



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD LEÓN
POLÍTICA GOBERNANZA E INSTITUCIONES

CONOCIMIENTOS TRADICIONALES PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL
SUELO EN SIERRA DE LOBOS, LEÓN, GUANAJUATO: EL CASO DE LA
COMUNIDAD DE SAN JOSÉ DE OTATES SUR

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
ALEJANDRA RÍOS VARGAS

TUTORA PRINCIPAL:
DRA. ARLENE ISKRA, GARCÍA VÁZQUEZ
UNAM, ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD LEÓN

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:
DRA. ADRIANA, SANDOVAL MORENO
UNIDAD ACADÉMICA DE ESTUDIOS REGIONALES, COORDINACIÓN DE
HUMANIDADES

DR. ROBERTO, LOPÉZ OLMEDO
UNAM, FACULTAD DE PSICOLOGÍA
UNAM, ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD LEÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2025



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Graduación con trabajo escrito)**

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción 1, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la Institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado “**Conocimientos tradicionales para el manejo sostenible del suelo en Sierra de Lobos, León, Guanajuato: El caso de la comunidad de San José de Otates Sur**” que presenté para obtener el grado de **Maestría** es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi programa de posgrado, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de graduación.

Atentamente



**Alejandra Ríos Vargas
31412684-5**

(Nombre completo, firma y Número de cuenta de la persona alumna)

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CGEP /PCS/028/2025
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 107 del 12 de noviembre de 2024, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Ríos Vargas Alejandra** con número de cuenta **314126845**, con la tesis titulada “Conocimientos tradicionales para el manejo sostenible del suelo en Sierra de Lobos, León, Guanajuato: El caso de la comunidad de San José de Otates Sur”, bajo la dirección de la Dra. Arlene Iskra García Vázquez.

PRESIDENTA: DRA. ALICIA MARÍA JUÁREZ BECERRIL
SECRETARIA: DRA. ADRIANA SANDOVAL MORENO
VOCAL: DRA. JESSICA MARIELA TOLENTINO MARTÍNEZ
VOCAL: DR. GUILLERMO NICOLÁS MURRAY TORTAROLO
VOCAL: DR. ROBERTO LÓPEZ OLMEDO

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Ciudad. Universitaria, Cd. Mx., 30 de enero de 2025.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi alma máter, que ha sido mi hogar desde que tuve el privilegio de ingresar a la Escuela Nacional Preparatoria No. 5 "José Vasconcelos". A lo largo de mi formación como terróloga en la Facultad de Ciencias y, finalmente, durante este importante periodo en el Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, la UNAM me ha brindado las herramientas, el conocimiento y el entorno para desarrollar mi vocación. Mi más profundo agradecimiento por permitirme formar parte de esta gran comunidad académica y por ofrecerme las bases para continuar con mi crecimiento profesional y personal.

Al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, por abrirme las puertas a un espacio de aprendizaje interdisciplinario, donde encontré grandes retos, pero también valiosas oportunidades para reflexionar y aportar a la comprensión de las problemáticas socioambientales que enfrentamos. Aprecio la formación recibida, así como la guía y el acompañamiento académico en cada etapa de este proceso.

A los apoyos institucionales que hicieron posible la realización de este trabajo, a través de la beca otorgada por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT), que ha pasado a ser la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), el cual me permitió dedicarme plenamente a esta investigación. Asimismo, mi reconocimiento al Proyecto PAPIIT IN307923, cuyo apoyo fue fundamental para el desarrollo de este estudio.

A mi comité tutor, por su paciencia, orientación y valiosos comentarios a lo largo de este camino. A la Dra. Arlene Iskra García Vázquez, mi tutora principal, por su compromiso, dedicación y confianza en mi trabajo. Su acompañamiento ha sido clave en mi crecimiento académico y profesional. A la Dra. Adriana Sandoval Moreno y al Dr. Roberto López Olmedo, por su perspectiva crítica y enriquecedora, así como por el tiempo y esfuerzo dedicados a revisar y fortalecer esta investigación.

A mis profesores, quienes han dejado una huella en mi formación, motivándome a cuestionar, aprender y profundizar en el conocimiento. Gracias por compartir su pasión por la ciencia y la sostenibilidad, por su paciencia y por ser inspiradores en mi desarrollo como investigadora.

A mi mamá, mi mayor inspiración y apoyo incondicional. Su amor, paciencia infinita y palabras de aliento me han sostenido en cada desafío. A mi papá, por su sabiduría, su ejemplo de esfuerzo constante y por creer en mí en cada paso del camino. A mi hermana, por su cariño, compañía y por estar a mi lado en los momentos más difíciles. A toda mi familia, por su comprensión, amor y apoyo inquebrantable, siempre brindándome fuerzas cuando más lo necesitaba.

A mis amigos y colegas, con quienes compartí este camino lleno de aprendizajes, desvelos y grandes momentos. Gracias por su apoyo, su compañía y por recordarme que este proceso no solo se trata de esfuerzo académico, sino también de crecimiento humano.

A todas las personas de la comunidad de San José de Otates Sur, quienes me recibieron con generosidad y compartieron su conocimiento, experiencias y saberes con profunda calidez y confianza. Sin ustedes, esta investigación no habría sido posible.

A quienes, de una u otra manera, han sido parte de este viaje, gracias.

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
<i>Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México</i>	9
<i>Sierra de Lobos como una ANP</i>	9
<i>El manejo tradicional del suelo</i>	10
JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.....	13
<i>Problemas socioambientales por el cambio de uso de suelo</i>	13
<i>La importancia de los conocimientos tradicionales como herramienta para la sostenibilidad</i>	15
<i>Pregunta de Investigación</i>	18
Objetivos.....	18
Objetivo general.....	18
Objetivos particulares.....	18
Hipótesis.....	18
SECCIÓN 1. MARCO TEÓRICO.....	19
1.1. Sistema Socioecológico.....	19
1.2. Pedología.....	21
1.2.1. Degradación del suelo.....	23
1.2.2. Factores asociados a la degradación del suelo.....	24
1.2.2.1. Factores naturales.....	24
1.2.2.2. Factores antrópicos.....	25
1.3. Conocimiento tradicional.....	25
1.4. Etnopedología.....	27
1.5. Desarrollo territorial endógeno.....	30
SECCIÓN 2. METODOLOGÍA Y ZONA DE ESTUDIO.....	33
2.1. Zona de estudio.....	33
2.2. Metodología.....	37
2.2.1. Obtención de datos.....	37
2.2.2. Primera etapa: Revisión bibliográfica.....	37
2.2.3. Segunda etapa: Diseño de Instrumentos.....	39
2.2.4. Tercera etapa: Trabajo en campo.....	40
2.2.5. Cuarta etapa: Captura y análisis de los datos.....	43

SECCIÓN 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
3.1. Conocimiento tradicional del suelo.....	47
3.1.1. Características de suelo.....	47
3.1.2. Caracterización del suelo: Tipos de tierras.....	50
3.1.2.1. Tierra Blanca.....	51
3.1.2.2. Tierra negra.....	54
3.1.3. Productividad y presencia de materia orgánica en el suelo.....	57
3.2. Conocimiento de la comunidad sobre la degradación del suelo.....	59
3.3. Prácticas tradicionales de manejo del suelo.....	62
3.4. Obras y prácticas para el control de la erosión promovidas por el gobierno.....	64
3.4.1. Zanjas trinchera o tinas ciegas.....	67
3.4.2. Presas de geocostales.....	68
3.4.3. Acomodo de material vegetal muerto.....	69
3.5. Limitantes de la investigación.....	71
3.5.1. Limitantes de información.....	71
3.5.2. Limitantes metodológicas.....	72
SECCIÓN 4. ESTRATEGIA.....	74
4.1.1. Conocimiento de la comunidad sobre la erosión.....	74
4.2. Objetivos.....	76
4.3. Diagnóstico del suelo.....	77
4.3.1. Clasificación y características del suelo.....	77
4.3.2. Problemas identificados.....	77
4.4. Estrategia de manejo sostenible del suelo.....	78
4.4.1. Evaluación de estrategias de conservación.....	78
4.4.1.1. Análisis del suelo.....	78
4.4.2. Coproducción de Conocimiento.....	78
4.4.2.1. Herramientas para la coproducción de conocimiento.....	79
4.4.2.4. Explicación del fenómeno de la erosión desde la perspectiva de la comunidad	82
4.4.3. Prácticas de manejo adaptadas.....	82
4.4.4. Fortalecimiento de la capacidad comunitaria.....	85
4.5. Importancia de seguir indagando.....	86
4.6. Conclusiones y recomendaciones.....	86

<i>SECCIÓN 5. CONCLUSIONES GENERALES</i>	88
<i>REFERENCIAS</i>	92

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar los conocimientos tradicionales sobre el suelo en la comunidad de San José de Otates Sur, ubicada en el Área Natural Protegida (ANP) Sierra de Lobos, en el municipio de León, Guanajuato, con la finalidad de proponer una estrategia de manejo sostenible del suelo degradado por erosión. El estudio se fundamenta en la etnopedología y en el enfoque de sistemas socioecológicos, reconociendo la interdependencia entre las prácticas tradicionales de la comunidad y las dinámicas ambientales del territorio.

La metodología empleada fue de carácter cualitativo y exploratorio, combinando trabajo etnográfico con entrevistas semiestructuradas, observación participante y diagnóstico comunitario. Se realizaron 15 visitas de campo, en las que se aplicaron 30 entrevistas y cuatro grupos focales. A partir del análisis de los testimonios de los habitantes, se identificó que la comunidad distingue dos tipos principales de suelo: la tierra blanca, caracterizada por su baja fertilidad y limitada retención de humedad, y la tierra negra, rica en materia orgánica y más propicia para la agricultura. Además, se documentaron diversas prácticas tradicionales de manejo del suelo, como la rotación de cultivos, el uso de estiércol como fertilizante natural y la construcción de terrazas para reducir la erosión.

Los resultados evidencian que, si bien la comunidad posee un conocimiento detallado sobre la calidad y productividad del suelo, factores externos como el uso de agroquímicos promovido por programas gubernamentales han modificado sus prácticas tradicionales. Asimismo, se identificó que la erosión hídrica y la pérdida de materia orgánica son problemáticas reconocidas por la comunidad, lo que ha impulsado una mayor conciencia sobre la necesidad de conservar el suelo.

A partir de estos hallazgos, se propone una estrategia de manejo sostenible del suelo basada en la coproducción de conocimiento, integrando saberes locales con enfoques científicos. Dicha estrategia contempla el fortalecimiento de la capacidad comunitaria, la implementación de prácticas adaptadas a las condiciones locales y la participación activa de la comunidad en proyectos de conservación. Finalmente, la investigación destaca la importancia de continuar estudiando el papel

de los conocimientos tradicionales en la gestión ambiental y de promover el desarrollo territorial endógeno como un modelo sostenible para las comunidades rurales.

Palabras clave: conocimiento tradicional, etnopedología, degradación del suelo, manejo sostenible, erosión, Sierra de Lobos.

INTRODUCCIÓN

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México

En México una estrategia de conservación es la declaración de Áreas Naturales Protegidas (ANP), las cuales representan un espacio físico-natural en el que el ambiente original no ha sido significativamente alterado por la actividad del ser humano, o bien, aquel espacio que requiere ser preservado o restaurado. Otro de los objetivos del establecimiento de las ANP es rescatar los conocimientos, prácticas y tecnologías tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional (LGEEPA, 1988). No obstante, la creación de Áreas Naturales Protegidas ha reducido la problemática de la conservación al aislamiento de porciones de naturaleza “intocada”, ignorando las relaciones económicas, sociales y culturales que éstas guardan con las sociedades que las habitan, ya que surgen bajo esquemas de gobernabilidad que se caracterizan porque el Estado se erige como el actor central el cual se encarga de normar tanto el acceso como el aprovechamiento de estas áreas que, por su riqueza natural y cultural, se convierten en espacios de interés público (Cruz et al., 2019).

