +8/7 | 1 | 1 | 10 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Calidad de vida | | | | | -4/5 | | -4/5 | -2/2 | -7/4 | -7/5 | | -7/5 | | +4/2 | | | | +6/6 | +4/3 | | 3 | 0 | 6 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Empleos | +5/3 | +2/2 | +2/2 | | | | | | | | | | +7/5 | +3/2 | +3/2 | | | | | | 0 | 1 | 5 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Salud | | | | | | | -3/3 | -5/3 | -7/5 | -7/6 | | | | +3/3 | | | | | +5/4 | | | 2 | 0 | 4 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Comercio | +5/3 | +4/3 | +3/2 | | | | | | | | | | | +3/3 | | +7/6 | | | | | | 0 | 1 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paisaje | Calidad | | | | -7/3 | | -7/5 | -5/4 | -7/5 | -7/4 | -8/7 | -7/6 | -5/3 | -8/6 | -9/8 | -4/4 | | -4/2 | | +7/3 | +7/4 | +7/5 | 8 | 3 | 4 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS NEGATIVOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 9 | 1 | 2 | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 8 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | |
| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS POSITIVOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 9 | 8 |
| IMPACTOS NO SIGNIFICATIVOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 7 | 7 | 17 | 6 | 14 | 9 | 8 | 5 | 5 | 0 | 3 | 2 | 4 | 7 | 1 | 6 | 0 | 7 | 9 | 2 | |
| TOTAL DE IMPACTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | 7 | 7 | 21 | 6 | 23 | 10 | 10 | 7 | 8 | 5 | 4 | 5 | 8 | 8 | 10 | 6 | 7 | 16 | 18 | 10 | |

Se obtuvo un total de 203 interacciones (cuadro 17); 58 positivas y 145 negativas, en donde se observa que los elementos ambientales (filas) con mayor número de impactos negativos fueron degradación del suelo y paisaje con 12 impactos negativos cada uno y pérdida de la cobertura vegetal, abundancia de la vegetación y visitantes con 9 impactos negativos; por otro lado los de mayor impactos positivos fueron empleos y comercio del rubro de socio-económicos con 6 y 5 impactos positivos respectivamente.

El grupo que generan mayores impactos negativos a los componentes ambientales son las actividades urbanas con el 57.4 % del total (Figura 58), destacando los incendios forestales y asentamientos irregulares como los principales; seguido de la extracción y uso de los recursos naturales (23 %) donde la extracción de fauna y la caza son los más importantes, el siguiente grupo son las actividades pecuarias (10.1 %) donde el ganado bovino tiene más impactos significativos negativos y por último el relleno sanitario (9.5 %) donde las emisiones a la atmosfera tiene los impactos significativos negativos mayores, cabe mencionar que el grupo de las actividades de manejo no presento ningún impacto negativo.

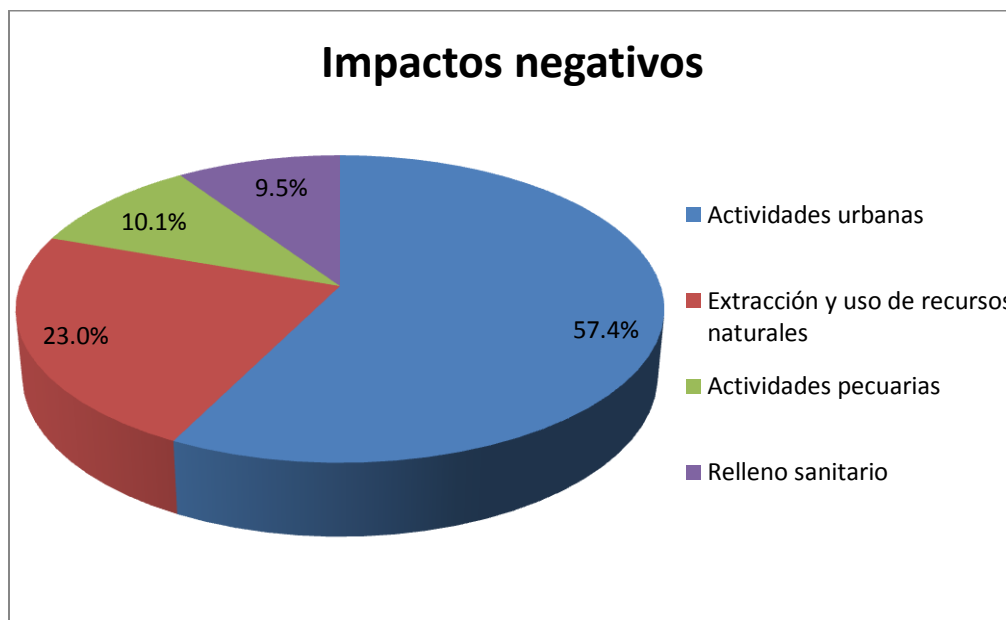


Figura 58. Porcentaje de los impactos negativos por grupo.

En la figura 59 se observan los impactos positivos por grupo, donde las actividades de manejo tienen 77.2 % del total, seguida de la extracción de recursos naturales y las actividades pecuarias con el 10.5 % cada una y el relleno sanitario con el 1.8 %, cabe señalar que el grupo de las actividades urbanas no presento ningún impacto positivo.

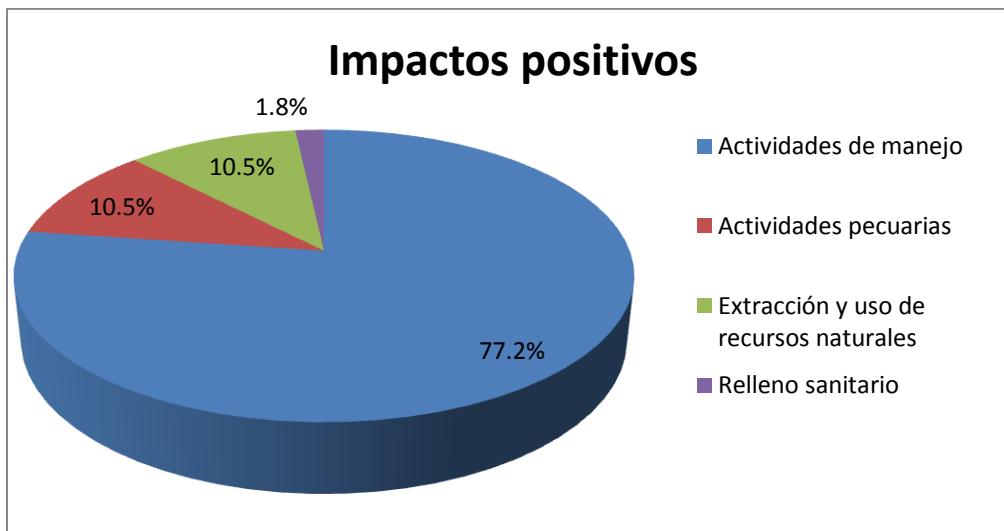


Figura 59. Porcentaje de los impactos positivos por grupo.

En cuanto a los impactos negativos significativos y positivos significativos los podemos observar en el cuadro siguiente:

Cuadro 18. Total de impactos positivos y negativos significativos por grupo.

| Impactos por grupo | Impactos negativos significativos | Impactos positivos significativos |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Actividades pecuarias | 3 | 0 |
| Actividades urbanas | 21 | 0 |
| Relleno sanitario | 8 | 1 |
| Extracción y uso de recursos naturales | 21 | 1 |
| Actividades de manejo | 0 | 26 |
| Total | 53 | 28 |

Como podemos observar en el cuadro anterior el grupo que cuenta con los impactos negativos significativos más altos, son la extracción y uso de recursos naturales, siendo la extracción de fauna y la caza los más importantes, seguido de las actividades urbanas donde los incendios son la actividad con mas impactos negativos significativos; el relleno sanitario cuenta con 8 impactos negativos significativos y las emisiones a la atmosfera es la más importantes para este grupo y por último las actividades pecuarias donde el ganado bovino tiene los 3 impactos negativos significativos. Para los impactos positivos significativos las actividades de manejo cuentan con la mayoría de los impactos siendo las tres actividades (vigilancia, educación ambiental y control de incendios) importantes, el relleno sanitario y la extracción y uso de recursos naturales cuentan con solo 1 impacto positivo significativo referido a empleos y comercio respectivamente.

