

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL**

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES



TESIS

**PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO
EN EL CERRO TLACOTEPEC, TOLUCA; ESTADO DE MÉXICO.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA

LIZETTE MIRANDA RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EN A.S. JOSÉ MANUEL PÉREZ SÁNCHEZ.

TOLUCA, MÉXICO; AGOSTO, 2023.



ÍNDICE

Introducción.....	5
Planteamiento de la Investigación.....	6
Antecedentes.....	6
Planteamiento del problema.....	8
Pregunta de investigación.....	10
Hipótesis.....	10
Objetivos.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos.....	10
Justificación.....	11
Capítulo 1. Marco conceptual.....	13
1.1. Suelo.....	13
1.2. Degradación del suelo.....	20
1.2.1. Tipos de degradación del suelo.....	21
1.3. Conservación del suelo.....	26
1.4. Prácticas para la conservación de suelos.....	28
1.4.1. Prácticas agronómicas.....	29
1.4.2. Prácticas Vegetativas.....	34
1.4.3. Prácticas mecánicas o estructurales.....	39
1.5. Conocimiento ecológico tradicional.....	47
1.6 Metodología.....	51
Capítulo 2. Etnografía de Santiago Tlacotepec.....	54

2.1. Ubicación.....	54
2.2. Características físicas	56
2.2.1. Edafología.....	56
2.2.2. Geología	57
2.2.3. Clima.....	58
2.2.4. Relación de Santiago Tlacotepec con el Área Natural Protegida (ANP) “Nevado de Toluca”.....	58
2.3. Características sociales y económicas.....	59
2.3.1. Población total.....	59
2.3.2. Organización política.....	60
2.3.3. Educación	70
2.3.4. Economía	71
2.3.5. Servicios	72
Capítulo 3. Degradación del suelo en el cerro Tlacotepec.	74
3.1 Caracterización del Cerro Tlacotepec.	74
3.1.2. Ubicación geográfica.....	74
3.1.3. Vegetación	74
3.1.4. Fauna.....	75
3.1.5. Edafología.....	75
3.2. Degradación climática	79
3.2.1. Degradación por Precipitación	79
3.2.2. Degradación por Viento	80
3.3. Degradación del suelo provocada por causas antrópicas.	80
3.3.1. Agricultura.....	80
3.3.2. Monocultivos agrícolas.....	82
3.3.3. Uso de agroquímicos	83

Capítulo 4. Prácticas de conservación del suelo en el cerro Tlacotepec.....	86
4.1. Terrazas	87
4.1.1. Terrazas con muro de roca	89
4.1.2. Metepantles.....	92
4.1.3. Terraza con muro de roca y tierra.....	96
4.2. Zanjas de infiltración.	97
4.3. Rotación y asociación de cultivos.....	99
4.4. Conocimiento ecológico tradicional para la conservación del suelo del cerro Tlacotepec.....	102
4.4.1. Conocimientos de suelos, vegetación y fauna del cerro	102
4.4.2. Organización social para la conservación del suelo.....	115
4.4.3. Cosmovisión o creencias relacionadas a la actividad agrícola del cerro.	119
Discusión.....	125
Conclusiones.....	133
Referencias	138

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Texturas del suelo.....	17
Figura 2. Estructuras del suelo.	18
Figura 3. Representación de una rotación de cultivos en un ciclo de cuatro años.....	33
Figura 4. Niveles de análisis en el conocimiento tradicional y manejo de sistemas.....	50
Figura 5. Metodología del trabajo de investigación.	53
Figura 6. Localización de la zona de estudio.	54
Figura 7. Vista aérea de la zona Urbana de Santiago Tlacotepec.....	55
Figura 8. Edafología de Santiago y del cerro Tlacotepec.	57
Figura 9. Gráfica del total de población de la localidad entre 2015 y 2020.....	60
Figura 10. Organigrama del organismo delegacional de Santiago Tlacotepec.....	61
Figura 11. Mapa de la extensión de los bienes comunales y los programas que se llevan a cabo.....	62
Figura 12. Organigrama del comisariado comunal de Santiago Tlacotepec.....	63
Figura 13. Integrantes del Comisariado Comunal.	65
Figura 14. Brigadas del comisariado comunal.....	66
Figura 15. Organigrama del comisariado ejidal. Administración 2021-2024.	67
Figura 16. Edafología del cerro Tlacotepec.....	75

Figura 17. Ubicación del cerro Tlacotepec.	76
Figura 18. Vista aérea de Terrazas agrícolas en el cerro Tlacotepec.	77
Figura 19. Mapa de erosión del municipio de Toluca, México.	78
Figura 20. Mapa de erosión del cerro Tlacotepec.	79
Figura 21. Quema de zacate en la terraza No.11.	82
Figura 22. Quema de zacate en la terraza 11.	82
Figura 23. Terrazas identificadas en el cerro Tlacotepec.	89
Figura 24. Muro frontal-superior de roca de la terraza no. 8 en la ladera sur.	90
Figura 25. Muro izquierdo de roca de la terraza no.8 ubicada en la ladera sur.	90
Figura 26. Cultivo de maíz en la terraza no.8.	91
Figura 27. Extensión de la terraza no. 10 con muro de roca en la ladera sur.	91
Figura 28. Vegetación asociada en la terraza no.10 en la ladera sur.	91
Figura 29. Estructura del metepantle en parte superior del Cerro Tlacotepec.	92
Figura 30. Magueyes y nopales que conforman el metepantle.	92
Figura 31. Área de cultivo del metepantle no.1.	93
Figura 32. Presencia de cajetes en el metepantle no.1.	93
Figura 33. Representación del metepantle no.1 ubicado en la parte superior del cerro. ..	94
Figura 34. Representación del metepantle no.2 de la parte superior del cerro.	95
Figura 35. Extensión del metepantle no. 2 de la parte superior del cerro.	95
Figura 36. Terraza no. 13 con muro de roca y tierra en la ladera sur del Cerro Tlacotepec.	96
Figura 37. Área de cultivo de la terraza no.8.	97
Figura 38. Cajete en la parte superior del cerro.	98
Figura 39. Asociación de cultivos de haba y maíz.	99
Figura 40. Surcado en curvas de nivel.	100
Figura 41. Cultivo de flor de alelia.	100
Figura 42. Vegetación asociada a las prácticas de conservación del cerro Tlacotepec..	101
Figura 43. Elementos de la conservación en Santiago Tlacotepec.	102
Figura 44. Muestras de suelo del cerro Tlacotepec.	104
Figura 45. Edafología y prácticas identificadas en el cerro.	106
Figura 46. Árbol de Tepozán en la zona superior (centro) del cerro.	109
Figura 47. Árbol de Capulín en el cerro Tlacotepec.	110
Figura 48. Planta de gordolobo en el cerro Tlacotepec.	111
Figura 49. Plantas silvestres del cerro Tlacotepec.	112
Figura 50. Ejemplar de fauna del cerro Tlacotepec.	113
Figura 51. Ejemplar de fauna del cerro Tlacotepec.	113
Figura 52. Ejemplar de insectos en el cerro Tlacotepec.	114
Figura 53. Trabajador haciendo surcos en la parte superior del cerro.	116
Figura 54. Cristo de la Montaña.	120
Figura 55. Semillas de maíz listas para “bendecir”.	123
Figura 56. Símbolo religioso en la terraza no.6, ladera sur.	124

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Tipos de presas.	43
Tabla 2. Tipos de terrazas.	46
Tabla 3. Planteles educativos de Santiago Tlacotepec.	70
Tabla 4. Clasificación de las prácticas identificadas en el Cerro Tlacotepec.	101
Tabla 5. Prueba de humedad de las muestras de suelo del cerro Tlacotepec.	105

Introducción.

La conservación de los suelos resulta ser un tema relevante en el área ambiental debido a que es un recurso natural del cual depende la existencia de la biodiversidad, pero también de él depende el desarrollo de actividades antrópicas como la agricultura, ganadería entre otras, por lo que para que toda actividad que dependa del suelo perdure, es necesario realizar una valoración sobre el manejo dicho recurso, pues ante la situación medioambiental a la cual nos enfrentamos actualmente, el suelo enfrenta problemáticas como la degradación y erosión.

Ante esto, surge la necesidad de crear estrategias o programas que estén encaminados al adecuado manejo del suelo, por lo que se ha enfatizado en las diferentes técnicas que tienen los agricultores para manejar el recurso, de ahí surgen las denominadas prácticas de conservación de suelo, las cuales tienen el propósito de evitar problemas de erosión y que son implementadas de manera distinta en cada región dependiendo de las necesidades del terreno, pues no se aplica la misma práctica en un terreno plano que en un terreno con una pendiente pronunciada o de ladera.

Para entender cómo es que funciona y se aplica cada práctica de conservación de suelo, es importante saber qué conocimientos tienen los especialistas o en este caso los campesinos sobre su entorno natural, es por eso que en esta investigación se aborda el concepto del conocimiento ecológico tradicional y la influencia o importancia que tiene en la conservación del suelo.

Es por ello que el presente trabajo de investigación tiene como finalidad hacer un registro de las prácticas de conservación de suelo que se han implementado en las laderas del cerro Tlacotepec mencionando cuál es su estado actual, sus principales características y la relevancia que tienen para la actividad agrícola.

Palabras clave: Suelo, prácticas de conservación del suelo, campesinos, conocimiento ecológico tradicional.

Planteamiento de la Investigación.

Antecedentes.

La degradación y erosión del suelo se debe a diversos factores, uno de ellos son las inadecuadas prácticas agrícolas que se han venido implementando para su desarrollo, ya que hoy en día se hace uso principalmente de maquinaria pesada, como tractores, lo que provoca una compactación del suelo que impide la absorción del agua, y debido a ello el agua tiende a fluir como torrentes por la superficie, teniendo como resultado una erosión mayor del suelo. Esto a su vez desencadena otra diversidad de problemáticas, por ejemplo, la infertilidad del suelo para cultivar, haciendo que exista una disminución de territorios aptos para la actividad agrícola y por lo tanto una menor producción de alimentos, lo que a su vez conlleva una reducción de ingresos económicos de los productores.

De ahí emerge la importancia de la agroecología, la cual propone un nuevo modo de hacer una agricultura más sustentable, considerando cinco dimensiones: la ambiental, económica, política, sociocultural y tecnológica. Y es a partir de la agroecología en que se empieza a tomar importancia a la diversificación de los sistemas en pro del ambiente, principalmente del desarrollo del territorio, pero sobre todo para contrarrestar las problemáticas relacionadas al recurso suelo.

En torno a un enfoque agroecológico, de acuerdo con Gutiérrez-Cedillo *et al.* (2008), se busca la sustentabilidad en el manejo de los recursos naturales. A raíz de esta búsqueda constante de la sustentabilidad de los recursos naturales, se han realizado diversas aportaciones desde la agroecología, la cual retoma prácticas de la agricultura tradicional que resultan ser más favorables con el ambiente, y que además le da un gran valor al conocimiento tradicional que tienen los campesinos sobre el manejo de los recursos naturales, especialmente del recurso suelo.

Para Sánchez-Morales y Castro-Pérez (2011), una aportación que puede hacerse desde la agroecología es la difusión de prácticas agrícolas basadas en los conocimientos tradicionales de los campesinos para llegar a una agricultura sustentable, en la que es necesario la consideración e integración de elementos

ambientales, sociales, económicos y culturales de cada zona o lugar en el que se quiera tener una agricultura sustentable.

Es importante destacar que la agroecología no sólo se ve reflejada en términos ambientales (como en el caso de la conservación de recursos naturales), también resulta en cuestiones de seguridad alimentaria, una aportación más de este enfoque. Para Núñez-Miguel (2000), la seguridad alimentaria da pauta a un análisis más profundo de los agroecosistemas productivos en dónde se relacionan e interactúan los componentes biofísicos con los sociales, por ejemplo, la naturaleza con el proceso productivo, el cual da paso a las relaciones sociales, la organización de la familia campesina, la cuestión cultural y también la parte de la tecnología que se ha venido implementando con el tiempo.

Como se mencionó anteriormente, las prácticas agroecológicas tienen la finalidad de tener un buen manejo de los recursos naturales, sobre todo del suelo, ya que este recurso es primordial para llevar a cabo la actividad agrícola, dichas prácticas están relacionadas con el control de agua y evitar la erosión del suelo especialmente cuando la agricultura se practica en pendientes.

Entre las obras arquitectónicas que se llevan a cabo para la conservación del suelo se consideran las siguientes:

- Diques.
- Barreras.
- Zanjas de desagüe, absorción, desviación y gradientes.
- Terrazas.
- Andenes o bancales

Los elementos anteriores se pueden encontrar o conocerse con diferentes nombres y sus aplicaciones también pueden variar, debido a que en cada zona o región pueden ser implementadas de acuerdo al conocimiento local que tenga la población de la región, por lo que no son todas las obras que pueden existir en el país.

Por lo anterior, en el caso del municipio de Toluca hay importantes elevaciones como: Cerro “El perico”, cerro “Las canoas”, el cerro “San Marcos”, el cerro “La Teresona” y

cerro “Coatepec” al norte; al oeste se ubica el cerro de “En medio”, al este se encuentra el cerro “El cerrillo” y al sur se localiza el Nevado de Toluca, el cerro “Agua bendita” y cerro “Tlacotepec” (H. Ayuntamiento de Toluca, 2018).

Con lo que respecta al cerro Tlacotepec el cual tienen una altitud de 2,890 msnm, se han identificado algunos sistemas de terrazas agrícolas, esto gracias a un primer trabajo de campo enfocado en la caracterización de las mismas, sin embargo, los trabajos de investigación siguen siendo escasos pese a que la localidad sigue desarrollando la actividad agrícola tanto en terrenos planos como en el cerro.

Planteamiento del problema.

Santiago Tlacotepec es una localidad ubicada al sur del municipio de Toluca, Estado de México, y de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) tiene una altitud de 2,831 msnm, una longitud de 99°40'13.803" Oeste y una latitud de 19°13'25.964" Norte, colinda con las localidades de Capultitlán al norte, con la localidad de Cacalomacan al noroeste, al sur con el Nevado de Toluca, al sureste con San Juan Tilapa y al noreste con la localidad de San Felipe Tlalmimilolpan.

En el municipio de Toluca los tipos de suelos son variados debido a la geomorfología que este tiene. Para el caso de Santiago Tlacotepec hay dos tipos de suelos que predominan: Feozem y Andosol. Los suelos Feozem son oscuros, fértiles, ricos en materia orgánica y apta para el desarrollo de la agricultura. En cuanto al andosol, este tipo de suelo es fértil y de color oscuro; sus rendimientos para la agricultura de riego son bajos, suelen tener uso pecuario especialmente el ovino y su uso más favorable es el forestal para su conservación. Así mismo, son muy susceptibles a erosión eólica. Con lo que respecta a la geología de la localidad esta no es muy variada, pues al igual que los suelos sólo hay dos tipos de roca predominante; las rocas clásticas y volcánicas, ambas correspondientes al período plioceno (H. Ayuntamiento de Toluca, 2014).

El clima predominante en la localidad es Templado C (w2) (W) B (I) G y Semifrío C (E) (W2) (W) B (I) G, bajo la clasificación climática de Köppen. Lo que caracteriza al clima

templado es que es mesotérmico y se establece en cuanto a la temperatura, dicha temperatura se encuentra entre los 12° C y 18°C. El clima semifrío varía con respecto a la temperatura, la cual es menor de 16° C. Debido a que la altitud de la localidad es de 2,820 m.s.n.m, presenta una precipitación media anual que va de los 800-900 milímetros y tiene una frecuencia de granizadas que duran de 2 a 6 días, esto se debe a su altitud, relieve y baja temperaturas (H. Ayuntamiento de Toluca, 2014).

Con lo que respecta al cerro Tlacotepec éste se ubica al oeste de la localidad del mismo nombre. El asentamiento urbano se ha consolidado en las faldas del cerro. Pese a su cercanía con la zona centro del municipio ha sido poco estudiada y la información con respecto al cerro es muy escasa.

Si bien, ya se han comenzado trabajos de investigación en el cerro como el de Jiménez-Vázquez (2018), en el cual se identificaron algunas estrategias de conservación como lo son las terrazas ubicadas principalmente en las laderas y zona superior del cerro, cabe mencionar que aún hay ausencia de información sobre su caracterización y estado actual, pues aún no se sabe cuántas de ellas siguen siendo vigentes para su uso, cuántas han sido reconstruidas o cuántas se han abandonado o dejado de usar y porqué, a lo anterior también se le agrega que no sólo se carece de información relacionada a las terrazas sino que también de información sobre el conocimiento ecológico tradicional que poseen los agricultores y por tal motivo se corre el riesgo de perder tanto la práctica agrícola como el conocimiento ecológico tradicional, haciendo que se haga un mal manejo del suelo provocando en gran medida su degradación o erosión.

Pregunta de investigación.

¿Cuáles son las prácticas de conservación de suelo que emplean los campesinos en las laderas del cerro Tlacotepec?

Hipótesis.

Las prácticas que emplean los campesinos para la conservación del suelo en el cerro de Tlacotepec son las terrazas, el metepantle, el acondicionamiento de bordos de tierra, las zanjas y la rotación de cultivos.

Objetivos

Objetivo general

- Identificar las prácticas de conservación de suelo que los campesinos implementan en el cerro Tlacotepec, para conocer su estado actual y la función que cumplen en el mantenimiento del recurso suelo.

Objetivos específicos

- Caracterizar geográficamente la localidad y el cerro Tlacotepec para reconocer los elementos del medio ambiente que se relacionen con la conservación del suelo.
- Seleccionar las laderas en las que se llevará a cabo el trabajo de campo para la identificación de las estrategias de conservación y posteriormente realizar una comparación y descripción de las prácticas encontradas.
- Identificar los elementos del conocimiento ecológico tradicional en los trabajos agrícolas, para relacionarlos con la implementación de prácticas de conservación de suelo en el cerro.

Justificación

Actualmente nos enfrentamos a diversos retos y problemas socio-ambientales, como el calentamiento global, pérdida de biodiversidad, escasez de agua, generación y mala disposición de residuos sólidos, sobrepoblación, consumismo, contaminación atmosférica, de agua y de suelo, de este último se tienen problemáticas como su degradación, erosión y cambio de aptitud. Es por ello que, ante los problemas ya mencionados en relación al suelo, surge la importancia y la necesidad de contrarrestar y/o mitigar los efectos que nacen de dichas adversidades. Cabe mencionar que el suelo es un recurso al cual se le atribuye el valor de ser la base de la vegetación y de los ecosistemas terrestres, pero también de ser un recurso del cual depende la agricultura, actividad fundamental para la producción de alimentos, de ingresos económicos, el fortalecimiento de la organización familiar y campesina, y para la conservación de conocimientos ecológicos tradicionales en relación a la agricultura y cuidado del suelo.

Por lo anterior, es que las estrategias de conservación resultan ser de gran importancia en el cuidado de los suelos, debido a que su objetivo principal es el de evitar o aminorar los problemas de degradación y erosión, así como el de mantener el buen estado físico, químico y biológico de dicho recurso, permitiendo que tanto la vida natural como las actividades humanas se sigan desarrollando, generando a su vez un equilibrio entre ambas esferas, asegurando la calidad y bienestar del recurso natural y de la vida humana.

La elección de la zona de estudio se sustenta en que el cerro de Tlacotepec forma parte de una de las elevaciones significativas del valle de Toluca, y en el cual se lleva a cabo la agricultura, por lo que se han identificado algunas estrategias de conservación del suelo. Así mismo, se ha considerado también que Santiago Tlacotepec es una localidad de origen prehispánica y agrícola, por lo que dicha actividad sigue siendo relevante para algunos habitantes del lugar. El tipo de agricultura que predomina en la localidad es de temporal.

Otro aspecto que se consideró sobre la zona de estudio es que se han desarrollado muy pocas investigaciones en el cerro de Tlacotepec pese a que existe una importante

aportación de los campesinos hacía el adecuado manejo del suelo a través de prácticas agrícolas tradicionales.

La falta de investigaciones y el aporte que pueden llegar a hacer los campesinos por medio de sus conocimientos relacionados con el campo, fueron determinantes para considerar y elegir el cerro de Tlacotepec.

El principal beneficio que traen consigo las estrategias de conservación del suelo es el de mantener en buen estado dicho recurso, pues de su estado depende no sólo la proliferación de la vida vegetal, sino que también dependen otro tipo de funciones con las que cumple el suelo y que benefician al ambiente, como el de ser un regulador climático, ya que el suelo también realiza la captura de carbono, retiene contaminantes vertidos en él, lo que evita que el agua se contamine, además, el suelo también forma parte importante del ciclo hidrológico, y como se ha mencionado anteriormente, las estrategias de conservación del suelo son benéficas para evitar o contrarrestar los problemas de degradación y erosión.

Las prácticas de conservación del suelo no sólo traen beneficios en materia ambiental, sino que también en cuestiones socio-culturales, debido a que a través del suelo es que se generan algunos conocimientos sobre los componentes naturales y que están relacionados con la agricultura, pero también existe un reforzamiento de la organización familiar campesina.

El identificar las diferentes prácticas de conservación del suelo que se implementan en el valle de Toluca, nos permite conocer la o las maneras en que los campesinos manejan el suelo, de esta forma, al proponer soluciones desde las Ciencias Ambientales, se hará con una visión más integral, donde no se haga exclusión de ningún tipo de conocimiento, tomando en cuenta las costumbres y organización local en el manejo del suelo a través de las estrategias de conservación. Así, las aportaciones que se hacen desde las Ciencias Ambientales van dirigidas principalmente al manejo de los recursos naturales, en especial al suelo, donde se haga una mejoría del manejo de este recurso, para que los objetivos de las estrategias de conservación se cumplan.

Capítulo 1. Marco conceptual.

1.1. Suelo.

Antes de comenzar a hablar sobre degradación y conservación del suelo primero es necesario establecer qué es el suelo, para así entender el porqué de su vulnerabilidad actual, la importancia de su protección, conservación y su relevancia en la vida del ser humano. De acuerdo con Jaramillo (2002), el suelo puede tener diferentes definiciones dependiendo de la perspectiva de cada una de las personas que esté en contacto con este elemento natural. Por lo tanto, el suelo es considerado como:

- Un sitio para ubicar semillas y producir cosechas, desde el punto de vista de un agricultor.
- Un recubrimiento terroso que hay sobre un cuerpo terroso, para un geólogo.
- Sitio sobre el cual se colocan estructuras o el sustrato que le suministrará algunos de los materiales que requiere para hacerlas, para un constructor.
- Para un ecólogo, es uno de los componentes del ecosistema que estudia.
- Para un químico es visto como un laboratorio donde se producen reacciones entre las fases sólida, líquida y gaseosa.
- Y para un antropólogo o arqueólogo puede ser visto como un tipo de registro del pasado.

Si bien puede haber varias definiciones de lo qué es el suelo desde el punto de vista o estudio de cada persona, hay autores que tratan de dar un concepto más apropiado a las características y origen de dicho elemento natural, tal como sucede con Dokuchaev citado por Jaramillo (2002). Dokuchaev señaló que el término suelo se utilizará para definir “Aquellos horizontes de la roca que diaria o casi diariamente cambia sus relaciones bajo la influencia conjunta del agua, el aire y varias formas de organismos vivos y muertos” (p. 5), también agregó que el suelo es “Un cuerpo independiente y evolutivo formado bajo la influencia de cinco factores” (p.5) y que uno de estos cinco factores, la vegetación es la más importante.

Por otro lado, Raudes y Sagastume, mencionan que el suelo es “La capa compuesta de materiales orgánicos y minerales que cubren la superficie terrestre, siendo un medio de crecimiento para las plantas superiores con diversas propiedades, textura, estructura, acidez, las cuales influyen en el crecimiento de las plantas” (Raudes y Sagastume, 2009, p.15).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, s.f.), menciona que el suelo es el medio natural para el crecimiento de las plantas. Señala también que el suelo es un cuerpo natural que está conformado por diversas capas de suelo u horizontes compuestas por minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la combinación durante años del clima, la topografía, organismos (flora, fauna, ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios), es por ello que los suelos presentan características físicas, químicas y biológicas diferentes en cada región del planeta.

Por su parte, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cita a la Sociedad Americana de la Ciencia de Suelo la cual define al suelo como:

La capa superficial de material mineral y orgánico, no consolidado, que sirve de medio natural para el crecimiento de las plantas, y que ha sido sujeto y presenta los efectos de los factores que le dieron origen (clima, topografía, biota, material parental y tiempo) y que debido a la interacción de éstos, difiere en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y morfológicas del sustrato rocoso del que se originó (SEMARNAT, 2015, pp.121).

Como se citó en las definiciones anteriores, el suelo se forma gracias a la dinámica del clima y la biota, del material parental, del relieve o topografía y también por el tiempo. De acuerdo con Ospina-Blanco (2008), se menciona cómo es que cada factor ambiental ayuda a la formación de suelos.

Clima:

- De él depende el tipo de plantas y animales que viven en y sobre el suelo.
- Determina la cantidad de agua disponible para la meteorización¹, erosión, transporte de minerales y lavado de nutrientes.
- La temperatura establece la tasa con la que ocurre la meteorización química y la velocidad de descomposición y mineralización de la materia orgánica.
- El congelamiento y calentamiento favorecen la desintegración de las rocas.

Material parental:

- Aporta la mayor parte de la masa del suelo, por lo que determina en gran medida las propiedades físicas y químicas del suelo.

Biota:

- Los organismos son los responsables de descomponer los restos vegetales y animales, estimulando el reciclaje de nutrientes y aportando nutrientes para las plantas.
- Las plantas protegen al suelo de la erosión y del impacto directo de la lluvia.
- Favorece el movimiento del agua y aire en el suelo.
- Los microorganismos y la materia orgánica ayudan a la formación y a darle estabilización a la estructura.
- Afecta el aporte de materia orgánica a las capas superficiales.

Relieve:

- La orientación, la altura y forma del terreno, afectan el contenido de humedad y la temperatura del suelo.
- La longitud y el grado de pendiente afecta los procesos erosivos.
- La altitud afecta el contenido de carbón orgánico

¹ Es un proceso mediante el cual se desintegra y descompone el manto rocoso formando el material parental del cual provienen los suelos (Raudes y Sagastume, 2009).

Tiempo:

- Los horizontes requieren de períodos largos para su formación.
- La formación de 2.5 cm de suelo requiere de al menos 200 y 1000 años.
- La edad de un suelo se expresa en términos de juventud o madurez.
- Los suelos recientes tienen un perfil poco diferenciado.
- Los suelos viejos tienen un perfil bien diferenciado.

Ser humano:

- Contribuye a los aportes y pérdidas de materia orgánica y de nutrientes.
- Puede acelerar los procesos de erosión y degradación del suelo, afectando sus capacidades.
- Puede alterar el régimen de humedad del suelo al regarlo o drenarlo.

Retomando a Raudes y Sagastume (2009), establecen que el suelo está formado por sustancias en estado líquido, sólido y gaseoso.

Parte orgánica o sólida: Se conforma de elementos naturales vivos y muertos, en donde se incluyen raíces de plantas, hongos, algas, bacterias, larvas de insectos y roedores, todos ayudan a la capacidad de retención de agua y nutrientes.

Parte líquida: Está conformada por agua con cantidades variables de minerales de anhídrido, carbónico y oxígeno, gracias a eso los nutrientes entran en las plantas para contribuir a su desarrollo.

Parte gaseosa: Esta parte del suelo es importante debido a que de ella depende tanto el desarrollo de las raíces de las plantas y como la presencia de microorganismo, los cuales son importantes para el proceso evolutivo de suelo. Tanto el agua como el aire ocupan los poros, los cuales son espacios entre partículas de suelo que se producen por las irregularidades de su forma y tamaño (FAO, 1996).

Por todo lo anterior es que el suelo puede formar una diversidad de características físicas como el color, textura, estructura, profundidad, capacidad de infiltración, drenaje de agua, pedregosidad, fertilidad y acidez (Raudes y Sagastume, 2009).

Color.

Se utiliza para clasificar el suelo ayudando a identificar tanto los minerales dominantes en él, así como el contenido y estado de descomposición de la materia orgánica.

Textura.

Es el tamaño de partículas del suelo, haciendo que éste sea fino o no. La textura es la cantidad de arcilla, limo y arena presentes en el suelo.

La arcilla son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua. Los suelos con este tipo de característica son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente pero contienen importantes reservas de nutrientes. Son fértiles pero cuando están secos se vuelven difíciles de moldear o trabajar (FAO, 1999).

El limo son gránulos de tamaño intermedio, este tipo de suelo es fácil de trabajar y son fértiles. Forman terrenos fáciles de desagregar cuando están secos (FAO, 1999).

La arena son gránulos más grandes, los suelos con esta característica son más fáciles de trabajar, pero tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables para las plantas (FAO, 1999).

Figura 1. Texturas del suelo.



Fuente: FAO, 1999.

La textura es importante debido a que de ella depende la adaptación ecológica de las prácticas biológicas de conservación de suelo y agua, pues todas las especies que se emplean en alguna práctica se adaptan a algún tipo de textura (Raudes y Sagastume, 2009).

Estructura.

De acuerdo con Raudes y Sagastume (2009) la estructura es la forma en que se agregan o “acomodan” las partículas del suelo. Según la forma en que se acomoden los suelos pueden ser: laminar, prismático, en bloque y esferoidales.

Figura 2. Estructuras del suelo.



Fuente: Raudes y Sagastume, 2009.

La figura 2, como el nombre lo indica, muestra las diferentes estructuras que pueden tener el suelo de la cual también dependerá la velocidad con la que el agua pueda infiltrarse (Raudes y Sagastume, 2009).

Profundidad.

Raudes y Sagastume (2009), señalan que es la longitud o distancia entre la superficie del suelo y la capa de roca madre, donde la raíz de la planta puede crecer y desarrollarse fisiológicamente. De la profundidad depende la selección de especies y variedades que puedan adaptarse en las parcelas de producción.

Capacidad de infiltración.

Es la facilidad que tiene un suelo para permitir la entrada y la percolación del agua. Un suelo con alta capacidad de infiltración se caracteriza por tener una buena estabilidad de las partículas. La capacidad de infiltración se encuentra directa e inversamente relacionada con la escorrentía (Raudes y Sagastume, 2009).

Drenaje de agua.

Raudes y Sagastume (2009) señalan que es la capacidad que tiene el suelo para movilizar el agua que se infiltra o acumula en períodos de lluvias fuertes y de mantener o reestablecer después de las lluvias su contenido de aire en el suelo. Esta característica influye en la selección de cultivos.

Pedregosidad.

Es la cantidad de piedras de diferente tamaño, las cuales se encuentran en la capa fértil del suelo (Raudes y Sagastume, 2009).

Fertilidad.

Para Raudes y Sagastume (2009) es la capacidad que tiene el suelo de proveer a las plantas los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo.

Acidez.

Es el grado de acidez o alcalinidad del suelo en una escala de pH que va de 0 a 14. Siendo 0 a 6 alcalino, 7 neutro y 8 a 14 ácido (Raudes y Sagastume, 2009).

Raudes y Sagastume (2009) opinan que el suelo es entonces un elemento natural formado durante largos períodos de tiempo en lo que para su formación influyen factores ambientales como el clima, el relieve, la biota y el material parental; el cual es una especie de capa que cubre a la roca madre. Es por ello que el suelo es uno de los recursos naturales más importantes que debe considerar el ser humano, no sólo por el tiempo y los elementos que se necesitan para su formación, sino también por la influencia que tiene en cada una de las actividades cotidianas de las poblaciones humanas.

1.2. Degradación del suelo.

La degradación del suelo, o degradación de la tierra como lo dice Zárate-Zárate y Ramírez-Guzmán (2004), es la transformación que sufre una zona árida, semiárida, húmeda o subhúmeda convirtiéndose en un área cuya vida ha sido disminuida por procesos físicos, químicos, biológicos y/o antropogénicos, dañando o alterando la funcionalidad y productividad de los ecosistemas. Zárate y Ramírez (2004) incluyen los factores que intervienen en la degradación del suelo los cuales son los siguientes: Climáticos, procesos morfodinámicos, dinámica del suelo y dinámica de la vegetación.

De acuerdo a lo citado por Zavala-Cruz y colegas (2011), la degradación de la tierra es un declive que puede ser temporal o bien puede ser permanente con relación a la capacidad que tiene la tierra para su producción. Se define también como aquellas pérdidas que tiene el suelo de sus cualidades intrínsecas y de sus funciones. Para medir la degradación del suelo es necesario hacer uso de indicadores, por ejemplo, la disminución del cultivo de algún tipo de semilla.

La definición de Piscitelli (2015), sobre la degradación de suelo, hace referencia al cambio de estado del suelo, y a su disminución de capacidad para producir bienes y servicios ambientales, dicha definición se asemeja a la que ha sido propuesta por la FAO (2019); sin embargo, se considera dentro de la definición de Piscitelli que cuando hay cambios de estado de salud del suelo, también hay cambios que tienen que ver principalmente con las alteraciones que sufre el clima o el microclima los cuales están relacionados con la ecósfera, la hidrología y la vegetación.

De acuerdo a la FAO (2019), la degradación del suelo es el cambio del estado de salud del suelo, que trae como consecuencia una disminución de la capacidad del o los ecosistemas para producir bienes, o hacer préstamo de sus servicios al ser humano. Dentro de dicha definición, se incluye también otras definiciones que están relacionadas con la degradación del suelo como la erosión del suelo, degradación de la tierra, y la desertificación. Pese a que estas tres definiciones son distintas conceptualmente y su proceso también es distinto, lo que las hace iguales son los impactos graves y perjudiciales que tienen con relación al recurso suelo.

Por su parte, la Organización Meteorológica Mundial, 2006), la degradación del suelo o de tierras se define como:

“La disminución o pérdida de productividad biológica o económica y de complejidad de las tierras agrícolas destinadas a cualquier tipo de cultivo. La degradación es ocasionada por las técnicas de uso del suelo y se manifiesta principalmente en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas” (p. 6).