Estas áreas son decretadas mayormente en territorios donde confluyen una o más comunidades originarias y actores sociales a diferentes escalas y con diversos intereses, es por ello, por lo que ha surgido la necesidad de crear espacios y canales de participación, con el objetivo de establecer acciones colectivas que permitan la conservación (Cruz et al., 2019).

Sierra de Lobos como una ANP

Una ANP importante en México es Sierra de Lobos. La misma declarada como ANP estatal en 1997, tiene una superficie de 127,058.04445 hectáreas y está clasificada como un Área de Uso Sustentable (SMAOT, 2022). Su objetivo, de acuerdo con la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, es la producción de bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población. Este objetivo se basa en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (González, 2020). Se ubica al Noroeste del

Estado de Guanajuato en los municipios de León, Ocampo, Silao y San Felipe (Poder ejecutivo del Estado de Guanajuato, 2012).

Dentro de los aspectos ambientales que se pueden destacar en la Sierra de Lobos, es su riqueza en cuanto a los tipos de vegetación, como el bosque de encino, bosque de encino-pino, matorral xerófilo, pastizal inducido y pastizal natural, los cuales albergan una importante diversidad biológica. El clima es templado con lluvias en verano y la precipitación pluvial anual oscila entre los 600 y los 800 mm, teniendo una temperatura promedio anual de 17°C (González, 2020).

El manejo tradicional del suelo

La degradación del suelo en México ha generado graves problemas socioambientales que amenazan no solo la biodiversidad, sino también la calidad de vida de las comunidades rurales y urbanas. La FAO (2023) define la degradación como un cambio en la salud del suelo, que se refleja en la disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes y servicios ambientales directos e indirectos. Frente a este panorama, el manejo sostenible del suelo emerge como una solución esencial para la conservación de su salud y calidad.

En respuesta a los desafíos ambientales globales, el concepto de seguridad del suelo, propuesto por Koch et al. (2013), integra seis aspectos cruciales para el desarrollo sostenible: seguridad alimentaria, seguridad hídrica, seguridad energética, mitigación del cambio climático, protección de la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos (Bouma y McBratney, 2013). Estos desafíos son complejos, abarcando dimensiones biofísicas, económicas, sociales y políticas (McBratney et al., 2014), y por ello, es vital considerar el suelo como un tema de estudio global (Koch et al., 2012).

En este contexto, el conocimiento tradicional del suelo se presenta como un recurso invaluable para el diseño de estrategias de manejo sostenible. Definido por la WIPO como "sabiduría, experiencia, aptitudes y prácticas que se desarrollan, mantienen y transmiten de generación en generación en el seno de una comunidad" (WIPO, s. f.), este conocimiento es local, holístico e intergeneracional. Desde la década de 1990, ha aumentado significativamente el interés científico en los

conocimientos tradicionales y las clasificaciones locales del suelo, demostrando su utilidad en la gestión sostenible de los recursos naturales.

La Etnopedología, una rama de las etnociencias que estudia la relación entre la sociedad y el suelo se ha destacado como un enfoque teórico valioso y reconocido por McBratney et al. (2014) por su potencial para promover la sostenibilidad, esta disciplina promueve un proceso inclusivo, tanto social como académico, que valora el conocimiento local del suelo para enfrentar problemas ambientales críticos. Así, la presente investigación se enmarca en la identificación de los conocimientos tradicionales del suelo en San José de Otates Sur, con el objetivo de esbozar una estrategia de manejo sostenible del suelo.

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad de San José de Otates Sur, una localidad rural situada dentro del Área Natural Protegida Sierra de Lobos, en el municipio de León, Guanajuato. Esta región se caracteriza por su relieve montañoso, un clima templado con precipitaciones durante el verano y una vegetación compuesta principalmente por matorrales y bosques de encino.

Actualmente la comunidad enfrenta diversos retos, entre los que destacan la escasez de agua y la degradación del suelo. Los habitantes de San José de Otates Sur se dedican mayormente a la agricultura de temporal, cultivando maíz y frijol para su autoconsumo. Además, participa activamente en proyectos comunitarios orientados a la reforestación y la captación de agua.

Estas actividades han permitido consolidar iniciativas locales en colaboración con instituciones ambientales, fomentando la conservación del territorio y el medio ambiente.

La metodología de esta investigación se desarrolló con el objetivo de caracterizar los conocimientos tradicionales sobre el suelo y su potencial para esbozar una estrategia sostenible de manejo ante la erosión. Se emplearon metodologías participativas y etnográficas, incluyendo entrevistas, observación participante y diagnóstico comunitario. El proceso metodológico, elaborado durante el periodo 2023-2 - 2025-1, se estructuró en cuatro etapas: revisión bibliográfica,

diseño de instrumentos, trabajo de campo y análisis de datos, con especial atención a la protección de la privacidad y confidencialidad de los informantes.

El conocimiento tradicional del suelo en la comunidad de San José de Otates Sur se centra en la diferenciación entre dos tipos principales: la tierra blanca y la tierra negra. Este saber se basa en características físicas como el color, textura, retención de humedad y productividad, las cuales son fundamentales para las decisiones agrícolas de los campesinos. La tierra blanca, de color claro y textura arenosa, presenta una baja capacidad de retención de nutrientes y humedad, lo que la hace menos adecuada para la agricultura. En contraste, la tierra negra, con un color más oscuro y mayor concentración de materia orgánica, retiene mejor la humedad y proporciona un entorno más fértil para el cultivo, siendo más favorable para la producción agrícola. Este conocimiento etnopedológico es crucial, ya que permite a los agricultores adaptarse a las condiciones del entorno y optimizar sus prácticas de cultivo.

Los testimonios recopilados en la investigación revelan cómo los pobladores han identificado diversas propiedades del suelo y su relación con la vegetación y la fertilidad, conceptos que se articulan con los principios de la etnopedología. Se resalta la relevancia de la materia orgánica en la conservación de la humedad y la fertilidad del suelo, evidenciando su percepción como un recurso fundamental para la sostenibilidad agrícola. Asimismo, se aborda el problema de la degradación del suelo, con especial énfasis en la erosión, que ha sido reconocida por la comunidad, lo que indica una creciente conciencia sobre la pérdida de nutrientes y propiedades del suelo.

JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Problemas socioambientales por el cambio de uso de suelo

Los problemas socioambientales generados por el cambio de uso de suelo, es decir, por la modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación (Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Art. 3 Frac. I Ter, 2014), a nivel Nacional, ha impulsado la necesidad de fomentar la conservación de la salud y calidad de los suelos del país por medio del manejo sostenible y promover la aplicación de acciones y procedimientos que conduzcan al mejoramiento y rehabilitación de los suelos degradados (ENASAS, 2022).

Es por ello que la presente investigación se enfoca en la recuperación de los conocimientos tradicionales del suelo para esbozar una estrategia de manejo sostenible del suelo impactado por la erosión hídrica en la comunidad de San José de Otates Sur, dentro del Área Natural Protegida (ANP) de Sierra de Lobos, ubicada al norte del municipio de León, Guanajuato, y que representa una región clave para la recarga de los acuíferos, así como una de las zonas forestales más importantes del estado de Guanajuato.

En las últimas décadas, el ANP de Sierra de Lobos, ha experimentado una significativa reducción de la superficie agrícola de temporal, principalmente debido al cambio en el patrón de lluvias, al cambio climático y el abandono de tierras. En contraste, se ha observado un aumento en el territorio ocupado por matorrales y pastizales inducidos, resultado del pastoreo extensivo que, hasta 2007, cubría el 85% del área.

Entre 1976 y 2007, la superficie agrícola de temporal disminuyó un 10.5%, mientras que la superficie de pastizales naturales e inducidos aumentó un 11.8% y la ocupada por matorrales se incrementó en un 1.8% (INIFAP, 2010). Este cambio en el uso del suelo se debe a dos factores principales: 1) la intensa deforestación que afectó a la zona antes de ser declarada Área Natural Protegida en 1997; y 2) la transición de la agricultura de temporal hacia la ganadería. Este último factor ha sido señalado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y

Pecuarias (INIFAP) como una de las principales causas de la degradación del suelo, favoreciendo su pérdida por erosión hídrica y afectando potencialmente la recarga del acuífero (INIFAP, 2010).

Además, se ha observado que la disminución de la extensión de los bosques de encino, debido a la tala ilegal y a la intensa sequía que ha afectado la región, agrava la situación del suelo (INIFAP, 2010).

Las condiciones ecológicas de la región (suelo, precipitación y topografía) asociadas con la gran problemática de degradación de suelo que existe en la zona, han exacerbado la vulnerabilidad del suelo ante procesos erosivos (Muñoz et al., 2011), dejando como consecuencia la pérdida de la calidad del suelo, la cual se puede definir como, la habilidad que tiene un tipo específico de suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o intervenido, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y el agua, y preservar la salud humana y el hábitat (Harris, 2003).

Este serio problema de degradación que ha impactado en los servicios de los ecosistemas ha reducido el acceso a suelo de buena calidad en las comunidades, representando un desafío continuo para preservar la biodiversidad (McBratney et al., 2014) y a la permanencia de los habitantes de San José de Otates Sur. Este incremento en el pastoreo, similar al impacto de la agricultura industrial, puede contribuir a la vulneración del patrimonio biocultural de los territorios rurales (Trucíos et al., 2011; Bergez et al., 2019), el cual representa el conocimiento y prácticas ecológicas locales, la riqueza biológica asociada, como son los ecosistemas, especies y diversidad genética, la formación de rasgos de paisaje y paisajes culturales, así como la herencia, memoria y prácticas vivas de los ambientes manejados o construidos (CONABIO, 2021). Este patrimonio no solo permite a los seres humanos ser conscientes de sus propias historias y adaptaciones al medio ambiente, sino también comprender y valorar las relaciones históricas entre la humanidad y la naturaleza, siendo un factor fundamental para ofrecer una perspectiva histórica amplia y buscar soluciones a los problemas socioecológicos actuales (Toledo & Barrera, 2009), como es la degradación del suelo.

La importancia de los conocimientos tradicionales como herramienta para la sostenibilidad

Los conocimientos tradicionales o locales son un recurso importante para el desarrollo endógeno sostenible de las comunidades rurales y suburbanas (Maldonado & García, 2022). Las personas que habitan en zonas rurales mantienen un vínculo cercano con los recursos naturales y la biodiversidad, apoyando activamente el desarrollo sustentable a través de la conservación del suelo, la cual implica mantener sus múltiples funciones mediante acciones de generación de conocimiento, preservación, restauración, manejo y uso sostenible del suelo (Kleiche & Waast, 2015; FAO & MADS, 2018). Sin embargo, existe una escasa atención a la identificación de estos conocimientos locales en las comunidades ubicadas dentro de las Áreas Naturales Protegidas, particularmente en Sierra de Lobos (Maldonado & García, 2022).

Diversos estudios han resaltado la importancia de recuperar y conservar los conocimientos generados en las comunidades rurales debido a su estrecha relación con sus territorios, como es el caso de las investigaciones hechas por Maldonado & García (2022), Ortiz & Gutiérrez (2022) entre otros.

La exclusión de estos conocimientos ha limitado la comprensión de los problemas rurales en cuanto a la degradación del suelo, ya que los estudios pedológicos suelen ser abordados desde una perspectiva exclusivamente científica (Ortiz Rios, 2016). Esta exclusión se debe a que los conocimientos tradicionales son considerados como formas de conocimiento local, subalterno, anacrónico y marginal, alejados del paradigma científico-tecnológico predominante (Sarmiento & Larrinaga, 2021).