En el cuadro 19 se muestra de forma sintetizada la matriz de Leopold, donde se presenta la frecuencia y el porcentaje de magnitud e importancia de cada valor de impacto que van del 1 a 10 (+ o -) y del 1 a 10. El valor de magnitud con mayor frecuencia fue el de -7 con el 6.40 % y el de menor frecuencia -8 y -2 con el 0.99 % en los impactos negativos, por otra parte el valor de 4 con el 15.27 % fue el de mayor frecuencia de los impactos positivos y el de menor frecuencia fue 2 y 9 con el 2.96 % cada uno. En los valores de importancia la mayor frecuencia fue 3 con el 27.59 % y la menor fue 1 y 9 con el 1.48%.

Cuadro 19. Frecuencias de impactos ambientales.

| MAGNITUD | | | | | | IMPORTANCIA | | |
|----------|----|------|------|----|-------|-------------|----|-------|
| V.I. | F | % | V.I. | F | % | V.I. | F | % |
| -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1.48 |
| -2 | 2 | 0.99 | 2 | 6 | 2.96 | 2 | 23 | 11.33 |
| -3 | 9 | 4.43 | 3 | 17 | 8.37 | 3 | 56 | 27.59 |
| -4 | 4 | 1.97 | 4 | 31 | 15.27 | 4 | 33 | 16.26 |
| -5 | 10 | 4.93 | 5 | 29 | 14.29 | 5 | 40 | 19.70 |

| | | | | | | | | |
|-----|----|------|----|----|-------|----|----|------|
| -6 | 5 | 2.46 | 6 | 9 | 4.43 | 6 | 16 | 7.88 |
| -7 | 13 | 6.40 | 7 | 27 | 13.30 | 7 | 10 | 4.93 |
| -8 | 2 | 0.99 | 8 | 13 | 6.40 | 8 | 15 | 7.39 |
| -9 | 5 | 2.46 | 9 | 6 | 2.96 | 9 | 3 | 1.48 |
| -10 | 8 | 3.94 | 10 | 7 | 3.45 | 10 | 4 | 1.97 |

V.I.= valor de importancia; F=frecuencia.

8.6 Presión-Estado-Respuesta (PER)

El esquema PER es una herramienta analítica que trata de categorizar o clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades socio-demográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguiente: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R) a esas condiciones para facilitar o prevenir impactos negativos resultantes de las presiones (INEGI, 2000).

El modelo PER resalta las relaciones de causa-efecto por medio de indicadores mostrando cómo están interrelacionados el ambiente, la economía y la sociedad. Tiene la ventaja de ser uno de los marcos de referencia de más fácil uso y entendimiento por lo que han sido base del desarrollo de modelos más complejos (Muñoz-Flores, 2009). Se identificaron 10 indicadores de presión los cuales son señalados a continuación:

Cuadro 20. Modelo P-E-R

| Presión | Estado | Respuesta |
|------------------|---|---|
| Incendios | - Es difícil extinguir el fuego debido a que la mayoría de los incendios son en las partes altas de los cerros y no hay transporte que llegue hasta esas zonas, además de no contar con los suficientes | - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. -LGEEPA Art. 110, 111, 113. - Intensificar la vigilancia e incrementar el número de |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>guardaparques y personal para combatir los incendios.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constituyen la principal causa de deterioro de la calidad del aire por la emisión de contaminantes generados durante la combustión. - Modifican la dinámica del suelo y favorecen la erosión al eliminar la cubierta vegetal. - Destruyen el hábitat de las especies silvestres, siendo especialmente vulnerables las que se encuentran en alguna categoría de riesgo. - Provocan el deterioro del paisaje. - Constituyen una amenaza para la calidad de vida de la población local. | <p>guardaparques con la ayuda del ayuntamiento, organizaciones no gubernamentales y voluntarios debidamente capacitados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Involucrar a la población local para el aviso de los incendios, colocar letreros con números de emergencia y teléfonos de la administración del parque estatal, así como repartir folletos para dar a conocer la importancia de la prevención oportuna de los incendios forestales. - Prevenir con la apertura de brechas y líneas corta fuego en las temporadas donde se tenga mayor incidencia de incendios. - Solicitar el programa de asistencia forestal que ofrece PROBOSQUE, así como mantener capacitados tanto a voluntarios y guardaparques con cursos para la prevención y control de incendios que ofrece PROBOSQUE. |
| <p>Asentamientos irregulares</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Producen la destrucción del hábitat de la flora y la fauna al inducir la eliminación de la cubierta vegetal. - Cambio de uso de suelo, lo que ocasiona la aceleración de los procesos erosivos y compactación. | <p>LGGEPA: Art. 15, fracción XVI; Art. 19, fracción III, IV y V; Art. 20, fracción I y II y Art. 23.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ordenamiento Ecológico del Estado de México. - Decreto de creación y programa de manejo del parque estatal Sierra de Tepotzotlán. |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>No cuentan con servicios de drenaje lo que provoca la proliferación de fauna nociva y enfermedades.</p> <p>- Por otra parte se ejerce presión sobre los recursos naturales ya que la economía local y alimentación depende de la extracción de plantas medicinales y comestibles, además de leña y tierra de monte.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Incrementar la vigilancia a fin de detectar asentamientos irregulares. - Mejorar las vías de comunicación. - Brindar educación ambiental a fin de dar a conocer el manejo de residuos domésticos. - Involucrar a la población local en las labores de manejo del Parque Estatal ya que la mayoría no sabe el manejo que tiene una zona como esta. - Capacitación dirigida a la población local para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. |
| <p>Introducción de organismos ferales</p> | <p>- Los asentamientos humanos y el relleno sanitario han propiciado la aparición de organismos ferales como son gatos y perros que se encuentran con gran frecuencia a lo largo de la zona de estudio, afectando de manera directa a la fauna y a las personas que visitan el parque, ya que muchos de estos atacan a los visitantes.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - LGEEPA: Art. 49, fracción IV. - Código para la biodiversidad del Estado de México. - Programa de manejo del parque estatal. - Eliminación de perros ferales tanto del parque estatal como del relleno sanitario. - Desarrollar un programa de esterilización de mascotas, y brindar información sobre la afectación de estos animales para la fauna del lugar. |

| | | |
|---|---|---|
| <p>Desechos a cielo abierto</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Dispersión de basura. -Contaminación del suelo y aire. -Arribo de fauna nociva (ratas, moscas y perros). - La fauna puede correr riesgo de ingerir ciertos residuos como pueden ser plásticos o cartón. - El paisaje también se ve afectado ya que le da un mal aspecto al parque estatal. | <ul style="list-style-type: none"> - LGEEPA: Art.150. - Plan de desarrollo urbano del municipio de Tepetzotlán. - Programa de manejo del parque estatal. - Llevar a cabo programas de limpieza y recolección de basura. - Educación ambiental enfocada al reciclaje de los desechos orgánicos como inorgánicos. -Colocar contenedores a lo largo del área de estudio y darle tanto un seguimiento como un mantenimiento a tales contenedores. |
| <p>Extracción de flora y fauna</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Extracción de flora y fauna realizada por la población local con fines de consumo. - La extracción ilegal también la realizan personas ajenas al área con la finalidad de negociar con ellas, esta extracción resulta de suma importancia ya que en la zona se encuentran especies que están dentro de la NOM-059 y dentro de la lista roja de la IUCN. - En el caso de las cactáceas están muy susceptibles al saqueo y al comercio ilegal | <ul style="list-style-type: none"> - NOM-059-SEMARNAT-2010. - LGEEPA: Art 11, fracción IV; Art. 15, fracción IV. - Código para la biodiversidad del Estado de México. - Programa de Manejo del parque estatal Sierra de Tepetzotlán. - Incrementar la vigilancia. - Colocar carteles informativos donde se mencione que está prohibido extraer plantas o animales del área. - Sanciones a los infractores en base |