En la definición que propone la SEMARNAT (2012), hace inclusión de las actividades efectuadas por el hombre, que como consecuencia traen disminución de la productividad biológica del suelo y de su capacidad para sustentar la vida humana. Así mismo, se mencionan también factores ambientales que están relacionados con el proceso de la degradación del suelo como la topografía, el clima, la precipitación y los tipos de suelo; y factores humanos que alteran el estado original del suelo como la deforestación, el sobrepastoreo, y el uso desmedido de recursos naturales.

Para la SEMARNAT (2015), la degradación de los suelos se puede identificar en dos procesos. El primero se identifica en la erosión o en el desplazamiento del material que se origina a partir de la acción del agua o el aire. El segundo se observa a través del deterioro de la calidad del suelo, esto mediante procesos físicos, químicos y biológicos.

1.2.1. Tipos de degradación del suelo.

La Organización Meteorológica Mundial (2006) menciona que:

“En la degradación del suelo intervienen dos sistemas conectados entre sí, uno que es el sistema natural y el otro que es el sistema social humano. Por un lado, el sistema natural, por medio de los fenómenos climáticos se ocasiona el desgaste de los suelos, mientras que, en el sistema social humano, el desgaste de los suelos se genera por el uso y abuso que se tiene de dicho recurso natural en estado ya vulnerable” (p.9).

De entre los principales factores climáticos que desgastan los suelos, la Organización Meteorológica Mundial (2006) señala a la precipitación, el viento, la radiación solar, la temperatura y evaporación, las crecidas, sequías y las tormentas de polvo.

A la precipitación se le ha considerado como el principal factor climático de la degradación del suelo, lo que a su vez desencadena en erosión hídrica. La precipitación ocasiona la degradación del suelo de tres maneras: a través de las gotas de lluvia, de la escorrentía superficial y subsuperficial y por medio de las crecidas fluviales. Las principales características de la precipitación que se consideran para provocar la degradación del suelo son la intensidad y velocidad.

Con lo que respecta a la velocidad con la que cae la lluvia, la Organización Meteorológica Mundial (2006) menciona que:

Ésta provoca una gran cantidad de energía cinética que hace que exista un desprendimiento de las partículas del suelo. Posteriormente, cuando las partículas se desprenden del suelo, éstas son arrastradas por escorrentía, por lo que, mientras mayor sea la intensidad de la lluvia, mayores serán las partículas arrastradas por escorrentía, caso contrario, mientras la intensidad de la lluvia sea menor, las partículas desprendidas serán más finas. (p.13).

De acuerdo a lo citado en Rostagno y colegas (2004):

“El viento, al igual que a la precipitación se le ha atribuido una gran influencia en la degradación de los suelos debido a su dinámica, ya que éste provoca el desprendimiento, transporte y depósito de las partículas del suelo, y una vez removidas éstas son transportadas por tres diferentes mecanismos que son saltación, reptación y suspensión” (Rostagno *et al.* 2004, p.113).

A este factor climático se le atribuye el problema de erosión eólica, ya que el viento posee una propiedad denominada erosividad, la cual es definida por la Organización Meteorológica Mundial (2006), como la “propiedad del viento que determina su capacidad

para arrastrar y transportar suelos desnudos y secos preparados para el cultivo” (p. 22). Por lo tanto, dicha propiedad, establece las pautas generales de la erosión eólica.

Además de la erosividad, Raudes y Sagastume (2009), mencionan que otros factores que tienen influencia en la erosión eólica son: la velocidad del viento, el excesivo laboreo del suelo, el uso de herramientas inadecuadas, sobrepastoreo de la cubierta vegetal, suelo suelto, seco y sin estructura y las superficies sin barreras vivas o cortinas rompevientos.

Siguiendo con el concepto que la Organización Meteorológica Mundial (2006) propone sobre la degradación del suelo, se menciona que en ésta influyen dos sistemas, el natural y el social humano, en este último es en dónde se engloban las actividades realizadas por el hombre, las cuales alteran el buen estado del suelo.

Dentro de las actividades que realiza el ser humano y que afectan al suelo, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2004) considera principalmente a la agricultura, la ganadería (sobrepastoreo), la deforestación, el cambio de uso de suelo y el vertido de materiales y residuos industriales.

Por su parte, Zavala-Cruz *et al.* (2011) establecen que en la degradación de suelos se distinguen dos tipos: la física y la química. Por un lado, en la degradación física existe una destrucción o deterioro de la estructura que conforma al suelo por agentes naturales, y que están relacionados con la textura del suelo. En cuanto a la degradación química, tiene que ver con que el suelo se ve afectado por la presencia de sustancias tóxicas y/o a las pérdidas de bases intercambiables. Dicho de otra manera, en la degradación física se ven alteradas y afectadas las propiedades externas del suelo, mientras que en la degradación química son las propiedades internas del suelo las que son perjudicadas y alteradas.

Sin embargo, para la SEMARNAT (2015), la degradación de los suelos se presenta en diversas formas dependiendo del origen de los procesos que la generan, y pueden ser químicos, físicos y biológicos. En primer lugar, se tiene la degradación química, la cual se da principalmente por la actividad agrícola intensificada que trae consigo una pérdida de nutrientes y reducción de fertilidad en el suelo. La contaminación por residuos sólidos

urbanos e industriales, derrames y la salinización causada por la acumulación de sales en el suelo, son otros dos factores que ocasionan este tipo de degradación (SEMARNAT, 2015).

En segundo lugar, se encuentra la degradación física, manifestada en procesos de compactación y erosión. La compactación es en muchas ocasiones generada por la maquinaria agrícola pesada o por la urbanización. En este tipo de degradación, resalta la erosión del suelo que como ya se ha mencionado, es uno de los procesos de degradación y hay dos tipos de erosión. El primer tipo es erosión hídrica, que es el desprendimiento o arrastre de partículas del suelo por la acción del agua, ya sea por el impacto que generan las gotas de lluvia y/o por escurrimiento. El segundo tipo es la erosión eólica, causada por la acción del viento el cual desprende y levanta las partículas del suelo (SEMARNAT, 2015).

Finalmente, se tiene la degradación biológica que se manifiesta por la pérdida de materia orgánica y por la disminución de microorganismos como bacterias, hongos, insectos y algunas especies de mamíferos pequeños.

En el concepto de Raudes y Sagastume (2009), la erosión es un proceso en el que hay un desprendimiento de partículas del suelo a causa de la acción del agua o el viento o que también puede ser provocado por una remoción de masas; y a diferencia de lo que propone la SEMARNAT, en el mismo concepto de Raudes y Sagastume se hace una clasificación mejor estructurada de los tipos y formas de erosión.

Los tipos de erosión que Raudes y Sagastume (2009) proponen son dos: Erosión geológica o natural y erosión acelerada. La erosión geológica o natural es aquel proceso que se da por la influencia de los factores del medio ambiente, como la temperatura, el viento, la topografía, el agua de las lluvias, la corriente de los ríos. Este tipo de erosión es imperceptible. Con lo que respecta a la erosión acelerada es un proceso provocado por el hombre, ya que rompe el equilibrio que existe entre el suelo, la vegetación, el agua y los animales. La razón por la cual el hombre altera y desequilibra la relación entre los cuatro componentes, es porque transforma el ecosistema natural en un agroecosistema con la finalidad de volverlo productivo y como resultado de dicha transformación, se tiene

la disminución de las propiedades químicas y físicas del suelo, y una disminución en las poblaciones de los microorganismos.

Una de las acciones que realiza el hombre para ocasionar la erosión acelerada, se encuentra el uso de sistemas y herramientas inadecuados para la actividad agrícola, especialmente cuando se realiza sobre terrenos con pendiente pronunciada; la tala y la quema de árboles y vegetación del suelo y el sobrepasar la capacidad del suelo para la actividad agrícola y ganadera (Raudes y Sagastume, 2009).

De los factores o agentes que intervienen en el proceso de este tipo de erosión se encuentra, por un lado, los factores climáticos como la lluvia, el viento, la temperatura y la corriente de los ríos y por otro, se encuentran aquellos factores que son realizados por el hombre, por ejemplo, los trabajos agrícolas y el uso de animales para dicha actividad, estos últimos son los principales factores que ocasionan la erosión acelerada (Raudes y Sagastume, 2009).

Si bien ya se ha abordado sobre los dos tipos de erosión que mencionan Raudes y Sagastume (2009) éstas son: la hídrica y la eólica. La erosión hídrica, es un proceso que se genera principalmente por el impacto que tiene el agua de la lluvia o del riesgo intensificado. El efecto que ocasionan las gotas de agua en el suelo es el desprendimiento y remoción de sus partículas esto por medio del agua en escorrentía. Los factores que influyen en el proceso de esta forma de erosión son: la intensidad y frecuencia de las lluvias, el relieve del terreno, la longitud de la pendiente, el tipo y manejo del suelo.

A su vez, de la erosión hídrica se desencadenan otras tres formas, que son la laminar, erosión en surcos y erosión en cárcavas (Raudes y Sagastume, 2009).

- Erosión laminar. Consiste en un arrastre uniforme y poco notorio de las capas del suelo por el agua de escurrimiento. Es la forma menos notable. Esta forma de erosión se nota a través de la capa superficial del suelo ya que se comienzan a mostrar manchas claras en las pendientes debido a la pérdida de materia orgánica y nutrientes minerales.

- Erosión en surcos. Es la consecuencia de una erosión laminar muy fuerte y del mal uso de herramientas de labranza. Se manifiesta como la acentuación de depresiones naturales ocasionadas por la escorrentía superficial.
- Erosión en cárcavas. Se origina después de la erosión laminar y de surcos. Se forma cuando el agua de escurrimiento es mayor, produciendo surcos que se unen y forman zanjas de gran tamaño, conocidas como cárcavas generalmente ramificadas. Estas zanjas no permiten el empleo de tracción animal ni mecánica en la preparación del terreno ni de otros trabajos de campo (Raudes y Sagastume, 2009, p. 50)

Finalmente, la erosión eólica es causada por el viento en terrenos sueltos que se localizan en regiones con variaciones de temperatura, con poca precipitación y en donde predominan vientos fuertes, al igual que la erosión hídrica, desprende o remueve gran cantidad de materia nutritiva, llevándose las partículas más livianas y fértiles del suelo. Los factores que en ella intervienen son la velocidad del viento, excesivo laboreo del suelo, uso de herramientas inadecuadas, sobrepastoreo de la cubierta vegetal, suelo suelto, seco y sin estructura y las superficies extensas sin barreras vivas o cortinas rompevientos (Raudes y Sagastume, 2009).

Por lo tanto, cuando se habla de degradación del suelo, se da por sentado que se hace referencia a la afectación y alteración de las propiedades internas y externas del suelo, impactando en su productividad, esto debido a procesos naturales de los mismos factores climáticos o bien por actividades antrópicas.

1.3. Conservación del suelo.

Históricamente la práctica de la conservación de suelos ha estado integrada en muchas tradiciones de usos de la tierra, ante la cual muchas culturas encontraron formas de manejo adaptadas a sus condiciones ambientales (tipos de clima, relieve, suelos), sociales (tenencia de la tierra, posibilidad de manejo de obra) y culturales. Aún hoy podemos apreciar paisajes transformados con terrazas, chinampas, ollas, entarquinamiento, curvas de nivel, milpas, franjas de pastos, asociación de cultivos. Diversos nombres para indicar un manejo de la tierra en función de su aptitud que

favorece la restitución de los nutrientes y la conservación de los suelos *in situ* (Cotler, 2015).

La FAO (2019), define a la conservación del suelo como aquellas actividades realizadas a nivel local, las cuales tienen el propósito o el fin de aumentar y/o mantener las propiedades físicas y químicas del suelo, para mejorar la capacidad productiva de la tierra especialmente en áreas que han sido afectadas o que son propensas a la degradación. Así mismo, dentro de la definición de la FAO, se tiene que en la conservación de suelo se incluye la prevención y reducción de problemas como son la erosión y la salinidad; así como también el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo.

La conservación del suelo no sería posible sin el recurso humano, pues tal como lo menciona el Instituto Nacional Tecnológico de Nicaragua (INATEC, 2016), dicha conservación hace referencia a las prácticas que realiza el ser humano para disminuir la pérdida de suelo especialmente en zonas productivas. Estas prácticas realizadas por el hombre son de protección y mejoramiento, las cuales evitan la degradación química, física y biológica, de tal manera que dichas degradaciones no sean perjudiciales para la producción agrícola. Así mismo, mediante la conservación del suelo se reduce también la pérdida de agua debido a los siguientes dos aspectos: la protección de la capa arable y el aumento de la infiltración del agua en el suelo.

Para la conservación del suelo se consideran prácticas que se pueden llevar a cabo en los sistemas de producción, las cuales deben de responder y permitir la identificación de las causas de los factores sociales y ambientales, por lo que es necesario tener conocimiento de los problemas desde sus inicios, tales como las problemáticas sociales como la tenencia de la tierra, los arreglos institucionales y las viejas políticas públicas y recientes; las presiones del mercado, los fenómenos migratorios, el abandono de tierras, las modificaciones de sistemas de producción, entre otras (SEMARNAT, 2015).

Al ser identificados los problemas anteriores, se requiere hacer partícipes a los dueños de las tierras, para que a partir de su conocimiento local en conjunto con el conocimiento científico se pueda diseñar una visión o idea sobre la conservación del suelo (SEMARNAT, 2015).

1.4.Prácticas para la conservación de suelos.

Con base a las definiciones anteriores de conservación de suelo, las prácticas de conservación son todas aquellas técnicas implementadas de manera local por agricultores y/o ganaderos, en donde su principal función es la de darle un buen manejo al suelo para conservar sus propiedades físicas, químicas y biológicas y así evitar su degradación y erosión.

De acuerdo a lo citado en Altieri y Nicholls (2000), establecen que “generalmente los campesinos toman en cuenta pocas propiedades y procesos de sus sistemas agrícolas, teniendo como resultado peculiares características de las estrategias que implementan en dichos sistemas, tales estrategias son estructurales y funcionales comunes (pp. 186-187) como:

- Combinación de un número considerable de especies y diversidad estructural en el tiempo y en el espacio, mediante la organización tanto horizontal como vertical del cultivo.
- Explotación de una variedad de microambientes, que difieren en suelos, temperatura, altitud, pendiente, fertilidad, etc., en un campo o en una región.
- Mantienen ciclos cerrados de materiales y desechos a través de prácticas efectivas de reciclado.
- Cuentan con una complejidad de interdependencias ecológicas, resultando en cierto grado de supresión biológica de las plagas.
- Cuentan con recursos locales, más energía humana y animal, usando pocos insumos externos.

Cuentan con variedades locales de cultivos e incorporan el uso de plantas y animales silvestres. La producción es generalmente para el consumo local; así, la influencia de factores no económicos en la toma de decisiones es sustancial.

De acuerdo con SEMARNAT (2015), para la conservación de suelos existen tres tipos de prácticas: las agronómicas, las vegetativas y las mecánicas o estructurales.

1.4.1. Prácticas agronómicas.

Con relación a las prácticas agronómicas, éstas tienen la finalidad de contrarrestar los efectos negativos de las actividades agrícolas y/o pecuarias, por medio de cambios en los métodos agrícolas o pecuarios, como el laboreo intensivo y el uso de agroquímicos. A través de las modificaciones de dichos métodos es posible aumentar la capacidad del suelo y la resistencia a perderse por la erosión.

Algunas de estas prácticas son: cobertura de suelo por rastrojos, surcos contra sentido de la pendiente, cultivos asociados en curvas de nivel (SEMARNAT, 2015) y la Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF).

Cobertura de suelos por rastrojos.

De acuerdo a la FAO (2022), en esta práctica los rastrojos son todos aquellos residuos que se quedan de los cultivos o de las cosechas y si bien éstos son utilizados como forraje para el ganado, también son implementados como una especie de “cobija” que cubre la capa exterior del suelo con la finalidad de mejorar la fertilidad de éste. Los cultivos que se utilizan durante los períodos de barbecho, entre la cosecha y la plantación de los cultivos, donde además se aprovechan el agua residual del suelo. Esta práctica de cobertura por rastrojos cumple con la función de:

- Proteger a los suelos durante el tiempo de barbecho
- Movilizar y reciclar nutrientes
- Mejorar la estructura del suelo y romper las capas compactadas
- Permite una rotación en un sistema de cultivo
- Puede usarse para controlar malezas y plagas
- Aumentar la cantidad de materia orgánica.
- Inhibe la evaporación de la humedad del suelo, a su vez que proporciona una mayor infiltración de agua en el perfil edáfico
- Amortigua la presión ejercida sobre el suelo por las ruedas de la maquinaria pesada, pisadas de animales y también por las gotas de la lluvia.

Surcos contra sentido de la pendiente

Esta práctica consiste en el trazado de los surcos en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno, siguiendo las curvas de nivel. Tiene como finalidad reducir la velocidad de escurrimiento superficial para provocar una mayor infiltración de agua en el suelo y aumentar la humedad disponible para las plantas, reducir la erosión laminar del suelo y evitar la formación de cárcavas en terrenos con pendientes (SEMARNAT, 2008).

De acuerdo con Cubero-Fernández y Elizondo-Alvarado (2019), la siembra contra el sentido de la pendiente es una práctica de conservación de suelos que consiste en preparar hileras del cultivo que vayan en contra de la pendiente siguiendo las curvas de nivel, de esta manera, cada surco o hilera de plantas o cultivos funciona como obstáculo al agua de escorrentía, lo que hace que el agua pierda velocidad y fuerza al fluir en sentido de la pendiente, por lo que así se evita un mayor arrastre de suelo y nutrientes y con ello se disminuye la posibilidad de erosión. Esta práctica requiere que se haga uso de herramientas o tecnologías como el aparato "A" o el codal también llamado caballete.

Cultivos asociados

La práctica por cultivos asociados, asociación de cultivos, cultivos en asocio o cultivo intercalado, es una práctica muy antigua y estrechamente relacionada con la historia de las civilizaciones. En el caso de América Latina, el sistema de asociación de cultivos fue implementada en diversas regiones desde épocas prehispánicas, con la finalidad de tener una alimentación balanceada y reducir el riesgo de obtener malas cosechas (Tamayo-Ortiz y Alegre-Orihuela, 2021).

La práctica de cultivos asociados consiste en sembrar diversos cultivos en un mismo terreno. Para la siembra de cultivos asociados, existen varias combinaciones espaciales, es decir, varias maneras de acomodar los cultivos. Entre ellos se encuentra el cultivo mixto que consiste en diferentes cultivos sembrados en una misma fila, o sin arreglo espacial. Otra forma es el cultivo asociado en surcos en los que se siembran diferentes cultivos en surcos alternos (Smith y Liburd, 2018).

Por otro lado, Zavaleta-Mejía (1999) mencionan que la asociación de cultivos es una forma de policultivo usada por la agricultura tradicional, ecológica y por la permacultura. Mientras que Muñoz (2014), señala que la asociación de cultivos consiste en plantar dos

o más especies en relación de cierta cercanía provocando una relación competitiva y complementaria dando como resultado una de las prácticas más efectivas de la agricultura ecológica.

Tal como se ha señalado anteriormente y teniendo en cuenta a Guzmán-Casado y Alonso-Mielgo (2008), explican que existen tres tipos de asociaciones de cultivo que son los siguientes:

- Cultivos asociados: Éstos se caracterizan por estar constituidos de dos o más especies cultivadas en paralelo en parcelas sin ningún orden.
- Cultivos intercalados: Se encuentran constituidos por dos o más cultivos intercalados en hileras diferentes.
- Cultivos en franjas: Se trata de dos o más especies cultivadas en simultáneo en distintas franjas de amplitud suficiente para permitir conceder cierto grado de independencia a cada una, pero con suficiente proximidad para su interacción ecológica: ésta es la que permite una mejor mecanización.

Retomando a Zavaleta-Mejía (1999), las ventajas de los cultivos asociados son las siguientes:

- Tiene una mayor eficiencia en comparación a los monocultivos.
- Se aprovechan todos los espacios del terreno
- Reduce la erosión del suelo por medio de una protección física
- Atrae insectos beneficios como polinizadores o aquellos que atacan a las plagas
- Hay un incremento en la productividad y de nutrientes
- Impiden el crecimiento de malas hierbas

Rotación de cultivos

En el caso de la rotación de cultivos, esta práctica consiste en sembrar diversos cultivos en un mismo campo durante diferentes épocas del año, teniendo beneficios como la reducción de plagas, atracción de insectos que ayuden al control de plagas y la disminución de malezas (Smith y Liburd, 2018).

En el caso de Guzmán-Díaz (2012), indica que la rotación de cultivos consiste en alternar en el tiempo diferentes cultivos en una misma área de siembra, para lo cual se debe ser muy cuidadoso al momento de elegir las semillas al sembrar. Para poder seleccionar de manera adecuada las semillas, se deben de considerar elementos como: la pendiente del terreno, el tipo de suelo, las precipitaciones, entre otros, por lo que se sugiere recurrir a un especialista antes de implementar esta práctica. Una de las recomendaciones más comunes es la de incluir las leguminosas en los cultivos a utilizar.

Otra definición de la práctica de rotación de cultivos que se considero fue la de Silva *et al.* (2015), en la que mencionan que dicha práctica busca maximizar la productividad por unidad de superficie, optimizando el uso de recursos. La rotación de cultivos consiste en la sucesión de diferentes cultivos en el suelo a través del tiempo.

La rotación de cultivos actualmente es considerada como un sistema que le da sustentabilidad a la producción. Esta práctica también es efectiva para el control de enfermedades y plagas. Algunas de las ventajas de la rotación de cultivos son las siguientes:

- Control de plagas y enfermedades
- Control de malezas
- Aumento de los nutrientes residuales en el suelo
- Aumento de la sustentabilidad agrícola.

Por otro lado, Camí (2013), señala que la rotación de cultivos es una práctica básica de la agricultura ecológica, debido a sus efectos en la fertilidad del suelo y al control de plagas y enfermedades en los cultivos. Siguiendo con Camí (2013), menciona que la rotación de cultivos se ha practicado desde los orígenes de la agricultura, cuando, después de una cosecha, ya se hacían cultivos mejorantes para incorporarlos al suelo antes del cultivo. Las rotaciones eran bianuales o trienales con un período de descanso o barbecho como mínimo de un año.

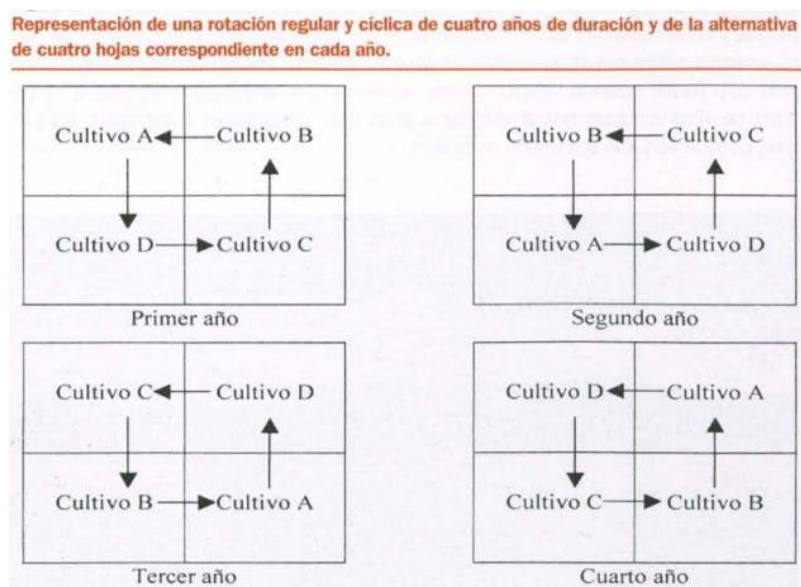
Considerando a Dufour (2015), menciona que la rotación de cultivos es una práctica en la que por cada ciclo de producción se planta un cultivo diferente, pero en el mismo

terreno o parcela. En la producción orgánica, dicha práctica es una herramienta de gran utilidad debido a que previene enfermedades del suelo, plagas de insectos y problemas de malezas. Dufour (2015), también menciona que las rotaciones de cultivo deben ser apropiadas para el sistema de producción, equipo y trabajo.

Guzmán-Casado y Alonso-Mielgo (2008), mencionan uno de los principales problemas de los monocultivos el cual es la proliferación de plagas y de algunas enfermedades, esto debido a que cada cultivo favorece la presencia de determinados organismos como bacterias, hongos, entre otros, en el suelo. Entonces, cuando un tipo de cultivo se repite por mucho tiempo, las poblaciones de algunos de estos organismos prevalecen, provocando daños al cultivo. Ante lo anterior se hace ver que en la rotación de cultivos no sucede lo mismo, debido al cambio constante de cultivos en donde, existe la posibilidad de que haya presencia de alguno de los organismos anteriormente mencionados; sin embargo, por el cambio de cultivo estos no tendrán razón de seguir presentes en el suelo.

En la figura 3 se muestra una representación de una rotación de cultivos durante cuatro años.

Figura 3. Representación de una rotación de cultivos en un ciclo de cuatro años.



Fuente: Guzmán-Casado y Alonso-Mielgo, 2008.

Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF)

La milpa intercalada de acuerdo con Cotler y Cuevas-Fernández (2017), se desarrolló con el propósito de producir maíz y frijol como elementos estratégicos para la seguridad alimentaria de las familias rurales, incrementar el ingreso familiar, aumentar el contenido de materia orgánica y controlar la erosión hídrica del suelo. Este sistema es un sistema agroforestal en donde predomina el cultivo del maíz asociado con frijol, chile y calabaza. Dichos cultivos se siembran en surcos contra el sentido de la pendiente con la ayuda de yuntas.

La MIAF tiene ventajas como:

- Capacidad para secuestrar carbono
- La capacidad para mejorar la producción de alimentos
- La posibilidad de incidir en el incremento de ingresos de los productores a través de su participación en el mercado de fruta fresca a mediano y largo plazo.

Con lo que respecta a su implementación en laderas, la MIAF ayuda a controlar la erosión, pues las hileras de los árboles que contienen las parcelas constituyen sistemas que semejan presas filtrantes cuando los residuos de los cultivos anuales se depositan al pie de los árboles. La MIAF permite que con el tiempo se vayan desarrollando terrazas que facilitan la labor de los productores de reducir la pendiente.

1.4.2. Prácticas Vegetativas

En cuanto a las prácticas vegetativas como su nombre lo menciona, son aquellas prácticas que integran vegetación, ayudan a mejorar la capacidad productiva, aumentan tanto el contenido de la biodiversidad como el contenido de materia orgánica y disminuye la pérdida de suelo. Son importantes este tipo de prácticas debido a que protegen al suelo con la intercepción de las gotas de lluvia y del viento por árboles, arbustos y/o pastos. De estas prácticas se pueden mencionar las siguientes: terraza con cerco vivo de frutales, barrera rompevientos (SEMARNAT, 2015) y cercas vivas (Reyes-Jiménez y Martínez-Alvarado, 2011).

Terraza con cerco vivo de frutales

Esta práctica se puede implementar con o sin árboles frutales, pero si debe de estar acompañada de alguna especie de árbol.

Tal como lo indica la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2018), las terrazas con cerco vivo o muro vivo, son terraplenes que se forman por el movimiento del suelo debido a los trabajos agrícolas que se realizan en terrenos con pendientes. La manera en que se retiene el suelo en esta obra o práctica es por medio de árboles o arbustos, los cuales se plantan siguiendo las curvas de nivel del terreno.

Este tipo de terrazas cumple con la función de reducir la erosión hídrica especialmente en suelos de uso forestal, controla el escurrimiento superficial a velocidades no erosivas y dirigirlo hacia una salida estable (CONAFOR, 2010).

Siguiendo con la CONAFOR (2010), menciona que la terraza con muro vivo tiene los beneficios que a continuación se mencionan:

- Disminuir el grado y longitud de la pendiente
- Impedir la formación de cárcavas
- Reducir el contenido de sedimentos en el agua de escorrentía
- Disminuir la velocidad del escurrimiento y favorecer una mayor infiltración
- Aportar materia orgánica al suelo
- Mejorar el paisaje
- Generar productos como leña o forraje.

Adicionalmente, la CONAFOR (2010) recomienda que para que las terrazas con cerco o muro vivo sean eficientes se les tiene que dar mantenimiento a las especies arbóreas y a los setos por medio de la combinación de la combinación con otras prácticas, como el surcado en curvas de nivel o rotación de cultivos, también sugiere que el manejo que se le dé al suelo tiene que estar ajustado a la capacidad de su uso. Utilizar plantas nativas o introducidas que sean de rápido crecimiento, que no compitan por luz con los cultivos, que no sean hospederas de plagas y que puedan utilizarse como abono verde, forraje, leña, etc. También recomienda que se realice el trasplante de las especies arbóreas o

vegetales a las terrazas en épocas de lluvia con la finalidad de que las especies tengan un buen crecimiento.

Barrera rompevientos.

De acuerdo a la CONAFOR (2018), la barrera o cortina rompevientos es una práctica que consiste en colocar árboles alineados en forma perpendicular a las corrientes del viento. Los árboles se forman en cuatro o más hileras tanto de árboles como de arbustos, de tal manera que la barrera sea lo suficientemente alta y densa con la finalidad de disminuir la velocidad del viento. Esta práctica se implementa especialmente para evitar la erosión eólica del suelo y proteger las plantaciones vulnerables a los vientos.

La CONAFOR (2018), sugiere algunas recomendaciones al momento de seleccionar las especies de árboles o arbustos que se van a plantar, las cuales se mencionan a continuación:

- Especies que se encuentren adaptadas tanto al suelo como al clima del lugar en donde se va a llevar a cabo la plantación.
- Que las especies sean resistentes a las sequías.
- Árboles o arbustos que sean de rápido crecimiento y morfológicamente uniforme, es decir, que tengan troncos rectos, que sean longevos y vigorosos. También que sean de gran densidad de copa (hojas y ramas).
- Los arbustos que se coloquen en las hileras exteriores de la barrera se sugieren que sean espinosas, con la finalidad de que el ganado no consuma las hojas de los árboles.
- Las especies arbóreas deben ser de mayor altura y tamaño que los arbustos, ya que de ello dependerá la mayor o menor protección contra el viento

Por otro lado, Oberschelp *et al.* (2020), indican que las barreras rompevientos, a quienes denominan cortinas forestales, son árboles o arbustos plantados en hileras de manera simple, los cuales tienen el propósito de alterar el flujo del viento y crear una especie de microclima en la zona.

Siguiendo con Oberschelp *et al.* (2020), las cortinas forestales o barreras forestales funcionan de dos maneras. La primera consiste en modificar las corrientes de aire, las ondas sonoras y las nubes de olor. La segunda manera consiste en filtrar los contaminantes transportados por el aire, como por ejemplo, sedimentos, nieve, nutrientes, pesticidas, patógenos y compuestos orgánicos volátiles. Estas cortinas forestales cumplen con la función de:

- Proteger el suelo
- Conservar la humedad
- Interceptar partículas presentes en el aire
- Proteger plantas y animales
- Mejorar el microclima edáfico y del cultivo.

Cercas vivas.

Las cercas vivas son el reemplazo de los sistemas tradicionales para delimitar áreas, trayendo consigo beneficios ecológicos y económicos. Estas cercas vivas son plantaciones de especies forestales que se utilizan para separar potreros o linderos y funcionan como barreras rompevientos, en algunos lugares dicha práctica sirve como proveedora de recursos maderables dependiendo de la especie de árbol que se haya plantado, sin embargo, su principal función es la de controlar el movimiento de los animales y de la gente. Esta práctica ha demostrado ser benéfica para los productores agropecuarios debido a que de esta práctica se puede obtener leña, alimentos y forraje (Reyes-Jiménez y Martínez-Alvarado, 2011). Siguiendo con estos autores, mencionan que las cercas vivas tienen la función de:

- Proteger fuentes de agua
- Proteger suelos, cultivos y pastizales
- Protegen contra las heladas
- Contribuyen a mejorar la ecología local.

Considerando a Villanueva *et al.* (2005), señalan que las cercas vivas se caracterizan por sembrar árboles y/o arbustos que sirvan como soporte para el alambre, con la finalidad de marcar los límites de una parcela o terreno. Las cercas vivas pueden estar conformadas por especies leñosas o puede haber una combinación de especies leñosas con postes muertos. Villanueva *et al.* (2005), hacen una división de beneficios que traen consigo las cercas vivas: beneficios para la finca y beneficios ambientales.

Beneficios para la finca.

- División de potreros
- Delimitación de linderos de la finca
- Generan sombra para el ganado
- Proveen madera
- Producen frutos para consumo humano
- Sirven como alimento para el ganado
- Aumentan el valor de la finca.

Beneficios ambientales.

- Sirven como corta fuegos
- Disminuyen la presión sobre los bosques
- Ayudan a limpiar el aire
- Conservan y mejoran las condiciones del suelo
- Aumentan la diversidad y presencia de animales silvestres
- Mejoran el paisaje de la finca.

Siguiendo con Villanueva *et al.* (2005), indican que hay dos tipos de cercas vivas, dependiendo de la cantidad de especies y de la altura de las copas se hará su clasificación en simples y multi-estratos. La primera clasificación se caracteriza por tener una o dos especies dominantes podándolas cada dos años, mientras que la segunda clasificación se encuentra conformada por más de dos especies de diferentes alturas y usos y generalmente no se lleva a cabo la poda lo que hace que se genere mayor

cobertura vegetal durante todo el año convirtiéndose en el hábitat o refugio de animales silvestres. La segunda clasificación es la que se recomienda implementar debido a la diversidad que presentan tanto en especies como en usos de cada árbol o arbusto, lo cual garantiza una variedad de productos para el autoconsumo e inclusive para la venta. También resulta benéfica para la fauna silvestre debido a que funciona como corredor que les permita desplazarse por la finca o zona.