En diversos contextos, los agricultores de las comunidades rurales han desarrollado estrategias innovadoras para mejorar la calidad de los suelos y comprender la variabilidad climática (Altieri et al., 2015). La recuperación de prácticas de manejo tradicionales puede proporcionar elementos clave para desarrollar estrategias adaptativas frente al cambio climático (Astier et al., 2012).

Según la revisión histórica de Ortiz Solorio y Gutiérrez Castorena (2022) en torno a la etnopedología, se ha documentado que los conocimientos tradicionales han permitido mejorar significativamente las condiciones del suelo. Un ejemplo es el estudio realizado en 1990 en el ejido de Acuexcomac, Estado de México, donde los pobladores han logrado rehabilitar suelos salinos mediante el uso de estiércol bovino y agua de río, una práctica que refleja el profundo conocimiento tradicional que poseen sobre el manejo de suelos y recursos naturales (Rodríguez, 1990, citado por Ortiz Solorio y Gutiérrez Castorena, 2022). Este saber, transmitido de generación en generación, se fundamenta en varias técnicas clave.

La comunidad ha desarrollado un manejo efectivo de suelos con alta salinidad, entendiendo que el exceso de sales en el suelo afecta negativamente la productividad agrícola. Para contrarrestar este problema, emplean estiércol bovino, no solo como fertilizante, sino como un acondicionador del suelo, es decir como un elemento que se incorpora al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas o biológicas (AEFA, 2021). El estiércol, rico en materia orgánica, mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y diluye la concentración de sales, favoreciendo la recuperación de la tierra (Julca-Otiniano et al., 2006).

Asimismo, el uso de agua de río, aplicada de manera controlada, facilita la lixiviación de las sales, es decir, el desplazamiento de éstas hacia capas más profundas del suelo, reduciendo su concentración en la superficie. Este proceso es esencial para rehabilitar suelos que han sufrido altos niveles de salinidad (Serrato-Sánchez et al., 2002).

La combinación de ambas técnicas, el estiércol y el riego con agua de río, forma parte de este conocimiento tradicional. Los pobladores comprenden que, al aplicar estiércol antes del riego, los nutrientes se integran mejor al suelo, y el agua arrastra las sales, optimizando el proceso de recuperación del terreno.

Este enfoque demuestra un entendimiento integral de los ciclos ecológicos y una utilización sostenible de los recursos locales, basado en la observación y

adaptación continua al entorno (Rodríguez, 1990, citado por Ortiz Solorio y Gutiérrez Castorena, 2022).

Otro ejemplo de la eficacia de las prácticas de manejo y conocimientos tradicionales es la rehabilitación de terrenos erosionados en Tlaxcala. Los campesinos emplearon la roturación del tepetate para formar terrazas de cultivo, lo cual proporciona varias ventajas como la recolección de agua de lluvia, protección contra la erosión, drenaje del exceso de agua y la formación de composta y materia orgánica (Alba González, 1992, citado por Pérez Sánchez et al., 2014). Al trabajar el tepetate y formar terrazas, se crea una estructura estable que impide el arrastre de suelo por las lluvias o el viento, preservando la capa superficial y los nutrientes esenciales para el cultivo.

En resumen, la presente investigación está centrada en abordar la erosión del suelo como una problemática socioambiental que ha impactado en el patrimonio biocultural de la comunidad de San José de Otates Sur, a través de la identificación de los conocimientos tradicionales para la esbozar una estrategia de manejo sostenible del suelo.

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los conocimientos tradicionales referentes al suelo presentes en la comunidad de San José de Otates Sur en el Área Natural Protegida Sierra de Lobos en el municipio de León, Guanajuato, que puedan ser implementados como una estrategia para el manejo sostenible del suelo degradado por la erosión?

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar los conocimientos tradicionales referentes al suelo en la comunidad de San José de Otates Sur en el Área Natural Protegida Sierra de Lobos en el municipio de León, Guanajuato, para ser implementados en una estrategia de manejo sostenible del suelo degradado por la erosión.

Objetivos particulares

- Identificar los conocimientos tradicionales que tiene la comunidad sobre el suelo.
- Caracterización del suelo a partir de los conocimientos locales.
- Determinar la condición de degradación del suelo a partir de los conocimientos locales.
- Identificar cuáles son las prácticas tradicionales que pueden ser implementadas para delinear la estrategia de manejo sostenible del suelo.

Hipótesis

En la comunidad de San José de Otates Sur, ubicada en el Área Natural Protegida Sierra de Lobos, existen conocimientos tradicionales relacionados con el suelo que podrían ser implementados para esbozar una alternativa para el manejo sostenible del suelo degradado por la erosión. Estos conocimientos tradicionales podrían contribuir a mejorar la calidad del suelo y promover la sustentabilidad en la zona, al aprovechar los conocimientos tradicionales de la comunidad para generar prácticas de manejo y conservación.

SECCIÓN 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Sistema Socioecológico

La degradación del suelo por la erosión en el Área Natural Protegida Sierra de Lobos se puede explorar de diferentes dimensiones, incluyendo el enfoque de sostenibilidad y la relación entre el ser humano y la naturaleza, es decir desde la concepción teórica de los sistemas socioecológicos (Maass, 2012). Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la degradación del suelo por la erosión plantea un riesgo significativo al ecosistema para su capacidad de mantenerse y regenerarse a largo plazo. Por ejemplo, la pérdida de la cubierta vegetal y la erosión del suelo afectan negativamente la productividad de la tierra, reduce la capacidad de retención de agua y nutrientes, a la par que compromete la biodiversidad local. Estos efectos pueden tener consecuencias adversas para la producción de alimentos, la calidad del agua y por lo tanto vulnera la sostenibilidad de los ecosistemas en general.

En cuanto al enfoque de sistemas socioecológicos, se reconoce que los sistemas sociales y ecológicos están interconectados y se influyen mutuamente. De acuerdo con lo señalado por Maass (2012), es posible reconocer que el socioecosistema generado entre el suelo como parte del sistema natural y los habitantes de San José de Otates Sur está conectado, por un lado, mediante los beneficios ambientales que brinda el suelo al subsistema social, y por el otro, mediante las decisiones de manejo que toman los habitantes de la comunidad como mecanismo de retroalimentación hacia el suelo (Figura 1).

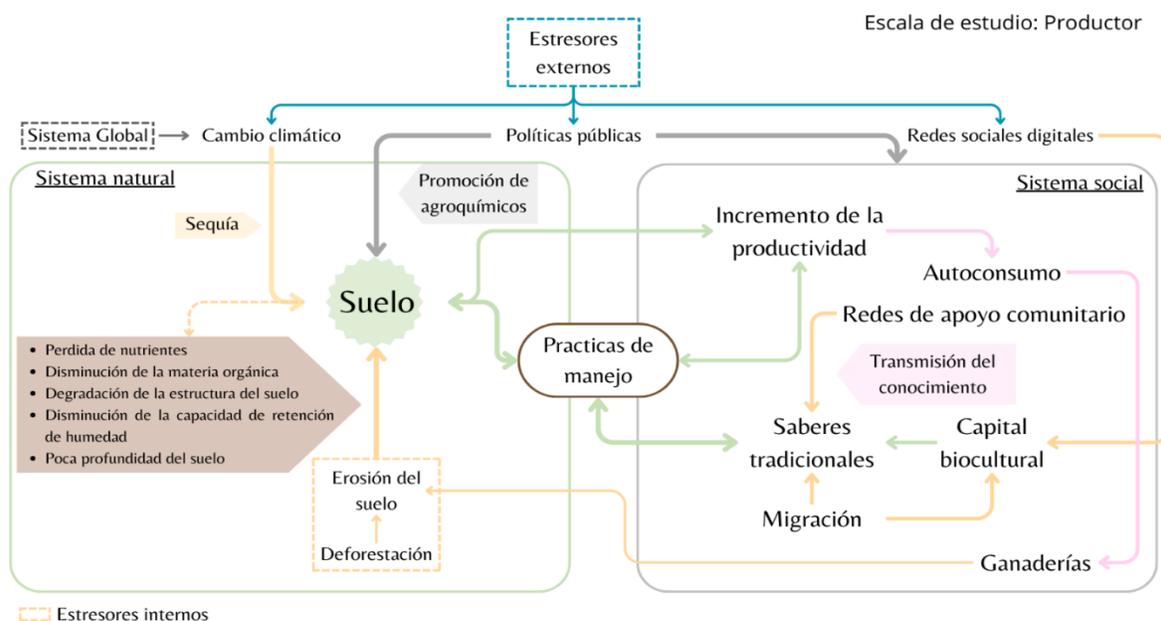
Al aplicar esta perspectiva, se puede tener un acercamiento a la complejidad de la comunidad de San José de Otates Sur en su conjunto, incluyendo los aspectos sociales, culturales y económicos relacionados con el suelo, dentro de los cuales se deben de considerar los conocimientos y prácticas de manejo tradicionales como parte integral de un sistema más amplio.

Partir del enfoque de socioecosistema, abre la puerta para reconocer que la fuente de información para el manejo no es únicamente de corte científico, sino que

frecuentemente existe un importante conocimiento tradicional que está en manos de las comunidades locales, el cual se ha generado de manera empírica (Maass, 2012). Este conocimiento tradicional resulta de gran importancia para la búsqueda de estrategias de manejo más sustentable (Toledo et al., 2003).

San José de Otates Sur es una comunidad rural cuyo sistema socioecológico, que como se puede observar en la figura 1, se basa en una interacción delicada y compleja entre su entorno natural y las actividades humanas desarrolladas por sus habitantes. En el centro de este sistema se encuentra el suelo, un recurso fundamental que sustenta la vida y la actividad agrícola de la región. No obstante, este recurso se enfrenta a diversas amenazas que ponen en riesgo la sostenibilidad a largo plazo de la comunidad.

Figura 1. Diagrama del socioecosistema generado entre el manejo de la tierra y los agricultores de San José de Otates Sur y sus interacciones



Fuente: Elaboración propia a partir de Ostrom, 2009.

El cambio climático, manifestado principalmente a través de sequías más frecuentes e intensas, ha comenzado a erosionar la calidad del suelo, afectando su estructura y su capacidad para retener agua. Este fenómeno se ve agravado por la

deforestación, una práctica que, elimina la cubierta vegetal que protege el suelo, exponiéndolo a la erosión y a la pérdida de nutrientes esenciales.

Las prácticas de manejo agrícola en la comunidad, influenciadas en parte por políticas públicas que promueven el uso de agroquímicos, han aumentado la productividad agrícola. Sin embargo, este incremento en la productividad puede tener un costo elevado para el suelo, que se ve afectado por la posible degradación y pérdida de fertilidad, comprometiendo su capacidad de sustentar cultivos en el futuro.

El sistema social de San José de Otates Sur está íntimamente relacionado con éstas dinámicas naturales. El capital biocultural, que engloba los conocimientos tradicionales sobre el manejo de la tierra y los recursos, constituye un recurso valioso que ha permitido a la comunidad adaptarse y resistir las adversidades. Sin embargo, la migración, un fenómeno creciente en la región, amenaza con debilitar las redes de apoyo comunitario que han sido esenciales para la transmisión intergeneracional de estos conocimientos.

A pesar de estos desafíos, la comunidad sigue dependiendo en gran medida de prácticas tradicionales de autoconsumo, lo que les proporciona seguridad alimentaria y reduce su dependencia de factores externos. No obstante, la presión sobre el suelo continúa aumentando y, sin un manejo adecuado, existe el riesgo de que este recurso vital se degrade aún más, afectando tanto al sistema natural como al social.