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| | <p>debido a que son utilizadas como plantas de ornato.</p> | <p>a la legislación federal y estatal a fin de disminuir la extracción de organismos.</p> <p>- Desarrollar estudios de inventarios poblacionales de los principales grupos de vertebrados, principalmente de las especies que se encuentran dentro de la NOM-059 y la lista roja de la IUCN.</p> |
| <p>Extracción de tepetate</p> | <p>- La extracción de tepetate normalmente se realiza por personas foráneas, propiciando el inicio de procesos erosivos.</p> <p>- Es un factor de perturbación del hábitat de la fauna, principalmente de reptiles y pequeños mamíferos.</p> <p>Afecta a los visitantes ya que el camino de acceso al área de estudio está desapareciendo, lo que ocasiona que las personas ya no visiten el área o tengan que buscar nuevas rutas de acceso.</p> <p>-Efectos sobre el paisaje.</p> | <p>- LGEEPA: Art. 49, fracción III; Art. 98.</p> <p>- Programa de manejo del parque estatal Sierra de Tepetzotlán.</p> <p>- Aumentar la vigilancia y colocar una caseta de vigilancia permanente al inicio del camino para no permitir la entrada de camiones de carga.</p> <p>- Aplicar las sanciones correspondientes con base en la legislación vigente.</p> <p>-Solicitar el apoyo de la población local para la denuncia y la vigilancia.</p> |

| | | |
|-------------------------------------|--|--|
| <p>Actividades pecuarias</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Las actividades pecuarias ocupan la mayor extensión superficial en el área de estudio, ocasiona efectos sobre el suelo por la compactación que produce el pisoteo de los animales. - La remoción de la cubierta herbácea disminuye la capacidad del suelo de mantener la humedad, además de alterar la estructura y composición del sotobosque y provocar erosión y degradación. - Se ve afectada también la permeabilidad del suelo y la recarga de los mantos freáticos. | <ul style="list-style-type: none"> - LGEEPA: art. 107 y 103 - Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable. Art. 3 y 163. - Plan de manejo del parque estatal Sierra de Tepetzotlán. - Asignación de áreas específicas para el pastoreo. - Colocar cercos o algún tipo de barrera en las áreas designadas para el pastoreo. |
| <p>Relleno sanitario</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Contaminación de suelo, agua y aire. - Fauna nociva (ratas, moscas y perros) y patógenos (bacterias, hongos y virus). - No hay un manejo adecuado del relleno sanitario, además recibir los desechos de empresas privadas y municipios cercanos cuando solo debería recibir los desechos del municipio. | <ul style="list-style-type: none"> - LGEEPA Art. 98,140,155 y 156 - NOM-083-SEMARNAT-2003 que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. - NOM-098-SEMARNAT-2002 establece la protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. |

| | | |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - No cuenta con las características físicas de un relleno sanitario. - Efectos negativos sobre el paisaje. - Efectos sobre la salud de los personas que laboran en el, así como de las personas que habitan en las cercanías. | <ul style="list-style-type: none"> -Cumplir con las condicionantes y las medidas de mitigación que están emitidas en el resolutivo de la manifestación de impacto ambiental - Separación de residuos sólidos. - Educación ambiental a la población en general. |
| Extracción de suelo (tierra de monte y hojarasca) | <ul style="list-style-type: none"> - La extracción es realizada tanto por pobladores locales como personas foráneas con el fin de venderla como tierra para macetas. - La extracción se realiza en el bosque de encino, en áreas con fuertes pendientes, lo que provoca alteraciones sobre la fertilidad y la estructura del suelo, además de propiciar el inicio de procesos erosivos. - Es un factor de perturbación del hábitat de la fauna. | <ul style="list-style-type: none"> - LGEEPA: Art. 49, fracción III. -Programa de manejo del parque estatal. - Aumentar la vigilancia. - Promover el uso de composta entre los pobladores para evitar la extracción de tierra de monte, así como poner letreros informativos para brindar a los visitantes y pobladores locales la información necesaria para la realizar composta. |
| Educación ambiental | <ul style="list-style-type: none"> - Entre las actividades que realiza la administración del parque estatal se encuentran visitas guiadas, campañas de reforestación y festejos para el día mundial del medio ambiente y el día mundial de las aves. | <ul style="list-style-type: none"> -LGEEPA: Art. 15, fracción XX y Art. 39 -Ley General de vida silvestre: Art. 21. Plan de manejo del parque estatal |

| | | |
|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Se imparte educación ambiental a primarias, secundarias y escuelas especiales. - Existe compromiso de la población con acciones para la conservación y mejoramiento de su entorno. | <p>Sierra de Tepotzotlán.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar proyectos de servicio social o tesis para impartir educación ambiental a pobladores locales para el uso adecuado del parque estatal; dar a conocer la existencia de especies en alguna categoría de riesgo, manejo sustentable de recursos naturales, erradicar mitos que existen sobre ciertas especies, manejo de residuos domésticos, ente otros. - Poner letreros informativos sobre diversos temas, así como contenedores para evitar los desechos a cielo abierto. - Sanciones a los infractores con base en la legislación federal y estatal. - Desarrollar proyectos poblacionales de los principales grupos de vertebrados, principalmente de las especies que se encuentran dentro de una categoría de riesgo. |
|--|---|---|

8.7 Medidas de mitigación

El último objetivo de este trabajo fue proponer algunas medidas de mitigación acordes a la problemática en la zona de estudio, a continuación se presentan los 9 problemas identificados, así como las propuestas para disminuir los efectos adversos causados por los impactos identificados.

Cuadro 21. Medidas de mitigación para los impactos identificados.

| Problemática | Medidas de mitigación |
|---------------------------------|---|
| Erosión del suelo | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Introducir medidas de restauración en sitios con erosión severa. ➤ Reforestación con especies de la zona en los sitios afectados y con mayor pendiente. |
| Pastoreo | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Delimitar un área especial para el pastoreo. ➤ Colocar cercos o barreras que impidan que el ganado salga de la zona destinada para dicho fin. |
| Contaminación del aire | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Monitoreo e inspección del relleno sanitario ya que es la principal fuente de contaminación del aire. ➤ Concientizar a la población de la importancia de no quemar la basura. |
| Desechos a cielo abierto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Colocar contenedores a lo largo del área así como llevar un inventario y darles mantenimiento y seguimiento. ➤ Llevar a cabo programas de limpieza y recolección de basura involucrando a la población local. ➤ Concientizar a la población de la importancia del manejo adecuado de los residuos. ➤ Mostrar alternativas de uso de los desechos |

| | |
|-----------------------------|---|
| | orgánicos, PET, latas y papel. |
| Relleno sanitario | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-083 SEMARNAT-2003 para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. ➤ Dar seguimiento a las medidas de mitigación contenidas en el resolutive de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ya que muchas de ellas aun no se llevan a cabo. ➤ Elaborar procedimientos donde se establezca el manejo de los residuos sólidos, que impliquen programas de separación, reutilización de residuos y elaboración de composta. |
| Control de incendios | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Incrementar el número de guardaparques, combatientes y grupo de voluntarios, todos ellos debidamente capacitados. ➤ Aumentar las medidas preventivas como la apertura de brechas y líneas corta fuego en los periodos de mayor incidencia de incendios. ➤ Capacitar a los guardaparques con los cursos de prevención y control de incendios forestales que ofrece PROBOSQUE. ➤ Aumentar la vigilancia para evitar los incendios por negligencia de las personas que visitan el área. |

| | |
|---|--|
| <p>Educación ambiental</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Campañas de educación ambiental a los pobladores para promover una participación activa en la resolución de conflictos ambientales en la comunidad. ➤ Organización de ferias ambientales con talleres y pláticas acerca de la importancia del parque estatal ➤ Se propone implementar educación ambiental a todos los niveles educativos, impartiendo talleres, conferencias y cursos. ➤ Poner letreros informativos. |
| <p>Manejo del Parque Estatal</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se recomienda al ayuntamiento mejorar los servicios de recolección de basura. ➤ Eliminación de perros ferales y realizar una campaña de esterilización de mascotas de los pobladores. ➤ Reestructurar y actualizar el programa de manejo del parque estatal Sierra de Tepetzotlán. ➤ Realizar los inventarios florísticos y faunísticos del parque ya que no se cuentan con ellos en la administración. |
| <p>Vigilancia</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Colocar una caseta de vigilancia permanente al comienzo del camino. ➤ Contar con más guardaparques para la vigilancia del parque estatal. |

8.8 Líneas de seguimiento y vigilancia

Estas líneas de seguimiento detallan las acciones de vigilancia y prevé la elaboración de informes técnicos sobre el grado de cumplimiento del diagnóstico ambiental.

A continuación se detallan las líneas de seguimiento y vigilancia propuesta por Gómez-Orea (1999) ya que siempre es importante evaluar las medidas de mitigación después de aplicarlas.

1.- PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Objetivo: Promover una conciencia ambiental hacia los pobladores del entorno para dar a conocer la importancia del parque estatal a otras personas y promover las ferias ambientales desde la perspectiva del desarrollo sustentable.

Indicador de realización: 1) Estado no adecuado de los recursos naturales. 2) Poco conocimiento de los recursos naturales y del parque estatal Sierra de Tepetzotlán.