1.4.3. Prácticas mecánicas o estructurales

Respecto a las prácticas mecánicas o estructurales, consisten en llevar a cabo movimientos del suelo para aminorar el escurrimiento superficial y la erosión en terrenos con pendientes, este tipo de prácticas se realizan con implementos agrícolas y con ciertas herramientas, además de que para realizarlas se deben escoger de acuerdo a la función de los tipos de suelos y terrenos que se protegerán, ya que suelen ser prácticas de conservación costosas. Las que más sobresalen son: cordones de piedra, tinas ciegas (zanjas de infiltración), terrazas (SEMARNAT, 2015) y presas (CONAFOR, 2018).

Cordones de piedra

Para la CONAFOR (2018), los cordones de piedra son llamados también barreras de piedra y esta práctica se caracteriza por acomodar piedras sobre las curvas de nivel de tal manera que se forme un pequeño muro con la finalidad de retener el suelo y disminuir la velocidad de escurrimientos en suelos con presencia de erosión laminar. Los cordones de piedra o barreras de piedra generalmente se implementan en lugares con escasa vegetación, poca profundidad de suelos y en donde además exista evidencia de arrastre de suelo superficial, además, para que pueda llevarse a cabo también es necesario que en lugar haya presencia de piedras esto para que pueda garantizarse el volumen de la obra requerido.

Entre las funciones y beneficios que señala la CONAFOR (2018) sobre las barreras se encuentran:

Funciones.

- Reducir la velocidad de escurrimientos en terrenos de ladera
- Coadyuvar al establecimiento de la vegetación forestal
- Retener el suelo en zonas con erosión laminar

- Propiciar la infiltración del agua

Beneficios.

- Aumentar la cantidad de agua infiltrada
- Reducir la erosión hídrica laminar
- Favorecer la disponibilidad de agua para la vegetación forestal
- Mejorar la calidad del agua.

Raudes y Sagastume (2009), indican que con el tiempo las barreras de piedra a quienes también denominan barreras muertas, pueden formar terrazas y que la principal función de dicha práctica es la de retener el suelo, además, esta se puede complementar con otras prácticas que ayuden a mejorar la fertilidad del suelo, la combinación más común con las barreras vivas.

Tinas ciegas (zanjas de infiltración)

Las tinas ciegas, zanjales de infiltración o zanja trinchera como también las denomina la CONAFOR (2018), son un conjunto de excavaciones intercalas y diseñadas para la captación de lluvias. El diseño que se implementa es el de “tres bolillos” con la finalidad de crear un sistema de captación de escurrimientos que cubra la mayor parte del terreno.

Por su parte, el Ministerio de Agricultura y Riego (2014), describe que las zanjales de infiltración son excavaciones que se llevan a cabo en un terreno en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal las cuales se construyen en curvas de nivel con la finalidad de detener la esorrentía de las lluvias y almacenar agua para los cultivos y vegetación debajo de las zanjales. Sus funciones principales son:

- Acortar la longitud de la pendiente, lo que hace que disminuyan los riesgos de erosión hídrica por las esorrentías de las lluvias.
- Retener el agua de las esorrentías favoreciendo la infiltración en el terreno para mantener la humedad en beneficio de los cultivos y especies vegetales y forestales.

Por su parte, Gutiérrez-Benítez *et al.* (2019), consideran que las zanjas de infiltración permiten tener una infiltración concentrada del escurrimiento local. Las zanjas tienen una profundidad de 1 a 3 m. reciben el agua en toda su longitud, captando el flujo superficial de la lluvia y evacuándolo mediante infiltración al subsuelo. La dinámica de las zanjas se divide en tres etapas que son: 1) El ingreso del agua que proviene de la escorrentía a la zanja, 2) el almacenamiento temporal del agua en su interior y 3) la infiltración a través del suelo.

Gutiérrez-Benítez *et al.* (2019), señala que las zanjas de infiltración son obras sencillas y fáciles de mantener, pues se integran adecuadamente a la red de drenaje natural debido a que son poco visibles y sólo están conformadas por una franja delgada del suelo en la superficie. Tienen bajo costo por lo que se pueden implementar con facilidad. Sus funciones son las siguientes:

- Disminuyen el caudal al máximo
- Reducen el volumen escurrido
- Recargan el manto de agua subterránea
- Mejoran la calidad del efluente.

Las zanjas de infiltración por parte de Raudes y Sagastume (2009), reciben el nombre de acequias a nivel, las cuales son descritas como canales con forma trapezoidal construidas con dirección transversal a la pendiente. Mencionan que el propósito de las acequias es el de conservar el agua, sirviendo como acumulador y mejoramiento de la infiltración del agua en la zanja, pero también tienen el propósito de conservar el suelo combinándolas con otras prácticas como las barreras vivas, barreras muertas, entre otras.

Presas

De acuerdo a la CONAFOR (2018), las presas son una práctica que se implementan para controlar la profundidad de cárcavas y para ello se colocan obstáculos o diques sobre el fondo de la cárcava. Los materiales que se utilizan para la construcción de presas generalmente es mampostería, gaviones, piedras, morillos, ramas e incluso llantas, así mismo puede haber combinación de dichos materiales, dependiendo de las

características de las cárcavas y el fin que se persiga. Siguiendo con la CONAFOR (2018), hay diferentes tipos de presas, y lo que las hace diferentes una de otra, es el material que se utiliza en su construcción y en su uso. Los tipos de presas se mencionan en la tabla 1:

Tabla 1. Tipos de presas.

Tipo de presa	Material que se utiliza	Función	Beneficios	Recomendaciones
Presa de malla de alambre electrosoldada	Malla de calibre 12 o 14, es la que se utiliza para fabricar cancelas de jaulas para gallos.	Controlar la erosión en cárcavas Reducir la velocidad de la escorrentía Impide en crecimiento de las cárcavas.	Retiene azolves, disminuye la cantidad y velocidad de los escurrimientos y estabiliza las cárcavas.	Usarse para el control de cárcavas menores a tres metros de altura.
Presa de morillos	Postes o troncos de diámetro mayores a 10 cm.	Reducir la velocidad del escurrimiento, retener azolves, retener humedad, proteger obras de infraestructura rural, como presas hidráulicas, caminos y puentes.	Disminuye la erosión hídrica y detiene el crecimiento de cárcavas.	Usar postes o troncos que sean residuos de incendios, podas o material vegetal muerto y no de la tala de árboles. Compactar el suelo que se encuentre cerca la presa para darle mayor estabilidad a la infraestructura.
Presa de ramas	Ramas sin hojas, que sean de tres a seis cm de diámetro	Disminuir la velocidad de la escorrentía, retener sedimentos, controlar la erosión y proteger obras de infraestructura rural.	Disminuye la erosión hídrica y detiene el crecimiento de cárcavas	Usarse en cárcavas de menos de tres metros de ancho y su altura no debe ser mayor a un metro.
Presa de piedra acomodada	Piedras	Controlar la erosión en cárcavas, reducir la velocidad de escurrimiento y retener azolves.	Retiene el suelo, estabiliza lechos de cárcavas, permite el flujo normal de escurrimientos superficiales e incrementa la calidad del agua.	Colocar las piedras más grandes en el fondo de la cárcava y dejar la menor cantidad de huecos posibles. Las piedras que se utilicen deben ser del lugar en donde se va a construir la presa o de bancos de piedra y no de lugares que presenten erosión
Presa de llantas	Neumáticos que ya no se utilicen.	Controlar la erosión, reducir la velocidad de escurrimiento, detener azolves.	Reduce la erosión hídrica, estabiliza el fondo de cárcavas, retiene sedimentos, se hace uso de material durable y de bajo costo.	Acomodar las llantas de tal manera que no queden espacios entre ellas. Combinar esta práctica con otras como la presa de piedra acomodada.
Presa de mampostería	Arena, piedra y cemento.	Disminuir la escorrentía superficial, almacenar agua, retener azolves y reducir la velocidad de los	Reduce la pendiente media de la cárcava, el agua que se almacena puede tener diferentes usos.	Asegurarse de que el tiempo útil de la práctica sea el mayor posible.

		escurrimientos en las cárcavas.		
Presa de gaviones	Malla de alambre de triple torsión, piedras	Reducir la erosión hídrica, disminuir la velocidad del escurrimiento, evitar el crecimiento en profundidad y achura de la cárcava, retener y favorecer la filtración del agua.	Retiene azolves, evita que suelos infértiles se depositen sobre terrenos fértiles, ayuda a la retención e infiltración de agua y la recarga de acuíferos.	Elegir piedra de mayor firmeza y peso. Usar equipo de protección personal para llevar a cabo la construcción de esta práctica.
Presa de geocostales	Costales rellenos con suelo.	Controlar la erosión hídrica, reducir la velocidad de escurrimientos superficiales, estabilizar el fondo de cárcavas.	Favorecer la acumulación de sedimentos, filtra el agua, reduce el azolve en cuerpos de agua y protege obras de infraestructura rural.	Adquirir los geocostales con empresas comercializadoras de productos agrícolas o directamente con fabricantes de geocostales.

Fuente: Elaboración propia con base a CONAFOR (2018) y CONAFOR (2010).

Terrazas

La FAO (1984), define a las terrazas como una de las prácticas de conservación de suelo con mayor eficiencia para evitar o controlar la erosión hídrica, mediante la cual es posible eliminar la influencia que tiene la pendiente del terreno sobre el cultivo.

Por otro lado, Pérez-Sánchez (2014), aborda una descripción y manejo de terrazas como un sistema agrícola tradicional. Dicho sistema tiene una relación histórica con el control del agua, la tecnología utilizada para el riego, el mejoramiento de las plantas y tiene que ver también con el cambio de uso de suelo en medida que la población va creciendo.

Este sistema agrícola tradicional, resulta significativo para tratar problemáticas relacionadas con la erosión del suelo, especialmente cuando se quiere dar a conocer alguna propuesta para aminorar el problema de los suelos degradados por las prácticas inadecuadas que se han venido implementando en la agricultura. Además, dicho sistema considera aspectos ambientales, ya que para poderlas implementar se necesita tener presente las características físicas de la zona de aplicación, resultando benéfico para la conservación de especies nativas y para la diversificación del sistema. Así mismo, es a partir de este sistema en el que se rescata el conocimiento tradicional y la cultura local, los cuales ayudan significativamente al manejo del suelo (Pérez-Sánchez, 2014).

Para Cardoza-Vázquez *et al.* (2008), las terrazas son terrenos formados por bordos de tierra, o bien son una combinación tanto de bordos como de canales, dando origen a una estructura de tipo “escalón” los cuales son construidos en sentido al de la pendiente del terreno. Además, considera factores importantes para la adaptabilidad, diseño y construcción de las terrazas, como lo son el clima, la topografía, el tipo y pedregosidad de suelo; y la disponibilidad de maquinaria o mano de obra. Los objetivos que tiene esta técnica son:

- Evitar la erosión hídrica
- Aumentar la infiltración del agua en el suelo, esto para que el agua tenga un mejor aprovechamiento en los cultivos
- Disminuir los volúmenes de escurrimiento del agua y desaloja los excedentes de agua superficial a ciertas velocidades que no resultan ser erosivas para el suelo.

Así mismo, como lo menciona Cardoza-Vázquez *et al.* (2008), las terrazas deben de complementarse con otro tipo de prácticas como los cultivos en fajas, la rotación de cultivos y surcado al contorno; esto para que su eficacia incremente, y se pueda cumplir con los objetivos planteados con relación a los beneficios brindados por las terrazas agrícolas.

La CONAFOR (2010), hace la clasificación en terrazas de muro vivo, terrazas de formación sucesiva, terrazas individuales y terrazas con barreras de piedra en curvas de nivel, sin embargo, con lo que respecta a las terrazas de muro vivo y con barreras de piedra ya se han abordado en las prácticas agronómicas y vegetativas, por lo que en la tabla 2 se muestran las características principales de las terrazas individuales y de formación sucesiva.

Tabla 2. Tipos de terrazas.

Tipo de terraza	Descripción	Función	Beneficios	Recomendaciones
Terrazas de formación sucesiva	Son terraplones que se forman por el movimiento del suelo entre los bordos de tierra.	Controlan la erosión laminar, interceptan los escurrimientos superficiales, propician la formación de terrazas y ayudan a la reforestación en el incremento de la supervivencia de especies vegetales.	Retienen el suelo y mayor humedad, favorecen el desarrollo de especies forestales y vegetación natural y disminuyen la longitud de la pendiente y con ello la erosión del suelo.	Evitar construirlas en regiones con fuertes precipitaciones. Implementarlas en pendientes entre 5 y 20%
Terrazas individuales.	Terraplén de forma circular, construido a nivel o en contrapendiente, sobre el cual se establece alguna especie forestal. Se asocia con la reforestación	Evitan la erosión en laderas, retienen el suelo de las escorrentías, captan la lluvia y mantienen mayor humedad para el desarrollo de especies forestales.	Permiten el control de la erosión, retienen y conservan la humedad en áreas localizadas, favorecen el aprovechamiento de fertilizantes, incrementan la supervivencia de árboles en la reforestación y	En regiones áridas o semiáridas debe de reducirse la densidad de obra para evitar la competencia por humedad. En regiones tropicales, se recomienda combinar este tipo de terrazas con canales de desagüe que intercepten y

			aceleran el desarrollo de especies vegetales.	desalojen los excesos de agua de manera controlada.
--	--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia en base a CONAFOR (2018) y CONAFOR (2010).

Si bien las anteriores técnicas no son las únicas para conservar el suelo, es importante destacar que se seleccionaron debido a que conforme a la información consultada, fueron las principales que menciona uno de los más grandes organismos gubernamentales mexicanos en materia ambiental que es la SEMARNAT, además de que algunas de las prácticas mencionadas son regularmente implementadas en laderas. Por otro lado, también es necesario mencionar que estas técnicas pueden recibir otros nombres debido a las diferentes zonas geográficas en las que se implementan.

1.5. Conocimiento ecológico tradicional.

El conocimiento ecológico tradicional, es parte fundamental de la comprensión de los sistemas agrícolas tradicionales, ya que se deriva de la interacción directa entre los seres humanos y el medio natural. Tiene su origen de estudio en el año de 1980 por antropólogos a partir del marco de la etnoecología, la cual es el estudio de los conocimientos que tiene un pueblo o una cultura sobre el medio natural (Berkes, 1998).

Berkes (1998) define al conocimiento ecológico tradicional como:

“El cuerpo acumulativo de conocimientos, prácticas y creencias sobre las relaciones e interacciones que tienen los seres vivos (incluyendo a los humanos) entre ellos y con la naturaleza. Estos conocimientos se mantienen en constante evolución a través de procesos adaptativos y es

pasado de generación en generación por una transmisión cultural” (pp 8-24).

Pérez-Sánchez y colegas (2014), mencionan que el conocimiento ecológico tradicional, implica un análisis desde la práctica y la creencia. Dentro del análisis desde la práctica, se considera tanto el conocimiento que se tiene sobre las especies vegetales y animales y su clasificación; como la cuestión ambiental, la cual se refiere a la relación que tiene la sociedad con el medio ambiente y al comprensión que ésta tiene sobre los procesos ecológicos. Para el análisis desde la creencia, ésta se refiere a cómo la gente desde sus distintos roles, suponen y perciben su relación con el medio ambiente y con los procesos naturales.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2011), menciona que son las poblaciones humanas las que a través de los años han adquirido una serie de conocimientos con respecto a su entorno, el cual está integrado por flora y fauna, pero también a estos conocimientos los denomina experiencias, puesto que las han generado durante años y generalmente están relacionadas con el lenguaje, las tradiciones orales y la cosmovisión de cada población.

El conocimiento ecológico tradicional, ha sido valorado y tomado en cuenta por tratados internacionales como parte de las estrategias relacionadas al uso y manejo adecuado de los recursos naturales para el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sustentable, es por ello que en el Convenio sobre la Diversidad Biológica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2011), al conocimiento tradicional lo define como:

“Innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales a lo largo del mundo. Desarrollados a partir de la experiencia obtenida a través de los siglos y adaptados a la cultura y medio ambiente local, se transmiten de generación en generación. Tiende a ser de propiedad colectiva y toman la forma de historias, canciones, folclore, proverbios, valores culturales, creencias, rituales, leyes comunitarias, idioma local y prácticas agrícolas incluyendo la producción de especies vegetales y animales. A veces se les denomina tradición oral dado que se practica, canta, baila, pinta, talla, recita

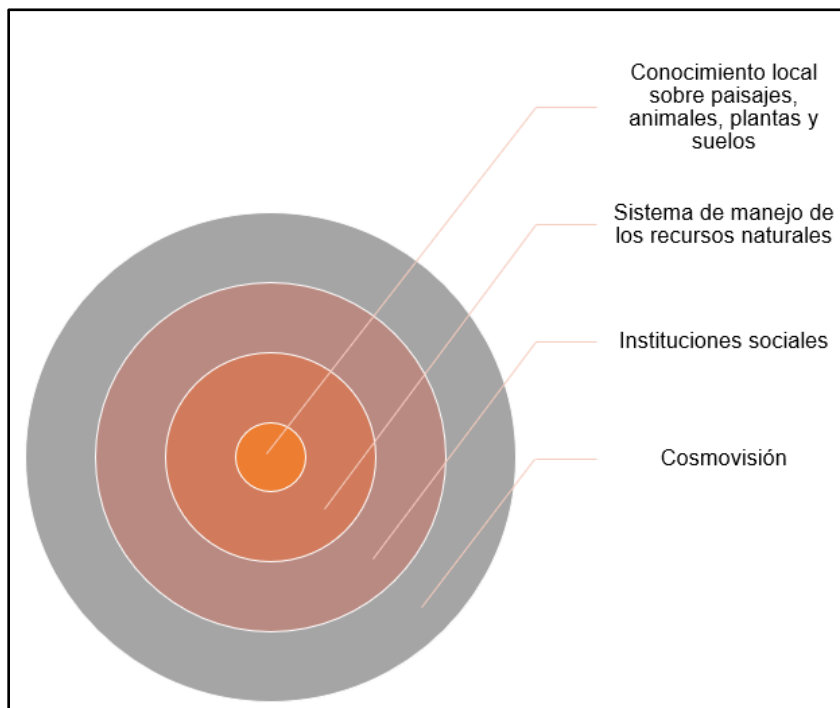
y actúa a través de miles de años. El conocimiento tradicional es principalmente de naturaleza práctica, especialmente en sectores tales como la agricultura, la pesca, salud, horticultura, silvicultura y gestión ambiental en general.” (p. 65)

Dentro del conocimiento tradicional relacionado con el medio ambiente, los campesinos no sólo han hecho aportaciones de prácticas de cultivos, sino que también mediante la observación han generado otro tipo de conocimientos como por ejemplo, el calendario de las siembras con base a la época de lluvias o a las fases de la luna, puesto que hay una creencia de que hay fases lunares lluviosas (Altieri y Nicholls, 2000). Con lo que respecta al conocimiento de prácticas agrícolas Klee (1980) menciona que éstas están encaminadas principalmente a problemas de pendiente, inundaciones, sequías, plagas, bajas de fertilidad, entre otras.

El conocimiento ecológico tradicional, como ya se ha revisado en las definiciones anteriores, es característico de la cultura indígena y local, principalmente de aquellos que se dedican a la actividad agrícola u otras relacionadas con su ambiente. Dentro de la actividad agrícola como lo establece Toledo, Carabias, Mapes y Toledo (1985) las variables que se manejan y en las que se ha desarrollado el conocimiento ecológico tradicional son: el suelo, el clima, la vegetación, los animales y los ecosistemas. Éstas cinco variables resultan ser claves para las estrategias en donde los sistemas de producción sean multidimensionales, es decir, un ecosistema que tenga múltiples especies cumpliendo alguna función, generando además estrategias de autosuficiencia alimentaria para los campesinos (Altieri y Nicholls, 2000).

El conocimiento ecológico tradicional tiene un significado importante, ya que éste mantiene una identidad social y cultural, integrando el conocimiento local, las prácticas ambientales, las reglas establecidas en la división territorial de los grupos indígenas y la cosmovisión que se tiene sobre el medio ambiente, la cual gira en torno a una serie de valores (Berkes, 2018).

Figura 4. Niveles de análisis en el conocimiento tradicional y manejo de sistemas.



Fuente: Elaboración Propia con base a Berkes, 2018.

En la figura cuatro, se muestran los cuatro niveles que Berkes analiza del conocimiento tradicional.

Como primer nivel coloca al conocimiento local sobre animales, plantas, suelos y paisajes. En este nivel se incluye información sobre la identificación de especies, historias de vida, distribución y comportamiento, se encuentran en el primer nivel debido a que son los primeros elementos naturales con los que la gente tienen un primer acercamiento y conocimiento de su entorno natural.

En el segundo nivel se encuentra el sistema de manejo de los recursos, dicho sistema hace uso de del conocimiento ambiental local en el que se incluye un conjunto de prácticas, herramientas y técnicas. Las prácticas ecológicas requieren un entendimiento de los procesos ecológicos, como lo son las relaciones funcionales entre las especies clave y la sucesión forestal.

Como tercer nivel se encuentran las instituciones sociales, mismo que puede ser el complemento del segundo nivel, ya que para exista un buen manejo de recursos

naturales se necesitan de instituciones que organicen, coordinen y elaboren reglas para la gestión de los recursos de los que se hace uso. Estas instituciones se presentan en sociedades de cazadores, pescadores y agricultores quienes se rigen bajo un conjunto de reglas, normas y códigos que implementan en el uso y manejo de los recursos naturales.

Como cuarto y último nivel de análisis se encuentra la cosmovisión, la cual le da forma a la percepción ambiental y le da significado a las observaciones del medio ambiente. Se menciona que el conocimiento tiene componentes de orden observacional y de orden conceptual. El primero está constituido por nuestras percepciones y observaciones directas. El segundo se encuentra constituido por las maneras en que concebimos el universo. Ante lo anterior, la cosmovisión se origina del orden conceptual, es decir, de las interpretaciones de las observaciones que hacemos del mundo que nos rodea. Éste nivel incluye la religión, las ética y en especial los sistemas de creencias.

En sentido estricto el conocimiento ecológico tradicional debe ser incluyente para la toma de decisiones sobre la biodiversidad, y así formar parte de los trabajos científicos para poder asegurar la conservación y el cuidado de los recursos naturales (Millán-Rojas *et al*, 2016).

1.6 Metodología.

La presente investigación fue de tipo cualitativo, la cual tuvo como objetivo principal el identificar las principales prácticas de conservación de suelo empleadas por los agricultores en el cerro de Tlacotepec, Toluca; Estado de México.

La metodología de esta investigación contempló tres etapas: Investigación documental, trabajo de campo y análisis de la información.

Investigación documental

Esta fase se llevó a cabo a partir del mes de marzo de 2019 hasta el término de la investigación, en la cual se realizó la recopilación de información tanto de la zona de estudio como del tema.

En esta etapa, la compilación de la información fue cualitativa la cual se obtuvo de los sitios web de organizaciones mundiales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Meteorológica Mundial y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. De los sitios web de las dependencias del gobierno mexicano como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y del Servicio Geológico Mexicano; así mismo, la información también se obtuvo del H. Ayuntamiento de Toluca, del Repositorio Institucional y Bibliotecas de la Universidad Autónoma del Estado de México, así como de reportes de trabajo de campo.

Trabajo de campo

Esta segunda etapa consistió en realizar un recorrido por el Cerro Tlacotepec y entrevistar a los agricultores, ambos trabajos llevados a cabo en 2020. Con lo que respecta al recorrido por el cerro, éste se realizó en el mes de febrero del mismo año con la finalidad de conocer sus características físicas, vegetación y prácticas en la conservación del suelo. En el mes de diciembre del 2020 se contactaron y entrevistaron a cuatro agricultores quienes cultivan en el cerro, el tipo de entrevista que se les realizó fue semiestructurada, ya que las preguntas se formularon previamente a la cita con los entrevistados. Las preguntas que se les realizaron fueron sobre el trabajo agrícola, las prácticas de conservación del suelo en laderas, sobre cómo ellos identifican un suelo, sobre sus conocimientos relacionados a la lluvia, sobre sus creencias o cosmovisión y preguntas relacionadas a su organización social para llevar a cabo la actividad agrícola.

Se hizo un segundo y tercer recorrido a la zona de estudio en abril, mayo y julio de 2021 y 2022, en este periodo se hizo la selección de la ladera oeste, norte y sur para identificar las prácticas de conservación del suelo y obtener información acerca de sus elementos y estado físico actual. Se registraron datos como las coordenadas geográficas, altitud, superficie total del terreno, tipo de cultivo, vegetación asociada a las estrategias, sus usos y altura de la misma, también se obtuvo la altura y grado de inclinación de las terrazas. Para el registro de datos se utilizaron herramientas como el GPS y el clinómetro, ambas en modalidad digital; de una cinta métrica y de una cámara fotográfica para la toma de evidencia de las características y componentes del lugar de estudio. Así mismo,

en el mes de octubre de 2021 y en el mes Julio del 2022 se realizó una segunda y tercera entrevista a un total cinco campesinos para la recopilación de información faltante.

Análisis de la información

En la tercera etapa se encuentra el análisis de la información, de la cual deriva la discusión y conclusiones de la investigación.

En la figura 5 se muestra la metodología implementada en la investigación.

Figura 5. Metodología del trabajo de investigación.



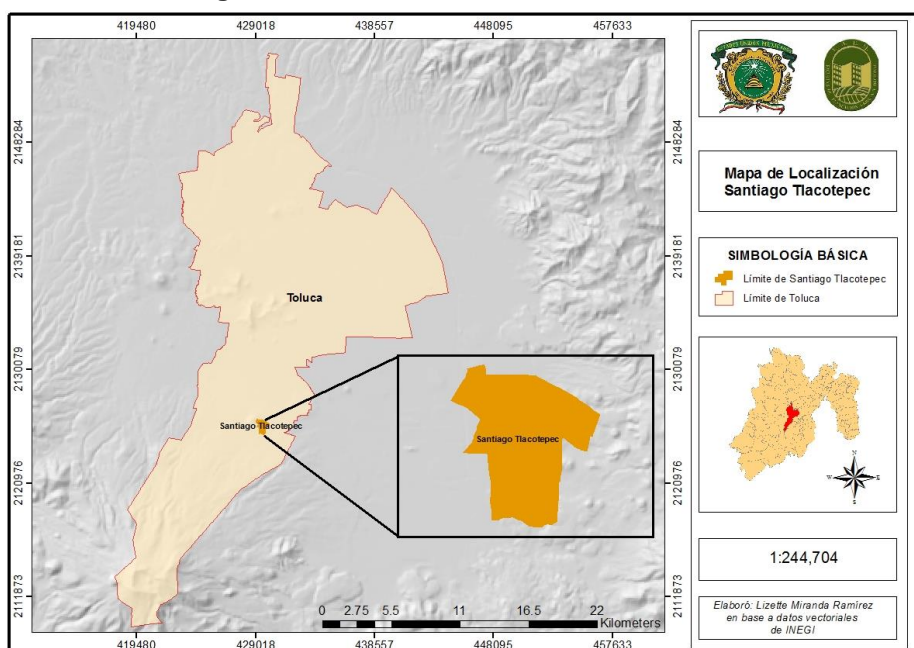
Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2. Etnografía de Santiago Tlacotepec.

2.1. Ubicación

Santiago Tlacotepec se encuentra a 2,820 msnm y es una de las 100 localidades pertenecientes al municipio de Toluca, Estado de México. Se ubica a 7.90 Km al sur de la ciudad de Toluca, colinda con la delegación de Capultitlán, Cacalomacan, San Juan Tilapa y San Felipe Tlalmimilolpan. Santiago Tlacotepec es considerada como una de las más grandes delegaciones dentro de la jurisdicción de Toluca debido a que sus territorios se extienden hasta el Nevado de Toluca, el municipio de Tenango, Calimaya y Zinacantepec (Bernal-Jasso, 2013).

Figura 6. Localización de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INEGI, 2014.

En el trabajo de investigación de Abasolo-Palacio (2006), menciona que la zona urbana de Santiago Tlacotepec se le ubica sobre las faldas del cerro Tlacotepec, la expansión de viviendas se ha dado principalmente en la cara este del cerro, siendo un asentamiento del tipo concentrado. La imagen siguiente muestra el crecimiento urbano de Tlacotepec sobre las faldas del cerro.

Figura 7. Vista aérea de la zona Urbana de Santiago Tlacotepec.



Fuente: Google Earth.

La imagen anterior muestra el asentamiento urbano de la localidad de Tlacotepec, siendo la ladera Este la que se encuentra mayormente urbanizada, seguida de la ladera norte, sur y oeste. Con lo que respecta a la ladera norte y sur, los asentamientos van expandiéndose hacia la parte superior del cerro, tal como se muestra en los polígonos de color amarillo de la figura 7.

Ante lo anterior, existe la situación del cambio de uso de suelo de agrícola a forestal, pues como se puede observar, en las laderas se lleva a cabo la agricultura; por ello, los espacios para cultivar comienzan a desaparecer, o bien, a reducirse, ya que las casas que se han construido en terrenos para sembrar dejan pequeños lugares para tener un huerto, sin embargo, el terreno ya no está destinando para la actividad agrícola.

2.2. Características físicas

Con respecto a las características físico-naturales de Santiago Tlacotepec se mencionan las siguientes:

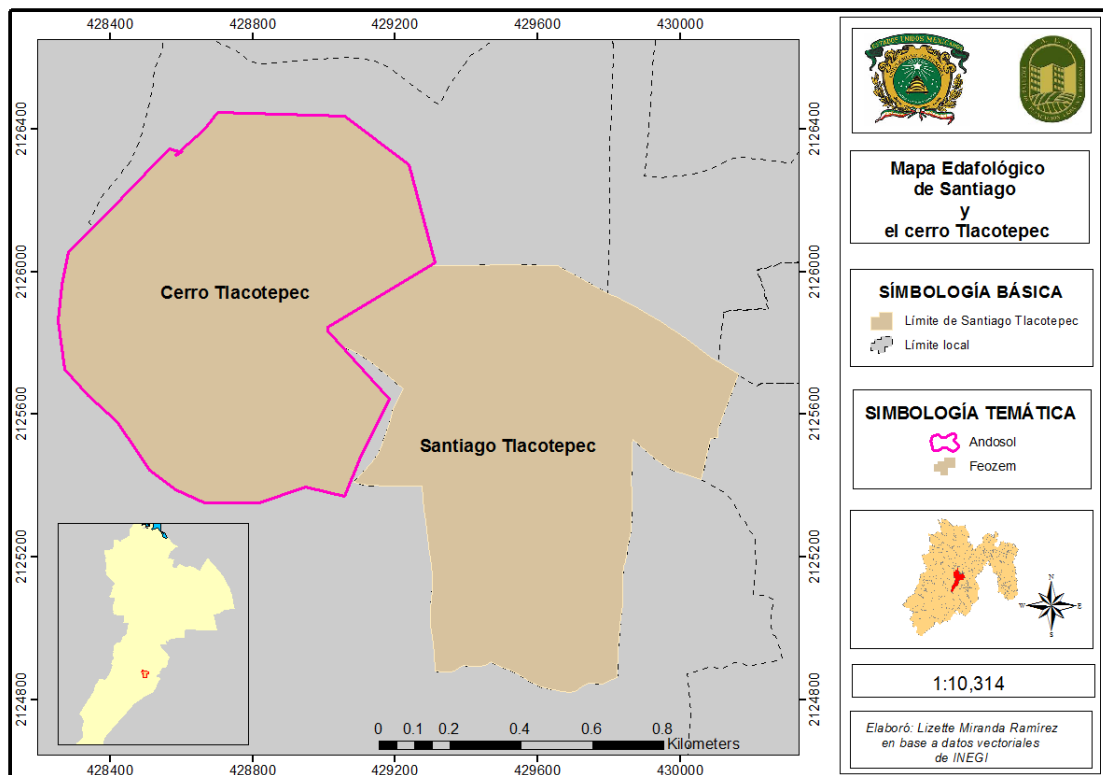
2.2.1. Edafología.

De acuerdo con el Atlas de Riesgos de 2014 publicado por el H. Ayuntamiento de Toluca, los tipos de suelo que predominan en Santiago Tlacotepec son Andosol y Feozem. En el caso del Feozem éste prevalece en casi toda la localidad y de acuerdo a la descripción de suelos que realiza el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI,2004), este tipo de suelo se caracteriza por ser de color oscuro, rico en materia orgánica y en nutrientes; también es de profundidad variable, lo que hace que cambien sus rendimientos para actividades como la agricultura o la ganadería, por ejemplo, cuando son profundos, éstos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal de granos, legumbres u hortalizas y sus rendimientos son altos, pero cuando los Feozem se encuentran a menor profundidad es porque se localizan en laderas o pendientes, como en el cerro Tlacotepec, la principal limitante que presentan los Feozem de menor profundidad es la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, por lo que tienen rendimientos bajos y se erosionan con facilidad, pero pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende de otras características del terreno, por ejemplo, la disponibilidad de agua para riego.

En cuanto al suelo Andosol, este sólo tiene presencia en la parte suroeste de Tlacotepec, el Andosol es un suelo de color oscuro, es rico en material volcánico y tiene alta capacidad de retención de humedad. Este tipo de suelo generalmente tiene rendimientos bajos para la agricultura, ya que retienen una cantidad considerable de fósforo, lo que hace que no pueda ser absorbido por las plantas y son muy susceptibles a erosión, por lo que su uso más favorable para su conservación es el forestal (INEGI, 2004).

Lo anterior concuerda con la carta edafológica, escala 1:50,000 de INEGI, que los suelos que prevalecen en la zona son el andosol y el feozem, pero específicamente en el asentamiento urbano es el feozem, tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Edafología de Santiago y del cerro Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

2.2.2. Geología

Santiago Tlacotepec se encuentra asentado sobre rocas clásticas y volcánicas ambas pertenecientes al período plioceno. De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2017), las rocas clásticas son una derivación de las rocas sedimentarias las cuales se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Por lo que las rocas clásticas son acumulaciones mecánicas de partículas o sedimentos de rocas preexistentes denominadas “*detritus*” o “*clastos*” formados por los materiales producto de la intemperie y la erosión en la superficie; éstos son transportados y finalmente depositados, por lo que presentan una textura denominada clástica.