1.2. *Pedología*

El suelo es un elemento natural dinámico y vivo que conforma la interfaz entre la atmósfera, la litosfera, la biosfera y la hidrosfera, sistemas con los que mantiene un continuo intercambio de materia y energía. Por ello, es considerado un factor clave para el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos superficiales, confiriéndole la capacidad para llevar a cabo funciones esenciales en la naturaleza de carácter medioambiental, ecológico, económico, social y cultural (Ortiz Bernad et al., 2007). El suelo juega un papel integral en los desafíos de sostenibilidad ambiental global de seguridad

alimentaria, seguridad hídrica, sostenibilidad energética, estabilidad climática, biodiversidad y prestación de servicios ecosistémicos (McBratney et al., 2014).

Un punto fundamental, es reconocer que la importancia del suelo no solo reside en la proporción de nutrientes, agua y soporte físico necesarios para el crecimiento vegetal y la producción de biomasa (Ortiz Bernad et al., 2007). En San José de Otates Sur su relevancia se extiende más allá de su función agrícola, integrándose en la identidad cultural y social de la comunidad. No obstante, la producción agrícola para autoconsumo sigue siendo una de las principales actividades de la región, lo que hace fundamental entender la composición y salud del suelo local para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estos sistemas.

El conocimiento científico sobre el suelo ha avanzado significativamente, centrándose en gran medida en el análisis cuantitativo de propiedades físicas, químicas y biológicas de manera aislada. No obstante, la verdadera calidad del suelo se define por la interacción de estos aspectos cuantitativos, lo cual es fundamental para comprender y mejorar la salud del suelo (Granatstein y Bezdicek, 1992).

El concepto de calidad del suelo, desarrollado por investigadores como Doran y Parkin (1997) y Karlen et al. (1997), se ha convertido en una herramienta esencial para evaluar la condición y sostenibilidad del suelo. Este enfoque no solo permite investigar propiedades físicas, químicas y biológicas, sino que se orienta en la interacción de estas características para evaluar la verdadera salud del suelo. Esto es clave para la planificación de políticas de conservación que aseguren la viabilidad de los recursos a largo plazo, y más aún en comunidades rurales como San José de Otates Sur, donde el suelo no solo es el sustento de la actividad agrícola, sino que también es un elemento fundamental para la estabilidad del ecosistema en general y, por ende, del bienestar comunitario.

La evaluación de la calidad del suelo ofrece un marco fundamental para analizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y la gestión del territorio (Arun Jyoti et al., 2015). Este análisis resulta especialmente relevante en contextos rurales, donde la

salud del suelo es esencial para la supervivencia de las comunidades, que tradicionalmente han dependido de la agricultura como una de sus principales fuentes de sustento. Sin embargo, en muchas de estas comunidades, como es el caso de San José de Otates Sur, la pluriactividad ha cobrado importancia, y otras actividades económicas, como la producción de queso de cabra, miel o el empleo en áreas urbanas, han diversificado sus fuentes de ingresos, relegando a la agricultura a un papel secundario.

Aun así, la mejora de la calidad del suelo sigue siendo crucial para el manejo sostenible de la tierra y la seguridad alimentaria de las futuras generaciones. No obstante, es importante considerar la calidad del suelo en áreas no exclusivamente agrícolas. Un ejemplo concreto de esto son las cárcavas en San José de Otates Sur, que no se forman en zonas agrícolas, sino en áreas sin uso agrícola directo. Esto plantea la necesidad de un enfoque más amplio en la gestión del suelo, que no solo se centre en las tierras agrícolas, sino también en las zonas erosionadas y en riesgo de degradación, para garantizar la sostenibilidad de todo el ecosistema rural.

1.2.1. Degradación del suelo

La degradación del suelo es una importante limitante para alcanzar el desarrollo sostenible, ya que su pérdida es irreversible (Jiang et al., 2024; SEMARNAT, 2002). La tierra es esencial para la supervivencia humana, proporcionando recursos fundamentales como: alimento, forraje, combustible y refugio. Sin embargo, la intensificación de las actividades antrópicas y los efectos derivados del cambio climático han provocado una seria degradación de los suelos, suponiendo un riesgo para el bienestar de los socioecosistemas (Jiang et al., 2024).

Esta problemática socioambiental es un concepto complejo con diversas definiciones. Stocking M. A. (2001) la define como la disminución temporal o permanente de la capacidad productiva de la tierra y la disminución del potencial productivo. La FAO (2024) considera que la degradación es un cambio en la salud del suelo que resulta en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. La Convención de las Naciones

Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD) define la degradación de las tierras de la siguiente manera: "La reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras de cultivo de secano, las tierras de cultivo de regadío, pastizales, bosques y tierras arboladas resultante de una combinación de presiones, incluidas las prácticas de uso y gestión de la tierra, tales como: la erosión causada por el viento o el agua, el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la pérdida duradera de vegetación natural" y ya ha sido adoptada por 197 Partes de las Naciones Unidas (Jiang et al., 2024; Sims et al., 2021).

1.2.2. Factores asociados a la degradación del suelo

Entre los factores directos que inciden en la degradación de los suelos, se encuentran los naturales que incluyen el clima, el agua, las características edáficas, el relieve y la cobertura, y los de tipo antrópico que están relacionados con los tipos de uso y de manejo.

1.2.2.1. Factores naturales

La erosión del suelo se refiere a un proceso natural en zonas montañosas y está relacionado con las dinámicas climáticas y los eventos ambientales (IAEA, 2024).

Las fuertes ráfagas de viento representan un factor significativo en la erosión del suelo, especialmente en las regiones semiáridas, donde remueven partículas minúsculas de tierra seca, lo que agrava los procesos de desertificación. Por su parte, el cambio climático exacerba esta problemática a través de lluvias anormalmente intensas y variaciones extremas de temperatura, que deterioran la superficie del suelo. Además, el retraso en el crecimiento de la vegetación, consecuencia de las alteraciones climáticas, reduce la cobertura del terreno, dejándolo más vulnerable a la acción de las precipitaciones y los vientos (Cherlinka, 2022).

Las lluvias intensas arrastran partículas de la capa superficial, mientras que el impacto de gotas de gran tamaño deforma la estructura del campo. Por último, los incendios forestales destruyen árboles y arbustos que funcionan como barreras naturales frente a la escorrentía, permitiendo que las corrientes de agua erosionen el

suelo de manera más acelerada al no encontrar obstáculos en su recorrido (Cherlinka, 2022).

1.2.2.2. Factores antrópicos

La erosión del suelo se ha convertido en un problema mundial que amenaza el medio ambiente y el futuro del desarrollo económico y la sostenibilidad de la sociedad (Yibeltal et al., 2023), resultado de las malas prácticas de manejo del suelo (FAO, 2024).

Las actividades humanas, desde las recreativas hasta las extractivas, juegan un papel determinante en la aceleración de la degradación del suelo. En México, las principales causas incluyen el cambio de uso del suelo hacia actividades agropecuarias, la deforestación y el sobrepastoreo (SEMARNAT, 2002). Estas prácticas no sostenibles exacerbaban los procesos naturales de erosión, causando una pérdida significativa de la capacidad productiva de la tierra y contribuyendo a la degradación de los ecosistemas.

Abordar estos factores es esencial para desarrollar estrategias de manejo sostenible del suelo, especialmente en comunidades rurales como San José de Otates Sur, donde el bienestar de la población depende directamente de la calidad de la tierra y sus recursos.

1.3. Conocimiento tradicional

La distinción entre "conocimiento" y "saber" ha generado un amplio debate en la literatura, especialmente en el contexto de las comunidades rurales y sus interacciones con el entorno. Algunos autores, como Berkes, Olivé y Toledo, prefieren utilizar el término "conocimiento tradicional" para referirse al conjunto de prácticas, creencias y experiencias acumuladas por estas comunidades a lo largo del tiempo. Este enfoque reconoce el valor de dicho conocimiento como un legado que se transmite de generación en generación, en particular en relación con la gestión de los recursos naturales y la sostenibilidad.

Sin embargo, otros autores prefieren el concepto de "saber local" para enfatizar que este conjunto de prácticas no debe ser visto como algo estático o inmutable, sino

como un cuerpo de saberes que evoluciona en respuesta a cambios sociales, económicos y ambientales. El "saber local" también tiende a resaltar la dimensión contextual, es decir, cómo las comunidades adaptan y transforman sus conocimientos en función de sus realidades específicas.

En el marco de esta investigación, se ha optado por utilizar el término "conocimiento tradicional", alineándose con la perspectiva de autores como Berkes, aunque es consciente de que algunos autores defienden la noción de "saber local" como un enfoque más dinámico. La discusión sobre estos términos refleja, en última instancia, la diversidad de formas en que las comunidades rurales interactúan con su entorno y cómo estas interacciones son conceptualizadas desde distintas perspectivas académicas.

Los conocimientos tradicionales son un sistema de saberes tácitos, que incluyen prácticas, técnicas y habilidades desarrolladas por las comunidades originarias y rurales a lo largo de generaciones. Aunque históricamente se han asociado principalmente a los grupos originarios, estos conocimientos también forman parte de la cultura de campesinos y habitantes rurales, como resultado del contacto cultural y las políticas de integración. Este conocimiento abarca diversos aspectos de la vida social, incluyendo cosmovisiones, valores, creencias, y prácticas sostenibles en el uso de la biodiversidad. Además, constituyen un elemento clave de identidad cultural y poseen un gran potencial para mejorar las condiciones de vida de los grupos que los preservan (García Vázquez, 2020).

El conocimiento tradicional ha cobrado gran relevancia en los círculos académicos por su alcance en el manejo adaptativo de los ecosistemas y su importancia para la gestión sostenible del suelo (Arun Jyoti et al., 2015). Este tipo de conocimiento, acumulado y transmitido a través de generaciones en sociedades no industriales, se basa en prácticas, creencias y observaciones locales sobre la interacción entre los seres vivos y su entorno (Berkes et al., 2000). Se distingue por ser holístico y adaptativo, habiendo sido desarrollado y refinado por comunidades que dependen directamente de los recursos naturales para su subsistencia.

De acuerdo con Berkes et al. (2000), el conocimiento tradicional incluye una variedad de prácticas de manejo de ecosistemas que han demostrado ser sostenibles y resilientes. En el caso de San José de Otates Sur, destaca en el manejo del suelo. Algunas de estas prácticas podrían permitir a la comunidad gestionar el recurso suelo de manera que se mantenga la funcionalidad y la diversidad del ecosistema, asegurando así su capacidad de recuperación frente a la grave problemática que enfrenta la región.

Una característica clave del conocimiento tradicional es su enfoque en la resiliencia, tanto ecológica como social. Este enfoque nos ayuda a contrastar con los métodos de gestión de recursos basados en la estabilidad, que suelen ignorar la variabilidad y la imprevisibilidad inherentes a los ecosistemas, como los son las obras y prácticas para el control de la erosión promovidas por el gobierno del estado que se han realizado en la comunidad (Berkes et al., 2000).

La aplicación de este enfoque ofrece valiosas lecciones para la gestión cualitativa del suelo y la adaptación a los cambios ecológicos, proporcionando un “banco de conocimiento” que puede ser vital para la sostenibilidad a largo plazo del socioecosistema de San José de Otates Sur.

1.4. Etnopedología

Durante siglos, la ciencia ha invisibilizado la existencia, características y potencialidades del conocimiento de las comunidades rurales (Castelán, 2022). Diversos autores señalan que el predominio e imposición del conocimiento científico, junto con factores políticos y socioeconómicos, como la falta de empleo, seguridad y oportunidades, han contribuido a la pérdida del conocimiento local sobre el manejo del suelo (Pérez Rodríguez et al., 2023; García Vázquez & Maldonado García, 2021).

A consecuencia de lo anterior, actualmente se busca promover el intercambio de conocimientos a través de la construcción de paradigmas alternativos y puentes de diálogo entre diferentes sistemas de conocimiento (Castelán, 2022).