Calendario de comprobación: Semanalmente

Umbral de alerta: Poca conciencia de los daños creados al ambiente, disminución y pérdida de la biodiversidad.

Umbral inadmisibles: Aumento considerable de la fauna feral, extracción de flora y fauna y pérdida del paisaje.

Puntos de comprobación: Población local y caminos a la zona de estudio.

Requerimientos del personal encargado: Biólogos y técnicos en educación ambiental.

Medidas de urgencia: Realizar una feria ambiental iniciando con temas de protección de las ANP, belleza escénica y aprovechamiento sustentable así como jornadas de limpieza al parque estatal.

2.- INSPECCION DEL RELLENO SANITARIO

Objetivo: Monitoreo e inspección del relleno sanitario para su mejor manejo y no disminuir su vida útil.

Indicador de realización: Olores desagradable, lixiviados sin un buen manejo y fauna nociva.

Calendario de comprobación: Mensualmente.

Umbral de alerta: Modificación del paisaje, contaminación visual y quejas de los pobladores.

Umbral inadmisibile: Enfermedades gastrointestinales de las personas cercanas al relleno sanitario, ampliar el relleno y sobrepasar la carga permitida por día.

Puntos de comprobación: Limite del relleno sanitario.

Requerimientos del personal encargado: Químicos, biólogos y abogados.

Medidas de urgencia: Realizar una visita al relleno sanitario para verificar la carga por día y verificar si se cumple con la normatividad aplicable.

3.- CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Objetivo: Disminuir la contaminación del aire.

Indicador de realización: Quema de basura y relleno sanitario.

Calendario de comprobación: Mensualmente.

Umbral de alerta: Quema de basura y emisiones del relleno sanitario.

Umbral inadmisibile: Efectos a la población cercana al relleno sanitario e incremento de la quema de basura por parte de los pobladores.

Puntos de comprobación: Relleno sanitario y alrededores del área de estudio donde se encuentran los asentamientos irregulares.

Requerimientos del personal encargado: Biólogos, químicos y abogados.

Medidas de urgencia: Monitoreo e inspección del relleno sanitario ya que es la principal fuente de contaminación del aire y platicas a los pobladores sobre la importancia de no quemar basura.

4.- MANEJO ADECUADO DE LOS DESECHOS SOLIDOS URBANOS

Objetivo: Concientizar a la población de la importancia del manejo adecuado de los residuos.

Indicador de realización: Desechos a lo largo de toda el área y efectos sobre el paisaje.

Calendario de comprobación: Semanalmente

Umbral de alerta: Desechos a lo largo de toda el área de estudio.

Umbral inadmisibile: Aumento considerable de los desechos a cielo abierto a pesar de los contenedores y letreros informativos.

Puntos de comprobación: Contenedores en sitios estratégicos.

Requerimientos del personal encargado: Guardaparques y biólogos.

Medidas de urgencia: Colocar letreros informativos, realizar campañas de limpieza y recolección de basura involucrando a visitantes y población local.

5.- CONTROL DE INCENDIOS

Objetivo: Disminuir los incendios forestales.

Indicador de realización: Incendios en el área de estudio, perdida de la cubierta vegetal y modificación del paisaje.

Calendario de comprobación: Periodo de más incidencia de incendios (temporada seca).

Umbral de alerta: Antecedentes de incendios forestales en el área de estudio.

Umbral inadmisibile: Incendios forestales no controlados y perdida de una gran extensión de cubierta vegetal.

Puntos de comprobación: Área de estudio y alrededores.

Requerimientos del personal encargado: Biólogos, guardaparques y grupo de voluntarios previamente capacitados.

Medidas de urgencia: Apertura de brechas y líneas cortafuego durante el periodo de mayor incidencia de incendios.

6.- PROGRAMA DE MANEJO DEL PARQUE ESTATAL

Objetivo: Actualizar el programa de manejo de parque.

Indicador de realización: Falta de vigilancia, extracción de recursos y desechos a cielo abierto.

Calendario de comprobación: Semestral.

Umbral de alerta: Falta de información actual sobre las problemáticas del parque.

Umbral inadmisibles: Realizar actividades que no estén contenidas en el plan de manejo y que afecten al parque estatal.

Puntos de comprobación: Coordinación administrativa.

Requerimientos del personal encargado: Biólogos, administrativos, guardaparques y delegado regional.

Medidas de urgencia: Realizar inventarios florísticos y faunísticos del parque para incorporarlos a la actualización del programa de manejo del parque estatal Sierra de Tepetzotlán.

7.- EXTRACCIÓN DE RECURSOS

Objetivo: Aumentar la vigilancia para disminuir la extracción de recursos.

Indicador de realización: Extracción de flora, fauna, tepetate y tierra de monte.

Calendario de comprobación: Diario.

Umbral de alerta: Extracción de recursos.

Umbral inadmisibles: Desaparición de especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo.

Puntos de comprobación: Entrada a la zona de estudio y alrededores.

Requerimientos del personal encargado: Biólogos y guardaparques.

Medidas de urgencia: Contar con una caseta de vigilancia en el camino para ingresar al área de estudio y poner letreros informativos sobre la conservación de los recursos en la zona.

8.- EROSIÓN DEL SUELO

Objetivo: Control y conservación de la estructura del suelo.

Indicador de realización: Erosión debido al pastoreo, incendios y extracción ilegal de tepetate.

Calendario de comprobación: Anualmente.

Umbral de alerta: Inicio de erosión en las pendientes más pronunciadas.

Umbral inadmisibile: Aumento de la erosión considerablemente y perdida del paisaje.

Puntos de comprobación: Sitios erosionados y de mayor pendiente.

Requerimientos del personal encargado: Edafólogos, agrónomos y biólogos.

Medidas de urgencia: Aumentar la vigilancia en las zonas afectadas.

9.- ACTIVIDADES PECUARIAS SUSTENTABLES

Objetivo: Reducir el área de pastoreo y evitar la erosión y problemas de compactación.

Indicador de realización: Perdida de la cobertura vegetal y compactación del suelo.

Calendario de comprobación: Semanalmente.

Umbral de alerta: Compactación del suelo e inicio de erosión.

Umbral inadmisibile: Aumento de la erosión, pérdida significativa de la vegetación y cambio de uso de suelo.

Puntos de comprobación: Zonas de mayor actividad pecuaria y áreas más conservadas.

Requerimientos del personal encargado: Edafólogos, biólogos e ingenieros agrónomos.

Medidas de urgencia: Delimitar las zonas de pastoreo y dar platicas sobre los daños de la compactación del suelo.

9. CONCLUSIONES

El área de estudio forma parte del ANP parque estatal Sierra de Tepetzotlán y se encuentra en la parte norte de la Ex-hacienda San José “La teja” con aproximadamente 17 hectáreas. Se encuentra dentro del área crítica y de préstamo, así como de la zona de restauración y rehabilitación.

Se pudo confirmar la presencia de la unidad de suelo Feozem en la zona de bosque de encino, mientras en la zona de matorral se piensa que puede ser el tipo de suelo perteneciente a Vertisol, sin embargo se necesitarían hacer otras pruebas y tomar muestras de otros horizontes para corroborar. El tipo de suelo perteneciente bosque de encino presenta condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal mientras la zona de matorral xerófilo se ve afectada por los tipos de uso que se le da al área.

Los análisis de agua del jagüey muestran que los coliformes fecales no se encuentran dentro de los límites que marcan los criterios ecológicos de calidad de agua para uso pecuario, es por esto que se tiene que mantener una limpieza adecuada de los jagüeyes para asegurar la salud de los animales y prevenir enfermedades gastrointestinales de las personas que consumen esta carne.

Se identificaron cuatro tipos de vegetación: bosque de encino, matorral xerófilo, pastizal inducido y matorral de encino (chaparral). Se identificaron un total de 100 especies vegetales, las cuales se agrupan en 43 familias y 96 géneros; las familias más abundantes fueron Asteraceae, Fabaceae, Cactaceae, Fagaceae y Poaceae. De las especies identificadas solo *Dasyllirion acrotriche* se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de especie amenazada endémica y *Astragalus mollisimus* y *Eysenhardtia polystachya* se encuentran dentro de la categoría de preocupación menor de la lista roja de la IUCN.