Las rocas volcánicas al igual que las clásticas son una derivación de una roca ya existente, para el caso de las rocas volcánicas estas son derivación de las rocas ígneas, las cuales se han formado por solidificación del magma; este proceso se denomina

cristalización y resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas, también se forman por la acumulación y consolidación de lava.

Entonces, las rocas volcánicas se forman por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos, los cuales son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contiene fragmentos de roca de diferentes orígenes, formas y tamaños (SGM, 2017). De acuerdo con el Atlas de Riesgos de Toluca de 2014, este tipo de rocas están presentes en todo el territorio de la localidad y se emplea para la conformación de muros de contención de las terrazas y retención del suelo de las laderas en el cerro Tlacotepec.

2.2.3. Clima

Si bien Santiago Tlacotepec presenta dos tipos de climas que son el templado y semifrío, de acuerdo con la cartografía presentada en el Atlas de Riesgos de Toluca en 2014, el que predomina totalmente en la localidad es el templado, en este tipo de clima sus temperaturas oscilan entre los 12°C y 18°C respectivamente y se caracteriza por ser mesotérmico, es decir, que se establece en cuanto a la temperatura y porque los vientos que corren son tibios y sus precipitaciones son moderadas. De acuerdo con Köppen se clasifica de la siguiente manera: C (w2) (W) B (I) G. El nivel de precipitación va de los 801 a 900 milímetros por lo que su rango de precipitación es alto.

2.2.4. Relación de Santiago Tlacotepec con el Área Natural Protegida (ANP) “Nevado de Toluca”

La relación que existe entre la localidad de Santiago Tlacotepec con el volcán “Nevado de Toluca” o “Xinantécatl”, se debe al uso que se hace de los recursos que éste brinda, que son el agua y el recurso maderable, aunque éste último en menor medida, pues el Nevado ha sido la principal fuente de abastecimiento de dicho recurso para los habitantes esto debido a que los límites territoriales de la localidad se extienden hasta el ANP.

Es por ello que a la localidad se le han atribuido ciertos “derechos de propiedad” sobre los recursos que ofrece el Xinantécatl. Cabe mencionar que por parte de los pobladores de Tlacotepec ha existido una lucha constante de defensa del ANP desde tiempos ancestrales, coloniales y también contemporáneos. Durante los tiempos ancestrales y coloniales la principal disputa fue por saber a qué localidad o señorío pertenecía el

Nevado, pues para ese tiempo los límites territoriales no estaban del todo bien delimitados, especialmente después de la conquista y la llegada de Hernán Cortés a los entonces señoríos otomianos que eran: Toluca, Metepec, Tlacotepec, Zinacantepec, Calimaya, Tepemaxalco, Teotenango, Atlatlauaca, Xalatlaco, Coapanoaya, Tepexoyuca y Capulhuac, dicha disputa se dio entre todos esos señoríos (García-Castro *et al.*, 2014).

Actualmente, una de las principales luchas que se tiene es por el agua que proviene del Nevado, ya que los pobladores han impedido que intervenga el H. Ayuntamiento en la gestión de dicho recurso, pues el poblado ha administrado el vital líquido por usos y costumbres asignando sólo a los habitantes originarios de la localidad para realizar tal actividad.

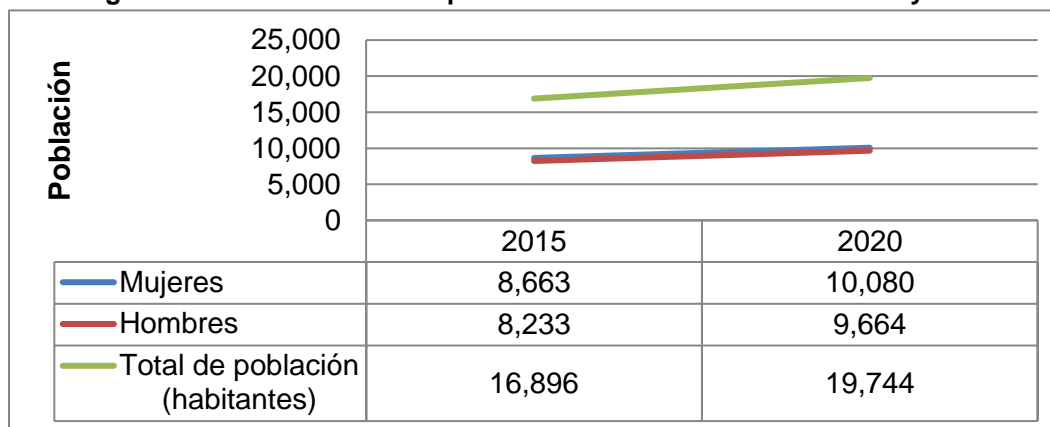
En conclusión, la relación que existe entre la localidad de Tlacotepec con el Nevado de Toluca es histórica, territorial, social y ambiental, pues debido a su cercanía con el ANP es que la localidad tiene una razón de existir y una identidad comunitaria, así como también tiene la ventaja de propiedad y manejo de los recursos naturales a diferencia de otras localidades e incluso del mismo municipio.

2.3. Características sociales y económicas.

2.3.1. Población total

De acuerdo con la Encuesta Intercensal de 2015 realizada por el INEGI, Santiago Tlacotepec contaba con un total de población de 16,896 habitantes, de los cuales 8,233 eran hombres y 8,663 mujeres. Mientras que los datos arrojados por el Censo de Población y Vivienda de 2020 establecen que la población total de Santiago Tlacotepec es de 19,744 habitantes, siendo 10,080 mujeres y 9,664 hombres. En la figura 9 se muestra la población total de la localidad entre los años 2015 y 2020.

Figura 9. Gráfica del total de población de la localidad entre 2015 y 2020.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del H. Ayuntamiento de Toluca, 2016 e INEGI, 2020.

En la figura anterior se muestra el crecimiento poblacional de Santiago Tlacotepec entre 2015 y 2020, siendo el aumento de 2,848 habitantes. Asimismo, se incluye el incremento de la población tanto de mujeres como de hombres. Para el caso de las mujeres, de 2015 a 2020 hubo un alza de 1,417 habitantes, mientras que en el caso de los hombres hubo un acrecentamiento de 1,431 residentes. De acuerdo con el número total de la población en la localidad durante el período 2015-2020 y considerando los criterios que establece el INEGI para determinar a una localidad como rural o urbana, Santiago Tlacotepec es considerada como zona urbana, ya que rebasa los 2,500 habitantes.

2.3.2. Organización política

La localidad de Santiago Tlacotepec cuenta con diferentes autoridades encargadas de regular las diversas actividades en la comunidad, así como de administrar y gestionar los recursos con los que cuenta: económicos o naturales. Dichas autoridades se dividen en delegados, comité de agua, comuneros y ejidales.

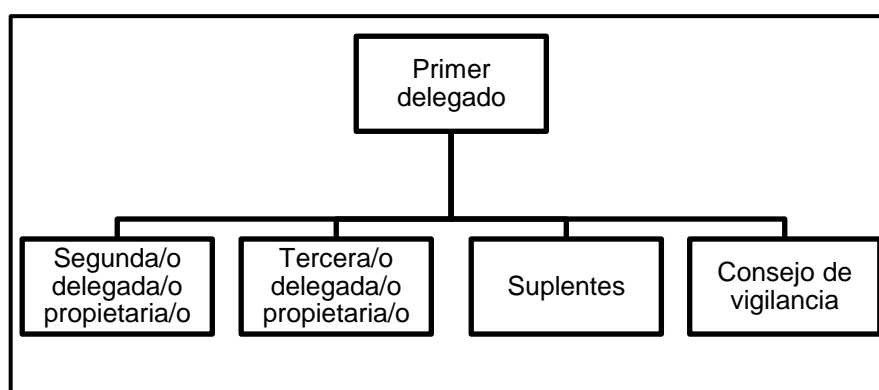
Delegados

La delegación es el organismo encargado de cuidar la convivencia de la comunidad, identificar sus necesidades para realizar gestiones ante el gobierno municipal acorde a lo identificado. Además de realizar otras actividades como asistir a reuniones con las autoridades comunales, ejidales y municipales, hacen entrega de reportes sobre las

actividades que han llevado a cabo durante el tiempo de su gestión, expiden constancias domiciliarias, constancias en donde se hace saber que no se paga agua y realizan documentos de compra-venta. Aparte de todas las funciones anteriores, la delegación también promueve el deporte y la cultura, esto con el apoyo de COPACI (Consejo de Participación Ciudadana), el cual representa a dicho organismo delegacional. Por todo lo anterior es que los delegados a su vez son auxiliares del gobierno municipal, pues ayudan a que la localidad se coordine y cumpla con el Plan de Desarrollo Municipal.

El organismo delegacional de Santiago Tlacotepec se encuentra conformado por seis integrantes, un primer delegado, un segundo delegado propietario, un tercer delegado propietario y tres suplentes, así mismo, cuenta con un área auxiliar que es el consejo de vigilancia tal como lo se muestra en la figura 10:

Figura 10. Organigrama del organismo delegacional de Santiago Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia.

Como mencionó la suplente la C. María del Rosario Díaz, las funciones de cada titular no son específicas, ya que se trabajan en conjunto debido a que algunas pueden ser complejas de manejar como las que se mencionaron anteriormente.

El proceso para elegir a los representantes de delegación es que en primera instancia el gobierno municipal lanza una convocatoria para que cada localidad forme sus respectivas planillas, siendo que en la convocatoria se especifican todos los requisitos para participar. El cargo que se quiera asumir en el organismo delegacional se elige de manera interna y autónoma, es decir, que son los mismos integrantes de las planillas quienes se postulan al cargo deseado. Posteriormente se llevan a cabo las elecciones

en la comunidad, se hace el conteo de votos, se publican los resultados y se hace la toma de protesta de la planilla que obtuvo más votos.

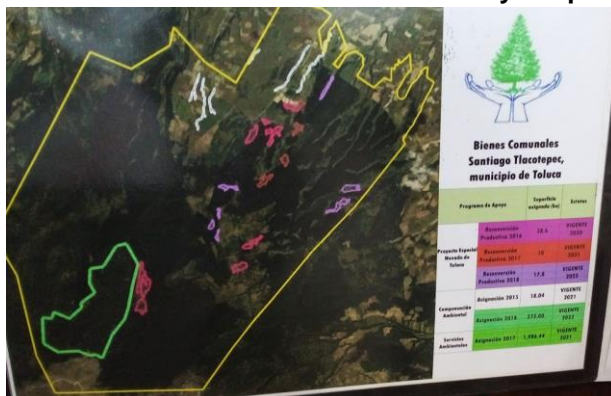
De acuerdo con lo que señaló la C. María del Rosario, se tienen iniciativas como el rescate de la historia de la localidad por medio de diferentes actividades. En relación a las cuestiones ambientales, se tiene en cuenta realizar reforestaciones esto en conjunto con el comisariado comunal y ejidal. Sobre la actividad agrícola, la C. María del Rosario mencionó que en el plan de trabajo de la administración sí se contempla este aspecto, pues consideran que la agricultura aún es una actividad relevante para Tlacotepec.

Comisariado comunal y ejidal

Comuneros

Los comuneros son las autoridades encargadas de la administración de los recursos naturales con los que cuenta la localidad debido a su colindancia con el Nevado de Toluca: el agua y los recursos maderables. La extensión de los bienes comunales es de 6,717 hectáreas.

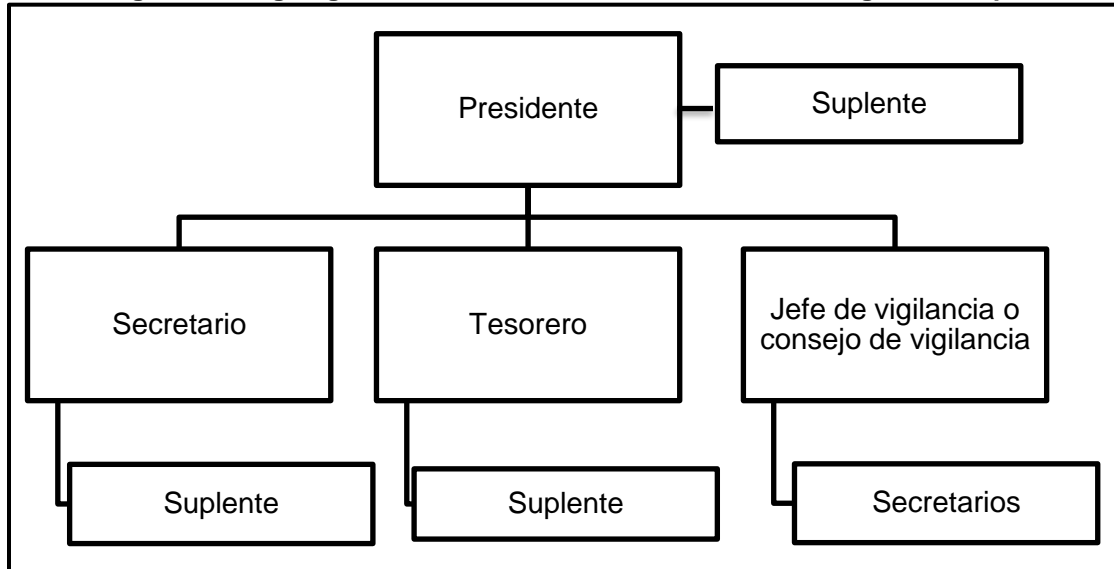
Figura 11. Mapa de la extensión de los bienes comunales y los programas que se llevan a cabo.



Fuente: Comisariado comunal.

De acuerdo con la Lic. Beatriz Brito Albarrán, el comisariado comunal se encuentra conformado por un presidente, un secretario, un tesorero, un jefe de vigilancia y éste cuenta con dos secretarios, el período que está en el cargo es de tres años.

Figura 12. Organigrama del comisariado comunal de Santiago Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia con base a entrevista con comuneros.

De acuerdo con la Lic. en Derecho Beatriz Brito Albarrán, quien forma parte del comisariado comunal, bajo el cargo de secretario, las funciones de cada titular son las siguientes:

- **Presidente:** Dirige todo lo relacionado a las cuestiones legales y es quien representa al comisariado en cada reunión o evento en el que se tenga que estar presente.
- **Secretario:** Se encarga de la administración del comisariado, dar seguimiento a los trámites que se soliciten, organizar reuniones para dar a conocer el trabajo que se está realizando.
- **Tesorero:** Es quien maneja todo lo relacionado a las finanzas y proporciona el recurso económico para solventar gastos del comisariado, así como de administrar los ingresos que se tienen por parte de las dependencias de gobierno.
- **Jefe de vigilancia o consejo de vigilancia:** Su función principal es, como su nombre lo indica, vigilar que cada titular cumpla correctamente con sus funciones asignadas, también tienen la facultad de suplantar de sus cargos a aquellos quienes no estén cumpliendo debidamente con sus actividades. En cuanto a los secretarios son auxiliares o asistentes de dicho consejo.

Cada titular tiene al menos un suplente el cual se encarga de cumplir con las actividades asignadas cuando éste se encuentre indispuesto.

La Lic. Beatriz Brito también mencionó que cada titular se elige mediante asamblea, la cual se encuentra conformada por 140 comuneros. En dicha asamblea se vota por las planillas que se postulan para cada uno de los cargos.

Siguiendo con lo señalado por la Lic. Beatriz, dentro de las funciones del comisariado comunal son las siguientes:

- Cuidar del monte
- Cuidar de los “Veneros” los cuales son pequeños ríos que abastecen a una parte de Toluca y de la CDMX.
- Hacer trabajos de saneamiento, los cuales consisten en quitar árboles que tengan plaga, o bien, controlar la plaga que los invade como son el muérdago y descortezador. Para dichos trabajos se cuenta con una brigada de más de 20 personas, en donde además se invita a los habitantes a participar o bien a laborar, todo ello guiados por algún especialista, por ejemplo, un ingeniero o técnico forestal.
- Trabajos de reforestación en los que se cuenta con el apoyo de dependencias de gobierno como PROBOSQUE, CONANP², CONAFOR³ pero también se incluyen a los habitantes de la localidad.

Todas las funciones anteriores tienen la finalidad de cuidar y gozar del medio natural con el que cuenta Santiago Tlacotepec, ya sea para fines recreativos o benéficos. De esto último se tiene el abastecimiento del agua, espacios para realizar actividades recreativas y los recursos maderables (leña), uno de los usos es donarla para un velorio o para quienes vayan a solicitarla con fines diversos.

Algo que es importante resaltar es que en las administraciones 2021-2024 y 2017-2020 comenzó a haber una equidad de género, pues se empezó a incluir a las mujeres en los

² Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

³ Comisión Nacional Forestal.

cargos del comisariado, situación que en años anteriores no sucedía y pese a que en la Ley Agraria en su artículo 37 establece que: “Las candidaturas a puestos de elección que integran el comisariado y el consejo de vigilancia, deberán integrarse de manera paritaria”, en la localidad de Santiago Tlacotepec se había hecho caso omiso de dicho artículo. El incluir a las mujeres habla entonces de una igualdad en cuanto a oportunidades de participar en la toma de decisiones en relación al manejo y cuidado de los recursos naturales dentro de la comunidad.

Figura 13. Integrantes del Comisariado Comunal.



Fuente: Lic. Beatriz Brito Albarrán.

Si bien el comisariado cumple en su mayoría con sus funciones otorgadas y considerando que los bienes comunales abarcan un territorio muy extenso, existen problemáticas que surgen por diversos motivos. La administración 2021-2024 ha identificado y se ha enfrentado a situaciones como:

- Desinformación o información falsa difundida entre los habitantes
- Falta de participación por parte de los pobladores
- Municipalización de agua
- Invasión de terrenos agrícolas, especialmente de cultivo de papa.
- Extensión de otros municipios como Calimaya a territorios de Santiago Tlacotepec, generando peleas.
- Apropiación de manantiales por parte de otras localidades como Cacalomacan.

Para la solución de dichas problemáticas, la Lic. Beatriz señaló que no sólo es responsabilidad del comisariado comunal, sino que también de la población en general, es por ello que mencionó que se requiere de una mayor participación y conciencia para

seguir preservando los recursos naturales de los que goza la localidad de Santiago Tlacotepec.

Figura 14. Brigadas del comisariado comunal.

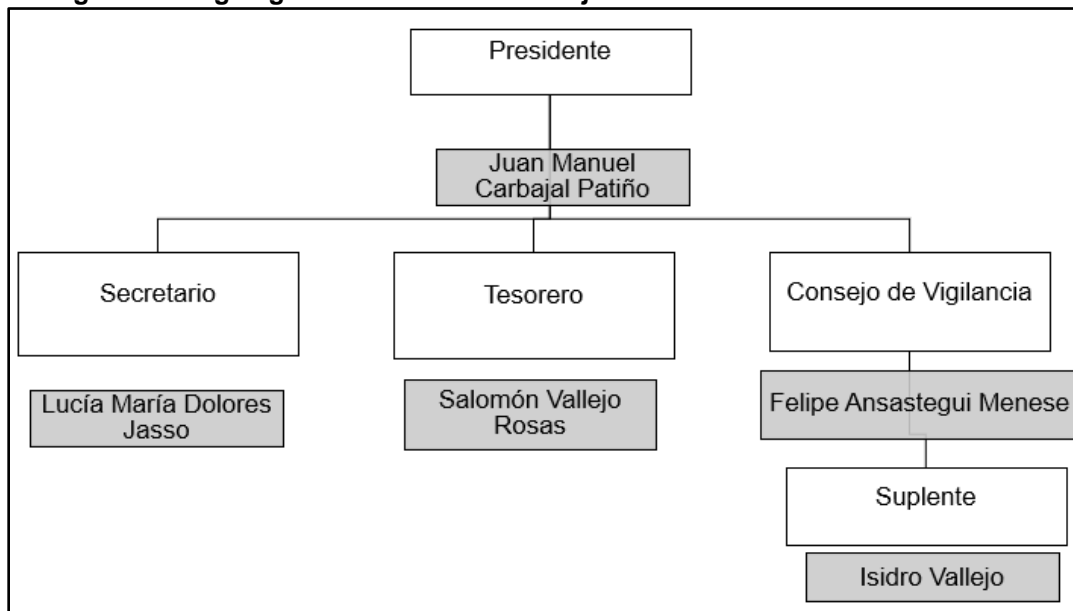


Fuente: Comisariado comunal y Lic. Beatriz Brito Albarrán.

Ejidatarios

El comisariado ejidal es el encargado de administrar los bienes ejidales que son las parcelas para siembra (también llamadas bien común) que son aproximadamente 60 hectáreas. Dicho comisariado se encarga de dar solución a los conflictos existentes entre ejidatarios, así como de llevar a cabo programas de reforestación, gestionarlos y efectuarlos, también hacen reuniones con los agricultores para informarlos sobre los trabajos que se están realizando en las parcelas; al igual que el comisariado comunal, la estructura organizativa se conforma por un presidente, un secretario, un tesorero, un presidente de vigilancia o consejo de vigilancia y cada titular cuenta con un suplente como se muestra en la figura 15.

Figura 15. Organigrama del comisariado ejidal. Administración 2021-2024.



Fuente: Elaboración propia con base a entrevista con ejidatarios.

De acuerdo a lo mencionado por el señor Salomón Vallejo Rosas las funciones de cada encargado son las que a continuación se mencionan:

- **Presidente:** Dar solución a las problemáticas que surjan durante la administración. Es el representante del comisariado ejidal en reuniones o cualquier evento que requiera de la presencia de dicho comisariado.
- **Secretario:** Es quien organiza todo lo relacionado a los documentos, archivos que se manejen en el comisariado, pero también cumple con la función de coordinar reuniones cuando sean necesarias.
- **Tesorero:** Se encarga de recibir los recursos económicos que entren al comisariado, así como de llevar un adecuado manejo de dicho recurso.
- **Jefe o consejo de vigilancia:** Su función al igual que en comisariado comunal consiste en vigilar que cada titular realice correctamente sus funciones. A este consejo de vigilancia ejidal, además, se le atribuye el trabajo de dar mantenimiento a las parcelas al que denominan “sacar cosecha”.

La forma de elección para los titulares del comisariado ejidal, es por medio de la asamblea ejidal conformada actualmente por 80 personas, pues mencionó el señor

Salomón Vallejo que derivado de la pandemia por COVID19 el número de integrantes redujo. También el señor Salomón indicó que la votación se hace por medio del llamado “dedazo”, pues a diferencia del comisariado comunal no hay conformación ni postulación de planillas. Para formar parte de la asamblea o bien, para pertenecer al comisariado se necesita cumplir con dos requisitos que son los principales que son: 1) Tener parcelas y 2) ser originario de Santiago Tlacotepec.

Formar parte del comisariado y sobre todo, tener un cargo dentro de éste podría resultar bastante complejo, especialmente cuando se trata de dar solución a las problemáticas que existen o van surgiendo, en este caso, el señor Salomón mencionó tres principales problemas que ha identificado durante su administración las cuales se mencionan a continuación:

- Venta de parcelas sin previa consulta al comisariado ejidal
- Parcelas mal delimitadas
- Cambio de uso de suelo, de agrícola a urbano.

Como bien se ha mencionado, los ejidatarios se encargan de la administración y cuidado de las parcelas, por lo que su intervención en el manejo de los recursos naturales suele ser nula, sin embargo, como parte de la localidad y como representantes de un comisariado no los exenta de estar informados sobre la situación de los recursos. Con lo que respecta a las parcelas, el señor Salomón Vallejo mencionó que lo que más se cultiva en ellas es el maíz, haba y frijol; también indicó que la problemática acerca de la venta de las parcelas es que ahora se están destinando a la construcción de casas por lo que la actividad agrícola va perdiendo relevancia en la vida económica y cultural de los habitantes de Santiago Tlacotepec, pues también señaló que la agricultura cada vez es menos rentable. “Se invierte mucho y se gana poco”, además de que el gobierno estatal ha abandonado un poco el campo.

Con lo que respecta al lugar de estudio que es el cerro, éste no pertenece a ninguno de los comisariados, pues de acuerdo a los comuneros, ejidatarios y delegados, los terrenos de cultivo del cerro son propiedad privada, es decir, que una porción o terreno de éste le pertenece a algún habitante de la localidad quien cuenta con un documento que lo avale.

Comité de agua

El comité de agua es otro organismo o autoridad presente en la localidad de Santiago Tlacotepec, dicho organismo se encarga de suministrar el agua a toda la localidad, revisar las redes de distribución, así como de darles mantenimiento, así mismo, se les otorga la responsabilidad de conocer los límites de los veneros (cuerpos de agua con los que cuenta la comunidad) para así también poder darles un mantenimiento adecuado y que sigan garantizando el abastecimiento de agua a los habitantes. El cambio de integrantes del comité es cada tres años, deben ser elegidos por el pueblo debido a que la comunidad se rige por usos y costumbres, no hay participación del ayuntamiento.

Éste se encuentra conformado por un presidente, un tesorero, un suplente y cinco vocales, siendo sus funciones las siguientes:

- **Presidente:** Escucha y da soluciones a las problemáticas relacionadas al agua, convoca a juntas con integrantes del comité, con otras autoridades de la comunidad y con los habitantes de la localidad.
- **Tesorero:** Administra los recursos de dicho comité, como dinero, medio de transporte, material y herramientas.
- **Suplente:** Toma decisiones cuando por algún motivo no se encuentra el presidente o tesorero
- **Vocales:** Fungen como testigos cuando se llevan a cabo juntas con los habitantes, autoridades o con los demás integrantes del comité, para sí también aportar soluciones a las problemáticas que se suscitan en la comunidad relacionadas al agua.

El comité a su vez se divide en subcomités, a los cuales se les otorga la gestión del agua de las colonias aledañas a Santiago Tlacotepec, que son la Colonia de Guadalupe y la Colonia El Refugio; sin embargo, los subcomités tienen la obligación de consultar cualquier decisión que se tome en las colonias con respecto al manejo y uso del agua.

Algo que se contempla es que se debería de tener un representante por cada sector de la localidad, para que, en primer lugar, la información con respecto al uso del agua sea

más fácil de difundir y segundo para que el comité tenga mayor apoyo por parte de los habitantes para poder llevar a cabo un suministro del agua eficiente.

Debido a que el ayuntamiento de Toluca no se encuentra contemplado en el suministro de agua de Tlacotepec, los recursos con los que cuentan el comité provienen principalmente de las donaciones que los mismos habitantes de la comunidad realizan, ya sea en dinero, medio de transporte, material y/o herramientas, pero también se van adquiriendo por las remuneraciones que se reciben cuando se colocan nuevas redes de distribución para un habitante o negocio en particular. Hay negocios como autolavados, líneas de camiones y algunas propiedades privadas como ranchos que cubren con cierta cuota ya sea por el uso que le dan al recurso o bien, por la extensión territorial de sus propiedades.

2.3.3. Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI, el promedio del grado de estudios de los habitantes de Santiago Tlacotepec es de 11 años, es decir, la mayoría de la población cuenta con la secundaria terminada.

La localidad cuenta con planteles educativos de nivel básico y medio superior, entre ellos dos jardines de niños, dos escuelas primarias, una secundaria federalizada, una telesecundaria y una escuela preparatoria, todas del régimen público.

Tabla 3. Planteles educativos de Santiago Tlacotepec.

	Nivel educativo	Nombre	Dirección
Básico	Preescolar	Jardín de niños "Cuauhtémoc"	Calle Independencia No. 8, Santiago Tlacotepec.
	Preescolar	Jardín de niños "Flor y Canto"	Calle Morelos No. 48, Santiago Tlacotepec.
	Primaria	Escuela primaria "Josefa Ortiz de Domínguez"	Calle Avenida Libertad No.1, Santiago Tlacotepec.
	Primaria	Escuela primaria "Sor Juana Inés de la Cruz".	Calle Cultura y Educación S/N. Santa Juanita, Santiago Tlacotepec.

	Secundaria	Escuela Secundaria Federal "Aguiles Serdán" (E.S.F.A.S)	Calle Nicolás Bravo No.4, Santiago Tlacotepec
	Secundaria	Escuela Telesecundaria "Lic. Álvaro Gálvez y Fuentes"	Calle Independencia No. 107, Santiago Tlacotepec.
Medio superior	Preparatoria	Escuela Preparatoria Oficial Núm. 197	Carretera al Refugio S/N Kilómetro 1.6, Santiago Tlacotepec

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los niños y adolescentes de Santiago Tlacotepec asisten a alguno de los planteles educativos anteriormente mencionados; sin embargo, también hay quienes asisten a escuelas ubicadas en el centro de la ciudad de Toluca y a localidades cercanas a dicha comunidad.

2.3.4. Economía

Considerando la información emitida por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Santiago Tlacotepec cuenta con un total de 933 establecimientos económicos, entre los que destacan los comercios al por mayor y por menor, como misceláneas, venta de comida, ropa, papelerías y farmacias. También hay negocios que entran en la categoría de industrias manufactureras como lo son las herrerías, carpinterías y costureras.

De los 933 establecimientos económicos, tres son de mediano rango como las tiendas de autoservicio, donde dos de ellas son de cadena local y una de cadena nacional. Y así como existen los negocios propiamente establecidos, están aquellos negocios que se colocan en las calles de la localidad, llamados comúnmente como puestos ambulantes, en dichos puestos se hace la venta principalmente de verdura, fruta y semillas.

A lo anterior, se puede mencionar que la principal actividad económica de Santiago Tlacotepec es el comercio, sin embargo, no todos los habitantes se emplean en dicha actividad, sino que hay quienes laboran principalmente en la zona industrial de Toluca y en el centro de dicha ciudad. Por lo que el comercio bien puede ser la principal fuente de ingresos o un ingreso extra para los habitantes de Santiago Tlacotepec.

2.3.5. Servicios

Con lo que respecta a servicios, Santiago Tlacotepec cuenta con calles pavimentadas, especialmente en las calles principales, como son Libertad, La Paz, 16 de septiembre y Cuauhtémoc, también cuenta con alumbrado público, drenaje, agua entubada y recolección de residuos sólidos urbanos.

Cuenta con servicios de transporte público en cuatro diferentes rutas que a continuación se mencionan:

- Santiago Tlacotepec-Centro de Toluca.
- Santiago Tlacotepec-Terminal de Toluca.
- Santiago Tlacotepec (Desde la base de la Colonia “El Refugio”)-Terminal de Toluca.
- Santiago Tlacotepec (Desde la base de la Colonia de Guadalupe) - Terminal de Toluca.

Dichas rutas están a cargo de la empresa ATR (Autotransportes Triángulo Rojo). Las rutas anteriormente mencionadas facilitan el traslado de los habitantes hacia sus lugares de trabajo y escuelas fuera de Santiago Tlacotepec.

Otra forma que tienen los habitantes de trasladarse a los lugares de su respectivo interés es por medio de taxis, pues la localidad cuenta con siete bases de taxis distribuidas por sección.

En cuanto a los servicios de salud, la localidad cuenta con dos tipos: público y privado. Los que pertenecen al régimen público son las farmacias y el centro de salud, ambos a un precio accesible para todos los habitantes de la comunidad. Con lo que respecta al régimen privado, en éste se encuentran todos aquellos consultorios de médicos, pediatras, dentistas, nutriólogos y psicólogos que residen en Santiago Tlacotepec, en dicho régimen también se encuentran las ópticas.

Con lo que respecta al manejo de residuos sólidos urbanos, está a cargo del gobierno municipal de Toluca y de privados o de “paga”, éstos últimos tienen una cuota que puede ser de \$10.00MX o bien, el precio dependerá de la cantidad de residuos que se estén

depositando, mientras que en el caso de la colecta por parte del gobierno la cuota es voluntaria. La manera en que se realiza la recolección es que a cada sección de la comunidad le corresponde un día de la semana, esta forma la aplica tanto el gobierno como el privado.

Un servicio que ha cobrado relevancia e importancia para los habitantes de Santiago Tlacotepec, son las gasolineras y las gaseras, debido a que son establecimientos encargados de abastecer combustible, el cual es necesario para que los pobladores realicen sus actividades cotidianas.

También cuenta con otro tipo de actividades que, a pesar de no ser consideradas como servicios, tienen el propósito de beneficiar a los habitantes como lo son las campañas de salud en las cuales se realizan principalmente exámenes ginecológicos; se llevan a cabo actividades de asesorías o pláticas para la inscripción de apoyos gubernamentales y campañas de esterilización.

En general, la localidad cuenta con los servicios básicos y de los cuales la población hace una mayor demanda, destacando el servicio de agua entubada, drenaje, calles pavimentadas y de transporte público, sin embargo, todos los servicios tienen que ser mejorados para así tener un mayor crecimiento y desarrollo de la localidad haciendo que ésta pueda tener todas las condiciones óptimas para ser habitable.

Capítulo 3. Degradación del suelo en el cerro Tlacotepec.

3.1 Caracterización del Cerro Tlacotepec.

En este apartado se mencionan los elementos físicos más relevantes del cerro como lo es la vegetación, fauna y edafología, pero también se señalan los principales problemas de degradación que se han generado en el municipio de Toluca y por ende en el cerro Tlacotepec.

3.1.2. Ubicación geográfica

El cerro de Tlacotepec, antiguamente llamado cerro de Tepeyolulco, tiene una altitud que va de los 2,890 msnm y se encuentra al oeste de la localidad de Santiago Tlacotepec. Su extensión va desde el extremo sur hasta el extremo norte de la localidad. La cara o ladera Este se encuentra urbanizada, mientras que la cara Sur, Oeste y Norte se encuentran poco urbanizadas y es donde se han identificado las estrategias de conservación como las terrazas agrícolas. Como se mencionó anteriormente los terrenos de esta elevación son propiedad privada.

3.1.3. Vegetación

De acuerdo con el trabajo de campo realizado por González-Cruz *et al.* (2018) la vegetación que en él se puede encontrar, son magueyes, árboles frutales de capulín y tejocote, así como cedro, tepozán y palma.