La pedología, una ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo y su relación con las plantas y el entorno, dio un paso importante gracias a las investigaciones de la Dra. Barbara Williams, quien observó la importancia de reconocer y valorar los conocimientos que poseen los productores en relación con el suelo. Estas investigaciones pioneras dieron lugar al desarrollo de una nueva línea de estudio denominada Etnopedología, que vincula la etnociencia, enfocada al estudio de los conocimientos tradicionales, las ideas, procesos y formas de relación, bajo las dimensiones de tiempo y espacio entre los pueblos o poblaciones humanas y ecosistemas, y la pedología (Castelán, 2022).

Los estudios etnográficos clásicos se enfocaban en el análisis lingüístico de los sistemas locales de clasificación de suelos y tierras, a través de un enfoque comparativo para el establecimiento de similitudes y diferencias entre el conocimiento local y la información científica (Barrera Bassols & Zinck, 2003). Sin embargo, estas investigaciones actualmente han movido su interés hacia un enfoque más integral, donde se reconoce la relevancia del contexto sociocultural para la gestión local sostenible del suelo (Barrera Bassols & Zinck, 2003). Las investigaciones etnopedológicas cubren un amplio espectro de temas centrados en cuatro cuestiones principales: (1) la formalización del conocimiento local del suelo y la tierra en esquemas de clasificación, (2) la comparación de las clasificaciones locales y técnicas del suelo, (3) el análisis de la evaluación de la tierra local sistemas, y (4) la evaluación de prácticas de manejo agroecológico (Barrera Bassols & Zinck, 2003).

El concepto de suelo es considerado de manera holística y ecológica en la actualidad, lo cual implica que el conocimiento etnopedológico ahora abarca aspectos morfológicos del suelo y su entorno ambiental circundante. Varios estudios han señalado criterios como el tamaño de los agregados, la presencia o ausencia de vegetación, la pendiente y la facilidad de labranza, así como el desarrollo radicular, entre otros (Pérez Rodríguez et al., 2023).

La mayoría de las investigaciones han explorado si los agricultores poseen conocimientos sobre los recursos del suelo, pero estas indagaciones suelen ser

generales y no permiten obtener información detallada sobre sus propias tierras, el manejo sostenible ni la transmisión generacional de dicho conocimiento local. La respuesta de los agricultores a esta aproximación científica ha evitado la asociación del conocimiento técnico con su saber tradicional sobre el suelo y sus aspectos ambientales (Pérez Rodríguez et al., 2023).

Incorporar el conocimiento tradicional del suelo en el ámbito científico y emplearlo como guía para el desarrollo de políticas ambientales es esencial. Además, se ha demostrado que estos conocimientos pueden contribuir de manera relevante para la gestión sostenible de los recursos naturales (Pérez Rodríguez et al., 2023).

En este contexto, McBratney et al. (2014) han propuesto a la Etnopedología como una herramienta útil para los estudios sobre seguridad del suelo, ya que esta disciplina muestra cómo la etnociencia conecta a la sociedad con el suelo.

La etnopedología actúa como un puente entre los conocimientos tradicionales y los científicos, facilitando el diálogo entre ambos sistemas de conocimiento. Esto es esencial para que la estrategia de manejo del suelo sea bioculturalmente apropiada y eficaz. Al contemplar las perspectivas de los habitantes locales con los análisis técnicos, se busca crear un espacio donde se consideren tanto las dimensiones sociales como las ecológicas. Esto permite que los conocimientos tradicionales y científicos se complementen, enriqueciendo las soluciones planteadas.

Para esta investigación, la etnopedología es una herramienta metodológica que se utilizará para identificar los indicadores locales para la clasificación del suelo. Estos indicadores, como la presencia de ciertas plantas o la textura del suelo, pueden ser incorporados a los diagnósticos científicos, generando un sistema de monitoreo accesible y efectivo para la comunidad.

Desde la perspectiva de la *etnopedología*, se han realizado estudios sobre los conocimientos y prácticas tradicionales en el manejo de suelos, principalmente centrados en su fertilidad y el uso de enmiendas orgánicas. Sin embargo, no existen investigaciones específicas que aborden de manera directa la problemática de la

degradación del suelo por erosión. Éste es precisamente uno de los aportes de nuestra investigación, ya que se enfoca en estudiar cómo las comunidades rurales, como la de San José de Otates Sur, enfrentan la erosión y la formación de cárcavas, identificando fortalezas y debilidades en sus conocimientos y prácticas tradicionales.

1.5. Desarrollo territorial endógeno

El desarrollo endógeno sostenible es un enfoque que promueve el crecimiento económico y social desde dentro de las comunidades, utilizando sus propios recursos, conocimientos y capacidades. Este modelo se contrapone a las estrategias de desarrollo exógenas, que dependen de la intervención externa y a menudo no consideran las particularidades y necesidades locales. La importancia del desarrollo endógeno sostenible radica en su capacidad para empoderar a las comunidades, permitiéndoles tomar control de su propio desarrollo y asegurar que éste sea alineado con sus valores, cultura y entorno natural.

Dicho lo anterior, resulta necesario pensar en un desarrollo basado en las comunidades y en la gente que las habita, en donde ellos diseñen, a partir de su realidad y recursos, sus propios procesos que representen mejoras en sus condiciones de vida. El desarrollo local es un proceso endógeno observable, y una forma de incorporar la dimensión territorial es a partir del trabajo en comunidades locales (Castelán, 2022; CEDRSSA, 2016; Bocco, 2019). Uno de los méritos de tener una aproximación territorial al desarrollo es que alude a visiones integradas acerca de la relación sociedad-ambiente (Bocco, 2019; Vázquez, 2007).

La importancia de considerar el modelo de la conectividad socioecológica para el desarrollo de una estrategia de manejo sostenible del suelo degradado por la erosión en la comunidad rural de San José de Otates Sur radica en su enfoque integral que vincula los componentes biofísicos y sociales del territorio. Este modelo, propuesto por Díaz y Santana (2018), permite entender la interdependencia entre la estructura biofísica del paisaje (suelo, vegetación, agua) y las dinámicas socioeconómicas de la comunidad que lo habita. En el contexto de San José de Otates Sur, donde la erosión

del suelo es un desafío crítico, la incorporación de conocimientos tradicionales locales se vuelve esencial para fortalecer esta conectividad.

El modelo de conectividad socioecológica no solo permite identificar cómo los cambios en el uso de la tierra y el manejo del suelo afectan tanto al entorno natural como a las dinámicas socioeconómicas de la comunidad, sino que también facilita la previsión de posibles consecuencias derivadas de esos cambios. Al emplear este enfoque en la gestión del suelo, es posible desarrollar estrategias de manejo sostenible que integren tanto los saberes locales como los avances técnicos, asegurando que las soluciones adoptadas sean culturalmente apropiadas y ecológicamente viables. Además, el modelo promueve la participación activa de la comunidad, generando un sentido de corresponsabilidad y fortaleciendo su capacidad para enfrentar los impactos futuros de la erosión. Esto resulta crucial para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del territorio y el bienestar de sus habitantes (Díaz & Santana, 2018).

Por ello, es que el desarrollo territorial endógeno plantea la necesidad de descentralizar recursos y empoderar a actores locales con el propósito de transitar de una perspectiva anclada en actores gubernamentales, subsidiaria y de dependencia de recursos exógenos, a otra que promueva distintas formas de descentralización y el desarrollo de capacidades internas de los territorios (Suárez & Gasca, 2020).

En esta investigación se ha implementado este modelo para postular la importancia de considerar a los principales animadores y beneficiarios de este proceso que son los habitantes de San José de Otates Sur, ya que cuentan con la capacidad de construir y alcanzan capacidades técnicas, cognoscitivas, organizacionales e institucionales que les transfiere la capacidad de desarrollar estrategias y proyectos para el majo sostenible del suelo (Suárez & Gasca, 2020). Haciendo referencia a los procesos de crecimiento y acumulación de capital territorial, dentro de los cuales destacan los conocimientos tradicionales por su importante contribución al desarrollo endógeno sostenible (Vázquez, 2007; García, 2020).

Desde una perspectiva teórica, el desarrollo endógeno sostenible subraya la importancia de la participación comunitaria y el conocimiento local en la formulación de políticas y programas de desarrollo. Reconoce que las soluciones no pueden ser impuestas desde fuera, sino que deben surgir de un diálogo inclusivo que involucre a todos los actores relevantes, respetando y aprovechando sus conocimientos y experiencias. Este enfoque teórico desafía la visión tradicional del desarrollo, proponiendo una dinámica más horizontal y equitativa en la toma de decisiones y en la implementación de iniciativas de desarrollo.

SECCIÓN 2. METODOLOGÍA Y ZONA DE ESTUDIO

2.1. Zona de estudio

San José de Otates Sur

La comunidad de San José de Otates Sur se localiza dentro del Área Natural Protegida Sierra de Lobos (Fig. 2) en el municipio de León en el estado de Guanajuato. Presenta un clima templado con una temperatura promedio anual de 17°C, la precipitación anual oscila entre los 600 y los 800 mm, con lluvias en verano, (Gonzáles, 2020). Esta región se caracteriza por su entorno montañoso y su clima semiárido, con vegetación típica de matorral y bosque de encino. La comunidad se encuentra a una altitud que varía entre los 2000 y los 2500 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2. Ubicación del Área Natural Protegida Sierra de Lobos.



Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento (SMAOT), 2022.

El área de estudio se delimitó primordialmente por el interés de sus habitantes a tomar acciones en favor del suelo y la recuperación de la cobertura vegetal. El interés e involucramiento de la comunidad derivó en el trabajo conjunto, realizado en el año 2020, entre la comunidad ejidal de San José de Otates Sur, la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT) de Guanajuato y el Consejo Técnico de Aguas de León (COTAS de León, A. C.), para el fortalecimiento de las acciones de reforestación del ANP, con la ampliación del vivero de la comunidad. Además de las

actividades enfocadas a la captación de agua para uso doméstico, poda de árboles, entre otros (GIZ, 2021).

Los suelos dominantes en el área de estudio son Phaeozem (del griego phaios, oscuro y del ruso zemlja, tierra), y Lotosoles (del griego Lithos, piedra). Los primeros, son suelos de climas semiseco y subhúmedo, de color pardo a negro, ricos en materia orgánica, por lo que son muy útiles para la agricultura de temporal, sin embargo, las sequías periódicas, la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Los segundos, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados; se encuentran en todos los tipos de climas y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en regiones altamente erosionadas. Su potencial para la agricultura está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar (INIFAP, 2010; INEGI, 2015; SEMARNAT, 2008). Mayormente se encuentran ubicados en zonas con pendientes entre 15 y 40 %, esto como consecuencia de las características topográficas del paisaje (Fig. 3), lo que los hace susceptibles a la erosión hídrica (INIFAP, 2010).

Figura 3. Elementos naturales del paisaje en San José de Otates Sur. Relieve y vegetación.



Fuente: Fotos tomadas por el equipo de trabajo

San José de Otates Sur, es una comunidad que ha sido testigo del paso de al menos cuatro generaciones. Este territorio, guarda la memoria de historias vividas a lo largo de décadas. Según los testimonios de sus habitantes, cada generación ha contribuido a la formación de un tejido social único, donde las tradiciones se entrelazan con los cambios del tiempo. En San José de Otates Sur, el sentido de pertenencia es parte de su identidad, que ha evolucionado a lo largo de los años.

De acuerdo con la información proporcionada por el IMPLAN (2016), la comunidad cuenta con una población total de 73 habitantes. No obstante, durante el primer ejercicio exploratorio realizado en la zona de estudio, accedimos a nueva información. En colaboración con el equipo de trabajo, tuvimos la oportunidad de entrevistar al exdelegado de la comunidad, quien nos informó que actualmente la comunidad está conformada por 224 habitantes distribuidos en 56 familias.