La fauna de vertebrados está referida en 51 especies, la más abundante fue la avifauna, seguida de la mastofauna y por último la herpetofauna; en este análisis se identificaron 6 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Crotalus molossus*, *Sceloporus grammicus*, *Accipiter cooperii*, *Accipiter striatus*, *Buteo albonotatus* y *Falco peregrinus* todas ellas bajo la categoría de protección especial. En cuanto a la lista roja de la IUCN 44 fueron las especies dentro de la categoría de preocupación menor y *Lepus callotis* fue encontrada bajo la categoría de casi amenazada.

En los aspectos socioeconómicos, destaca que los pobladores de la región se dedican principalmente a la ganadería con fines de autoconsumo. La mayoría de las personas encuestadas mencionaron que si saben que la Sierra de Tepetzotlán es un ANP pero muchos no saben los cuidados que se les da a este tipo de áreas. Mencionaron que los recursos naturales que más utilizan son los hongos, plantas medicinales, nopales, leña y tierra de monte.

De acuerdo al método de BLM se obtuvo un total de 24 puntos, esto significa que la zona de estudio cuenta con una calidad escénica alta al ser un área con rasgos singulares y sobresalientes. Dentro de los aspectos que generan una percepción desagradable del paisaje se encuentran el relleno sanitario, erosión del suelo, los efectos de los incendios forestales y el pastoreo.

En la matriz de Leopold se obtuvo un total de 203 interacciones; 58 positivas y 145 negativas, de las cuales 54 fueron impactos negativos significativos y 28 impactos positivos significativos; las principales actividades fueron las pecuarias, actividades urbanas, relleno sanitario, extracción y uso de recursos naturales y las actividades de manejo. Del método PER se identificaron diez presiones sobre el ambiente y se enlistaron algunas propuestas para disminuir esta presión. Finalmente se proponen 27 medidas de mitigación así como un programa de vigilancia y seguimiento correspondiente.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano-Álvarez T. A., Soriano-Sarabia M. y Torres-Reyes S. 2006. Anfibios y reptiles de Tepetzotlán, Estado de México. *Revista de Zoología*. UNAM. México. (017):4652.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A. C., Xalapa. México, D. F. 212 pp.
- Behler L.J. and King-Wayne F. 1995. National Audubon Society Field Guide to North American Reptiles & Amphibians. Alfred A. Knopf, New York. 742pp.
- BLM.1980. (U.S.D.I., Bureau of Land Management): Visual simulation techniques. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Botero, A., De la Ossa, V. y Amado, M. 2009. Importancia de los jagüeyes en las sabanas del Caribe colombiano. *Revista Colombiana cienc. Anim.* 1 (1): 71-84.
- Brechelt, A. 2000. Agricultura Orgánica. CEDAF. Republica Dominicana. 44 pp.
- Cardenas S. A. y Delgadillo M. C. 1992. Los musgos de la Sierra de Alcaparrosa, México. *Acta Botánica Mexicana*. Instituto de Ecología. México. (017): 23-33.
- Castillo-Ibarra A. y Reyes-Armella D. M. 2009. Listado de algunos aspectos ecológicos de la Herpetofauna del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán”, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 95 pp.
- Castro-Cid del Prado I. 2009. Programa trianual de asistencia social 2009-2012. Sistema municipal DIF de Tepetzotlán. 227 pp.
- Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF). 2012. Áreas Naturales Protegidas.
http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/index.htm.
Consultado en noviembre de 2012.

Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF). 2012. Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas. http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/sistema_areas_protegidas/index.htm Consultado en diciembre de 2012.

Coordinación General de Conservación Ecológica (CGCE). 2012. Áreas Naturales Protegidas. http://portal2.edomex.gob.mx/sma/parques_areas_naturales/areas_naturales_protegidas/index.htm. Consultado en octubre del 2012.

Coutiño-Rodríguez R., Rodríguez-Romero E., Pérez-Gutiérrez R. A., Igartúa-López E. y López-Chimalpopoca F. 2008. Bacterias transmitidas por agua y alimentos que producen enfermedades. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. 21 (2): 5-11

Cuevas-Villalobos I. 2010. Diagnóstico ambiental de la Sierra de Tepetzotlán en las inmediaciones de Huehuetoca, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 125 pp.

Emlen J. A. 1971. Population densities of birds derived from transect counts. The Auk. 88 (2): 323-241.

Espinosa-García, F. J. y J. Sarukhán. 1997. Manual de malezas del Valle de México. Ediciones Científicas Universitarias UNAM-Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 407 pp.

Flores-Casas R. 2009. Diagnóstico Ambiental del Parque Ecológico "Arcos del Sitio" Tepetzotlán, Estado de México. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 98pp.

Gaucher, G. 1971. El suelo y sus características agronómicas, Ed. Omega. Barcelona. 647 pp.

Gaviño de la Torre y Juárez F. 1974. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. LIMUSA, México. 251 pp.

Gobierno del Estado de México, 2003. Plan municipal de Desarrollo Urbano de Tepetzotlán. 90 pp.

- Gobierno del Estado de México, 2003. Programa de Manejo Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán. 91 pp.
- Gobierno del Estado de México, 2007. Diagnóstico Ambiental del Estado de México por regiones hidrográficas. 112 pp.
- Gómez-López D.R. 2013. Diagnóstico ambiental de la zona ribereña de Ahuehuetzingo, Puente de Ixtla, Mor. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 175 pp.
- Gómez-Orea D. 1999. Evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa y Ed. Agrícola Española. Madrid, España. 701 pp.
- Gómez, P.A. y Dirzo, R. 1995. Reserva de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología (INE), SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 159 pp.
- González-Santillán P. 2010. Identificación de erosión del suelo, mediante imágenes de satélite SPOT 5 HRG, en El Parque Estatal "Sierra De Tepetzotlán", Estado de México. Tesis de licenciatura en Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. 92pp.
- H. Ayuntamiento de Tepetzotlán. 2009. Plan de desarrollo municipal 2009-2012. México. 201 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2007. Consultado el 17 de mayo de 2012 en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/126/marco.html>
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2009. Dirección de Conservación de Ecosistemas. <http://www.ine.gob.mx/con-eco> Consultado en febrero del 2010.
- INE-SEMARNAT.2000. El ordenamiento ecológico del territorio. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000, México.
- INEGI. 1976. Carta Geológica E14A29, Cuautitlán. Escala 1: 50 000.
- INEGI. 1976. Carta Uso de Suelo E14A29, Cuautitlán. Escala 1: 50 000
- INEGI. 1977. Carta Uso de suelo E14A19, Zumpango de Ocampo. Escala 1: 50 000.

- INEGI. 1978. Carta Geológica E14A19, Zumpango de Ocampo. Escala 1: 50 000.
- INEGI. 1982. Carta Edafológica E14A19, Zumpango de Ocampo. Escala 1: 50 000.
- INEGI. 1982. Carta Edafológica E14A29, Cuautitlán. Escala 1: 50 000.
- INEGI. 1997. Carta Topográfica E14A19, Zumpango de Ocampo. Escala 1: 50 000.
- INEGI. 1998. Carta Topográfica E14A29, Cuautitlán. Escala 1: 50 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2000. Censo General de Población y Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2005. Censo General de Población y Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo General de Población y Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2000. Indicadores de desarrollo sustentable en México. 213 pp.
- Leopold, L., F. Clark, B. Hanshaw y J. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U. S. Geological Survey.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 2012. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Llorente-Bousquets J. 1990. Manual de recolección y preparación de animales. Facultad de Ciencias, UNAM. 270 pp.
- Lot A. y Chiang C. 1986. Manual del herbario. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. México, D. F.
- Manual Introducción a la Gestión Ambiental Municipal (MIGAM). 2004. Ed. Maya. 73 pp.
- Muñoz-Flores A.M. 2009. Diagnóstico Ambiental de la Subcuenca de Otumba, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 100 pp.

- Muñoz-Iniestra D., Mendoza-Cantú A., López-Galindo F., Soler-Aburto A. y Hernández-Moreno M. M. 2000. Edafología. Manual de métodos y análisis de suelo. UNAM. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla, Estado de México. 82pp.
- Narro, F. E. 1994. Física de los suelos con enfoque agrícola. Ed. Trillas. México. 195 pp.
- National Geographic Society. 1987. Field Guide to the Birds of North American. Third edition. Washinton, D. C. 480 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental: Especies nativas de México de flora y fauna silvestre. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. SEMARNAT.
- Núñez-Reynoso J. 1990. Estudio florístico de la vertiente oriental de la Sierra de Alcaparrosa, en el Estado de México. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 122 p.
- OECD (1993). Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. Environment Monographs No. 83. Paris. 39 pp.
- Pérez-Ramírez C., Cruz-Jiménez G. y Camacho-Torres A. 2010. Análisis de aprovechamiento turístico del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, México. Desde la perspectivas de la sustentabilidad. Universidad Autónoma del Estado de México. (19): 35-68.
- Peterson, R. y Chalif, E. 1989. Aves de México. Guía de campo. Editorial Diana. Wold Wildlife Fund. México. 473 pp.
- Poder Ejecutivo del Estado de México. 1977. Decreto por el que se crea el Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán" en los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca, México. Gaceta de Gobierno.
- Quiroz-Ayala A. M. 2002. Diagnóstico ambiental del Municipio de Tultitlán, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 68 p.