También hay presencia de algunas plantas medicinales como estafiate, que por sus propiedades térmicas sirve para aliviar el dolor de estómago y el síntoma popularmente conocido como el “mal del aire”; el peshton o chitlacote utilizado también para el dolor de estómago, toronjil recetado para aliviar el popularmente conocido “espanto”, yeloquitze para algún problema de los ojos, mirto para producir sueño en recién nacidos, el pirul para el “mal del aire” y la jara verde o blanca que se emplea junto con otras plantas (como el manrubio, chitlacote, laurel y palma) para evitar el dolor de huesos en mujeres que hayan tenido un hijo.

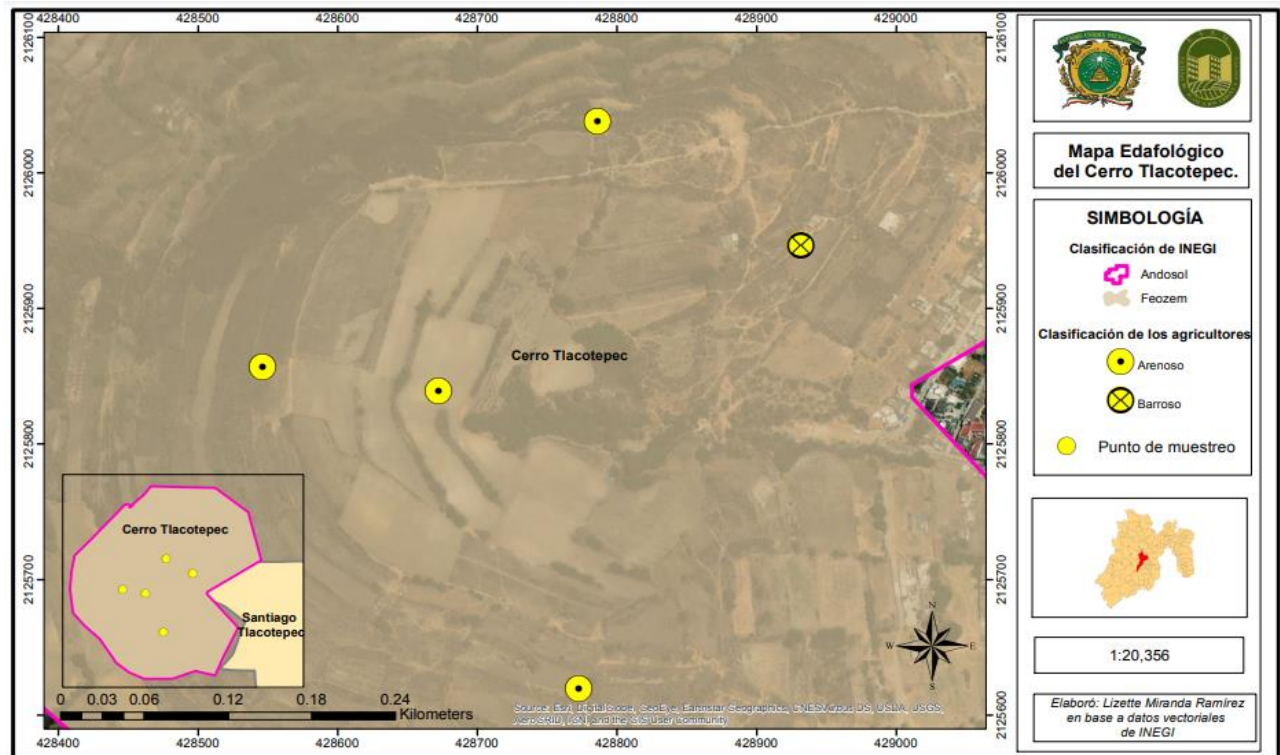
3.1.4. Fauna

Con respecto a la fauna predominante en el cerro, se encuentran lagartijas, camaleones, alicantes o también llamados animales finos, tuzas, tlacuaches, víboras y ratas (González-Cruz *et al.*, 2018).

3.1.5. Edafología

Como ya se documentó anteriormente, los tipos de suelo que predominan en Santiago Tlacotepec son el andosol y el feozem, siendo el feozem el predominante en el asentamiento urbano. Para el caso del cerro, predomina también el feozem y de acuerdo a la carta edafológica de INEGI se puede encontrar en la parte baja de dicha elevación el suelo andosol, sin embargo, en la clasificación que hacen los agricultores de Santiago Tlacotepec conocen a los suelos como arenosos, barrozos y cascajo, esto en función de su productividad, es decir, los que son más aptos para cultivar. En el cerro se encuentran suelos del tipo arenoso y barrozo, siendo el arenoso el predominante en la ladera norte, oeste, sur y en la parte superior-centro, mientras que el que predomina en la ladera este es el barrozo, tal como se puede observar en la figura 16.

Figura 16. Edafología del cerro Tlacotepec.



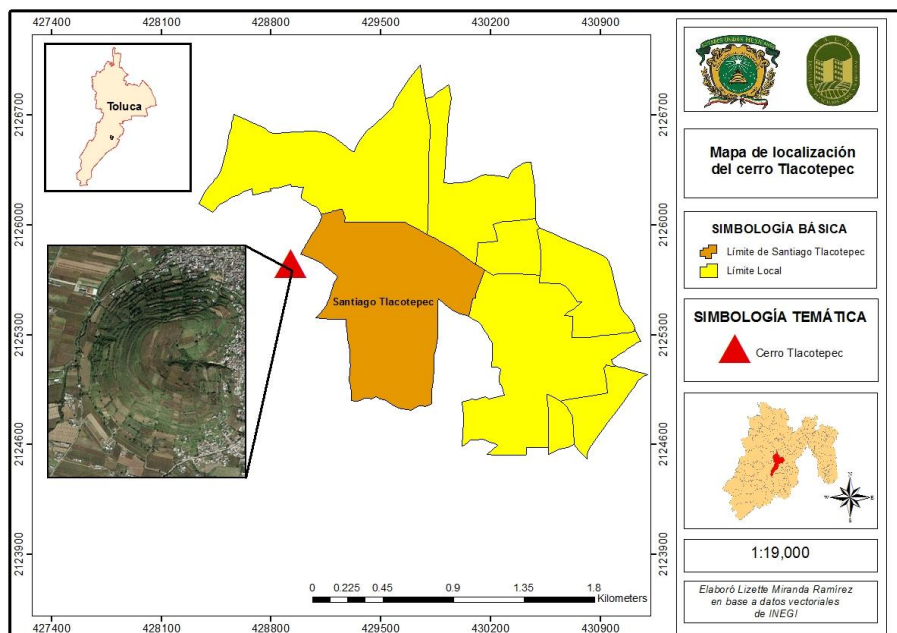
Elaboración propia en base a datos de INEGI y trabajo de campo.

Dado que la zona urbana de Tlacotepec se ha desarrollado sobre las faldas del cerro, éste ha sufrido modificaciones notorias, como la pérdida de cobertura vegetal debido a la demanda de territorio para la construcción de viviendas de los habitantes y a la actividad agrícola que ahí se practica, y con ello también se ha presentado un cambio de uso del suelo, de forestal a urbano y agrícola.

Haciendo énfasis en las actividades agrícolas, los campesinos de Tlacotepec cultivan en dos tipos de entorno fisiográfico, de acuerdo con Abasolo-Palacio (2006), el primer tipo se realiza sobre terrenos con formas planas circundantes, en este tipo de entorno sobresalen los cultivos de maíz, haba, chícharo y avena forrajera; siendo la avena utilizada como alimento para los animales domésticos.

En cuanto al segundo tipo de entorno para cultivar, son las terrazas en el cerro, las cuales han sido construidas por los campesinos. Este sistema agrícola se construye siguiendo el contorno de las curvas de nivel del cerro. Para llevar a cabo la actividad agrícola en terrazas, los campesinos hacen surcos para dar sustento a las especies que en ellas cultivan como el maíz y haba, principalmente, el cultivo de estas especies es generalmente para autoconsumo, en las terrazas también se lleva a cabo el cultivo de algunas especies de flor para el mercado, aunque en menor proporción.

Figura 17. Ubicación del cerro Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INEGI, 2014.

Figura 18. Vista aérea de Terrazas agrícolas en el cerro Tlacotepec.

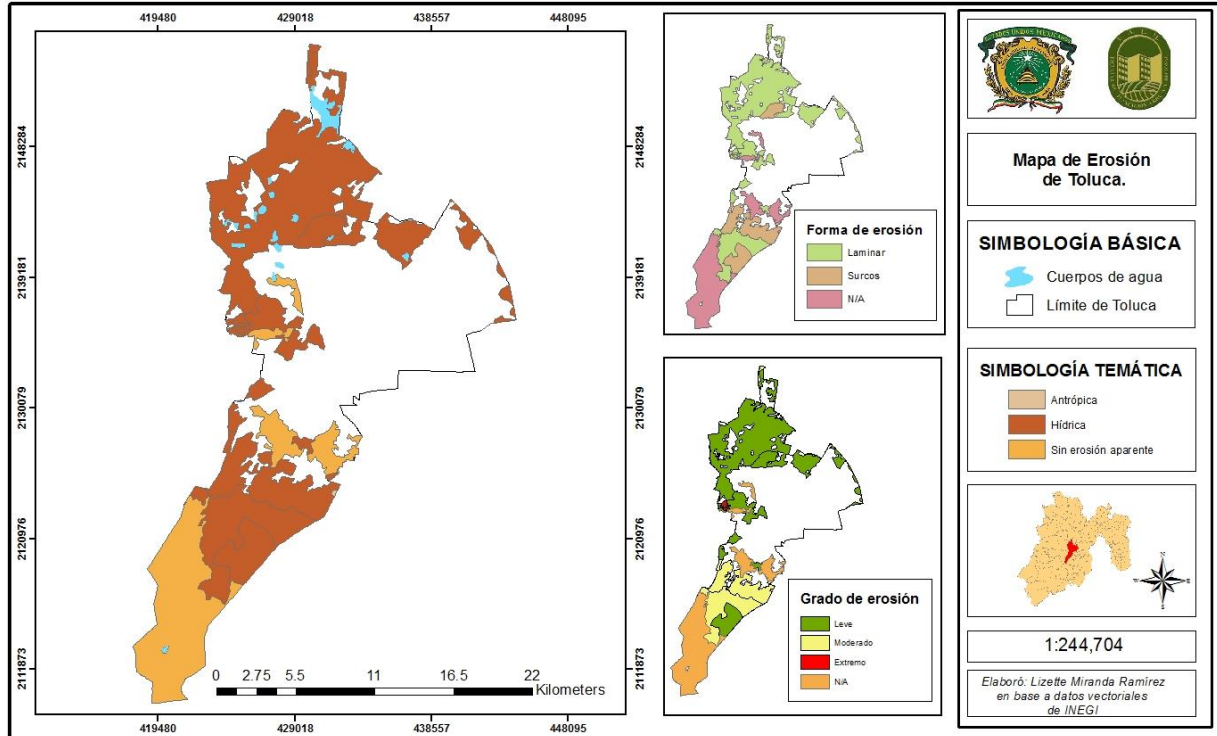


Fuente: Google Earth, 2020.

La figura 18 muestra el sistema de terrazas agrícolas construido sobre el cerro por los campesinos, donde también se pueden observar los cultivos que se llevan a cabo sobre terrenos planos.

Con lo que respecta a la degradación del suelo, es importante mencionar que para la obtención de información sobre el grado de afectación de dicha problemática al municipio de Toluca, se consultó el conjunto de datos sobre erosión de suelo escala 1:250, 000 serie I de INEGI 2014, los cuales permitieron conocer que en el municipio se presentan dos tipos de erosión: Antrópica e hídrica, siendo ésta última la que más predomina, pues como se puede observar en la figura 16, es en el norte y el sur los lugares más afectados.

Figura 19. Mapa de erosión del municipio de Toluca, México.



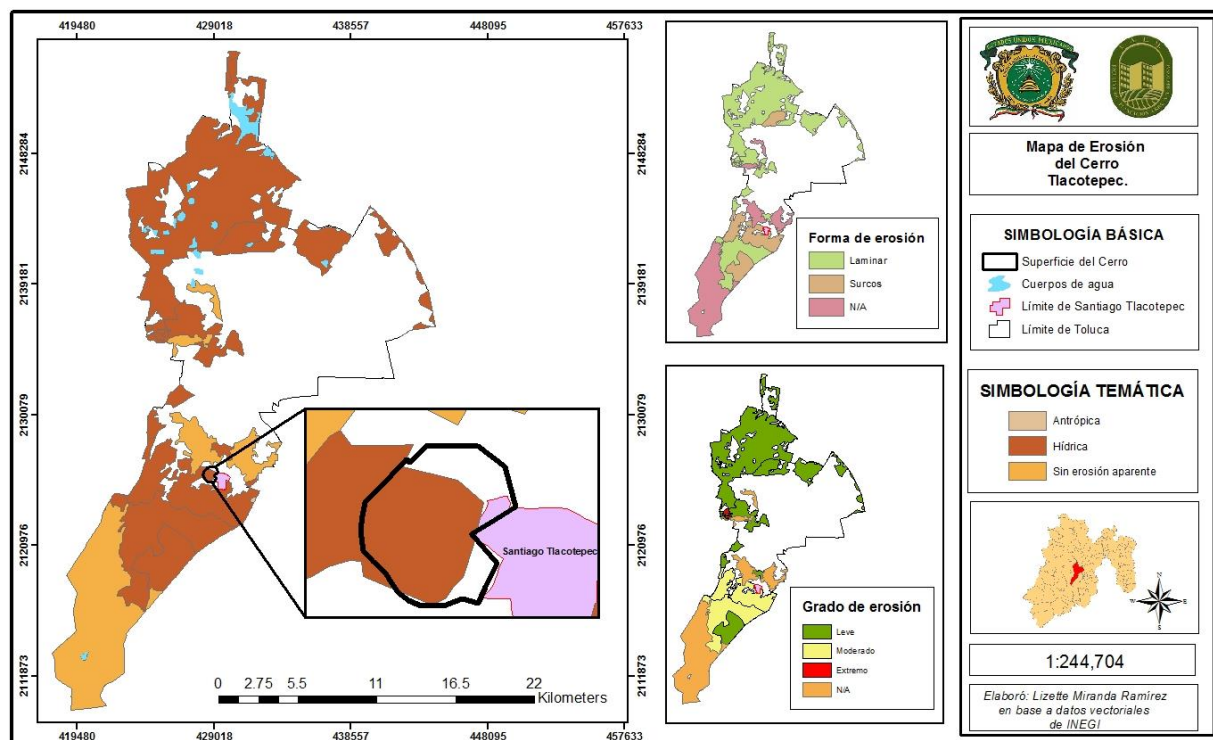
Fuente: Elaboración propia en base a datos vectoriales de INEGI, 2014.

Como se mencionó anteriormente, de la erosión hídrica surgen otras tres formas, que son la laminar, erosión en surcos y erosión en cárcavas.

En Toluca, se presenta la erosión laminar y la erosión en surcos. Siendo en la parte norte la laminar que más predomina con un grado leve de afectación y al sur la erosión en surcos con un nivel moderado de erosión.

En la siguiente figura 20 se muestra el tipo y grado de erosión que se presenta en el cerro Tlacotepec.

Figura 20. Mapa de erosión del cerro Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia en base a datos vectoriales de INEGI, 2014.

La anterior figura muestra que en el cerro se ha desarrollado la erosión hídrica en forma de surcos con un grado moderado de afectación. A continuación se señalan los principales factores que interfieren en el proceso de la degradación del suelo.

3.2. Degradación climática

En primer lugar se tiene a los factores climáticos, siendo la precipitación y el viento como dos de los principales elementos que influyen en la degradación de los suelos, especialmente en los suelos del cerro Tlacotepec.

3.2.1. Degradación por Precipitación

Como se muestra en la figura 20 en el cerro Tlacotepec se tiene erosión por surcos, durante los recorridos de campo se observó que éstos son de una profundidad leve y son más notorios en la ladera norte debido a que en ésta hay mayor presencia de terrazas en abandono; sin embargo, también los hay en la parte centro que al igual que los que se encuentran en la ladera norte son de poca profundidad, además de que éstos desembocan en una barranca situada a la mitad del cerro por lo que el agua termina en esa dirección.

3.2.2. Degradación por Viento

Como se observó en la figura 20, el tipo de degradación que se presenta en el cerro Tlacotepec es la erosión hídrica con un grado moderado, por lo que en este caso el viento no tiene un impacto significativo en la zona de estudio. Este tipo de degradación no es notoria en las laderas del cerro, debido a que en éstas prevalece la cobertura vegetal la cual ayuda a proteger los suelos principalmente de la ladera sur, oeste y norte. En el caso particular de la ladera norte, pese a que las terrazas identificadas se encuentran en abandono, la vegetación es más abundante que en la ladera sur y oeste; sin embargo, no se deben de descartar las posibles afectaciones que dicho factor climático genera al recurso natural.

3.3. Degradación del suelo provocada por causas antrópicas.

En segundo lugar se tienen a todas aquellas actividades realizadas por el hombre que han acelerado el proceso de degradación del suelo.

Para el caso de la zona de estudio, en el Cerro Tlacotepec se lleva a cabo la agricultura y la ganadería, aunque ésta última tiene menor presencia que la primera; la deforestación y el cambio de uso de suelo también se hacen presentes y van de la mano, debido a que en las laderas se han construido viviendas y se han acondicionado zonas para cultivar, por lo que la cobertura vegetal del lugar se ha reducido. Sin embargo, en los recorridos de campo se observó la existencia de varias especies arbóreas, vegetativas y frutales.

Con lo que respecta al vertido de materiales y residuos industriales, éstos no son actividades que se desarrollen en el Cerro y por ello no se hace mención en este capítulo.

3.3.1. Agricultura

En el caso de la agricultura, ésta se ha considerado como una causante de la degradación y erosión del suelo debido a las malas prácticas agrícolas que en ella se implementan. Entre estas prácticas se considera a la mala labranza del suelo, a los monocultivos agrícolas, el método de roza-tumba-quema y al uso de agroquímicos, las cuales repercuten negativamente en el estado físico, químico y biológico del suelo.

Para el caso de Santiago Tlacotepec la agricultura sigue siendo una actividad tradicional y económica desarrollada por la gente de mayor y mediana edad, la cual se lleva a cabo tanto en zonas planas como en zonas altas, como es el caso de las laderas del cerro.

Para la agricultura que se realiza en las laderas, las prácticas agrícolas implementadas por los campesinos son los monocultivos, la quema de zacate y el uso de agroquímicos.

En relación a la quema del zacate, resulta ser una práctica agrícola implementada usualmente en las localidades del sur del municipio de Toluca, como es el caso de Santiago Tlacotepec, ya que durante los recorridos de campo se observó dicha práctica en los terrenos de cultivo.

Se les llama zacate a los residuos agrícolas como pueden ser tallos, hojas y pastos del cultivo anterior, dichos residuos se dejan secar para posteriormente cortarlos y todo el zacate que ya no sea posible cortar se procede a quemar. De acuerdo a lo que mencionaron los campesinos sobre la quema de zacate es que se hace debido a que resulta ser una manera rápida de limpiar y despejar el terreno para cultivar, también indicaron que por medio del humo que se genera en la quema se pueden eliminar moscos e insectos que puedan perjudicar a los cultivos.

De los principales usos que se le da al zacate es como alimento para el ganado como el equino y vacuno y también se utiliza para reincorporarlo al cultivo a lo que denominan “rastrajo”, el cual sirve para mantener la humedad del suelo, éste lo distribuyen por todo el terreno de tal manera que cubra la mayor parte dependiendo de la cantidad de zacate o rastrajo que se tenga.

La quema de zacate se observó en la terraza 11 de la ladera sur del cerro tal como se muestra en la figura 21 y 22.

Figura 21. Quema de zacate en la terraza No.11.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Figura 22. Quema de zacate en la terraza 11.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En las figuras anteriores se muestran los primeros trabajos de quema del zacate; sin embargo, aún hay presencia de zacate.

3.3.2. Monocultivos agrícolas.

De acuerdo a la Universidad del Valle (UniValle, 2015) este tipo de cultivos son aquellos en los que se siembra una sola especie, para el cual el patrón de cultivo suele ser el mismo: cultivo, fertilización y recolección. Por lo tanto, no hay variedad de especies sembradas, lo cual, en un periodo de tiempo genera impactos que alteran las condiciones del suelo.

El principal problema que se tiene con los monocultivos es el cambio de uso de suelo, pues considerando que el objetivo del monocultivo es producir a mayor escala se necesitan grandes extensiones territoriales para la expansión del cultivo homogéneo, donde los territorios que comúnmente se destinan para dicha práctica son los bosques y

selvas, lo que significa entonces que habrá deforestación, otra de las grandes problemáticas medioambientales que terminan impactando en el buen estado del suelo.

Con lo que respecta al cerro, este tipo de cultivos no suele predominar en él, pero sí tiene presencia, ya que, en algunos lugares, especialmente en la parte superior se encuentran cultivos sólo de maíz cacahuazintle los cuales se siembran año con año.

3.3.3. Uso de agroquímicos

De acuerdo con la FAO (2014) los agroquímicos son sustancias o mezcla de sustancias que tienen el objetivo de prevenir, destruir o controlar plagas, incluyendo a las enfermedades humanas o de animales. El tipo de plaga a combatir de acuerdo con la Matías-Pacheco y Barbona-Itati (2017) se puede presentar en insectos, ácaros, hongos, roedores, moluscos, malas hierbas, bacterias y todo tipo de vida animal y vegetal que perjudique a la salud pública y a la agricultura.

García-Palma (2012) establece que las ventajas del uso de agroquímicos son la eliminación, control y prevención de plagas, el mejoramiento de cultivos, entre otros; además, propone que los agroquímicos se clasifican en:

- Plaguicidas
- Herbicidas
- Fungicidas
- Fertilizantes químicos

Sin embargo, así como estos productos tienen sus ventajas también hay desventajas en su uso, dichas desventajas derivan en la contaminación del agua, del suelo, los riesgos por intoxicaciones, el desarrollo de nuevas plagas, la presencia de residuos tóxicos, entre otros.

Con respecto al suelo, el principal problema que generan los agroquímicos a este recurso es la destrucción de su capa fértil, ya que las sustancias químicas contenidas en los productos mineralizan, salinizan y reducen la capacidad de retención del agua de dicho recurso.

Para el caso de la zona de estudio, en el Cerro Tlacotepec los campesinos utilizan sólo tres de los cuatro grupos de agroquímicos mencionados anteriormente, que son los plaguicidas, herbicidas y fertilizantes químicos

Los plaguicidas como lo dice su nombre son utilizados para la eliminación o control de plagas. Los herbicidas son productos utilizados para destruir o controlar las malezas o toda aquella hierba que se considere indeseable principalmente en la agricultura.

Los fertilizantes químicos son productos que se utilizan principalmente para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal. Contienen por lo menos un elemento químico que la planta necesita en su ciclo de vida. Su principal característica es que debe tener una solubilidad mínima en agua, ya que los nutrientes entran en forma pasiva en la planta a través del flujo del agua.

Para el caso de la zona de estudio el uso de agroquímicos si se hace presente, pues a partir de las entrevistas con el señor Abraham Tapia, el señor Lázaro Escobar, el señor Porfirio Romero y el señor Jaime Patiño Martínez se obtuvo la información sobre el uso y aplicación de dichos productos, específicamente de plaguicidas y fertilizantes en los cuales todos los entrevistados coincidieron en el uso de los mismos productos.

En el caso de los fertilizantes, el más usado es el llamado "18" y "urea", usados principalmente para el cultivo de maíz cacahuazintle, la cantidad que se implementa es de los 5 a los 6 kg por hectárea, cabe mencionar que cada bulto es de 5 kg.

En cuestión de plaguicidas se suele hacer mayor uso del "hierbamina" y "mermeje". Del primer producto mencionado, el señor Abraham Tapia expresó que combate la plaga de la araña roja y del chahuistle, los cuales ocasionan que el maíz se seque, sin embargo, todos los entrevistados mencionaron que el hierbamina se discontinuó debido a que generaba problemas de salud ya que para su aplicación no se hacía uso de equipo de protección personal. En relación con el mermeje, éste se sigue implementando; sin embargo, tiene efectos como el de secar la planta, se utiliza principalmente para el cultivo de papas. En ambos casos, su aplicación es de 1 litro por hectárea.

Otros productos que mencionó el señor Abraham que son utilizados son el "9-9-6", "canitro", "12-12-24", "súper triple" y "almonitro", no obstante, pese a que todos hacen

uso de fertilizantes y plaguicidas consideran que no son buenos, ya que perjudican y alteran las condiciones óptimas que debe de tener el suelo.

Capítulo 4. Prácticas de conservación del suelo en el cerro Tlacotepec.

En este apartado se mencionan las principales prácticas de conservación que son o han sido implementadas por los campesinos en el cerro Tlacotepec, dicha identificación se hizo por medio de los recorridos de campo con el apoyo de los agricultores, quienes brindaron información relacionada con la presente investigación.

Para este capítulo es importante mencionar que la implementación de prácticas para la conservación y manejo de suelo en laderas consiste en la aplicación de prácticas agrícolas combinadas, que formen un sistema integrador que dé solución al principal problema que se presenta en los suelos existentes en este tipo de terrenos, dicho problema es principalmente la degradación del suelo, la cual, se caracteriza por la pérdida de fertilidad, condición física y actividad biológica (Red SICTA, 2010).

Como se ha mencionado anteriormente, existen diversas prácticas agrícolas para la conservación del suelo como las agronómicas, vegetativas y estructurales, siendo éstas dos últimas las que han sido implementadas por los campesinos en el cerro Tlacotepec. De las prácticas estructurales destacan las zanjas y las terrazas, pero también se identificó la asociación de cultivos. En el caso de las terrazas se observaron dos tipos:

- De muro de roca: El muro se caracteriza por estar construido con rocas, en este tipo existe un caso de reacondicionamiento de los muros de una de las terrazas identificadas.
- De muro de tierra: El muro es construido con tierra.

También se identificó el sistema de metepantle, el cual se caracteriza por contener plantas de maguey a lo largo del muro de tierra. A éste se le considera como un subsistema de las terrazas, pero también se le puede considerar como una práctica vegetativa debido a que en sus muros se plantan magueyes, nopales y árboles frutales, los cuales ayudan a retener el suelo y el agua.

Retomando el trabajo de Jiménez-Vázquez (2018), indica que las terrazas ubicadas en el cerro se encuentran conformadas por cuatro componentes que son los siguientes:

- Muro de contención
- Zanjas
- Área de cultivo
- Vegetación asociada

A continuación, se describen las estrategias de conservación de suelo que se observaron en el cerro Tlacotepec.

4.1. Terrazas

Las terrazas, como ya se ha citado anteriormente, son prácticas agrícolas estructurales que generalmente consisten en un conjunto de plataformas escalonadas que forman un terraplén en el que se puede cultivar y un talud el cual está conformado por un corte y un relleno. Tanto el tamaño de la terraza como el talud deben de acoplarse al grado de la pendiente y al tipo de suelo en el que se ésta vaya a construir. Dichas prácticas resultan ser las más efectivas para prevenir la erosión en las laderas, sin embargo, también son una de las obras o prácticas de mayor costo, razón por la cual su uso suele ser limitado, por lo que sólo pueden llegar a implementarse en zonas en donde haya escasez de suelo, disponibilidad de mano de obra y para la producción de cultivos como hortalizas, flores y frutales (Raudes & Sagastume, 2009).

Otra de las funciones que cumplen las terrazas además de evitar o controlar la erosión hídrica o la eólica, es que también aumentan o mejoran la infiltración del agua de lluvia a las capas profundas del suelo, contribuyen a mantener el nivel de materia orgánica y protegen la microfauna del suelo (Red SICTA, 2010).

La textura o bien el tipo de suelo debe de ser importante para la implementación de cualquier práctica u obra agrícola, en este caso para las terrazas se recomienda que se construyan en suelos que vayan de moderadamente profundos a profundos, ya que en suelos arenosos son menos estables y en suelo mal drenados se corre riesgo de que exista encharcamiento (Red SICTA, 2010).

Aunque las terrazas resultan ser efectivas para el control de la erosión, en términos de fertilidad éstas no suelen ser muy benéficas, ya que para poder serlo se necesita aplicar

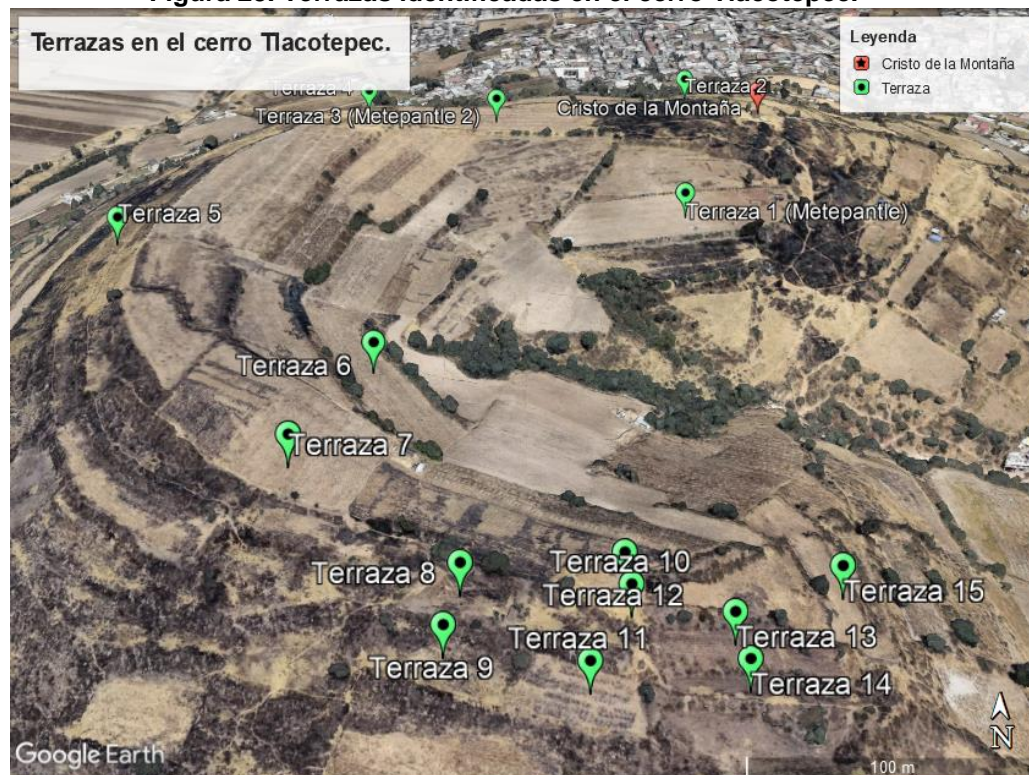
otro tipo de prácticas o estrategias, como por ejemplo el abono orgánico; porque cabe resaltar nuevamente, este tipo de prácticas del tipo estructural deben de complementarse con otro tipo de técnicas u obras.

Si bien ya se han mencionado las funciones, los beneficios y los tipos terrazas como lo son las terrazas de muro vivo, las de formación sucesiva, las individuales, las de barreras de piedra en curvas de nivel, etc. (Cardoza-Vázquez *et al.*, 2008) cabe destacar que ninguna de éstas se identificó en las laderas seleccionadas, o bien, al menos no con el nombre que se mencionan en la revisión de información. El total de terrazas que se estudiaron en el cerro Tlacotepec fueron 15 como se muestra en la figura 23.

En el caso de las terrazas los campesinos de Santiago Tlacotepec las conocen como “mesitas”, en ellas se da el principalmente el cultivo de maíz y la manera en que les dan mantenimiento es por medio de las zanjas, sin embargo, algunas de las mesitas o terrazas se han abandonado debido al trabajo físico y económico que éstas implican, según expresó el señor Lázaro.

Otro dato interesante que se obtuvo sobre las terrazas fue por medio del señor Salomón Vallejo Rosas, ejidatario de la localidad. Él mencionó que anteriormente no había dueños de terrenos o de parcelas en el cerro, por lo que con el paso del tiempo algunos habitantes comenzaron a limpiar un parte de éste para poder cultivarlo y que una manera de delimitar el terreno que habían limpiado fue colocando piedras, dando paso posteriormente a algunas de las terrazas.

Figura 23. Terrazas identificadas en el cerro Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo 2022.

4.1.1. Terrazas con muro de roca

Este tipo de terraza como su nombre lo dice, se caracteriza por sus muros construidos con rocas, los cuales tienen la función de retener el suelo y evitar que exista un deslave y sean arrastrados los sedimentos (véase figura 24 y 25).

Durante el recorrido de campo se identificaron 4 terrazas de este tipo, 2 al norte y 2 al sur. En las la ladera sur se cultiva maíz, mientras que las de la ladera norte se encuentran sin cultivar y lo que se observó sólo fueron plantas silvestres (ver figura 26 y 27). En el caso de esta terraza y la de todas aquellas que tienen muro de roca, el tipo de roca que se utilizó para construirlas son de las mismas que se pueden encontrar en el cerro, a la cual los habitantes las nombran piedra laja o piedra roja.

Como se puede observar en la figura 28, la vegetación asociada que se encontró fue principalmente de magueyes, nopales y árboles de capulín, cedro, tepozán y árbol “llorón”. La vegetación primaria como los árboles tienen una altura que va de los 2 a los

6 metros, mientras que los magueyes y nopales miden de .85 cm a 1 metro de altura, estos se encuentran especialmente en los muros frontales.

Las medidas de los muros frontales de las terrazas identificadas en promedio miden 1 metro y medio a los 2 metros de alto, mientras que los muros laterales van de los 70 cm llegando al metro y medio de alto. Con lo que respecta al grado de inclinación de los muros estos van de los 79° a los 89°.

Figura 24. Muro frontal-superior de roca de la terraza no. 8 en la ladera sur.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Figura 25. Muro izquierdo de roca de la terraza no.8 ubicada en la ladera sur.



Fuente: Trabajo de Campo, 2021.

Figura 26. Cultivo de maíz en la terraza no.8.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Figura 27. Extensión de la terraza no. 10 con muro de roca en la ladera sur.