Asimismo, nos mencionó que la actividad principal que se practica en la comunidad es el trabajo de la tierra. Las 56 familias residentes en San José de Otates Sur se dedican a la siembra de temporal para autoconsumo. Los cultivos tradicionales son el maíz y el frijol; sin embargo, en algunas ocasiones también siembran calabaza criolla y, de manera esporádica, avena, chícharo y garbanzo para forraje.

En cuanto a las actividades productivas de la comunidad, también destaca la recolección de plantas medicinales y nopales, que son utilizados para consumo local. Sin embargo, muy pocas familias cuentan con árboles frutales, como el durazno, dentro de sus terrenos. Este tipo de árboles es poco común en San José de Otates Sur debido a su alta demanda de agua, lo que los hace inadecuados para los largos periodos de sequía que afectan la región. El riego es indispensable para su mantenimiento, y dado que el acceso al agua depende exclusivamente de las lluvias, las cuales han disminuido notablemente en la última década, el cultivo de frutales se ha vuelto cada vez más difícil.

La comunidad cuenta con instituciones educativas de nivel kínder, primaria y secundaria. Sin embargo, los jóvenes que deciden continuar con estudios de nivel preparatoria deben migrar de su comunidad a Nuevo Valle o Sauz Seco.

Esta información refleja una actualización significativa en la demografía y las actividades económicas de la comunidad, destacando la importancia de la agricultura de subsistencia y las limitaciones en acceso a educación superior que enfrentan los jóvenes de San José de Otates Sur.

San José de Otates Sur es una comunidad rural ubicada en una zona de difícil acceso debido a la falta de transporte público. La única manera de llegar es mediante transporte privado, siempre y cuando las condiciones del camino lo permitan. El trayecto es mayormente por vías sin pavimentar, lo que genera complicaciones durante la temporada de lluvias, cuando el acceso se vuelve especialmente complejo.

La ausencia de transporte público no solo afecta el acceso a la comunidad, sino que también repercute significativamente en el acceso a fuentes de trabajo. Debido a las dificultades para viajar diariamente a la ciudad, muchas personas que laboran en León se ven obligadas a rentar un espacio para vivir durante la semana y regresar a su comunidad solo los fines de semana. Esta situación incrementa la separación familiar y genera gastos adicionales para los trabajadores.

Además, uno de los mayores desafíos que enfrenta esta comunidad es la falta de servicios médicos dentro de sus límites. Los habitantes deben desplazarse hasta León para recibir atención médica a través del seguro social. Para aquellas familias que no disponen de transporte propio, esta situación es aún más complicada. No obstante, en momentos de emergencia, algunos residentes se solidarizan ofreciendo transporte a quienes lo necesitan, reflejando el espíritu comunitario que caracteriza a San José de Otates Sur.

2.2. Metodología

2.2.1. Obtención de datos

Los instrumentos etnográficos se aplicaron en un grupo de personas de la comunidad rural de San José de Otates Sur, compuesto por personas cuyas edades oscilaban entre los 19 y los 66 años. Los participantes, principalmente agricultores, ganaderos, apicultores y otros miembros involucrados en el manejo del suelo y la vegetación nativa fueron en su mayoría hombres mayores, con edades entre los 35 y los 60 años. Las mujeres participantes, menos numerosas, tenían edades entre los 30 y los 66 años, incluyendo dos jóvenes de 19 años. No hubo participación de hombres menores de 30 años. La información que nos brindaron los informantes de la comunidad refirió su conocimiento de la problemática de la erosión del suelo, así como sobre los conocimientos tradicionales relacionados con la importancia del suelo y las prácticas implementadas para su manejo sostenible.

El estudio se sustenta en los postulados teóricos de los sistemas socioecológicos y la etnopedología, que permiten observar la interacción humano-ambiente y relacionar los factores socioculturales y científicos del suelo. Además, se enmarca en los postulados del desarrollo territorial endógeno, donde los conocimientos tradicionales son vistos como parte del capital territorial y un elemento fundamental para el desarrollo local de las comunidades. El tipo de estudio fue cualitativo y exploratorio, combinando investigación teórica-documental con trabajo de campo etnográfico para identificar los conocimientos tradicionales en la zona de estudio.

El proceso metodológico se desarrolló en cuatro etapas:

2.2.2. Primera etapa: Revisión bibliográfica

La búsqueda y recopilación de información teórica y documental fue fundamental para construir el marco teórico del proyecto y apoyar la importancia de la identificación de los conocimientos tradicionales en la zona de estudio para el desarrollo de una estrategia de manejo sostenible del suelo degradado por la intensa erosión hídrica. La metodología de revisión bibliográfica incluyó tres fases (Gómez et al., 2014):

1. Definición del problema

El problema se definió de manera clara, promoviendo que la búsqueda bibliográfica se ejecutara de acuerdo con las necesidades particulares de la investigación y con el alcance pertinente para dar cumplimiento a los objetivos preestablecidos en este proyecto.

2. Búsqueda de la información

El proceso de investigación bibliográfica se realizó a través de materiales digitales como libros, revistas de investigación científicas y páginas Web que nos proporcionaron la información necesaria para concretar el proyecto. Este proceso se llevó a cabo desde una perspectiva estructurada y profesional que nos permitió delimitar la recopilación de información, para ello fue necesario definir el dominio de la investigación, las palabras clave y operadores lógicos que incluyen términos específicos, así como se determinaron las principales líneas de la investigación.

De manera paralela a la búsqueda de la información, fue de gran importancia organizar sistemáticamente los documentos.

3. Análisis de la información

El análisis de la información recopilada reviste una importancia crucial por varias razones fundamentales. En primer lugar, este proceso facilita la transformación de los datos en bruto en conocimiento comprensible y útil, estableciendo así una base sólida para la toma de decisiones y la formulación de conclusiones. Sin un análisis riguroso y sistemático, los datos recolectados carecerían de contexto y significado, lo que limitaría considerablemente su valor y utilidad en el ámbito de la investigación.

Para garantizar la confidencialidad y la integridad de los datos obtenidos durante las entrevistas y grupos focales en el desarrollo de este proyecto, se ha optado por utilizar letras del alfabeto como sistema de identificación para cada uno de los informantes. Esta decisión responde a varias razones clave.

En primer lugar, el uso de letras permite proteger la identidad de los participantes, evitando la divulgación de nombres o datos personales que podrían comprometer su privacidad. De esta manera, los testimonios y opiniones recopilados se utilizan de manera ética, sin poner en riesgo la seguridad de los informantes.

Además, este sistema simplifica la organización y análisis de los datos, facilitando la referencia y clasificación de la información sin necesidad de manejar datos sensibles. La asignación de letras en lugar de nombres completos hace que el proceso de análisis sea más eficiente y manejable.

Otro aspecto importante es que el uso de letras ayuda a mantener la objetividad en el análisis de los datos. Al no proporcionar información adicional sobre los informantes, se minimiza el riesgo de sesgos en la interpretación de los testimonios, asegurando que los resultados sean lo más imparciales posible.

Finalmente, esta práctica está en consonancia con las normativas y buenas prácticas en investigación que exigen el manejo responsable de la información personal de los participantes. El compromiso con la protección de la privacidad y la confidencialidad es fundamental en la investigación social.

2.2.3. Segunda etapa: Diseño de Instrumentos

El diseño de los instrumentos para la recopilación de la información se ejecutó de manera previa al trabajo etnográfico, donde se incluyeron aspectos éticos fundamentales para que el acercamiento con los representantes de la comunidad (actores clave) fuera de manera respetuosa, con la finalidad de presentar al equipo de trabajo; explicarles los objetivos de la investigación y la importancia de su participación, siendo transparentes y honestos para el establecimiento de acuerdos, resguardando la seguridad de la información personal que los pobladores de la comunidad nos proporcionaron de manera consensuada.

Una vez establecidos los acuerdos entre los actores clave de la comunidad y el grupo de trabajo, se les presentó la carta de consentimiento informado. Cada uno de los participantes nos externó de manera libre su conformidad para participar dentro de

las actividades del proyecto, así como su aprobación para que dichas sesiones fueran grabadas (audio o video) y documentada fotográficamente, esto como requisito para sustentar el correcto seguimiento de los lineamientos emitidos por el Comité de Ética del Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad y el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

2.2.4. Tercera etapa: Trabajo en campo

El diagnóstico de la comunidad se basó en visitas exploratorias para evaluar la accesibilidad de las rutas de entrada a la comunidad, describir el territorio, identificar actores clave y conocer su interés y disposición para formar parte del proyecto.

Esta etapa tuvo una duración de un año y medio, los esfuerzos para la aplicación de los instrumentos como lo fueron las entrevistas, los grupos focales y las observaciones participantes se distribuyeron durante los semestres 2023-2, 2024-1, 2024-2 y 2025-1. Se realizaron alrededor de 15 visitas a la comunidad, en las que se aplicaron 30 entrevistas a diferentes informantes de la comunidad y 4 grupos focales.

- ✓ Diagnóstico participativo.

El diagnóstico participativo es un método para determinar, desde el punto de vista de los miembros de la comunidad, los conocimientos y prácticas tradicionales que tienen sobre el suelo; las problemáticas que presenta el suelo y qué actividades son necesarias para atender esas problemáticas. El uso de esta metodología nos permitirá analizar las necesidades específicas y particulares, a partir de la participación de todas las personas involucradas, con el fin de ir tomando acuerdos desde el sentir comunitario, esto, con el objetivo de que los miembros de la comunidad adquieran de manera voluntaria un mayor compromiso con dichos acuerdos (CONAFOR, 2012).

- ✓ Trabajo etnográfico: observación participante, entrevistas semiestructuradas y entrevista a profundidad

El estudio etnográfico es fundamental para la comprensión del territorio, ya que su objetivo principal es describir una realidad social en términos relevantes para los propios integrantes de la comunidad mediante la observación directa y entrevistas. El

trabajo etnográfico, a través de la observación participante, nos permitió integrarnos abiertamente en la vida cotidiana de las personas (Soliz & Maldonado, 2012), recogiendo datos accesibles que contribuyeron significativamente al cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto.

- *Observación participante*

La observación participante es una técnica de investigación cualitativa fundamental en las ciencias sociales, que implica que el investigador se integre activamente en el entorno social que está estudiando. En lugar de observar desde una distancia, el investigador participa directamente en las actividades diarias del grupo o comunidad, interactuando con sus miembros y experimentando de primera mano sus prácticas, creencias y valores.

Este método permite obtener una comprensión profunda y contextualizada de la cultura, las normas sociales y los procesos interactivos dentro del grupo en estudio.

Esta herramienta se utilizó para recopilar datos de manera directa, observando comportamientos, interacciones sociales, lenguaje corporal y otras expresiones culturales en su contexto real. Estos datos se complementaron con entrevistas y grupos focales para proporcionar una comprensión más completa de los conocimientos del suelo y su importancia en la comunidad.

- *Entrevista semiestructurada*

La entrevista semiestructurada es una técnica de investigación cualitativa que combina elementos de entrevistas estructuradas y no estructuradas, proporcionando un equilibrio entre la consistencia de la guía de preguntas y la flexibilidad para explorar temas emergentes. En una entrevista semiestructurada, el entrevistador sigue una lista de preguntas predefinidas o temas guía, pero también puede adaptar el flujo de la conversación según las respuestas del entrevistado, permitiendo profundizar en áreas de interés que surjan durante la entrevista.

Este método fue especialmente útil para obtener información detallada y profunda, manteniendo al mismo tiempo una cierta coherencia en las preguntas formuladas a diferentes participantes. Las entrevistas semiestructuradas se utilizaron para explorar experiencias, opiniones y actitudes de los participantes sobre el valor y la importancia del suelo, y su conocimiento.

- *Entrevista a profundidad*

La entrevista a profundidad es una técnica de investigación cualitativa utilizada para obtener una comprensión detallada y profunda de las experiencias, perspectivas, y sentimientos de los participantes. A diferencia de las entrevistas estructuradas, que siguen un guion rígido, las entrevistas a profundidad son más flexibles y permiten explorar temas en profundidad, adaptándose a las respuestas y circunstancias del entrevistado.