- Robledo-Leal C. 2007. Diagnóstico Ambiental de la mina el Cascabel sección 1, del Municipio de Tepetzotlán, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 74 pp.
- Romero-Barrera A. y Morales-Vázquez M. 2000. Inventario de la fauna silvestre en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. 110pp.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA. México, D. F. 417 pp.
- Rzedowski J. y Calderón de Rzedowski G. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. Ed., Instituto de ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). 1406 pp.
- Saavedra-Alpízar O. 2009. Caracterización de la estructura de la población y uso del hábitat del zorzal cola rufa (*Catharus guttatus*) y el chipe gorra rufa (*Basileuterus rufifrons*) en el Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán", Estado de México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 92pp.
- Sánchez-Sánchez O. 1980. La Flora del Valle de México. Ed. Herrero. 6ª edición. México, D. F. 519 pp.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y ecología (SEDUE). 1986. Manual de ordenamiento ecológico del territorio. México. 67 pp.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). 1989. "Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89", Diario Oficial de la Federación.
- Secretaria del Medio Ambiente. 2011. Resolutivo de la manifestación de impacto ambiental realizada por la empresa Comercializadora terrestre tráfico, S.A. de C.V. México. 18 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2005. Términos de referencia para la elaboración del Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial (PMOET). 22 pp.

Sampat, A. 1991. Física de suelos, principios y aplicaciones. 8ª ed. Limusa. México. 39 pp.

Senra, A. 2009. Impacto del manejo de ecosistemas en fertilidad natural y sustentabilidad del suelo. Instituto de Ciencias Ambientales. Cuba. 13 (2): 3-15.

Sustainable Agriculture and soil Conservation (SOCO). 2009. Agricultura sostenible y conservación de los suelos: Pérdida de materia orgánica. Ficha informativa No. 3. Comunidades Europeas. 4 pp.

Trinidad, S. A. 2007. Abonos orgánicos. SAGARPA. México. 8 pp.

UICN. 2013. The UICN Red List of Threatened species. Disponible en <http://www.iucnredlist.org>.

Velázquez-Gómez J. D. 2011. Evaluación de Impacto Ambiental mediante la Matriz de Leopold modificada a "Feno resinas S.A. de C.V." Tesis de licenciatura en Ingeniero ambiental. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas. Poza Rica, Veracruz. 56 pp.

11. ANEXOS

11.1 Anexo 1. Formato de encuesta para los habitantes y visitantes de la zona de estudio.

Edad: (_____)

Sexo: (M) (H)

- 1.- ¿Cuánto tiempo tiene viviendo en la localidad? _____
- 2.- ¿Cuántas personas viven con usted? _____
- 3.- ¿Cuál ha sido su nivel máximo de estudios?
 - a) Primaria
 - b) Secundaria
 - c) Bachillerado
 - d) Licenciatura o técnica equiválete
- 4.- ¿Sabía usted que el Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán” es una Área Natural Protegida?
 - a) Sí
 - b) No
- 5.- ¿Sabe usted que cuidados se llevan a cabo en una zona como está?
 - a) Si
 - b) No
- 6.- ¿Practica usted la ganadería o la agricultura como medio de subsistencia?
 - a) Si
 - b) No (pase a la pregunta 8)
- 7.- Esta actividad la realiza para:
 - a) autoconsumo
 - b) comercial
 - c) ambas cosas
- 8.- ¿Usted visita el parque?
 - a) No
 - b) Si ¿con que fines?

9.- ¿Utiliza algún recurso natural de la zona?

No ____

Si ¿Cuáles? Y ¿Qué uso les da?

10.- ¿Utiliza alguna planta del parque?

a) No

Si ¿Cuáles?

11.- ¿Qué animales podían observarse en la región hace algún tiempo y ahora ya no?

12.- ¿Qué animales podemos observar actualmente en la región?

13.- ¿Está disminuyendo la fauna en este lugar, si es así, a cree que se deba?

14.- ¿Considera importante la conservación de estos animales? ¿Por qué?

Si _____ No _____

15.- ¿Existe algún animal en la región que represente una molestia o un peligro para usted y su familia? No _____ Si ¿Cuáles? _____

16.- ¿Considera que es importante la conservación de este lugar?

Si__ No__

¿Porqué? _____

17.- ¿Cómo calificaría la calidad del parque?

a) Excelente b) Buena c) Suficiente d) Mala

18.- ¿En donde vierte la basura que usted genera?

a) Camión municipal d) otro lugar. ¿Cuál? _____
b) En el suelo
c) La incinera

19.- ¿Qué tan perjudiciales considera usted los incendios forestales?

a) muy perjudiciales b) perjudiciales c) regulares d) buenos

20.- ¿De qué manera afecta el relleno sanitario en su vida cotidiana?

21.- ¿Ha sabido de algún problema (incendios, problemas legales, etc.) que haya enfrentado el relleno sanitario?

22.- ¿Cómo cree usted que afecte el relleno sanitario al parque?

11.2 Anexo 2.

Lista florística de los taxa presentes en el área de estudio.

Ordenado por familias botánicas en orden alfabético, sus nombres comunes cuando se tienen. Estrato: A=Arbóreo; ar=Arbustivo; H=Herbáceo; e=Epífita; PA= Parasita. NOM-059: A=Amenazada. IUCN: PM=Preocupación menor.

| | FAMILIA Genero/especie | Nombre común | Estrato | Maleza * | NOM-059 y IUCN |
|----|---|---------------------|----------------|-----------------|---------------------------|
| | ACANTHACEAE | | | | |
| 1 | <i>Ruellia lactea</i> | | H | | |
| | ADIANTACEAE | | | | |
| 2 | <i>Adiantum capillus</i> | | | | |
| 3 | <i>Pellaea cordifolia</i> | | | | |
| | AGAVACEAE | | | | |
| 4 | <i>Agave atrovirens</i> | Agave | ar | | |
| 5 | <i>Agave salmiana</i> | Agave | ar | | |
| | AMARANTHACEAE | | | | |
| 6 | <i>Amarantus hybridus</i> | | H | * | |
| 7 | <i>Gomphrena sp.</i> | | H | | |
| | AMARYLLIDACEAE | | | | |
| 8 | <i>Sprekelia formosissima</i> | | H | | |
| 9 | <i>Zephyranthes fosteri</i> | | H | | |
| | ANACARDIACEAE | | | | |
| 10 | <i>Schinus molle</i> | | A | | |
| | ASCLEPIADACEAE | | | | |
| 11 | <i>Asclepias linaria</i> | Romerillo | H | | |
| | BEGONIACEAE | | | | |
| 12 | <i>Begonia gracilis</i> | | H | | |
| | BIGNONIACEAE | | | | |
| 13 | <i>Tecoma stans</i> | | ar | | |
| | BROMELIACEAE | | | | |
| 14 | <i>Tillandsia recurvata</i> | | e | | |
| | CACTACEAE | | | | |
| 15 | <i>Coryphantha asterias</i> | | | | |
| 16 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | | | | |
| 17 | <i>Mammillaria magnimamma</i> | | | | |
| 18 | <i>Opuntia megacantha</i> | Nopal | ar | | |
| 19 | <i>Opuntia robusta</i> | Nopal | ar | | |
| 20 | <i>Opuntia streptacantha</i> | Nopal | ar | | |
| 21 | <i>Opuntia tomentosa</i> | Nopal | ar | | |
| 22 | <i>Stenocactus crispatus</i> | | | | |
| | CALOCHORTACEAE | | | | |
| 23 | <i>Calochortus barbatus</i> | | H | | |
| | CAPRIFOLIACEAE | | | | |
| 24 | <i>Symphoricarpos microphyllum</i> | | ar | | |
| | CARYOPHYLLACEAE | | | | |