Fuente: Trabajo de campo, 2022

Figura 28. Vegetación asociada en la terraza no.10 en la ladera sur.



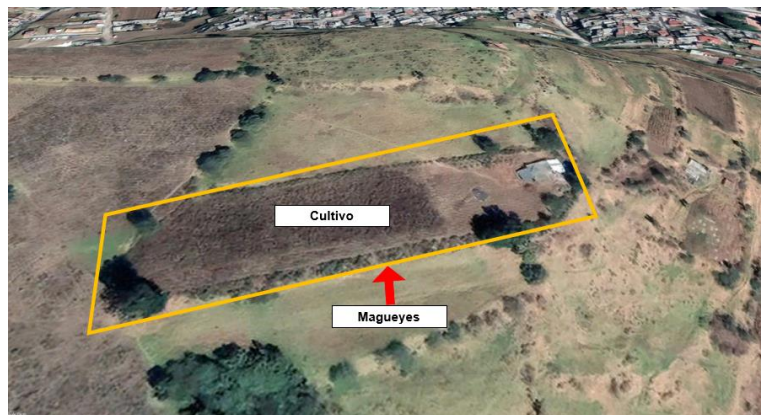
Fuente: Trabajo de campo, 2022.

4.1.2. Metepantles

Esta práctica se cita en Pérez-Sánchez *et al.* (2014), dicha palabra proviene del vocablo náhuatl *metepantle* que significa “hilera de magueyes que separan terrenos”, con base a dicho significado, los metepantles son una estrategia de conservación caracterizada por magueyes, los cuales se colocan en los bordes (mismos que están contruidos con tierra) de tal manera que los cultivos queden al centro. La función principal de los magueyes es la de retener el suelo.

Para el caso del Cerro Tlacotepec, por medio del recorrido de campo se identificaron 2 metepantles en la parte superior. En la figura 29 y 30 se muestra como estos se encuentran conformados no sólo por magueyes, sino que también por nopales y algunos árboles de capulín y yucas.

Figura 29. Estructura del metepantle en parte superior del Cerro Tlacotepec.



Fuente: Google Earth, 2021

Figura 30. Magueyes y nopales que conforman el metepantle.



Fuente: Trabajo de Campo, 2021

Figura 31. Área de cultivo del metepantle no.1.



Fuente: Trabajo de Campo, 2022

En este tipo de terraza se observó que en el metepantle no.1 entre el corte del muro de contención y el cultivo se encuentra una zanja la cual cumple con la función de desviar el agua con dirección hacía una barranca que se encuentra hacía el sur del cerro.

Las medidas de los muros o bordes van de 1 a 1.30 m de alto, 110 m de largo y 30-40 m de ancho y con una inclinación de 35°a 40°.

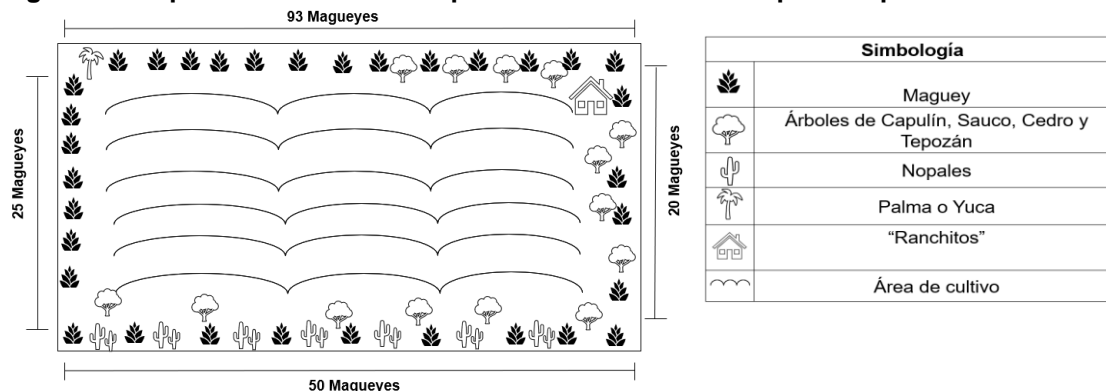
Además, también se identificaron algunos “cajetes” que sirven para para la captación del agua en tiempo de lluvias, midiendo 1.30 m de largo, de alto 70 cm, 20 cm de profundidad y la distancia entre cajete y cajete es de 15 cm, estos se encuentran en una de las hileras de magueyes tal como se muestra en la figura 32.

Figura 32. Presencia de cajetes en el metepantle no.1.



Fuente: Trabajo de Campo, 2022.

Figura 33. Representación del metepantle no.1 ubicado en la parte superior del cerro.



Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo 2022

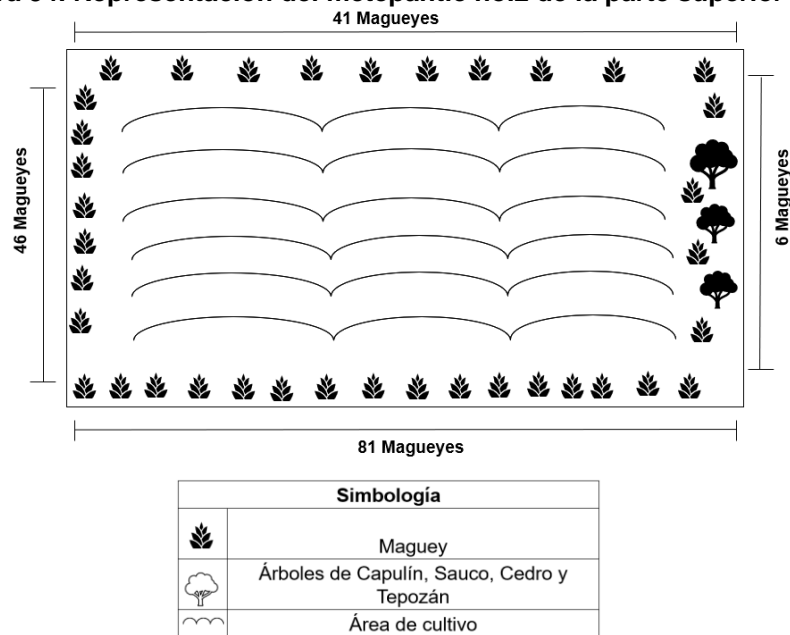
La figura anterior muestra la estructura del metepantle no.1, el cual cuenta con una superficie total de 4,113 m² lo conforman 188 magüeyes en total, los cuales son de la especie *agave salmiana* o también conocido como magüey pulquero, todos son magüeyes adultos con un rango de altura que va de los 80 a los 86 cm, dichos magüeyes sólo cumplen con la función de retener el suelo dentro de la estructura del metepantle, pues fuera de éste también se encuentran magüeyes que son utilizados para "raspar" que es como le llaman a la actividad de obtener el aguamiel para la producción del pulque, éste puede ser para autoconsumo o bien para venderlo. Otra actividad que se realiza con el magüey es la de cortar las pencas secas y recolectarlas para después usarlas como sustituto de la leña, a esto le llaman "mezotear".

La vegetación asociada a este metepantle son nopales, árboles de capulín y una yuca, la altura de estos es de los 3 a los 5 metros y el cultivo es principalmente de maíz de temporal.

Otra observación que se hizo fue que específicamente en el metepantle no.1 se encuentra una casa a la cual llaman "ranchitos" esta casa cumple la función de albergar a la o las personas que se encargan de cuidar el terreno, así que la terraza puede ser cultivada y acondicionada para construir viviendas, esto último considerando la ubicación de los terrenos, ya que en este caso el metepantle se encuentra en la parte superior del cerro por lo tanto se encuentra en una zona plana.

En el caso del metepantle no.2 tiene una superficie de 2,933.073 m² con un largo de 100.62 m y ancho de 29.15 m, este se encuentra conformado por 174 magueyes pulqueros todos adultos con una altura de 0.80 a 0.85 cm. Su vegetación asociada sólo se conforma por árboles de capulín y lo que más se cultiva es el maíz de temporal. Este metepantle tiene menos elementos que el metepantle no.1 y no hay presencia de viviendas debido a su cercanía con la ladera norte, lo cual representa un riesgo. En la figura 34 se muestra la estructura del metepantle no. 2.

Figura 34. Representación del metepantle no.2 de la parte superior del cerro.



Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo 2022

Figura 35. Extensión del metepantle no. 2 de la parte superior del cerro.



Fuente: Trabajo de campo 2022

4.1.3. Terraza con muro de roca y tierra.

De este tipo se identificaron 9 terrazas entre la ladera norte y sur, este tipo se caracteriza por tener los dos elementos principales de las anteriores que son la roca y la tierra, la función de emplear ambos es una mayor “resistencia” y filtración del agua, sin embargo, se observó que las 6 terrazas identificadas con estas características presentan un tipo de “derrumbe” en alguno de sus muros, esto debido a la fuerza con la que corre el agua, el peso de las rocas, la poca vegetación asociada para retener el suelo y al poco mantenimiento que se le han dado.

El ejemplo de una de estas terrazas es la número 13, su muro frontal está hecho de roca, tierra y la vegetación que en él se puede encontrar son principalmente nopales, tal como se muestra en la figura 36.

Las medidas de los muros son: de alto 1.5 m a 2.20-.30 m de largo, ancho de 7 a 10 m y la inclinación va de los 70° a los 80.

Tiene cultivos asociados pues se siembra maíz, pero también calabaza, chícharo o haba, dependiendo del cultivo que toque sembrar. En la figura 37 se muestra un lindero marcado por un pañuelo rojo para marcar las áreas en las que se siembra el maíz y el cultivo asociado, siendo el lado izquierdo el que se destina para la siembra del maíz y el derecho para cualquier otro cultivo.

Figura 36. Terraza no. 13 con muro de roca y tierra en la ladera sur del Cerro Tlacotepec.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En la figura anterior se observa a través del muro frontal-superior que la terraza tiene poco mantenimiento pese a que aún es utilizada para cultivar, pues se pueden ver los

pequeños deslizamientos de la vegetación a causa de la falta de roca para hacer una mayor retención del suelo, además de que hay presencia de “zacatón”.

Figura 37. Área de cultivo de la terraza no.8.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En este caso de las terrazas con muro de roca y muro de roca y tierra, cabe mencionar que sólo hay algunas que se están reconstruyendo o mejorando, esto debido a la fuerza de trabajo que se necesita y que actualmente es escasa, también por la poca disponibilidad de materiales que se necesitan como la roca roja; otra de las razones es por la actual situación que presenta la agricultura, pues debido a que ya es poco rentable, ya para los agricultores seguir conservando o implementado esta práctica de las terrazas ya no tendría propósito alguno, ya que algunos prefieren cultivar en zonas planas por la facilidad que es acceder y trabajar en ellos.

4.2. Zanjas de infiltración.

Las zanjas son pequeños canales de agua que son construidos con el propósito de detener y desviar el agua hacia canales más grandes, al mismo tiempo los canales de desagüe mayores cumplen con la función de recoger las aguas captadas por las zanjas o por las terrazas y llevarlas hacia un lugar en donde generen impactos de erosión. Esta práctica de conservación debe ser implementada en cultivos de baja densidad de siembra (Bouwman y Langdon, 1984).

Durante el recorrido de campo se identificaron algunos “cajones”, como los nombran los campesinos, mismos que fueron implementados en 2019, por lo que es una de las prácticas más recientes que se realiza en el cerro.

Ésta práctica se relacionan con el control del agua, siendo su función principal el almacenar dicho recurso, y aporta cierta humedad al terreno de cultivo, pues mencionó uno de los campesinos que se encontraba en el lugar que: “el terreno ya no estaba dando bien los cultivos, debido a que no se estaba infiltrando bien al agua”, también mencionó que es para tener mayor disponibilidad de agua, pues como bien señaló el campesino: “Muchas veces se nos complica subir con herramienta o material para sembrar debido a lo pesado que es subir el cerro, de esta manera con las zanjas nos ahorramos un poco en hacer la instalación para un sistema de riego”. Cabe mencionar que esta práctica se encontró en el metepantle que se ubica en la zona superior-centro del cerro y el cual tiene muro de tierra y maguey, por lo que es un indicativo de que se están combinando prácticas vegetativas y estructurales para aumentar la retención de la humedad en el suelo y de que se pueda captar una mayor cantidad de agua que pueda abastecer a las especies vegetales que se encuentran en el terreno.

Los cajones que se encontraron tienen un aproximado de 1.5 m de largo, 0.5 m de ancho, 20 cm de profundidad y la división entre cada cajete es de 15 cm, dejando en maguey de separación entre cada cajón. Para su construcción se hizo uso de herramientas como el pico y la pala. Estos cajones sólo se encuentran a lo largo del muro superior del metepantle, pues es donde se puede observar que va la curva de nivel.

Figura 38. Cajete en la parte superior del cerro.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

4.3. Rotación y asociación de cultivos

Para el caso específico del cerro Tlacotepec, algunos campesinos implementan esta práctica, pues mencionaron que aparte del cultivo de maíz, también siembran calabaza y chícharo como el señor Porfirio Romero quien indicó que él combina maíz con haba o chícharo, pues destacó que es importante cambiar año con año los cultivos para ir mejorando la tierra y no erosionarla. Lo mismo mencionó el señor Jaime Patiño Martínez, con la diferencia de que él deja de cultivar un solo tipo de semilla durante unos 5 o 6 años, a lo que llama dejar descansar el terreno.

Aparte del chícharo, haba y maíz, también hay cultivos de flor y nopal esto porque se está optando por cultivar productos que sean más rentables.

Durante el recorrido de campo en el 2022 se observó una asociación de cultivos de haba y maíz, como se muestra en la figura 39.

Figura 39. Asociación de cultivos de haba y maíz.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En la figura anterior se puede observar que hay una mayor cantidad de cultivo de haba que de maíz, lo que quiere decir que los cultivos no llevan un orden, es decir, que no existe una estructura definida intercalada de cultivos (por ejemplo: Maíz, haba, maíz, haba, etc.). Además también se puede observar la presencia de árboles como lo es el tepozán ubicado en el contorno o límite del terreno. Esta práctica se encontró en los terrenos de la parte superior-central del cerro, pero también se encontró cerca de las terrazas de la ladera sur.

Otra práctica que se identificó, pero que predomina muy poco, fue el surcado en curvas de nivel. Para esta práctica se observó el cultivo de la flor de alelia que se utiliza para las celebraciones de día de muertos, tal como se muestra en las figuras 40 y 41.

Figura 40. Surcado en curvas de nivel.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Figura 41. Cultivo de flor de alelia.



Fuente: Trabajo de campo, 2022

Ante lo anterior y de acuerdo al trabajo de campo, se identificó que en el cerro Tlacotepec se identificaron cinco prácticas de las doce que señala la SEMARNAT, éstas fueron: Terrazas, metepantles, zanjas de infiltración, rotación de cultivos y asociación de cultivos (ver tabla 4).

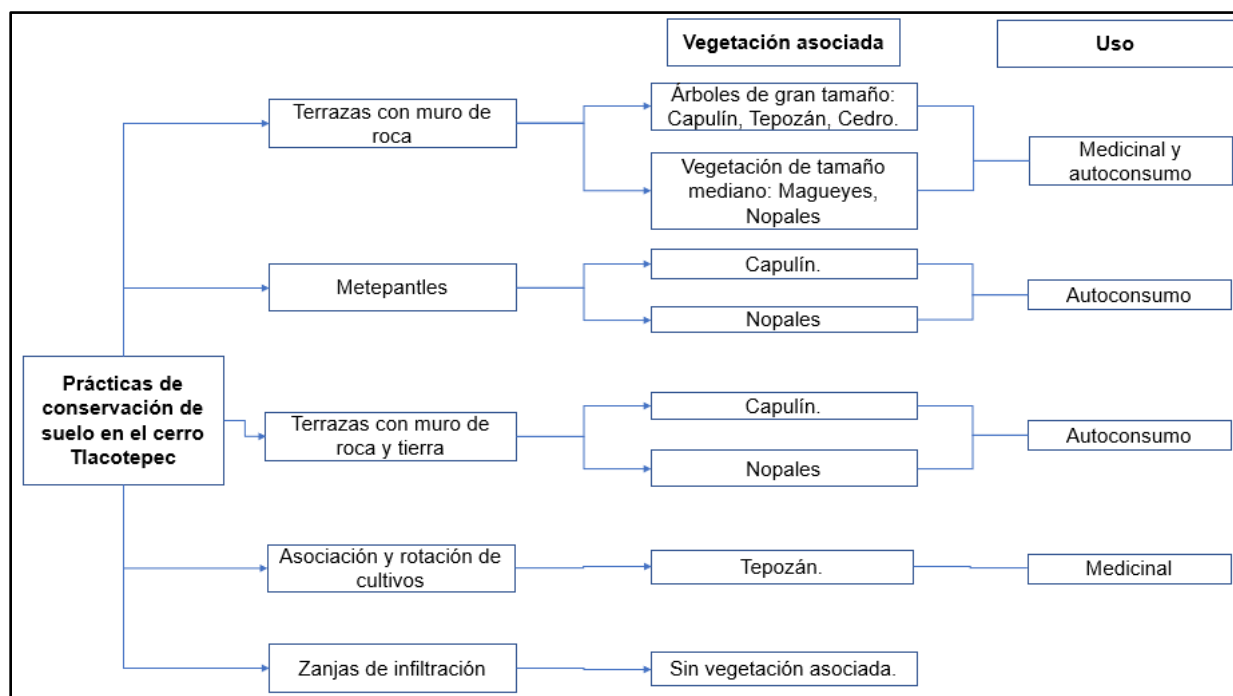
Tabla 4. Clasificación de las prácticas identificadas en el Cerro Tlacotepec.

Prácticas de conservación identificadas en el cerro Tlacotepec.	Clasificación según SEMARNAT (agronómica, vegetativa, mecánica o estructural)
1. Terrazas	Mecánica/estructural
2. Metepantles	Vegetativa
3. Zanjas de infiltración	Mecánica/estructural
4. Rotación de cultivos	Agronómica
5. Asociación de cultivos	agronómica

Fuente: Elaboración propia.

En cada práctica identificada se observó que tienen vegetación asociada, esto con la finalidad de mejorar y enriquecer las prácticas, para así tener mejores resultados en los productos que se han cultivado, pero también para tener una mejor retención de suelo en cada espacio o zona del cerro. En la figura 42, se muestra la vegetación presente en cada práctica y el uso que le dan a cada especie.

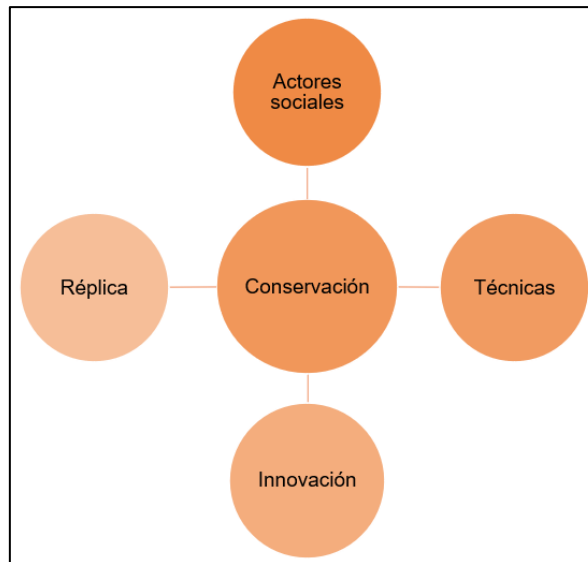
Figura 42. Vegetación asociada a las prácticas de conservación del cerro Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de las anteriores prácticas (tabla 5), se identificaron los siguientes elementos de conservación:

Figura 43. Elementos de la conservación en Santiago Tlacotepec.



Fuente: Elaboración propia.

Los anteriores elementos de la conservación son determinantes para saber quién maneja el recurso suelo, cómo se maneja, qué se está realizando para su manejo y cómo se aplica ese manejo en otros espacios territoriales.

4.4. Conocimiento ecológico tradicional para la conservación del suelo del cerro Tlacotepec

4.4.1. Conocimientos de suelos, vegetación y fauna del cerro

Con lo que respecta al conocimiento ecológico tradicional, éste es aplicado a las variables suelo, clima, vegetación, fauna y a los ecosistemas en general, para estas variables se han aportado distintos conocimientos, desde la manera y forma en que se trabaja cada una de ellas, hasta la manera de nombrarlas, todo bajo la concepción y percepción campesina.

Tal es el caso del suelo, Ortiz, Pájaro y Ordaz (1990) mencionan que el término o concepto de suelo no es utilizado por los campesinos, sino que el concepto que ellos utilizan es el de “tierra” y es considerada como la capa superficial que se trabaja, y que la manera en que los campesinos la trabajan es a partir de la observación y comparación del comportamiento que ésta tiene durante un determinado tiempo.

Ortiz *et al.* (1990) señalan que los conocimientos sobre la tierra no sólo radican en la forma de nombrarlas, sino que también en la clasificación que hacen los campesinos sobre la tierra que trabajan, dicha clasificación la realizan en base a 1) los cultivos, 2) el manejo (diferente tipo de tecnología), 3) abonos, 4) arvenses y 5) métodos de recuperación de suelos.

Se debe considerar que los conocimientos que desarrollan los campesinos son muy diversos y variables, esto debido a que cada campesino genera sus conocimientos de acuerdo al entorno natural en el que se encuentren, pues las características físicas y biológicas del entorno son distintas.

De acuerdo con el trabajo de campo realizado y lo cual se mencionó anteriormente, los campesinos señalaron que a los tipos suelo los identifican o lo clasifican en arenoso, barroso y cascajo, cuyas características identificadas por ellos mismos son:

- Arenoso: Lo describen de color negro y como una tierra “esponjosa” y que ésta es la mejor para cultivar.
- Barroso: Mencionaron que es una tierra estéril de color amarillo o rojo y que como su nombre lo indica, al estar en contacto con el agua su consistencia es barroosa o chiclosa y es la menos apta para el cultivo debido a su textura.
- Cascajo: Tiene la característica de estar formado por fragmentos de roca y también de tepojal. Es más apta para cultivar en comparación con el suelo barroso.

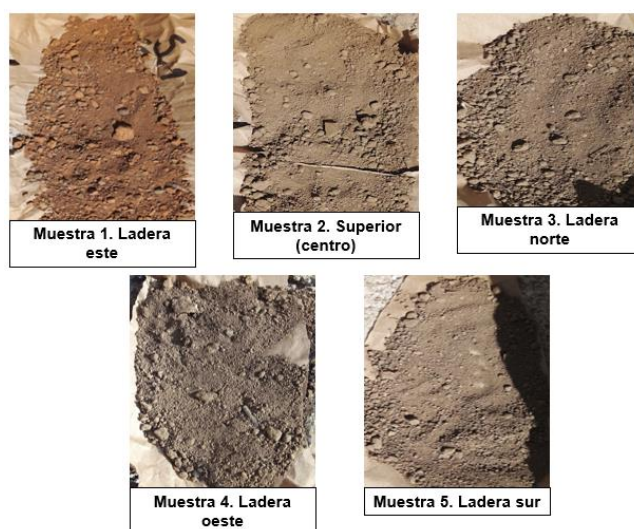
El tipo de cultivo que se da en cada uno va variando de acuerdo a el rendimiento que tienen; sin embargo, señalaron que son el suelo arenoso y cascajo son más aptos para el cultivo de maíz, frijol y haba.

Lo que hacen para saber si un suelo se encuentra en buen estado o si es bueno para sembrar, es preguntar con otros campesinos qué tan bien se dan los cultivos y qué es lo que más se da en el lugar (esto sólo se hace cuando es la primera vez que la persona va a trabajar la tierra). Otra cosa que también hacen y según comentó el señor Santiago Granda es “sacar la humedad”, es decir, realizan una especie de prueba de humedad

que consiste en “agarrar” un puño de tierra, posteriormente se agrega agua hasta que el suelo cambie de color, esto como indicador de que el agua se ha infiltrado por toda la muestra, después se ejerce presión sobre la tierra con el puño cerrado hasta notar que el agua comience a escurrir, se hace un conteo de las gotas, si son menos de 5 gotas indica que esa tierra es seca y no serviría para sembrar, pero si van de 5 a 10 es que es buena tierra para la humedad y si rebasa las 10 gotas indica que “guarda” mucha humedad lo que puede afectar a la raíz del cultivo, también se moldea la muestra para ver qué tan firme es, todo esto de acuerdo con lo señalado por el señor Santiago Granda durante el trabajo de campo.

Se tomaron cinco muestras de suelo del cerro para llevar a cabo la prueba de humedad. Las muestras se tomaron de la ladera este, superior (centro), norte, oeste y sur. Dichas muestras se muestran en la figura 44:

Figura 44. Muestras de suelo del cerro Tlacotepec.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Para poder llevar a cabo la prueba de humedad, los agricultores recomendaron “limpiar” la tierra, es decir quitar todas las piedras, pastos y raíces que pueda tener, esto para que no influya al momento de moldear la muestra.

Los resultados que se obtuvieron a partir de las indicaciones de los campesinos para llevar a cabo dicha prueba se muestran en la tabla 5:

Tabla 5. Prueba de humedad de las muestras de suelo del cerro Tlacotepec.

Muestra	Características						
	Gotas	Color	Pedregosidad	Textura (después de agregar agua)	Moldeo	Infiltración	Escurrimiento
1	Más de 10	Rojo	Abundante	Chiclosa	Difícil, firme	Lenta	Rápido
2	6	Café	Poca	Levemente chiclosa	difícil, firme	Rápida	Lento
3	5 a 7	Café	Poca	Poco chiclosa	Fácil, firme	Rápida	Rápido
4	7	Café	Poca	Poco chiclosa	Fácil, firme	Rápida	Rápido
5	5 a 7	Café	Poca	Poco chiclosa	Fácil, firme	Rápida	Rápido

Fuente: Elaboración propia.

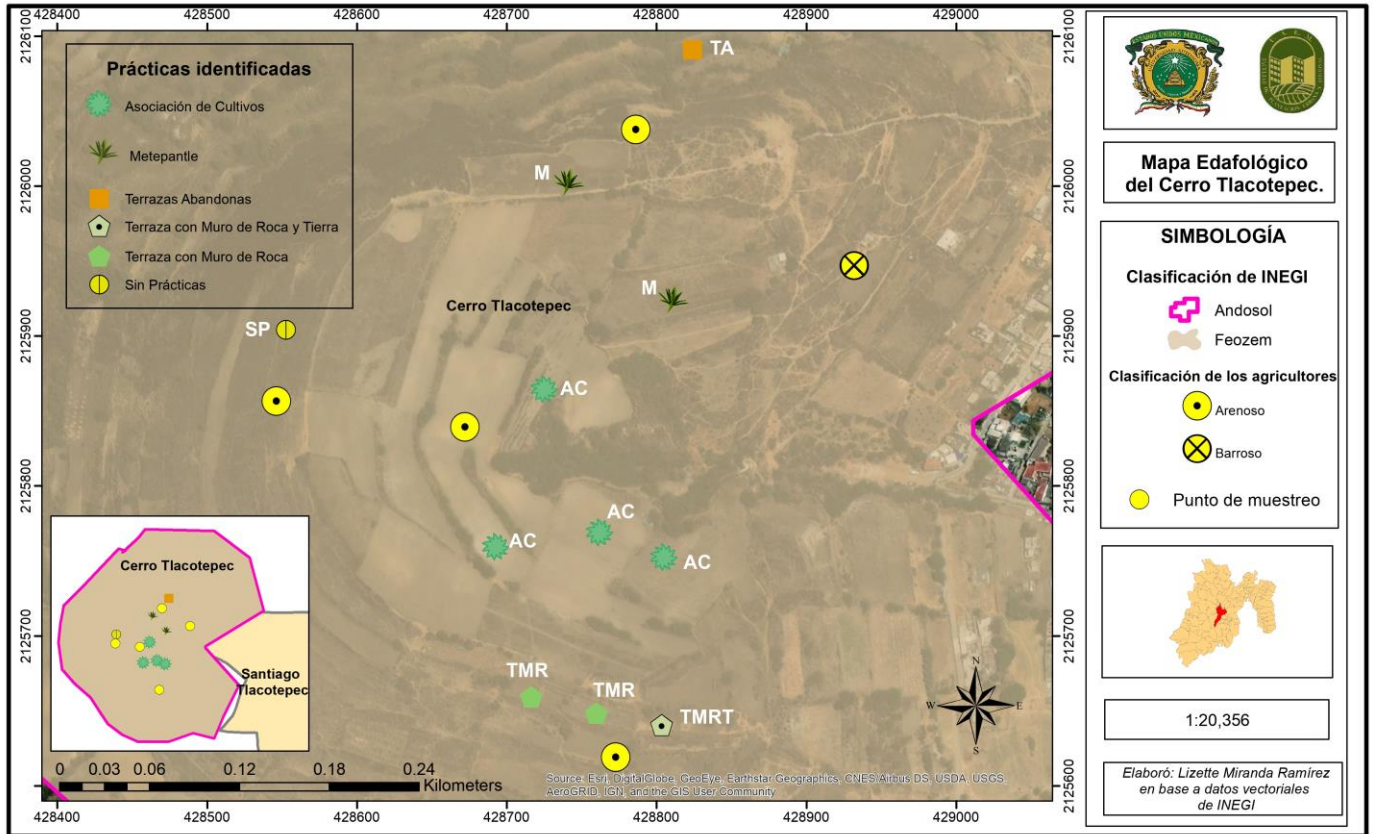
De acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla anterior, la muestra 1 es el suelo menos apto para cultivar, especialmente por rebasar el número de gotas, lo que indica que es un suelo que retiene demasiada agua provocando que tenga una textura bastante chiclosa lo que podría afectar a la raíz de la planta. La muestra 2 tiene similitudes con la muestra 1, marcando como diferencia el número de gotas, pues la muestra 2 se encuentra dentro de los parámetros que consideran los campesinos como buenos, en este suelo de la muestra 2, si se podría sembrar pese a su textura levemente chiclosa. Las muestras restantes 3, 4 y 5 se consideran suelos más aptos para cultivar debido al número de gotas (humedad) y a la textura poco chiclosa.

Cabe mencionar que el método anterior para realizar la prueba de humedad, es un método que los mismos agricultores han desarrollado en base a la observación y a su experiencia en la actividad, por ello las muestras no se sometieron a pruebas específicas o métodos de laboratorio.

De las 5 muestras, se observó que sólo en dos hay una mayor presencia de cultivos: la muestra 2 que corresponde a la zona superior-centro, ahí hay presencia de metepantles y asociación de cultivos, mientras que en la muestra 5 correspondiente a la ladera sur se

encuentran las terrazas agrícolas. Lo anterior se relaciona que en dichas zonas del cerro es en donde se encuentra el suelo del tipo arenoso, esto se puede observar en la figura 45:

Figura 45. Edafología y prácticas identificadas en el cerro



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI y trabajo de campo.

Con lo que respecta a la vegetación, tal como lo mencionan Soriano *et al.* (2010), los conocimientos que han generado e implementado los campesinos en relación con esta variable son complejos, en especial cuando se trata de producir sus propias sus semillas, mejorarlas e identificarlas por su gran variedad.

Siguiendo con Soriano *et al.* (2010) señalan que los agroecosistemas presentan cierta complejidad debido a factores como la edad, número de especies cultivadas, estructura y manejo. Aliteri (1992), indica que la cantidad de biodiversidad que se puede encontrar en el agroecosistema depende de cuatro características, que son:

- La diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agroecosistema.

- Permanencia de varios cultivos dentro del agroecosistema
- Intensidad del manejo
- Grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural.

Por lo tanto, esto se considera al momento en que los campesinos hacen uso e identifican cada una de las especies vegetativas que se encuentren presente en su zona de cultivo.

De acuerdo con Aliteri (1991), señala que una de las dimensiones del conocimiento campesino es la del conocimiento sobre taxonomías biológicas locales. En esta dimensión el campesino tiene y emplea un sistema complejo en cuanto a la clasificación tanto de plantas como de animales, ya que el nombre tradicional o local que le asignan a alguna especie revela el status taxonómico de dicha especie.

Una de las maneras en que los campesinos generan sus conocimientos sobre vegetación, es por medio de algunas características de la planta, como la forma, el color, si de ella emerge una especie de flor y cómo es la forma de ésta, tamaño; la utilidad de la planta, como el uso medicinal, si es para venta o para consumo; por sus propiedades perjudiciales al ser humano, fauna y a otras plantas; por los lugares en donde crece, por la temporada en la que crecen, etc.

Para el caso de Santiago Tlacotepec, los conocimientos que los campesinos tienen con respecto a la vegetación se observan en el trabajo de campo realizado por González-Cruz, *et al.*, (2018), donde la información que se documentó con relación a la vegetación que predomina en el cerro Tlacotepec es para uso medicinal y árboles frutales los cuales son destinados para consumo humano.

Durante los recorridos de campo se observó el árbol de tepozán, el cual es muy predominante en el cerro, los agricultores como el señor Santiago Granda mencionan que tiene beneficios medicinales, es usado especialmente para curar heridas de la piel, para dolor de estómago y para controlar la temperatura. Los conocimientos que tienen los campesinos sobre este árbol, son principalmente medicinales, y lo identifican específicamente por sus hojas y flores, pero también por su gran tamaño. Estos árboles se pueden encontrar en las terrazas identificadas y los campesinos mencionaron que

debido a su gran tamaño tienen raíces más grandes y fuertes que hacen que el agua no se “lleve” tanto la tierra cuando llueve.

De acuerdo CONABIO (2009) el árbol de tepozán (*Buddleja sessiliflora Kunth*), también se le conoce como hierba de tepozán, lengua de vaca, mispastle, tepusa, tepozán verde, jara, cola de zorra y salvia, entre otros. Su altura puede ir de 1 a 2 metros. Estos ejemplares se han registrado en el estado de Aguascalientes, Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Guadalajara, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Monterrey, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. Se puede encontrar en hábitats como lo son los pastizales, en laderas con pendientes moderadas, en orillas de caminos, terrenos baldíos, campos abandonados y en entornos urbanos. Los suelos en donde crecen regularmente son en suelos calizos, arenosos, pedregosos y bien drenados. El árbol de tepozán tiene impactos positivos en el medio ambiente, pues puede regenerar suelos, controla la erosión, infiltran el agua de lluvia y sirven para dar sombra a la fauna silvestre.