En una entrevista a profundidad, el entrevistador busca establecer una relación de confianza con el entrevistado, creando un ambiente en el que éste se sienta cómodo para compartir información personal y detallada. Esta técnica permite indagar en aspectos más complejos y subjetivos, como las motivaciones, actitudes, y significados personales que los participantes atribuyen a sus experiencias.

Las entrevistas a profundidad se caracterizan por su estructura abierta, donde las preguntas son generalmente abiertas y exploratorias. Esto permite que el entrevistado hable extensamente sobre sus pensamientos y experiencias, proporcionando datos ricos y detallados que pueden revelar patrones, temas y perspectivas que no serían accesibles a través de métodos más estructurados.

El proceso de las entrevistas a profundidad incluyó varias etapas: la preparación, donde se definió el propósito de la entrevista y se desarrollaron las preguntas guía; la realización de la entrevista, donde se facilitó una conversación fluida y se tomó nota de las respuestas y observaciones relevantes; y el análisis, donde se revisaron y codificaron los datos obtenidos para identificar temas relacionados con los objetivos de la investigación.

✓ Caracterización edafológica

El uso de esta metodología busca comprender e interpretar las características del suelo a través de los conocimientos que tienen las personas de la comunidad. Se identificó el sitio, las condiciones climáticas y el uso de suelo y vegetación y topografía.

Posteriormente se realizó la descripción morfológica, donde se incluyeron las características de la superficie del suelo como erosión, afloramientos rocosos, fragmentos gruesos, agrietamiento y encostramiento, así como la descripción del horizonte superficial, al que se le asignó una clasificación de acuerdo con sus características físicas. Dicha descripción se realizó en los puntos de interés que nos señalaron las personas de la comunidad que nos guiaron en los recorridos. Estos puntos se establecieron en áreas destinadas a la agricultura (tierra negra) y en zonas impactadas por la erosión (tierra blanca).

2.2.5. Cuarta etapa: Captura y análisis de los datos

Se realizó la transcripción de la información recuperada a través del diagnóstico, la observación participante y la aplicación de entrevistas semiestructuradas y a profundidad, grupos focales y asambleas-taller.

De acuerdo con el cuaderno de “Estrategias para el análisis de datos cualitativos”, el registro y contextualización de la información obtenida en campo es un ejercicio fundamental para el análisis cualitativo (Borda et al., 2017), es por ello por lo que una vez concluido con el trabajo de campo se transcribió la información, registrando y poniendo en escrito las preguntas, respuestas e información contextual recuperada durante cada actividad, desde el inicio hasta el final de cada jornada. Este ejercicio fue hecho de manera detallada y precisa sobre los intercambios acontecidos durante cada una de las actividades y sobre los modos, estilos, palabras, tonos y gestos utilizados por las personas de la comunidad que participaron en el proyecto (Dabenigno, 2017).

Durante el trabajo de transcripción la información se registró de manera fiel y cuidando la puntuación, ya que esta última variable podría provocar la alteración completamente del sentido otorgado a un objeto social.

El análisis de la información recuperada se realizó siguiendo los lineamientos metodológicos propuestos por Dabenigno (2017), quien enfatiza la importancia de organizar y codificar los datos de acuerdo con sus propiedades y dimensiones, así como de identificar temas y categorías relevantes. Según este enfoque, el análisis cualitativo implica una actividad sistemática de categorización, clasificación y rotulación, con el propósito de comparar y establecer patrones recurrentes y especificidades en los datos obtenidos. Este proceso permite interpretar de manera rigurosa los testimonios recopilados, facilitando la identificación de relaciones significativas entre los elementos analizados.

En este contexto, se diseñaron matrices específicas para abordar cada uno de los objetivos particulares de la investigación, lo que permitió estructurar y categorizar los testimonios en función de criterios preestablecidos. Las categorías de análisis utilizadas incluyeron aspectos clave relacionados con las percepciones locales y las características del suelo y su manejo, entre las cuales se destacan:

- Color
- Textura
- Pedregosidad
- Retención de humedad
- Productividad / Tierra buena o mala
- Profundidad
- Materia orgánica
- Drenaje
- Vegetación
- Uso de suelo
- Sequía
- Pastoreo / tipo de animales
- Pérdida de cobertura vegetal
- Erosión
- Formación de cárcavas
- Prácticas para el control de la erosión

Estas categorías fueron seleccionadas por su relevancia en la comprensión de los procesos de degradación del suelo y las prácticas locales para su manejo.

Posteriormente, los datos fueron comparados para identificar patrones comunes y casos específicos que aportaran al entendimiento de las dinámicas particulares de la comunidad estudiada. Este enfoque permitió no solo clasificar la información, sino también profundizar en las percepciones y conocimientos tradicionales, fundamentales para abordar el fenómeno de la erosión desde una perspectiva etnopedológica.

SECCIÓN 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partir del concepto de socioecosistema implica reconocer que la fuente de información para el manejo sostenible del suelo no se limita únicamente al ámbito científico, sino que también incluye un importante conocimiento tradicional en la comunidad de San José de Otates Sur, generado de manera empírica. Este conocimiento es crucial para la búsqueda de estrategias de manejo del suelo más sostenibles, como resultado de las diversas interacciones existentes dentro del socioecosistema.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Estado de Guanajuato promovió el uso de fertilizantes químicos como la urea y el sulfato de amonio para aumentar la productividad agrícola. Sin embargo, las consecuencias ambientales y sociales derivadas de la aplicación de estos productos han sido negativas. El uso de estos fertilizantes impacta negativamente en la economía de las familias, ya que los costos son cada vez más elevados y los beneficios no están garantizados, dado que sus cultivos dependen principalmente de la lluvia. Según testimonios de algunos habitantes de la comunidad, la precipitación ha disminuido preocupantemente en los últimos años. Además, la fertilización es uno de los principales factores que limitan la producción agrícola, pues los cultivos absorben solo una fracción del fertilizante aplicado, que oscila entre el 10% y el 60% (Peña Cabriales et al., 2002).

Además, es importante destacar que el uso frecuente de fertilizantes químicos incrementa su potencial tóxico, lo cual, además de ser un factor de degradación del suelo, puede causar daños a la salud de los habitantes de la comunidad (Taco Anco, 2022).

Las visitas a la comunidad nos han permitido observar e identificar la implementación de conocimientos y prácticas de manejo del suelo, como el uso de estiércol para abonar las tierras de cultivo como fertilizante natural, el cual, de acuerdo a los testimonios del informante A ayuda a aumentar la temperatura del suelo y favorecer que las semillas germinen bien y se conserve la humedad necesaria durante el desarrollo de las plantas, la conservación de material vegetal sobre el suelo es una actividad que implementan a partir de que han observado que al evitar que los rayos

solares reflejen de manera directa al suelo, la humedad adquirida durante la lluvia se conserva durante más tiempo, además de que reduce el riesgo de erosión por agentes como el viento y el agua al funcionar como una barrera protectora, la regulación de la intensidad de pastoreo, y el conocimiento del ciclo de lluvias para establecer los periodos de preparación de la tierra, siembra y cosecha, entre otras. Lamentablemente, estas prácticas de manejo y conocimientos tradicionales no han sido consideradas por las autoridades gubernamentales, a pesar de que su implementación ha generado mejoras en los terrenos.

3.1. *Conocimiento tradicional del suelo*

3.1.1. *Características de suelo*

En la comunidad de San José de Otates Sur, el conocimiento tradicional sobre los tipos de suelo, "tierra blanca" y "tierra negra", juega un papel importante en la agricultura y la gestión de los recursos naturales. Los campesinos locales diferencian ambos suelos en base a características como el color, la textura, la capacidad de retención de humedad, la productividad, la profundidad y el contenido de materia orgánica, lo cual afecta sus decisiones sobre el uso agrícola.

Color del suelo

El color de la tierra es una de las primeras características que permite a los miembros de la comunidad diferenciar entre tipos de suelo. Se describe que la tierra blanca tiene un color claro, una observación que se repite en distintos testimonios y parece asociarse con la composición de suelos pobres en materia orgánica. A esto se añade la descripción de que "son más piedras que tierra", lo cual apunta a la pedregosidad del suelo, un factor que complica su manejo y afecta la retención de humedad y el crecimiento vegetal, mientras que la tierra negra se caracteriza por ser café oscuro. Esta distinción visual es fundamental para los agricultores, quienes asocian el color del suelo con su capacidad productiva y las condiciones que éste provee para el desarrollo de cultivos.

Textura

El comportamiento del suelo en distintas condiciones climáticas es otro aspecto que los habitantes han observado. Describen que cuando se secan "se ponen muy duras", pero cuando llueve, el suelo "es chicloso", reflejando su textura variable y su dificultad para ser trabajado bajo condiciones extremas de humedad o sequía. Este tipo de conocimiento local permite una adaptación pragmática a las limitaciones que el entorno natural impone. Desde la perspectiva etnopedológica, este conocimiento es fundamental porque permite comprender cómo las comunidades manejan la variabilidad del suelo y ajustan sus estrategias de cultivo en respuesta a factores naturales como la lluvia o la sequía, lo que refuerza la importancia de incorporar estos saberes en las políticas agrícolas y ambientales.

En términos de textura, la tierra blanca se percibe como arenosa y polvosa, lo cual, según los agricultores, puede dificultar su manejo y retención de agua. Por otro lado, la tierra negra se describe como "arenosa, pero más pesada", lo que sugiere una mayor retención de humedad y estabilidad. Esta diferencia en la textura es crucial para la adaptación de las prácticas agrícolas, ya que determina las condiciones de siembra y la capacidad del suelo para sustentar el crecimiento vegetal.

Capacidad de compactación

La compactación del suelo también es una característica distintiva entre los dos tipos de tierra. La tierra blanca se describe como suelta, lo que dificulta la retención de nutrientes y la conservación de la humedad, mientras que la tierra negra, al estar más compactada, permite que el suelo "se apriete y quede más denso cuando se moja", lo que indica una mejor capacidad para soportar las plantas durante periodos secos.

Retención de humedad

Los agricultores locales reconocen que la capacidad de retención de humedad es una diferencia clave entre la tierra blanca y la tierra negra. La tierra blanca "seca muy rápido", lo que la hace menos adecuada para cultivos que requieren un suelo más húmedo. En cambio, la tierra negra puede retener la humedad hasta por 18 días

después de la última lluvia, lo que la hace mucho más apta para la agricultura de subsistencia en condiciones climáticas variables.

Productividad del suelo

En cuanto a la productividad, los testimonios señalan que la tierra negra es percibida como más productiva debido a su capacidad para retener nutrientes y humedad. Sin embargo, también se advierte que la excesiva compactación de la tierra negra, probablemente causada por su sobreexplotación, ha llevado a una disminución en su capacidad productiva en algunos casos. La tierra blanca, aunque menos fértil, es considerada útil para ciertos cultivos que no requieren altos niveles de nutrientes, siempre y cuando se le suministren fertilizantes externos.

Profundidad del suelo

La profundidad del suelo es otro aspecto que influye en las decisiones agrícolas de la comunidad. En general, la tierra negra tiende a tener una capa superficial más profunda, lo que permite un mejor desarrollo de las raíces y una mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes. En contraste, la tierra blanca es descrita como poco profunda y con limitaciones para soportar cultivos de raíz profunda.

Tabla 1. Conocimiento tradicional del suelo en San José de Otates Sur de acuerdo con sus características físicas.