| | | | | | |
|----|-----------------------------------|--|----|---|--|
| 25 | <i>Silene laciniata</i> | | H | | |
| | COMMELINACEAE | | | | |
| 26 | <i>Commelina coelestis</i> | | H | * | |
| | COMPOSITAE | | | | |
| 27 | <i>Artemisia ludoviciana</i> | | H | * | |
| 28 | <i>Bidens odorata</i> | Aceitilla, rosetilla, té de milpa blanco | H | * | |
| 29 | <i>Cosmos bipinnatus</i> | Mirasol | H | * | |
| 30 | <i>Dahlia coccinea</i> | | H | | |
| 31 | <i>Erigeron longipes</i> | | H | * | |
| 32 | <i>Eupatorium areolare</i> | | H | | |
| 33 | <i>Eupatorium pulchellum</i> | | H | | |
| 34 | <i>Montanoa tomentosa</i> | | ar | | |
| 35 | <i>Pinaropappus roseus (Less)</i> | | H | * | |
| 36 | <i>Pittocaulon praecox</i> | | ar | | |
| 37 | <i>Porophyllum obscurum</i> | Pápalo quelite | H | | |
| 38 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | H | * | |
| 39 | <i>Stevia serrata</i> | | H | | |
| 40 | <i>Tagetes lucida</i> | Pericón | H | | |
| 41 | <i>Tagetes lunulata</i> | | H | * | |
| 42 | <i>Tagetes micrantha</i> | Anís de monte, anisillo | H | * | |
| 43 | <i>Taraxacum officinale</i> | Diente de león | H | * | |
| 44 | <i>Tithonia tubiformis</i> | Gigantón | H | * | |
| 45 | <i>Verbesina virgata</i> | | H | | |
| 46 | <i>Zinnia peruviana</i> | | H | * | |
| | CONVULVULACEAE | | | | |
| 47 | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | H | | |
| 48 | <i>Ipomea purpurea</i> | Manto, campanita | H | * | |
| | CRASSULACEAE | | | | |
| 49 | <i>Sedum moranense</i> | | H | | |
| | CRUCIFERAE | | | | |
| 50 | <i>Eruca sativa</i> | Jaramado, nabo blanco, chipiquelite | H | * | |
| 51 | <i>Lepidium virginicum</i> | Lentejilla | H | * | |
| | FAGACEAE | | | | |
| 52 | <i>Quercus crassipes</i> | encino | A | | |
| 53 | <i>Quercus frutex</i> | Encino | ar | | |
| 54 | <i>Quercus laeta</i> | Encino | A | | |
| 55 | <i>Quercus mycrophila</i> | Encino | ar | | |
| 56 | <i>Quercus rugosa</i> | Encino | A | | |
| | POACEAE | | | | |
| 57 | <i>Andropogon sp.</i> | | H | | |
| 58 | <i>Bouteloua hirsuta</i> | | H | | |
| 59 | <i>Bouteloua radicata</i> | | H | | |
| 60 | <i>Lycurus phleoides</i> | | H | | |
| 61 | <i>Pennisetum villosum</i> | | H | * | |
| | LABIATAE | | | | |

| | | | | | |
|----|----------------------------------|--------------------|------|---|----|
| 62 | <i>Salvia mexicana</i> | | H | | |
| 63 | <i>Salvia patens</i> | | H | | |
| 64 | <i>Salvia polystachya</i> | | H | | |
| 65 | <i>Salvia tilifolia</i> | | H | * | |
| | FABACEAE | | | | |
| 66 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | ar/A | | |
| 67 | <i>Astragalus mollisimus</i> | | H | | PM |
| 68 | <i>Dalea sp.</i> | | H | | |
| 69 | <i>Senna multiglandulosa</i> | | ar | | |
| 70 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | | A | | PM |
| 71 | <i>Calliandra grandifolia</i> | | ar | | |
| 72 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | | ar | | |
| 73 | <i>Mimosa biuncifera</i> | | ar | | |
| 74 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | ar/A | | |
| | LILIACEAE | | | | |
| 75 | <i>Milla biflora</i> | | H | | |
| | LOASACEAE | | | | |
| 76 | <i>Mentzelia hispida</i> | Pega ropa | H | | |
| | LOGANIACEAE | | | | |
| 77 | <i>Buddleia cordata</i> | Tepozán | A | | |
| | LORANTHACEAE | | | | |
| 78 | <i>Phoradendron velutinum</i> | | PA | | |
| | MALVACEAE | | | | |
| 79 | <i>Malva parviflora</i> | Malva, quesitos | H | * | |
| | MARTYNIACEAE | | | | |
| 80 | <i>Proboscidea louisiana</i> | Cuernitos, toritos | H | * | |
| | NOLINACEAE | | | | |
| 81 | <i>Dasyllirion acotriche</i> | | | | A |
| 82 | <i>Nolina parviflora</i> | | | | |
| | PAPAVERACEAE | | | | |
| 83 | <i>Argemone ochroleuca</i> | Chicalote | ar | * | |
| | PLANTAGINACEAE | | | | |
| 84 | <i>Plantago major</i> | | H | * | |
| | PLUMBAGINACEAE | | | | |
| 85 | <i>Plumbago scandens</i> | | H | | |
| | POLEMONIACEAE | | | | |
| 86 | <i>Loeselia mexicana</i> | | H | * | |
| | PORTULACACEAE | | | | |
| 87 | <i>Portulaca oleracea</i> | Verdolaga | H | * | |
| 88 | <i>Talinum napiforme</i> | | H | | |
| | PTERIDACEAE | | | | |
| 89 | <i>Notholaena aurea</i> | | H | | |
| | ROSACEAE | | | | |
| 90 | <i>Amelanchier denticulata</i> | | ar | | |
| | RUBIACEAE | | | | |
| 91 | <i>Bouvardia longiflora</i> | | ar | | |
| 92 | <i>Bouvardia terniflora</i> | | ar | | |
| | SAPINDACEAE | | | | |
| 93 | <i>Cardiospermum halicacabum</i> | | H | | |

| | | | | | |
|-----|--------------------------------|-----------------|----|---|--|
| | SCROPHULARIACEAE | | | | |
| 94 | <i>Castilleja tenuiflora</i> | | H | * | |
| 95 | <i>Lamourouxia dasyantha</i> | | H | | |
| | SOLANACEAE | | | | |
| 96 | <i>Lycianthes peduncularis</i> | | H | | |
| 97 | <i>Solanum rostratum</i> | Duraznillo | H | * | |
| 98 | <i>Nicotiana glauca</i> | Tabaquillo | ar | | |
| | UMBELLIFERAE | | | | |
| 99 | <i>Eryngium serratum</i> | Hierba del sapo | H | | |
| | URTICACEAE | | | | |
| 100 | <i>Urtica sp.</i> | Ortiga | H | | |

11.3 Anexo 3.

FICHAS TÉCNICAS DE LAS ESPECIES SEÑALADAS POR LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Dasyilirion acrotriche*

Nombre común: Sotol

NOM-059: Amenazada

Señas de campo: Planta de 40 cm a 2 m de altura, tallo no ramificado, hojas de 30 a 60 cm de largo por 5 a 12 mm de ancho, algo flexible, de color verde claro, con el ápice provisto de un mechón de fibra, margen aserrado y provisto de espinas recurvadas, a menudo estas últimas con un tono rojizo, vainas de 4 a 7 cm de longitud, blanco-amarillo, amarillo-anaranjadas o de colores café-rojizo; inflorescencias de 2 a 6 m de longitud, pedicelos de 1.5 a 2 mm de longitud en fruto, bractéolas de márgenes denticulados; flores escariosas, de color blanco, blanco-amarillento o blanco-verdosas; segmento del perianto con márgenes denticulados, los segmentos de la serie externa ovados u obovados, de 1.8 a 3 mm de largo por 1 a 1.5 mm de ancho, obtusos, los de la serie interna ovado-oblongos, de 1,8 a 3.5 mm de longitud por 1 a 1.3 mm de ancho, obtusos; anteras oblongas, en la flores femeninas se presentan estaminodios; ovario obovoide, estilo de 0.3 a 0.4 mm de longitud, pistilo reducido en las flores masculinas; capsula de 6 a 7.5 mm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro, alas redondeadas con una muesca bien definida y por lo general no excedidas por el estilo; semillas obovoides, de 3 a 3.5 mm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro.

Distribución: De Zacatecas y San Luis Potosí a Puebla. El Chico a Tepeapulco; Huehuetoca a Tepotzotlán. Alt. 2250-3000 m. Preferentemente en matorrales y bosques de encino.