Siguiendo con CONABIO, el árbol de tepozán se utiliza para curar úlceras, para bajar la temperatura y desinflamar. Su madera se utiliza para elaborar mangos de implementos agrícolas y como combustible.

Por otro lado, la Universidad Autónoma Nacional de México (UNAM, 2009) menciona que el tepozán es un árbol que va de 1 a 10 metros de altura. Es originario de México y Guatemala. Su hábitat son climas semisecos y templados con alturas de entre 2,050 y 3,100 msnm. El tepozán también puede estar presente en los huertos familiares. En relación a los usos medicinales, las ramas se utilizan para dar baños a las mujeres después del parto. Las hojas, después de darle un tratamiento como lavado y cocción sirven para curar heridas, llagas, úlceras, para madurar abscesos y granos. También son utilizadas para la fiebre, para el dolor de estómago, diarrea, para problemas renales, para tratar dolor de cabeza y cintura, para mordedura de víbora, reumas, tos, diabetes, hemorragia nasal y calambres.

Figura 46. Árbol de Tepozán en la zona superior (centro) del cerro.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Otro árbol que se identificó que predomina en el cerro es el capulín (*Prunus spp.*), cuyos frutos son esencialmente particulares por su tamaño y sabor. Este árbol, de acuerdo con lo mencionado por el señor Santiago Granda, también es de gran ayuda para retener la tierra del cerro, pues al igual que el tepozán goza de grandes raíces que impiden que la lluvia arrastre la primera capa del suelo. El señor Granda también señaló que, aunque el árbol de capulín no se utilice como remedio, se tienen otros beneficios como lo son sus frutos, los capulines, los cuales se dan entre el mes de junio y julio y describe su sabor como “acidito”, aunque también mencionó que eso dependerá de que tan maduro este, lo cual se puede identificar por el color que va de verde a rojo, siendo este último color el que indica que está listo para consumo. Estos frutos se recolectan para poder consumirlos ya sea en su estado natural, o bien, preparados, pues de ellos se pueden hacer ciertos alimentos como el “dulce de capulín” o “capultamal” los cuales pueden ser de autoconsumo o para ponerlos a la venta.

En las terrazas también se pueden encontrar los árboles de capulín debido a que ayudan a retener mejor el suelo, además de acuerdo a lo indicó el señor Santiago Granda hubo un tiempo en que las terrazas se veían más “completas”, esto porque se obtenían más productos de éstas. Algo que también mencionó el señor Granda es que estos árboles crecen muy bien en los suelos arenosos que son un poco chiclosos.

De acuerdo a Guzmán, Segura y Almaguer (2020) el árbol de capulín ha sido utilizado como árbol ornamental y barrera rompevientos debido a su frondoso follaje. Es un árbol que debido a su resistencia a las sequías y a los suelos pobres son considerados para llevar a cabo rehabilitación de terrenos erosionados y para la restauración ecológica.

Figura 47. Árbol de Capulín en el cerro Tlacotepec.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En relación a plantas, durante el recorrido de campo se identificó principalmente al gordolobo, la cual es utilizada para aliviar la tos y que hay quienes la hierven con leche. A dicha planta sólo se le atribuye ese efecto curativo. Para el caso del cerro se encontró en la ladera sur y oeste y aunque esta planta los campesinos no la relacionan con la actividad agrícola o para el manejo del suelo, mencionan que es muy común encontrarla, quizá por el viento que “arrastra” la semilla de esta planta, pero muy pocos van al cerro a cortarla por diferentes razones.

De acuerdo a la CONABIO (2009), el gordolobo (*Gnaphalium viscosum Kunth*) es una planta medicinal muy conocida en México y a la vez, una planta muy común en lugares perturbados. A veces se pueden encontrar en campos de cultivo que se encuentran en descanso. Los registros de esta planta han sido en el estado de Baja California Sur, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Guadalajara, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Monterrey, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Veracruz. La planta se distingue por ser un poco viscosa y pegajosa y llega a medir de 20 a 80 cm de alto. Crece en altura que va de los 1,100 a 3,000 msnm y pese

a ser considerada como planta medicinal algunos agricultores la ven como maleza en los cultivos de maíz y manzana.

Figura 48. Planta de gordolobo en el cerro Tlacotepec.



Fuente: Trabajo de campo, 2022

Lo anterior fue lo más relevante que se pudo identificar durante los recorridos de campo, aunque también como se ha mencionado con anterioridad, hay presencia de magueyes, nopales, algunos cactus los cuales están más apegados a las terrazas agrícolas y a los metepantles.

En relación a la vegetación o plantas silvestres, el señor Lázaro Cárdenas identificó un problema en particular que tiene que ver con los pastos, pues indicó que anteriormente en ningún terreno de la localidad había pastos, los cuales definió como estorbosos y perjudiciales para el crecimiento de la planta, ya que su raíz se expande demasiado sobre el terreno, lo que impide que las raíces de las plantas cultivadas puedan crecer, también mencionó que quizá el crecimiento del pasto tanto en el cerro como en terrenos “planos” se debe a que el aire esparce la semilla de dichos pastos, para el señor Lázaro ese es un problema grave en la actividad agrícola.

Figura 49. Plantas silvestres del cerro Tlacotepec.



Fuente: Trabajo de Campo, 2022.

En relación con los conocimientos sobre fauna, Brokenshaw, Warren y Werner (1980) señala que los campesinos hacen una clasificación de los animales, principalmente sobre insectos y pájaros. Para los campesinos, los insectos y los artrópodos son vistos como plagas para los cultivos o causantes de enfermedades, pero también son organismos que pueden servir de alimento y de uso medicinal.

Con lo que respecta a la fauna del cerro Tlacotepec en el trabajo de González-Cruz *et al.* (2018) se encuentra documentado que predominan animales como lagartijas, tlacuaches, camaleones, alicantes, tuzas, víboras y ratas; sin embargo, el señor Lázaro Escobar mencionó que los animales de mayor tamaño como los tlacuaches, alicantes y tuzas se han “acabado”, es decir, ya no se pueden encontrar en el cerro, pues mencionó que debido a la urbanización del cerro y a la caza fueron desplazados del lugar, lo que sí es más probable de encontrar son los camaleones, las lagartijas, ratas y pequeñas “culebritas” que sólo salen cuando es tiempo de cultivos. El señor Lázaro Escobar también mencionó que se podían encontrar ranas en los charcos que se formaban cerca de los cultivos, indicando que la presencia de las ranas se debía a que a través de su “chillido” era como “llamaban el agua”. Por lo tanto, la presencia de las ranas era un

indicador sobre la disponibilidad de agua con la que contaban los cultivos y que las lluvias eran abundantes.

De acuerdo a los recorridos de campo por el cerro, sólo se pudieron observar lagartijas, camaleones o “dragoncitos” y algunos insectos como grillos y pequeños “escarabajos”.

Figura 50. Ejemplar de fauna del cerro Tlacotepec.



Dragón o camaleón



Dragón o camaleón
*Imagen de referencia.
Tomada de:
<https://ceape.edomex.gob.mx/sites/ceape.edomex.gob.mx/files/Atlas-flora-y-fauna-101-150.pdf>

Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Figura 51. Ejemplar de fauna del cerro Tlacotepec.



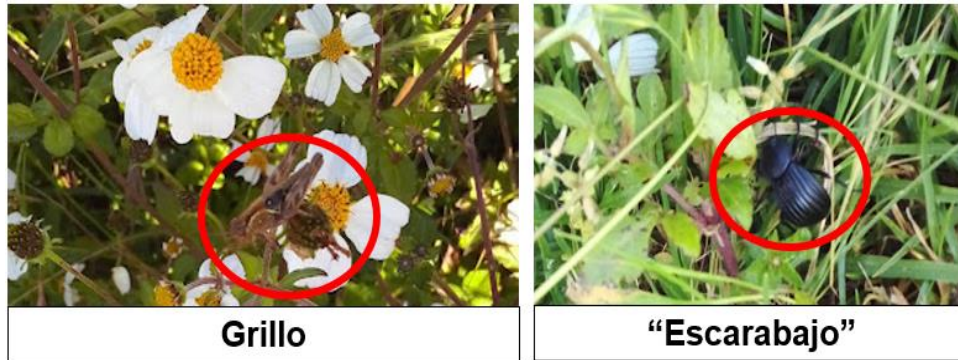
Lagartija



Lagartija
*Imagen de referencia.
Tomada de:
<https://ceape.edomex.gob.mx/sites/ceape.edomex.gob.mx/files/Atlas-flora-y-fauna-101-150.pdf>

Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Figura 52. Ejemplar de insectos en el cerro Tlacotepec.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Sobre la fauna, los campesinos no mencionaron mucho, debido a que los ejemplares mostrados anteriormente no cobran mayor relevancia ya que por su tamaño algunos son imperceptibles y otros como las lagartijas o los camaleones, mencionaron los agricultores que es muy común encontrarlos porque “es su lugar”. En el caso del camaleón, los campesinos mencionaron que los han llamado “dragoncitos” haciendo referencia a que más bien presentan rasgos físicos característicos de los dinosaurios y que ellos sólo siguen nombrando a dicha especie como se les enseñó desde hace mucho.

Si bien en el caso de la fauna los agricultores no hicieron mucha referencia, señalaron que:

“En cualquier lado en que se cultive o que haya plantas o árboles, los animalitos deben de estar presentes porque también ayudan, como a arar la tierra o comerse las plagas”.

De los tres elementos, suelo, vegetación y fauna, los agricultores han desarrollado y mantenido un mayor conocimiento en suelos y vegetación debido a que son dos elementos que pueden manejar para que sigan teniendo presencia en el cerro. En el caso de la fauna, ésta ha sido más difícil de mantener presente en el cerro, ya que éste se ha convertido en un lugar perturbado por el hombre, lo cual hace que los animales de menor tamaño puedan adaptarse. Sin embargo, todos los campesinos reconocen que para que exista alguno de estos tres elementos, deben de existir otros dos, es decir, debe de haber una relación para una coexistencia.

4.4.2. Organización social para la conservación del suelo.

Acerca de la organización social, los campesinos mencionaron que actualmente los trabajos agrícolas los llevan a cabo sólo ellos, las razones de esto es que la familia se involucra menos, es decir ya no tienen o tienen muy poco interés de seguir con la actividad. Otro motivo es que al no tener interés por parte de la familia del campesino se recurre a la contratación de peones; sin embargo, no resulta ser la mejor opción, ya que la agricultura como actividad económica ya no es rentable, por lo que contratar al personal resulta ser un gasto grande.

Otro motivo es que, con la existencia de la maquinaria, el trabajo agrícola se vuelve menos pesado y se disminuyen los tiempos en cada uno de los trabajos, por lo que la máquina necesita de una sola persona para su ejecución, quedando así descartada la idea de involucrar a algún familiar o contratar alguna persona de apoyo en las actividades de la agricultura.

Un último motivo es que al ya no haber interés por parte de la familia del campesino y considerando los gastos que conlleva el trabajo agrícola, muchos optan por vender sus terrenos a gente que no es de la localidad. El señor Jaime Patiño Martínez mencionó lo siguiente:

“Ya hay mucha gente foránea sembrando la tierra, principalmente gente de Santa María Nativitas, San Marcos y San Felipe y generalmente es gente que cuenta con la maquinaria y que sólo ve a la tierra como negocio, la gente nativa su actividad principal es la industria. En mi caso y el de mis hermanos y seguramente el de muchas otras personas cultivar ya es algo extra para ocupar nuestro tiempo y para no abandonar el terreno”.

Por lo tanto, considerando que hay una pérdida de interés en la agricultura y que ésta resulta ser menos rentable, la organización para llevar a cabo tanto los trabajos agrícolas como para las obras de conservación se ve quebrantada, teniendo como consecuencia la pérdida de conocimientos sobre los recursos naturales y el abandono del campo, el cual también influye en las problemáticas existentes del suelo.

Figura 53. Trabajador haciendo surcos en la parte superior del cerro.



Trabajo de campo, 2022.

Algo que también se debe de considerar dentro de la organización social para la conservación del suelo, es la organización familiar, esto con el propósito no sólo de saber cómo se conforma la familia de una persona que se dedica a la actividad agrícola, sino que también qué características tiene la familia para que de esa manera sea posible conocer o pronosticar la prevalencia de los conocimientos ecológicos tradicionales en la localidad de Santiago Tlacotepec.

Antes de comenzar a hablar de las familias de los campesinos que se entrevistaron, primero es importante mencionar que la localidad de Santiago Tlacotepec al ser una comunidad de tradiciones y costumbres tiende a seguir cierto modelo familiar, el cual se encuentra conformado por personas que cumplen los roles de abuelos, padres, hermanos, primos, tíos, sobrinos, nietos, nueras y yernos. Otra característica importante de resaltar sobre las familias de Santiago Tlacotepec, es que generalmente se distribuyen en un mismo espacio, es decir, que sobre un mismo terreno, el cual comúnmente le pertenece a los abuelos, se construyen las casas de los demás integrantes de la familia, esto como parte del patrimonio material que se va heredando de generación en generación, lo cual puede resultar relevante, ya que por la cercanía y la interacción cotidiana se pueden transmitir gustos e intereses de un familiar a otro.

Con lo que respecta a las familias de los agricultores el señor Lázaro Escobar, el señor Porfirio Romero y el señor Jaime Patiño Martínez, sus familias tienen las características anteriormente mencionadas, pero también se obtuvo otra información como la que se enlista a continuación:

- El promedio de hijos de los campesinos es de 5.
- Más de la mitad de los integrantes son mujeres con un rango de edad que va de los 10 a los 20 años y de los 30 a los 40 años.
- Menos de la mitad de los integrantes son hombres con un rango de edad que va de los 0 a 10 años y de los 20 a los 40 años.
- Sólo una o dos personas tienen un rango de los 60 o más años.

Tanto de los hombres como mujeres que presentan rangos de edad de los 0 a los 40 años son hijas, hijos, nueras, yernos, nietas y nietos de los campesinos.

- Todos los integrantes, mujeres y hombres que tienen de entre 30 a 40 años cuentan con nivel básico de educación (primaria y secundaria).
- Los integrantes de edad entre 5 a 20 años se encuentran estudiando actualmente el nivel educativo básico y medio superior.
- Todos los integrantes que tienen de entre 20 a 40 años se encuentran actualmente laborando, principalmente en la industria.
- De los integrantes que tienen edad de 0 a los 20 años no les interesa involucrarse en la actividad agrícola. En este grupo de edad se encuentran principalmente los nietos y nietas de los agricultores.
- Los integrantes hombres de 30 a 40 años se han involucrado en la actividad agrícola y tienen conocimientos de dicha actividad. En este grupo de edad se encuentran los hijos de los campesinos.
- Las mujeres de 60 años o más, las cuales son esposas de los campesinos, tienen un mayor conocimiento de la actividad agrícola que las mujeres de rangos de edad de entre 20 a 40 años, las cuales son hijas, nueras o nietas de alguno de los campesinos.

Como se puede observar en la información anterior, se puede concluir que los integrantes de las familias de los campesinos son generaciones jóvenes, por lo que para ellos la actividad agrícola o los conocimientos relacionados a dicha actividad, actualmente no son relevantes o significativos al menos no en el aspecto económico,

pero si como parte de una marca familiar. Otra cosa que se debe mencionar, es que los integrantes que estudian el nivel medio superior, lo estudian en escuelas que se encuentran en el centro de Toluca por lo que es un factor más que influye en la decisión de las generaciones más jóvenes de no querer participar o involucrarse en la actividad agrícola, pues tal como lo mencionó el señor Lázaro “Toluca⁴ les da otra visión, otros intereses y también otras oportunidades”.

Algo que también es importante destacar es la participación de las mujeres en la actividad agrícola, que pese a que son pocas las mujeres familiares de los campesinos quienes se involucran, las esposas de éstos también cuentan con el conocimiento del manejo de la tierra, esto debido a que al ser una de las actividades económica principales en un antiguo México, fueron educadas para participar e involucrarse en dicha actividad, pues también tenía que ver con la ideología de que al casarse tenían que ayudar a su esposo en los trabajos agrícolas.

Un factor más que agregaron los campesinos es la tecnología, pues mencionaron que actualmente tanto los niños como los jóvenes están muy “en eso de la tecnología”, a la cual no la ven como perjudicial, pero si como un objeto que ha limitado su interés por el exterior, por aprender o interesarse por actividades que les permitan estar más en contacto con la naturaleza y sentir respeto por ella, como es el caso de la actividad agrícola.

Por todo lo anterior, para los campesinos la agricultura y el cuidado de la tierra forma parte de su historia de vida, debido a los beneficios que de ello obtuvieron, como el formar un patrimonio, generar experiencia en la actividad y de seguir con el legado que les fue enseñado, sin embargo, todo ello con el paso del tiempo se ha ido perdiendo debido a que los intereses y necesidades de las generaciones actuales son diferentes a las que alguna vez tuvieron los agricultores.

⁴ Algunos habitantes de Santiago Tlacotepec acostumbran llamar Toluca a la cabecera municipal de dicho municipio.

4.4.3. Cosmovisión o creencias relacionadas a la actividad agrícola del cerro.

El cerro Tlacotepec no sólo forma parte del paisaje y relieve de Toluca, sino que también es parte de la identidad, historia y cultura de los habitantes de Tlacotepec, pues lo han acondicionado para desarrollar actividades como la agrícola y la urbana, además de ser un lugar en donde se ha manifestado la religión católica que profesa la mayoría de los habitantes, pues en él se ha construido un altar al que los pobladores llaman “El Cristo de la Montaña” al cual se le realiza ceremonia religiosa en el mes de Julio.

Abordando un poco sobre la historia de este monumento y de acuerdo al cronista de Santiago Tlacotepec Erick Hernández Morales, el Cristo de la Montaña se comenzó a construir el 15 de enero de 1958. Dicha construcción fue una iniciativa del vicario José López León, de los jóvenes integrantes de la Acción Católica de la Juventud Mexicana (ACJM) y de algunos pobladores de la comunidad, siendo que para el 5 de Julio del mismo año se hizo la bendición del monumento a cargo del padre Tobías Monroy Cruz.

Los señores Gerardo Morales, Luis Vallejo, Ángel Silva y Antonio Vallejo, quienes fueron presidentes de la ACJM en diferentes períodos, mencionaron que el Cristo de la Montaña tiene un significado principalmente espiritual y que una de las principales razones de la construcción y celebración del Cristo de la Montaña fue el de motivar a los jóvenes a participar en las diferentes festividades religiosas de la comunidad.

También señalaron que la manera de incentivar a los jóvenes a participar en la festividad del Cristo fue por medio del fútbol, pues de esa manera se formaban equipos con motivo de llevar a cabo la actividad deportiva y a su vez se fomentaba su creencia religiosa, de esa manera, los jóvenes partícipes se fueron interesando en realizar diferentes actividades para la celebración de la festividad.

Pese a que lo anterior se encuentra mayormente relacionado con aspectos histórico-culturales de la localidad, el cronista Erick Hernández Morales, mencionó que el Cristo de la Montaña no sólo tiene fines religiosos o espirituales, sino que también se encuentra vinculado con la vida agrícola de la comunidad y al período de lluvias, pues señaló que el Cristo se encuentra posicionado con dirección hacia el Cerro de Tenango y de acuerdo a los campesinos de mayor edad, dicen que de dicho cerro provienen las “malas lluvias”, es decir, lluvias muy fuertes que terminan por afectar a los cultivos, y que de esa manera

es como si el Cristo “cuidara” de que las lluvias no lleguen tan fuertes. A lo anterior, es como los campesinos se han encomendado a la religión para que no tengan una mala temporada agrícola.

Figura 54. Cristo de la Montaña.



Fuente: Trabajo de campo, 2022. *Fotografía de Raúl Rueda.

La manera en que se celebra o conmemora el monumento del Cristo de la Montaña, es que se lleva a cabo una misa el segundo domingo del mes de Julio y se efectúa con la intención de seguir con las tradiciones de la localidad. Dicha eucaristía se realiza en el cerro, pues es el lugar en donde se encuentra el monumento, ahí la gente se reúne y al finalizar la ceremonia religiosa, los habitantes acostumbran a realizar una pequeña comida familiar, en donde el principal objetivo es la convivencia.

Por lo anterior se puede mencionar que la festividad del Cristo de la Montaña, forma parte de la historia, religión y vida cotidiana de los habitantes de la localidad y que además tiene cierta relación con la actividad agrícola de la comunidad, especialmente la que se lleva a cabo en el cerro y de acuerdo a lo que mencionaron algunos pobladores durante la festividad celebrada el 10 de Julio de 2022, es que hay quienes asisten por motivos de agradecimiento relacionado a salud y trabajo, otros para pedir por la

temporada agrícola y también hay quienes señalaron que sólo es por motivo de convivencia familiar.

Además de la festividad del Cristo de la Montaña, es importante mencionar que durante los recorridos de campo en el cerro se encontraron fragmentos cerámicos y de obsidiana como los que se muestran en la figura 50 pues estos hallazgos son la evidencia de que Santiago Tlacotepec es una localidad de origen prehispánico y de que el cerro es un elemento natural que ha tenido presencia en la historia de la comunidad.

Si bien en los párrafos anteriores se menciona a la religión católica como un componente considerado en las creencias de los agricultores, existen otro tipo de creencias por parte de éstos en cuanto a ciertos factores climáticos que inciden en la agricultura y en la degradación de los suelos como son la lluvia y el viento.

Durante el trabajo de campo la información que se obtuvo fue acerca de las creencias que tienen los campesinos sobre la degradación del suelo a causa de la precipitación y los vientos, también se adquirió información sobre las creencias relacionadas con los astros como la luna, las cuales desarrollan mediante la observación y sobre alguna que otra creencia religiosa independiente al Cristo de la Montaña.

Los campesinos hicieron mayor alusión a la lluvia, ya que ellos relacionaron que las problemáticas del suelo en parte se deben a las inadecuadas prácticas agrícolas que se implementan para evitar que la lluvia que fluya al sentido de la pendiente y ésta se lleve la primera capa del suelo, la cual, es de gran importancia ya que en ella se encuentra una cantidad considerable de material orgánico. Otra de las cosas que mencionaron fue el haber observado que en cada temporada de lluvia los regímenes de ésta son cada vez menos año con año, por lo que indicaron que es un problema grave para la agricultura ya que ellos sólo cultivan en la temporada de lluvias, además de que al no llover lo suficiente, el suelo no recibe la cantidad requerida de agua, lo que genera una disminución de humedad del recurso, afectando sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Otra cosa significativa que señalaron algunos familiares de los agricultores se relaciona con los cohetones, pues mencionaron que “Los cohetones son lanzados no para espantar la lluvia, sino que son para espantar a las nubes que son de granizo, porque éste impacta en los cultivos, específicamente en el maíz, pues el granizo destruye el “pelito” que le sale al maíz, el cual cumple con la función de conducir el agua por toda la mazorca y si ese pelito se destruye no habrá manera de que el producto retenga agua, haciendo que el elote termine por secarse”. Mencionaron también que todos los cohetones que son lanzados son bendecidos por la iglesia principal de la localidad.

Con respecto al viento no mencionaron mucho, sin embargo sí lo consideran como un factor que contribuye a la degradación del suelo, pero algo que mencionó el señor Porfirio se encuentra relacionado a los fenómenos meteorológicos, como las heladas pues señaló que una de las razones por las que se decidió sembrar en el cerro es porque ahí las heladas suelen afectar menos a los cultivos que en las superficies planas, haciendo que las cosechas se lleven a cabo en un tiempo diferente al de las áreas planas. Un ejemplo de ello es el chícharo, el cual se cosecha en el mes de diciembre y en las áreas planas se cosecha antes, siendo que para el mes de octubre éste ya no se encuentre disponible.

Por lo tanto, una ventaja que tiene el sembrar en el cerro es que permite tener productos disponibles que normalmente ya no se tendrían.

En relación con sus creencias ligadas a los astros como la luna, ésta la consideran más para la agricultura, pues sirve para determinar cuándo es el tiempo de comenzar con los trabajos agrícolas, señalaron que el mes más apto para sembrar es el mes de febrero.

El señor Abraham Tapia, explicó cómo es que por medio de la observación de las fases de la luna los campesinos deciden comenzar a sembrar, su explicación fue la siguiente:

“Llevamos el reglamento como yo, del tiempo de la luna, cuando nace ya puede uno sembrar, en el creciente no hay efecto, hay efecto en la llena, luego en el menguante hay efecto, luego la conjunción cuando se acaba la luna, hay un efecto malo, entonces hay que fijarse uno (...) hay que saber conocer el tiempo, no nomás' es sembrar por sembrar” (Entrevista Sr. Abraham Tapia Albarrán, 2020).

Entonces, los campesinos se basan en las fases de la luna para poder desarrollar sus trabajos agrícolas, pero también en algunas fechas como la del 21 de marzo que es la entrada de la primavera.

Otra creencia que se relaciona a los trabajos agrícolas es la del 2 de febrero o día de la candelaria, la cual consiste en la realización de una misa en la que se bendicen las semillas que se reservaron o guardaron de las cosechas, para que éstas puedan ser sembradas el siguiente año y se tengan buenos productos, tal como lo mencionó el señor Jaime Patiño Martínez.

Figura 55. Semillas de maíz listas para “bendecir”.



Trabajo de campo, 2021

Esta creencia se puede relacionar con los llamados bancos genéticos comunitarios de las semillas, el objetivo de estos bancos es el de mantener la agrobiodiversidad, de tal manera que también se pueda trascender a la seguridad alimentaria y a la agricultura sustentable (Ramprasad, 2007).

Durante los recorridos de campo se observó que en una de las terrazas específicamente en la no.6 ubicada en la ladera sur se encuentra un símbolo religioso, dicho símbolo es una cruz de madera ésta se localiza en el muro frontal-superior con una ligera inclinación que va hacia el área de cultivo, esto se muestra en la figura 54.

Figura 56. Símbolo religioso en la terraza no.6, ladera sur.



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

La figura 54 muestra una cruz la cual es un símbolo religioso católico que representa la devoción de los habitantes de Santiago Tlacotepec y como se mencionó anteriormente, la religión se encuentra presente en la vida de los pobladores y en la agricultura no es la excepción, pues los agricultores usan esa devoción y esos símbolos para sentir que su trabajo agrícola se encuentra “protegido”, tal como lo mencionó en señor Santiago Granda.

En el caso de la cruz, ésta fue hecha de pedazos de tronco o ramas de los árboles que se encuentra en el lugar y la base en la que se encuentra es el tronco de un árbol seco. El señor Santiago mencionó que es importante que todas las cruces que se lleguen a poner en los cultivos del cerro se deben de hacer con los elementos que hay, pues señaló dos cosas, la primera es que como ya son parte del cultivo tienen que ser hechas de los materiales que se encuentren en el lugar y la segunda es que como se trata de una “ofrenda” se tiene que dejar en claro por lo que se está pidiendo y en donde, en este caso, se está pidiendo por los cultivos del cerro.

Si bien la religión o los símbolos de ésta no tienen una relevancia ambiental, si tienen un significado importante en los conocimientos de cada agricultor, lo que hace que la actividad agrícola se convierta en una actividad enriquecedora al momento de involucrarse e interesarse en su desarrollo

Discusión.

Como se mencionó, en el cerro Tlacotepec se identificaron cinco prácticas de las doce que señala la SEMARNAT, éstas fueron: Terrazas, metepantles, zanjas de infiltración, rotación de cultivos y asociación de cultivos.

Las prácticas de conservación anteriormente mencionadas son implementadas por los campesinos quienes tienen una percepción del suelo como un recurso al cual se le debe de hacer mayor énfasis en su cuidado, pues de éste dependen actividades como la agrícola, actividad que, aunque no refleje un alto impacto económico si lo tiene en el aspecto social y familiar.

La razón o razones por las cuales son implementadas sólo cinco prácticas se deben a la disposición de la fuerza de trabajo familiar, pues algunas son más fáciles de llevar a cabo como la rotación y asociación de cultivos y el surcado en curvas de nivel, ya que éstas no requieren de un mayor recurso humano ni de herramientas específicas. En el caso de las zanjas de infiltración, al ser una práctica reciente su acondicionamiento no requiere de más de dos personas. Con lo que respecta a las terrazas, éstas requieren de un mayor recurso humano debido a la complejidad de su construcción. Pero también se debe a los elementos naturales que caracterizan al cerro, por ejemplo, la presencia de rocas para la construcción de terrazas, los tipos de suelos que los campesinos reconocen para llevar a cabo la actividad agrícola; la vegetación presente de la cual se hace uso para delimitar terrenos y la cual permite a los campesinos saber qué si y que no sembrar, qué vegetación conservar y cuál no, y de la accesibilidad que se tiene a éste.

La conservación del suelo como se revisó en el presente trabajo, son todas aquellas actividades que se realizan a nivel local, las cuales tienen el propósito o el fin de aumentar y/o mantener las propiedades físicas y químicas del suelo, para mejorar la capacidad productiva de la tierra, especialmente en áreas que han sido afectadas o que son propensas a la degradación, así mismo para mantener o mejorar la fertilidad del suelo FAO (2019).

En el caso de la conservación de suelo en Santiago Tlacotepec, para los campesinos es un concepto poco utilizado, sin embargo, cuando se habla de dicho término saben que

se hace referencia al cuidado del recurso, para ellos es lo que conocen como saber manejar la tierra, específicamente en la agricultura, es decir, aprender y poner en práctica todas aquellas técnicas que les fueron enseñadas para llevar a cabo los trabajos agrícolas, que permitan mantener las propiedades de productividad del suelo.

La conservación de suelo tal como lo menciona la SEMARNAT (2015) se lleva a cabo principalmente en los sistemas de producción como la actividad agrícola y/o ganadera. En el caso particular de la zona de estudio, la conservación gira entorno a la agricultura, pues es una de las actividades productivas que más se ha practicado en la localidad.

Al hablar de la conservación de suelos automáticamente se está hablando de las prácticas de conservación, pues considerando las definiciones que en este trabajo se abordan, la conservación no es otra cosa sino la aplicación de técnicas que permitan un buen manejo de la tierra para mejorar o mantener su productividad. Dichas técnicas van variando de acuerdo a los sistemas sociales, ambientales y culturales de las regiones (Cotler, 2015). Como resultado de lo anterior se tiene que hay una variedad en las prácticas de conservación, desde el nombre que se les da hasta su clasificación. La SEMARNAT (2015), por ejemplo, clasifica a las prácticas de conservación en: agronómicas, vegetativas y mecánicas o estructurales. En esta investigación se consideró dicha clasificación debido a que se hace una mejor explicación de cómo funciona cada una, el material que se utiliza, las recomendaciones y las ventajas y desventajas de su aplicación. De esta forma se facilitó la identificación de las prácticas de conservación que se implementan en el cerro Tlacotepec.

Retomando lo que se señaló anteriormente, existe una diversidad en la implementación de cada práctica de conservación, comenzando por el nombre, como es el caso particular de las terrazas, pues los campesinos las denominan o conocen por el nombre de “mesitas” debido a su forma y función. Ante lo anterior, las terrazas identificadas en el cerro Tlacotepec no cumplen con las características que marca la SEMARNAT (2015), debido a que las terrazas ubicadas en el cerro tienen la característica de tener una mezcla de materiales o elementos naturales en su construcción, ya que sus muros se encuentran contruidos sólo con rocas, con rocas y tierra y en su mayoría hay presencia de árboles en los muros superiores, por lo que dichas características de las terrazas son

propias del cerro Tlacotepec, debido a que fueron adaptadas bajo las condiciones del terreno; he ahí del porqué en la clasificación de la SEMARNAT no se encuentra un tipo de terraza con tal descripción.

Otro caso es el de los metepantles, pues a pesar de que la SEMARNAT (2015) no lo incluye con ese nombre, este puede pertenecer a las prácticas vegetativas debido a que éste se caracteriza por tener magueyes a su alrededor que cumplen con una función específica: retener el suelo. En este caso, se muestra una vez más la diversidad que se puede encontrar en las prácticas. Con lo que respecta a las zanjas, la rotación y asociación de cultivos no se identificó un gran número de diferencias de entre lo que dice la SEMARNAT y la forma en que los campesinos conocen y aplican dichas prácticas, mencionando que la las zanjas de infiltración son de reciente aplicación y que la rotación y la asociación de cultivos son las prácticas que cuentan con mayor vigencia o aplicación en la actividad agrícola.

Como se sabe, las prácticas de conservación en su mayoría se implementan con el propósito de mitigar o evitar problemáticas como la degradación y erosión por factores climáticos como la precipitación, el viento o por actividades antrópicas. Sin embargo, muchas veces las prácticas no dan los resultados que se estiman debido a la inadecuada ejecución o poco mantenimiento que se realice después de aplicarlas. Como es la situación del cerro Tlacotepec, pues existen dos casos relacionados al abandono y mantenimiento de terrazas en la ladera norte y sur. Por un lado, en la ladera norte todas las terrazas se encuentran en un estado de abandono, lo que ha traído como consecuencia la erosión hídrica, mientras que en la ladera sur no se identificó esta situación, debido a que las terrazas ahí presentes tienen un mantenimiento frecuente realizado por los campesinos, ya que aún se utilizan para sembrar.

Retomando el concepto que emite Piscitelli (2015) sobre la degradación del suelo, menciona que es el cambio de estado del suelo y la disminución de su capacidad para producir bienes y servicios. En lo citado por Zavala-Cruz *et al.* (2011) se menciona que para medir la degradación de un suelo es necesario hacer uso de algunos indicadores, como por ejemplo la disminución de algún cultivo o semilla.