Nombre científico: *Crotalus molossus*
Nombre común: Víbora de cascabel
NOM-059: Protección especial

Señas de campo: Poseen una medida promedio de 28 mm de ancho de la cabeza y una medida de 39 mm de longitud de la cabeza, la longitud total poseen un intervalo de 611-841 mm, con un promedio de 712 mm y la longitud caudal poseen un intervalo de 35-65 mm, con un promedio de 44 mm.

La cola negra o café oscura es una de las características que permite identificar a esta especie. Un aspecto interesante del patrón de coloración de *C. molossus* es que las orillas de las manchas ocupan escamas enteras, las escamas son de un color oscuro. Las manchas dorsales tienden a tener forma de rombo o diamante en la mitad anterior del cuerpo, aunque en el cuello frecuentemente contienen líneas longitudinales. En la parte posterior, las manchas en forma de diamante se abren lateralmente y gradualmente toman forma de anillo, algunas veces estos anillos son visibles en la cola negra de los juveniles. Presentan una franja oscura que se extiende por debajo de los ojos hasta el ángulo de la mandíbula.

Hábitat: Puede encontrarse en bosques de pino encino mezquiales, pastizales con encinos, desiertos, bosques de encino, chaparrales, bosques tropicales caducifolios, y probablemente bosques espinosos. Su intervalo altitudinal está entre los 1,640 y los 2,580 msnm.

Distribución: Se distribuye desde el extremo sur de EUA, extendiéndose por la Altiplanicie Mexicana, la Sierra Madre Oriental y las planicies costeras del Golfo de México.



Nombre científico: *Sceloporus grammicus*
Nombre común: Lagartijo
NOM-059: Protección especial

Señas de campo: El complejo *grammicus* en general presentan las escamas de la superficie posterior de los muslos de forma granular, escamas dorsales de 48 a 93, cuenta con una serie de escamas dorsales alargadas, el tamaño mínimo a la madurez sexual de ambos sexos es de 64 mm a 83 mm, no posee saco postfemoral, escamas laterales en hileras de forma oblicua, numerosas, supraoculares, usualmente en dos series; normalmente con 4 posrostrales; preanales lisas en ambos sexos; los machos presentan coloración en la parte baja del abdomen, usualmente una mancha oscura en la inserción del brazo con una corta y angosta extensión dorsal y atrás presenta líneas transversales oscuras, superficies dorsales ópalo, verde olivo; lados del cuerpo oscuros, con manchas del cuerpo oscuras y dispersas, región gular con barras azulosas tenues, pecho azul o blanco, lados del vientre azul pálido, superficie ventral de los miembros y de la cola en ocasiones blanca o negruzca.

Hábitat: Vive en áreas cubiertas por asociaciones vegetales de coníferas y encinares. Es una especie de hábito arborícola, terrestre y de hábitos diurnos, además se les localiza entre piedras y cercos de piedra hechos por el hombre, paredes de las casas y arbustos.

Distribución: Coahuila, Colima, Chihuahua, D.F., Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.



Nombre científico: *Accipiter cooperii*

Nombre común: Gavilán pechirrufo mayor o Gavilán de Cooper

Categoría de protección: Protección especial

Señas de campo: Los machos adultos son de color negro cenizo en la frente, el pecho va cambiando de un color canela a ocre o inclusive rojizo conforme cambia la pluma a través de los años. El plumaje de la cabeza es negro diluyéndose a gris hacia la espalda y a partir de este punto hasta la base de la cola son grises con manchas blancas. Las coberteras de la cola son de color blanco grisáceo atravesadas a lo ancho por una fina banda blanca. Las plumas timoneras son redondeadas en su punta con un tramado de color base desde su punta en gris pálido mezclada con blanco, atravesadas por cuatro bandas color negro cenizo. La parte baja del abdomen tiene una base de color blanca mezclada con finas líneas negras interrumpidas en forma transversal. La hembra adulta es similar al macho adulto con la diferencia que las partes superiores pierden brillantes, el tramado de las partes inferiores es menos acentuado y los colores de la frente y la región occipital, van de cenizo a negro.

Nidificación: Construyen sus nidos en los palos de grandes árboles, tienen entre 3 a 5 huevos y el periodo de incubación varía de 30 a 36 días. Los pollos comienzan a volar entre los días 25-34 y dependen de sus padres para la alimentación y la protección por otras 4 semanas.

Distribución: Sur de Canadá hasta el Norte de México.

México: Anida en Baja California hasta Nuevo León y Michoacán. También invernan en el sur y centro de México; casual en Yucatán.

Hábitat: Bosques, matorrales, algunas veces áreas abiertas.



Nombre científico: *Accipiter striatus*
Nombre común: Gavilán pechirrufo
Categoría de protección: Protección especial

Señas de campo: Envergadura 0.6m. Un pequeño gavilán con cola larga y alas redondeadas y cortas. La cola indentada o cuadrada. Vuela con varios aleteos rápidos y planea suavemente. Adulto con espalda gris-azul, pecho barrado y color óxido y el inmaduro es de color café rayado.

Las razas mexicanas residentes tienen un tinte rojizo abajo que casi oscurece el barrado; las piernas son rojizas y sin barras.

Nidificación: Construyen sus nidos con ramas en lo alto de los árboles y escondido entre el follaje. La hembra pone de 2 a 8 huevos, más comúnmente 4 o 5 con marcas de variados colores. La incubación dura de 30 a 35 días, después de la eclosión, las crías son alimentadas durante 16 a 23 días por la hembra, mientras que el macho defiende el territorio. Los pollos comienzan a volar con un mes de edad y dependen de sus padres para la alimentación y la protección por otras 4 semanas.

Distribución: Desde el límite de la zona arbolada de Norteamérica hasta México.

México: Anida en tierras altas, desde Chihuahua y Nuevo León hasta Michoacán. La raza norteña (Canadá, E.U.A.) migra e inverna ampliamente desde México hasta el Oeste de Panamá.

Hábitat: Zonas boscosas y cañadas, áreas de denso matorral.



Nombre científico: *Buteo albonotatus*
Nombre común: Aguililla aura
Categoría de protección: Protección especial

Señas de campo: Una aguililla color negro-mate que “imita” al Aura común, pero la cabeza del aguililla y las bandas de la cola identifican al adulto. Las hembras son grises por debajo, con un leve barreteado negruzco. La cola es negra con 3 o 4 barras gris claro, de las cuales la última es la más ancha; sin embargo, son inconspicuas desde cierta distancia. El inmaduro son más parduzcos y claros por debajo, tiene el barrado de la cola más angosto y unos pequeños puntos blancos dispersos en las partes inferiores negras. Frecuentemente planean a baja altura, cerca del suelo, en una posición muy similar al “zopilote” (*Cathartes aura*).

Nidificación: Su nido consiste en una plataforma hecha de palos, casi siempre revestido de ramitas con hojas y localizado en la parte alta de un árbol. Ponen 2 huevos casi siempre blancos y se reproducen durante la estación lluviosa.

Distribución: Montañas de Baja California, estados norteros, localmente hasta el centro y sur de México; niveles más bajos en las montañas en invierno.

Hábitat: Anida desde el cinturón de bosques de pino y encino de las montañas hasta los desiertos en las tierras bajas. Inverna en tierras bajas.



Nombre científico: *Falco peregrinus*
Nombre común: Halcón peregrino
NOM-059: Protección especial

Señas de campo: Envergadura de 1 a 1.1m. Se le reconoce como halcón por sus alas puntiagudas, “bigotes” negros, cola angosta y rápidos movimientos de alas muy parecidas a las palomas. Adultos: tienen la espalda color pizarra, pálidos por abajo; con barras y manchas. Hembra es más grande y más parda; vuelo característico, alternando rápidos aleteos y largos planeos. Jóvenes: Son café oscuro de arriba fuertemente rayados de abajo.

Nidificación: Anida en depresiones desnudas sobre bordes rocosos o en nidos abandonados de otras especies; generalmente pone entre marzo y abril 3 ó 4 huevos pardo-rojizos; la incubación dura de 28 a 30 días, las crías son alimentadas por ambos padres y dejan el nido después de unos 40 días.

Distribución: Casi en todo el mundo. México: Anida de Baja California y localmente en las islas mar adentro del Golfo de California. También en las montañas del norte de la Sierra Madre Oriental. Posiblemente en otras montañas. Migrante y visitante de invierno en todas partes, sobre todo en las costas.

Hábitat: Principalmente en áreas abiertas (desde las montañas hasta la costa).