Ante lo anterior y por lo que se identificó en el cerro y lo mencionado por los campesinos, sigue habiendo producción, es decir, se sigue llevando a cabo la agricultura, teniendo como principales productos al maíz, el haba, el chícharo y en casos específicos, algún tipo de flor, como la alelia. Esto quiere decir que debido al buen manejo que han tenido los campesinos del suelo se siguen teniendo dichos productos, especialmente en aquellas zonas en donde se encuentran las terrazas a las que se les sigue dando mantenimiento y en aquellos terrenos en los que se implementa la rotación y asociación de cultivos en donde además se aplica una mínima cantidad de fertilizantes químicos.

En el concepto que propone la SEMARNAT (2012) agrega a las actividades realizadas por el hombre: deforestación, sobrepastoreo y uso desmedido de recursos naturales como factores de la degradación y que traen como consecuencia la disminución de la productividad biológica del suelo y de su capacidad para sustentar la vida humana. También incluye a los factores climáticos como degradadores del suelo tales como la topografía, el clima, la precipitación y los tipos de suelo. Con dicha definición se retoma lo mencionado párrafos arriba, sobre la presencia de erosión hídrica en la ladera norte debido al abandono de las terrazas ahí presentes, en esta situación se juntaron ambos factores que son el natural (climático) y el antrópico, pues el poco interés e importancia que se le dio a las “mesitas” hizo que no existiera un sistema de mitigación para el escurrimiento de agua sobre las pendientes del cerro.

Ante lo anterior, las prácticas de conservación cumplen con sus propósitos siempre y cuando se les dé un seguimiento porque no sólo se trata de aplicarlas, sino que se les debe de dar un mantenimiento, especialmente cuando se trata de prácticas estructurales como los muros de contención de las terrazas, pues son las que necesitan de un mayor cuidado especial constante debido a su estructura.

Con lo que respecta al conocimiento local o ecológico tradicional (Berkes, 2018), como se presentó en esta investigación, fue relevante para la obtención de información acerca de la conservación de suelos, en primer lugar, porque se conoció el lenguaje con el que los campesinos se dirigen hacia los recursos naturales o a las prácticas de conservación. En segundo lugar, porque permitió saber cómo es que los campesinos han manejado los recursos naturales desde que comenzaron a trabajar en la agricultura. El conocimiento

ecológico tradicional y la conservación de suelos se encuentran interrelacionados debido a que, para conservar algún recurso natural, se necesita conocer el entorno natural, saber qué elementos naturales se pueden utilizar para alcanzar el objetivo de conservación de un recurso natural en específico: el suelo. Resulta prioritario ya que éstos cambian dependiendo la región geográfica, ante esto surgen las diferencias y los diversos usos de los elementos naturales, es por ello que ambos tienen la característica de ser locales, pues gracias a este conocimiento es que varias de las prácticas de conservación que ahora se conocen tienen su razón de existir

Considerando los conceptos que se incluyeron en la investigación, Berkes (1998) define al conocimiento ecológico tradicional como “El cuerpo acumulativo de conocimientos prácticos y creencias sobre las relaciones e interacciones que tienen los seres vivos (incluyendo a los humanos) entre ellos y con la naturaleza. Estos conocimientos se mantienen en constante evolución a través de procesos adaptativos y es pasado de generación en generación por una transmisión cultural” (p. 8-24)

Mientras que lo citado por Pérez-Sánchez *et al.* (2014) el conocimiento ecológico tradicional es un acumulado de conocimientos que generan los campesinos sobre las plantas, animales, astros, clima, suelos, entre otros elementos naturales; los cuales son transmitidos de generación en generación y que la experiencia sobre el manejo de los recursos naturales para la actividad agrícola, es adquirida por medio de la observación, lo que les permite tomar decisiones para llevar a cabo dicha actividad.

Un ejemplo de lo anterior es el cerro de Tlacotepec, ya que el conocimiento ecológico tradicional se vio reflejado principalmente en los conocimientos que tienen los campesinos sobre los suelos del cerro y en la cosmovisión (creencias religiosas y observación de astros) para llevar a cabo los trabajos agrícolas. En primer lugar, los conocimientos sobre el suelo tienen que ver primeramente con su identificación por medio de sus características físicas como el color y la textura, las cuales permiten a los campesinos determinar cómo trabajar el suelo, es decir, saber qué sembrar, dónde sembrar y cómo sembrar para así elegir qué herramientas y técnicas utilizar al momento de llevar a cabo los trabajos agrícolas. Lo anterior se desarrolla con base en la observación y la práctica, que se ha transmitido por generaciones. No obstante, esos

conocimientos van cambiando debido a que el entorno sufre modificaciones con el paso del tiempo.

En segundo lugar, se encuentra la cosmovisión, la cual se centra principalmente en las creencias religiosas. Este elemento del conocimiento tradicional pese, a que se hace presente en la actividad agrícola, en la conservación de los suelos del cerro Tlacotepec no existe una relevancia o aportación que ayude o que se vea reflejada en el lugar.

Actualmente, el conocimiento ecológico tradicional desarrollado por los campesinos en el cerro Tlacotepec, se encuentra en una situación de pérdida a pesar de que éste se centre en el recurso suelo, debido al desinterés por el manejo de la tierra y al abandono de ésta, pues las familias de los campesinos se encuentran conformadas por generaciones jóvenes quienes ven al manejo del suelo y a la agricultura como actividades complementarias en la dinámica familiar y no como parte de actividades que generan conocimiento sobre el entorno natural.

El presente estudio hace un aporte que para la conservación y manejo del suelo deben de existir elementos como los actores sociales, en este caso los campesinos y sus familias. Que existe una innovación o implementación de nuevas prácticas de conservación debido a las redes sociales que van generando los agricultores, que existen técnicas o conocimientos que han funcionado y han sido utilizadas por su efectividad, ejemplo de ello es la técnica de la humedad en el suelo. Que debe de haber una réplica y/o mejoramiento de las prácticas ya implementadas en el territorio.

En primer lugar se tiene a los actores sociales, en este caso los campesinos y sus familias y el papel que juegan en el manejo del suelo. Así pues, en Santiago Tlacotepec los principales involucrados en el manejo y cuidado del suelo son los campesinos, mientras que sus familias tienen poca o nula participación en los trabajos de manejo de la tierra.

Con lo que respecta a la innovación o implementación de nuevas estrategias se tiene el caso de las zanjas de infiltración o “cajones” cerca de un metepantle, pues ésta práctica fue implementada debido a las pláticas que suelen tener los campesinos cuando tienen que realizar sus trabajos agrícolas, para la aplicación de dicha práctica los campesinos

hicieron recomendaciones de la herramienta a utilizar para su elaboración y también hablaron de la funcionalidad de éstas, la principal es la de la captación de agua.

En cuanto a las técnicas o conocimientos aplicados al reconocimiento del buen estado del suelo, los agricultores de Santiago Tlacotepec han utilizado la técnica de humedad, la cual permite saber el nivel de retención de agua del suelo.

Por último, la réplica o mejoramiento. La réplica tiene que ver justamente con implementar las mismas prácticas de conservación en otras zonas del territorio o bien, en zonas que presenten similitudes físicas a las del cerro Tlacotepec, en cuanto al mejoramiento, éste hace referencia al mantenimiento que se le debe de dar a aquellas estrategias que siguen vigentes. Ejemplo de ello, son las terrazas, las cuales se encuentran presentes en tres de las cuatro laderas del cerro, sin embargo, como se señaló, algunas de ellas han sido abandonadas por lo que se pretende puedan ser rescatadas para darle un uso agrícola o que sean una estrategia de mejoramiento del paisaje, para lo que se puede considerar la estructura de las terrazas que aún se les da un uso, que son las terrazas de la ladera sur.

La conservación no se lleva a cabo de manera igualitaria en todos los espacios físicos, que como se mencionó anteriormente hay una variedad en la aplicación de prácticas y que deben ser respetadas, al menos para tenerlas como una base de cómo manejar el recurso natural (suelo) del territorio, para así hacer que la conservación sea eficiente, es decir, que de buenos resultados los cuales posteriormente pueden ser documentados en otros estudios.

Si bien el conocimiento ecológico tradicional no necesariamente tiene que ser propio de la conservación de los recursos naturales, es importante considerarlo ya que permite conocer las diferentes maneras de entender, usar, manejar, acceder y controlar los recursos biológicos, especialmente en un contexto de nivel local.

De esta forma se puede tener una visión holística al momento de generar estrategias para el manejo de los recursos. Estrategias que pueden ir desde políticas públicas, como por ejemplo, los incentivos que se otorgan por el cuidado de algún recurso (suelo, agua, maderable y/o florístico), hasta las estrategias técnicas, porque en el sentido técnico, el

conocimiento ecológico tradicional permite saber qué herramientas utilizar para llevar a cabo las actividades agrícolas y que tengan un mínimo impacto negativo al suelo.

Ante esto, la principal razón de reconocer al conocimiento ecológico tradicional como parte de la conservación de suelo a nivel local, es que por medio de éste se reconoce a los agricultores como actores sociales que han interactuado constantemente con los recursos naturales generando información local de cómo manejarlos, de lo contrario, excluirlos sería como dar poco valor a los trabajos y conocimientos que han desarrollado en el uso de los recursos biológicos y ante la situación medioambiental que se presenta hoy en día, no se puede segregar a ningún grupo que ofrezca saberes, formación, herramientas, técnicas o percepciones que permitan hacerle frente a los diversos escenarios de la crisis ambiental.

Es por ello, que al conocimiento ecológico tradicional puede considerársele como una herramienta para la formulación de instrumentos estratégicos para la conservación de los recursos naturales.

Dicho estudio permitió darle relevancia al cerro Tlacotepec como objeto de estudio y no sólo como parte del relieve del municipio de Toluca. Dicha relevancia se debe al peso cultural e histórico que los habitantes de Santiago Tlacotepec le han atribuido y que para este trabajo fueron relevantes. Sin embargo, para fines de la investigación se le dio mayor importancia al aspecto ambiental debido a que en él se practica la agricultura en laderas, en ese sentido, se tuvo el interés por saber cómo los campesinos manejan el suelo para llevar a cabo dicha actividad en el cerro, y cómo ese manejo ha servido para el cuidado del recurso natural lo que llevó a hacer hincapié en las prácticas de conservación del suelo.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de campo, se concluye que en el cerro Tlacotepec sí se llevan a cabo prácticas de conservación de suelo, siendo las terrazas y la asociación de cultivos las que más se implementan, además de estar aplicadas en las zonas requeridas, es decir, los metepantles y la asociación de cultivos en las partes “planas” del cerro, mientras que las terrazas se encuentran en las pendientes (laderas) del cerro, sin embargo, éstas presentan deficiencias como es el caso de las terrazas.

Lo anterior se debe a la falta de información que se tiene sobre cada práctica, específicamente de las terrazas, pues pese a que algunos agricultores siguen haciendo uso de ellas, la relevancia que tienen en la conservación de suelos es poca. Por ello, es necesario seguir generando investigaciones ambientales sobre cada una de las prácticas identificadas en el cerro, pero no sólo eso, sino que también es importante que se realicen trabajos de recuperación e implementación de prácticas de conservación de suelo en las laderas del cerro, esto en conjunto con las diferentes autoridades de la localidad: delegados, comuneros, ejidatarios y por supuesto, los agricultores.

A los habitantes se les debe de hacer saber la importancia que tiene la conservación del suelo en el cerro Tlacotepec, pues de él dependen actividades como la agrícola y la urbana (construcción de viviendas), pues hay que recordar que parte del asentamiento urbano se encuentra en una de las laderas y que éste va en expansión. Por ende, si no se hace la concientización del cuidado del recurso se corre el riesgo de que tanto la actividad agrícola como el asentamiento urbano sufran impactos por las problemáticas que se señalan en esta investigación: degradación y erosión.

A través de esta investigación se demuestra que los agricultores de Santiago Tlacotepec tienen un mayor conocimiento ecológico tradicional relacionado al manejo de los recursos naturales, específicamente del suelo, por lo que el conocimiento sobre otros elementos naturales, como es el caso de la flora y fauna se está perdiendo, pues el cerro como un espacio natural ha sufrido los impactos generados por la actividad humana perdiendo cobertura vegetal y forestal, desencadenando en un desplazamiento y pérdida

de pequeñas y medianas especies, lo que provoca que no se tenga conocimiento sobre la función ecológica de esas especies.

Sobre los conocimientos relacionados al suelo, las técnicas como la prueba de humedad, es una técnica que se considera que debe prevalecer en los saberes locales de los agricultores de la localidad, especialmente porque es por medio de dicha técnica que se toma la decisión de manejar el recurso o “trabajar la tierra” como los agricultores lo llaman, pero que a raíz de dicha investigación la técnica podría estar sujeta a ser aplicada o utilizada para investigaciones cuantitativas sobre la calidad o estado actual del suelo en la zona.

También se demuestra que el conocimiento ecológico es propio de cada lugar o localidad, como fue el caso de Santiago Tlacotepec con su manera de nombrar a las terrazas como “mesitas”, por la manera que reconocen cuando un suelo es el adecuado para cultivar, o en el caso de ciertas especies de fauna como el camaleón a quien conocen como “dragoncitos”. Por lo anterior, es preciso mencionar que para que dichos conocimientos sigan prevaleciendo se necesita de una enseñanza práctica, como por ejemplo, la realización de talleres que vayan dirigidos a los diferentes niveles educativos presentes en la localidad y al público en general, los cuales puedan ser impartidos en conjunto por los agricultores, ejidatarios y comunales. Talleres que permitan participar en actividades que den a conocer:

- Las herramientas, maquinaria, insumos (abonos, fertilizantes, plaguicidas) que deben utilizarse para cada cultivo y zona, además de saber la cantidad a utilizar.
- Las temporadas más aptas para iniciar los trabajos agrícolas.
- Las técnicas que permitan reconocer cuando el estado del recurso natural, (en este caso del suelo) sea bueno.
- En el caso de los cultivos por asociación, saber que semillas son compatibles para que tengan un buen crecimiento y en el caso de la rotación de cultivos, saber cada cuánto tiempo sembrar algún tipo de semilla en una zona determinada.

Las técnicas como la prueba de humedad, es una técnica que se considera que debe prevalecer en los conocimientos locales de los agricultores de la localidad, especialmente porque es por medio de dicha técnica que se toma la decisión de manejar el recurso o “trabajar la tierra” como los agricultores lo llaman, pero que a raíz de dicha investigación la técnica podría estar sujeta a ser aplicada o utilizada para investigaciones cuantitativas sobre la calidad o estado actual del suelo en la zona.

Con lo que respecta a las prácticas identificadas que fueron las terrazas, los metepantles, la rotación y asociación de cultivos, las que se pueden seguir aplicando son los metepantles y la asociación de cultivos, esto debido a que demandan menos elementos naturales, pero también porque se necesita de un menor recurso humano para su implementación. En relación con las terrazas, debido a la complejidad que representa su aplicación desde adquirir los materiales y la herramienta como el recurso humano, resulta ser una de las prácticas vistas con mayor dificultad para su implementación o mejoramiento, sin embargo, es una de las prácticas a la que mayor atención se le debe prestar debido a la función que cumplen, que es la de retener el suelo de las laderas, ante ello, los agricultores recomendaron:

- Organizar a los agricultores que cultiven tanto en terrenos planos de la localidad como en el cerro, esto para tener un mayor recurso humano y poder llevar a cabo los trabajos de construcción de las prácticas.
- Hacer una combinación de materiales para la construcción de los muros superior e inferior, en este caso de la roca roja y magueyes de tamaño mediano y grande, los magueyes debido a la poca roca roja que se encuentra actualmente en el cerro, pero también por su función de retener el suelo. Este trabajo llevado a cabo en aquellas terrazas que presentan deterioro o destrucción en alguno de sus muros, específicamente las de la ladera sur. Pese a que los productores sugirieron colocar magueyes, mencionaron que debe respetarse la vegetación que ya está.
- En el caso de las terrazas de la ladera norte, los agricultores recomendaron de igual manera dejar la vegetación que se encuentre, aunque sea silvestre, ya que en dichas terrazas no se cultiva. Recomendaron también hacer uso de magueyes

y sugirieron hacer zanjas o “cajones” en los muros superiores de las primeras terrazas.

- Para la obtención de magueyes, los agricultores propusieron que se haga un trasplante de magueyes que se encuentran en otros espacios del cerro, para ello, hacer una selección de magueyes que “no tengan una función significativa” en la zona. Otra sugerencia que hicieron fue la de hacer la gestión de la especie de maguey a utilizar ante el comisariado comunal, quienes están en contacto con dependencias gubernamentales en materia ambiental.

Los agricultores tienen presente que la implementación de terrazas es un trabajo que lleva tiempo en realizarse, sin embargo, como lo mencionaron durante las entrevistas que se les realizó, consideran que del cuidado del cerro y del suelo depende no sólo la actividad agrícola sino que también la seguridad de los habitantes, pues de no realizar acciones que eviten los impactos de un desastre natural, podría haber pérdidas humanas y materiales irreversibles.

También se considera que se pueden llevar a cabo trabajos arqueológicos debido a los hallazgos de fragmentos de cerámica y obsidiana, con el objetivo de ayudar a generar esa concientización sobre la preservación del cerro, y así dejar de verlo como un espacio en el que sólo se puede construir, sino que también percibirlo como un espacio con valor ambiental y cultural que se remonta a tiempos ancestrales.

Si bien esta investigación fue un primer acercamiento para saber qué es lo que se está haciendo a nivel local en materia de conservación de suelos, se considera que se necesitan realizar más trabajos de investigación que hagan énfasis en el desuso de prácticas como las terrazas y en la calidad del suelo del cerro, esto último por medio de un análisis con pruebas de laboratorio.

Finalmente, el cerro Tlacotepec como objeto de estudio resultó ser desafiante debido a la poca información generada sobre éste a causa del poco interés y valor que se le da, sin embargo, se logró cumplir con los objetivos que se plantearon en esta investigación, dando como resultado un trabajo que hace una aportación desde la perspectiva de las Ciencias Ambientales y el cual valora el conocimiento, la voz y las experiencias de vida

de los campesinos de Santiago Tlacotepec con respecto al manejo de los recursos naturales, en este caso del suelo.

Referencias

- Abasolo Palacio V.E. (2006). *Entre el cielo y la tierra: Raíces, un pueblo de la alta montaña en el Estado de México* (Tesis doctoral, Universidad Iberoamericana). <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014762/014762.pdf>
- Altieri M. (1991). ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? *Agroecología y Desarrollo CLADES*, (1). https://nanopdf.com/download/por-que-estudiar-la-agricultura-tradicional_pdf
- Altieri M. (1992). El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas. *Agroecología y Desarrollo clades*, (4). (Archivo PDF). <https://agroabona.files.wordpress.com/2011/01/el-rol-ecologico-de-la-biodiversidad-en-agroecosistemas.pdf>
- Altieri M. & Nicholls C. I. (2000). *Agroecología: Teoría Práctica para una agricultura sustentable*. México: PNUMA.
- Altieri M. & Nicholls C. I. (2000). *Agroecología: Teoría Práctica para una agricultura sustentable*. México: PNUMA. P.186-187.
- Berkes, F. (1998). *Sacred Ecology Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*. Philadelphia: Taylor & Francis. P. 8-24.
- Berkes, F. (2018). *Sacred Ecology*. Routledge.
- Bernal Jasso F. S. (2013). *Geografía histórica de la restitución y dotación de tierras en el poblado de Santiago Tlacotepec, después de la revolución mexicana* (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México) https://www.researchgate.net/publication/335676046_geografia_historica_de_la_restitucion_y_dotacion_de_tierras_en_el_poblado_de_santiago_tlacotepec_despues_de_la_revolucion_mexicana
- Bouwman A. y Langdon R. (1984). *Manual para la conservación de suelos*. FAO. <http://www.fao.org/3/ar758s/ar758s.pdf>
- Brokenshaw D.W., Warren D.M., Werner O. (1980). *Indigenous Knowledge Systems and Development*. University Press of American, Lanham.
- Camí Marnet, B. (2013). *La rotación de cultivos y los abonos verdes en horticultura ecológica*. (Archivo PDF). http://pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/05_publicacions_material_referencia/arxiu/FichaPAE22_Rotacion.pdf

- Cardoza Vázquez, R., Cuevas Flores, L., García Carreón, J. S., Guerrero Herrera, J. A., González Olarte, J. C., Hernández Méndez, H., . . . Vázquez Martínez, C. M. (2008). CONAFOR. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1313Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2009). *Buddleja sessiliflora* Kunth. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/buddlejaceae/buddleja-sessiliflora/fichas/ficha.htm>
- Comisión Nacional Forestal. (2018). *Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras prácticas.* <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf>
- CONABIO. (2009). *Gnaphalium viscosum* Kunth. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/gnaphalium-viscosum/fichas/ficha.htm>
- CONABIO. (2011). *Conocimiento tradicional*. Convenio sobre la Diversidad Biológica: ABS, 8. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/conotrad.html>
- CONAFOR. (2010). *Obras para el control de erosión en cárcavas.* <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1311Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf>
- CONAFOR. (2010). *Obras para el control de erosión laminar.* <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1313Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos.pdf>
- Cotler Ávalos, H. C. (2015). ¿Conservar los suelos o sólo manejar la tierra?. *Biodiversitas* (122), 14-16. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7734.pdf>
- Cotler Ávalos H., y Cuevas Fernández M.L. (2017). *Estrategias de Conservación de suelos en agroecosistemas de México.* Fundación Río Arronte. https://www.centrogeo.org.mx/stories/archivos/users/hcotler/Cotler_y_Cuevas-_Estrategias-de-conservacion-de-suelos-en-agroecosistemas-de-mexico.pdf
- Cubero Fernández D., y Elizondo Alvarado M.J. (2019). *Siembra a contorno o en curvas a nivel: uso de codal.* (Archivo PDF). <http://difundecr.org/handle/123456789/355>
- Dufour R., (2015). Hoja de datos: *Rotación Cultivos en Sistemas Agrícolas Orgánicos.* (Archivo PDF).

<https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/FINAL%20Rotacion%20de%20Cultivos%20en%20Sistemas%20Agricolas%20Organicos.pdf>

FAO.(2019). *Degradación del suelo*. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

FAO.(2022). *Cobertura vegetal de suelo*. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>

FAO. (1996). *El suelo*. <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>

FAO.(1999). *El suelo, diferencias según su aspecto físico y químicos*. <https://www.fao.org/3/ah645s/AH645S04.htm>

FAO. (s.f). *¿Qué es el suelo?*. <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

García Castro R., y Chávez Loera y Peniche M. (2014). Tlacotepec y la defensa del Xinatécatl en el siglo XVI. En M. Chávez Loera y Peniche (Ed.), *América Tierra de Montañas y Volcánes III* (pp.13-41). D.F., México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68837/Tlacotepec%20y%20Xinant%C3%A9catl%20siglo%20XVI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García Palma R. J. (2012). *El uso de agroquímicos en los huertos familiares del sitio Cucuy* (Tesis de Licenciatura, Universidad Equinoccial, Ecuador). http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133_1.pdf

González Cruz A. K., Martínez Martínez A.B., Rafael González L. L. y Vázquez García L. (2018). *Prácticas agrícolas para el cultivo del maíz en las terrazas de Tlacotepec, Toluca*. Reporte de trabajo de campo.

Gutiérrez Benítez O., Castro Rodríguez D. J. y Barcia Sardiñas S. (2019). Zanjales de infiltración: opción para mitigar la erosión hídrica en la playa Rancho La Luna. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(1), 58-72. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000100058

Gutiérrez Cedillo, J., y Aguilera Gómez, L., y González Esquivel, C. (2008). Agroecología y sustentabilidad. Convergencia. *Revista de Ciencias Sociales*, 15 (46), 51-87. https://www.researchgate.net/publication/26549106_Agroecologia_y_sustentabilidad/link/5511bcd60cf20bfdad500006/download

Guzmán Casado, G.I., y Alonso Mielgo A.M. (2008). *Buenas prácticas en Producción Ecológica Asociaciones y Rotaciones*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (Archivo PDF).

https://www.mapa.gob.es/va/ministerio/servicios/publicaciones/Asociaciones%20y%20Rotaciones_tcm39-101334.pdf

Guzmán Díaz, G. (2012). *Conservación de suelos: Como trazar curvas a nivel*. (Archivo PDF). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1226.pdf>

Guzmán F.A., Segura Ledesma S.D. y Almaguer Vargas G. (2020). El capulín (*prunus serotina Ehrh.*). *Maderas y bosques*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712020000100400

H. Ayuntamiento de Toluca (2014). Atlas de Riesgos. (Archivo PDF). https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2015/8/6/85a8bfedadcaa7e761f7abe7f29a2db2.pdf

H. Ayuntamiento de Toluca (2016). Numeralia Municipal. https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2016/33/2/ed50f928c9d39d9b9c16796047bd9af2.pdf

H. Ayuntamiento de Toluca (2018). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca 2014-2018*. (Archivo PDF). [http://seduo.edomex.gob.mx/sites/seduo.edomex.gob.mx/files/files/DOCUMENTO%20PMDU%20\(1\).pdf](http://seduo.edomex.gob.mx/sites/seduo.edomex.gob.mx/files/files/DOCUMENTO%20PMDU%20(1).pdf)

Instituto Nacional Tecnológico de Nicaragua. (2016). *Prácticas de conservación de agua y suelo*. (Archivo PDF). <https://docplayer.es/26138357-Practicas-de-conservacion-de-suelos-y-agua.html>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2004). *El suelo*. (Archivo PDF) <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/448/9.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1976). Carta edafológica: Volcán Nevado de Toluca E-14-A-47, escala 1:50,000. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/inegi/productos/geografia/tematicas/Edafologia_hist/1_50_000/702825658274.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2004). Guía para la interpretación de cartografía. (Archivo PDF) <http://areasnaturales.edomex.gob.mx/sites/areasnaturales.edomex.gob.mx/files/files/Edafologiainegi.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Conjunto de datos sobre erosión del suelo, escala 1:250, 000 serie I.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020 <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/?ps=microdatos>
<https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
- Jaramillo F. D.F. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez Vázquez B. G. (2018). *Caracterización de las terrazas agrícolas del cerro de Tlacotepec, Toluca, Estado de México*. Reporte de trabajo de campo
- Klee G.A. (1980). *World of Systems Traditional Resource Manangement*. J. Wiley & sons, NY
- Ley Agraria. (2023). *Artículo 37*. Cámara de Diputados. México.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAgra.pdf>
- Matías Pacheco R. y Barbona Itati E. (2017). *Manual de uso seguro y responsable de agroquímicos en cultivos frutihortícolas*. Ministerio de Agroindustria. (Archivo PDF)
<https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-manual-uso-agroquimicos-frutihorticola.pdf>
- Millán Rojas, L., Arteaga-Reyes, T. T., Moctezuma Pérez, S., Velasco Orozco, J. J., y Arzate Salvador, J. C. (2016). Conocimiento Ecológico Tradicional de la Biodiversidad de Bosques en una comunidad Matlatzinca, México. *Ambiente y Desarrollo*, 20 (38), 111. *Ambiente y Desarrollo*, 20(38), 111-123.
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65253/2016%20Lau.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). *Cartillas para la conservación del suelo. Zanjas de infiltración*. (Archivo PDF). <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/zanjas-infiltracion.pdf>
- Muñoz L. (2014). *Asociación de cultivos en el Huerto*.
<https://www.agrohuerto.com/asociacion-de-cultivos-compatibilidad-entre-plantas/>
- Núñez Miguel A. (2000). *Manual de Técnicas Agroecológicas*. México, México: PNUMA: Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Oberschelp J., Harrand L., Mastrandrea C., Salto C., Flores Palenzona Ma. (2020). *Cortinas forestales: rompevientos y amortiguadoras de deriva de agroquímicos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (Archivo PDF)
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Conservación del suelo*. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/conservacion-del-suelo/es/>
- Organización Meteorológica Mundial. (2006). *El clima y la degradación de tierras*. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5098#:~:text=La%20degradaci%C3%B3n%20de%20las%20tierras%20acent%C3%BAa%20el%20cambio%20c%C3%A1limo%20inducido,carbono%20en%20las%20tierras%20degradadas.
- Ortiz S. C., Pájaro D. y Ordaz C. (1990). *Manual para la clasificación de suelos campesinos*. Cuaderno de edafología. Montecillo, México.
- Ospina Blanco A. (2008). *Génesis de suelo. Factores y procesos formadores*. Universidad Central de Venezuela. Material de asignatura.
- Pérez Sánchez J. M. (2014). *Agricultura de Terrazas en Tlaxcala*. La Caridad Cuaxonacayo. México, Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- Pérez Sánchez J. M., Velasco Orozco J.J. y Reyes Montes L. (2014). *Estudios sobre agricultura y conocimiento tradicional en México*. (Archivo PDF). [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32863/Art%C3%ADculo+revista+Jap%C3%B3n+en+coautoría+J.+Manuel+J.Jes%C3%BA+y+Laura+R.+2015.pdf?sequence=1#:~:text=Desde%20el%20punto%20de%20vista%20agr%C3%ADcola%2C%20el%20conocimiento%20tradicional%20se,culturalmente%20E%80%9D%20\(Miranda%20et%20al.](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32863/Art%C3%ADculo+revista+Jap%C3%B3n+en+coautoría+J.+Manuel+J.Jes%C3%BA+y+Laura+R.+2015.pdf?sequence=1#:~:text=Desde%20el%20punto%20de%20vista%20agr%C3%ADcola%2C%20el%20conocimiento%20tradicional%20se,culturalmente%20E%80%9D%20(Miranda%20et%20al.)
- Piscitelli M. (2015). *Degradación de suelos*. <https://www.unicen.edu.ar/content/degradaci%C3%B3n-de-suelos>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2011). *Convenio sobre Diversidad Biológica: Conocimiento Tradicional*. P. 65. (Archivo PDF). <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-es-web.pdf>
- Ramprasad V. (2007). Para mantener la diversidad genética: bancos comunitarios de semillas. *LEISA. Revista de Agroecología*, 23 (2), 18-21. <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol23n2.pdf>
- Raudes M., y Sagastume N. (2009). *Manual de conservación de suelos*. Secretaría de Educación. (Archivo PDF). https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_3_Manual_Conservacion_de_Suelos..pdf
- Red SICTA. (2010). *Obras de conservación de suelos y agua en laderas*. (Archivo PDF). <http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>

- Reyes Jiménez J. E y Martínez Alvarado C.O. (2011). *Establecimiento y manejo de cercas vivas*. Gobierno del Estado de Sinaloa. (Archivo PDF). <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/32-pecuaria?download=133:establecimiento-y-manejo-de-cercas-vivas>
- Rostagno C. M., Del Valle H. F. y Buschiazzi D. (2004). Erosión eólica. En M.A. González y N.J. Bejerman (Ed.), *Peligrosidad Geológica en Argentina. Metodologías de análisis y mapeo. Estudios de casos* (pp. 112-123). Buenos Aires, Argentina. <https://asagai.org.ar/descargas/Peligrosidad-Geologica-en-Argentina.pdf>
- Sánchez Morales P. y Castro Pérez F. (2011) *Prácticas agroecológicas para una agricultura sostenible*. Tlaxcala, México: El Colegio de Tlaxcala.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). Suelos, bases para su manejo y conservación. México: Litoprocess.
- Secretaría de Recursos Naturales. (1994). *Manual práctico de manejo de suelos en ladera*. (Archivo PDF). <https://s0b3945371a06d9a2.jimcontent.com/download/version/1308621544/module/5338428570/name/MANUAL%20DE%20SUELOS43.pdf>
- SEMARNAT. (2008). Suelos, Glosario. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008/compendio_2008/compendio2008/10.100.8.236_8080/ibi_apps/WFServletdf35.html
- SEMARNAT. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales*. Editorial SEMARNAT, https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf
- Silva C. P., Vergara S. W. y Acevedo I. E. (2015). *Rotación de cultivos*. Instituto de Ciencias Agropecuarias. (Archivo PDF). <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7859>
- Servicio Geológico Mexicano. (2017). *Rocas sedimentarias*. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-sedimentarias.html>
- Smith H., y Liburd, O. (2018). *Cultivos en asocio, diversidad de cultivos y manejo integrado de plagas*. University of Florida. (Archivo PDF). <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf%5CIN%5CIN93200.pdf>
- Soriano J. J., González J. M., Jáuregui J., Bravo A. y Ramos M. (2010). (Archivo PDF). <https://orgprints.org/id/eprint/29758/1/actas-lleida-vd.pdf#page=194>

- Tamayo Ortiz, C.V., y Alegre Orihuela, J.C. (2021). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 9(1),1-21. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3287/4347>
- Toledo V. M., Carabias J., Mapes C. y Toledo C. (1985). *Ecología y Autosuficiencia Alimentaria*. Siglo XXI Editores. D.F., México.
- UNAM. (2009). *Atlas de la Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana*. Tepozán. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=bu ddleja-cordata>
- Univalle. (2015). *Impactos ambientales de los monocultivos*. <https://www.univalle.edu.co/medio-ambiente/impactos-ambientales-de-los-monocultivos>
- Villanueva C., Ibrahim M., Casasola F. y Arguedas R. (2005). *Las cercas vivas en las fincas ganaderas*. (Archivo PDF). http://repositorio.uca.edu.ni/2227/1/las_cercas_vivas_en_las_fincas_ganaderas.pdf
- Zárate Zárate R., y Ramírez Guzmán M. E. (2004). *Metodología Estadística Para la Interpretación de datos sobre Degradación de la Tierra*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Zavala Cruz J., Palma López D.J., Fernández Cabrera C.R., López Castañeda A. y Shirma Tórres E. (2011). *Degradación y Conservación de Suelos en la Cuenca del Río Grijalva, Tabasco*. Gobierno del Estado de Tabasco. (Archivo PDF). https://www.researchgate.net/publication/293944208_Degradacion_y_Conservacion_de_Suelos_en_la_Cuenca_del_Rio_Grijalva_Tabasco
- Zavaleta Mejía E. (1999). Asociación de cultivo para el manejo de enfermedades. *TERRA*. Volumen 17 número 3, 1999.