Característica del suelo	Conocimiento	Descripción	
		Tierra blanca	Tierra negra
Color	El suelo de color blanco es la tierra predominante, a diferencia de la tierra negra, la cual ocupa una menor extensión en la comunidad.	Blanco.	Café oscuro.
Textura	Concentración de fragmentos grueso en la tierra, es arenoso o polvoso (textura arenosa). Cuando el suelo se moja se pone chicloso por la mayor cantidad de material arcilloso.	Arenosa. Polvosa.	Arcilloso, apariencia chiclosa. Se endurece durante el periodo de sequía.

Pedregosidad	Cantidad de piedras que hay en la tierra.	Alta cantidad de piedras.	Baja cantidad de piedras en las capas superficiales del suelo.
Retención de humedad	Tiempo que la tierra puede mantenerse mojada después de la última lluvia.	Baja retención de humedad: se seca muy rápido.	La humedad en el suelo se puede conservar hasta 15 días, después de una buena lluvia.
Productividad	Capacidad de la tierra para el desarrollo de las plantas. Se asocia con la capacidad del suelo a conservar la humedad y la materia orgánica.	No tiene nutrientes: requiere que se le adicione algún fertilizante como el estiércol.	La productividad ha disminuido por el estrés hídrico de la zona.
Profundidad	Migajón: capa sueve del suelo.	Poca profundidad: casi no tiene migajón.	Suelo profundo: tiene mucho migajón.
Materia orgánica	Fuerza de la tierra o cuerpo. El suelo tiene más presencia de hojas, animales (insectos) y estiércol. Es un indicador de la fertilidad del suelo.	Tierra muy débil: no se le observa material vegetal.	Tierra fuerte: se puede observar el material vegetal.
Drenaje	Capacidad del suelo para eliminar el exceso de agua en el tiempo.	Alta capacidad del suelo de eliminar el agua: es considerado como una coladera.	La velocidad de eliminar el exceso de agua es muy lenta, provocando que el suelo se sature.

Fuente: Elaboración propia a partir de los testimonios de los habitantes de la comunidad.

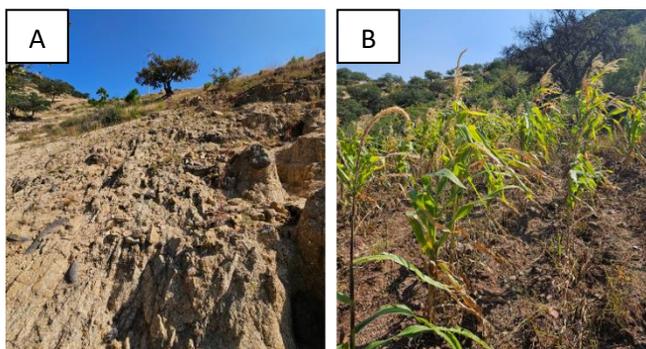
3.1.2. Caracterización del suelo: Tipos de tierras

En la comunidad de San José de Otates Sur, los habitantes distinguen dos tipos de suelo principales: la tierra blanca y la tierra negra. Esta clasificación del suelo se fundamenta en las características y cualidades descritas en la sección anterior.

Estas descripciones reflejan cómo los agricultores locales han desarrollado un conocimiento empírico que les permite identificar las limitaciones de sus suelos, sin recurrir a instrumentos científicos. En el marco de la etnopedología, este tipo de clasificación local es vital, pues revela la capacidad de los agricultores para interpretar su entorno, lo que a su vez facilita la adopción de prácticas agrícolas ajustadas a las características específicas del suelo.

La figura 4 ilustra los paisajes representativos donde se encuentran estas clases de suelo, que corresponden a las clasificaciones locales, destacando los colores característicos que permiten su diferenciación. La imagen A destaca el paisaje por la presencia de un suelo claro, identificando como tierra blanca, se observa la superficie rocosa y erosionada, con escasa vegetación y árboles dispersos. En contraste, la imagen B, el paisaje muestra un suelo más oscuro, correspondiente a la tierra negra, indicando una mayor cantidad de materia orgánica y capacidad de retención de humedad. La imagen destaca una superficie cultivada con plantas de maíz y vegetación es más densa.

Figura 4. Paisaje en las dos clases de tierra de la comunidad de San José de Otates Sur, León, Guanajuato. A) Tierra blanca y B) Tierra negra.



Fuente: Elaboración propia a partir de las fotos tomadas por el equipo de trabajo

3.1.2.1. Tierra Blanca

La tierra blanca se caracterizó a partir de la información obtenida a partir de los testimonios recuperados durante las entrevistas y grupos focales realizados en la comunidad y la observación participante.

Las características físicas determinantes para la clasificación de la tierra blanca de acuerdo con los siguientes testimonios son: su textura arenosa y una abundancia considerable de poros, el color del suelo, su baja concentración de materia orgánica y su baja retención de humedad.

En San José de Otates Sur, se destaca la diferencia entre la tierra negra y la tierra blanca en términos de fertilidad y manejo agrícola. Según el testimonio del informante G, las tierras blancas, predominantemente arenosas, carecen de nutrientes

esenciales para el desarrollo de la vegetación. La tierra blanca no solo representa un desafío significativo para la agricultura, debido a su composición arenosa y su carencia de nutrientes, sino que también plantean problemas para el equilibrio del ecosistema local. Debido a su baja capacidad de retención de agua y nutrientes, estas tierras requieren una intervención constante, enriquecerlas manualmente mediante la adición de materia orgánica, como estiércol animal, para mejorar su estructura y contenido nutritivo. Tal como se puede apreciar en el siguiente testimonio:

"En las tierras blancas siempre tratamos de darles cuerpo... echarle estiércol de los animales... Si no les hecho uno nada no dan nada, es arena y no tiene nutrientes" (Testimonio del informante G, obtenido en el grupo focal realizado en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2024).

Sin esta intervención, la tierra blanca no produce buenos rendimientos agrícolas, lo que resalta su dependencia de insumos externos para ser productiva, a diferencia de la tierra negra, que naturalmente posee mayor capacidad para sostener cultivos.

Esta situación afecta la biodiversidad del área, ya que la baja capacidad de retención de agua y nutrientes no solo limita la productividad agrícola, sino que también impacta negativamente en la fauna y flora nativa, que dependen de suelos más ricos para sobrevivir.

Figura 5. Suelo conocido como tierra blanca. Exposición del lecho rocoso.



Fuente: Fotografía tomada por el grupo de trabajo.

Desde el enfoque de la pedología, el suelo conocido como "tierra blanca" (Fig. 5) presenta una textura arenosa acompañada de una estructura suelta y friable, lo que favorece un drenaje rápido del agua. No obstante, esta característica también limita significativamente su capacidad para retener la humedad y los nutrientes esenciales necesarios para el desarrollo de la vegetación natural y cultivos como el maíz y el frijol, predominantes en la región.

Otra característica física notable de la tierra blanca es su baja densidad aparente, que implica una mayor cantidad de espacio poroso en comparación con suelos más compactos. Aunque esta propiedad puede favorecer la aireación de las raíces, también resulta en una menor capacidad de retención de agua. Según los testimonios obtenidos en las entrevistas, la capacidad este suelo para retener nutrientes, es generalmente baja debido a su contenido reducido de materia orgánica y minerales arcillosos, ambos cruciales para la fertilidad del suelo.

Además, la tierra blanca es altamente susceptible a la erosión debido a su composición predominantemente arenosa, como se puede observar en la figura 6. Esta vulnerabilidad aumenta la pérdida de la capa superficial del suelo, lo que arrastra consigo los pocos nutrientes disponibles, afectando negativamente tanto la agricultura como el equilibrio ecológico del área.

Figura 6. Textura arenosa y presencia de fragmentos gruesos superficiales.



Fuente: Fotografía tomada por el grupo de trabajo.

De acuerdo con la información proporcionada por algunos informantes de la comunidad y las características físicas observadas en el suelo, se concluye que la productividad de la tierra blanca oscila entre baja y muy baja.

Según estimaciones de la comunidad de San José de Otates Sur, aproximadamente el 85% del territorio está compuesto por este tipo de suelo, lo que plantea un desafío considerable para las actividades agrícolas y el manejo del ecosistema en la región.

3.1.2.2. Tierra negra

En San José de Otates Sur, la tierra negra se distingue por su alta capacidad de retención de humedad en comparación con la tierra blanca, que es predominantemente arenosa. Según el testimonio del informante A, aunque la capa superficial de la tierra negra puede parecer seca tras varios días sin lluvia, al excavar se encuentra humedad en las capas inferiores (Fig. 7). Esta propiedad es clave para su fertilidad, ya que permite que la humedad permanezca en el suelo por más tiempo, proporcionando un ambiente más favorable para el cultivo, incluso en condiciones de baja precipitación. Así, este tipo de suelo es ideal para el desarrollo de la milpa, permitiendo un crecimiento más vigoroso y sostenido en comparación con suelos arenosos, donde el agua se pierde rápidamente. En palabras de uno de los informantes:

“La tierra negra retiene mucha más humedad que la tierra blanca, ... la que al fin de cuentas es arena prácticamente. La tierra negra contiene más humedad ... vemos la parte de encima, la capa del suelo, o sea aquí encima está seco y ya tiene días que no llueve, pero luego le damos la vuelta y acá está húmedo; entonces, la retención del líquido es muy buena, por eso estas tierras son más fértiles que las tierras arenosas porque en estas la humedad se retiene más. Si no llueve, así muchote, de todos modos, la humedad ahí esta y a la milpa le proporciona mucho más” (Testimonio del informante A obtenido en la entrevista a profundidad realizada en la comunidad San José de Otates Sur, 01 de noviembre, 2023).

Figura 7. Agregado del suelo. Barbecho en tierra negra.



Fuente: Fotografía tomada por el equipo de trabajo.

Desde el enfoque de la pedología, la tierra negra presenta características altamente favorables para el cultivo de plantas en la comunidad. Su tonalidad oscura es un indicador clave de una mayor concentración de materia orgánica, un elemento esencial en la mejora de la calidad del suelo. Esta materia orgánica no solo enriquece el suelo al aportar nutrientes vitales para el crecimiento de las plantas, sino que también desempeña un papel fundamental en la fertilidad del suelo al mejorar su estructura y capacidad para retener tanto agua como nutrientes. Este incremento en la retención hídrica y de nutrientes garantiza una disponibilidad más constante de estos recursos a lo largo del ciclo de crecimiento de los cultivos.

Desde una perspectiva pedológica, la estructura del suelo de la tierra negra, caracterizada por la formación de agregados, es otro factor crucial. Estos agregados facilitan el desarrollo de las raíces al mejorar la aireación y el drenaje del suelo, factores esenciales para evitar la saturación y la erosión, especialmente en períodos de lluvias intensas. Además, la porosidad que ofrecen los agregados crea espacios donde las raíces pueden extenderse, permitiéndoles acceder a oxígeno y nutrientes indispensables para su crecimiento saludable. Esta interacción entre la estructura del suelo y la materia orgánica convierte a la tierra negra en un recurso óptimo para la agricultura sostenible en la región.

La tierra negra en San José de Otates Sur se caracteriza por ser un suelo fuerte y pesado, con una notable capacidad para filtrar el agua sin provocar erosión significativa. Según el informante A, este tipo de suelo permite que el agua se infiltre gradualmente, lo que contrasta con la tierra blanca o arenosa, donde incluso una ligera lluvia puede generar erosión rápida y llevarse la capa superficial del suelo. Esta mayor estabilidad del suelo negro lo convierte en una opción más resistente a la degradación en comparación con los suelos arenosos, los cuales son más vulnerables a la pérdida de nutrientes y estructura tras eventos de precipitación.

“Estas tierras, por lo regular son muy fuertes, la tierra negra es muy pesada y lo que hace el agua es que se filtra, casi la mayoría de las veces es filtrarse como que no arroya mucho. A diferencia de la tierra blanca que esa con una lloviecita que caiga, luego luego ... se la lleva. Es mucho más fácil que se degrade el suelo arenoso, que este tipo de suelo” (Fuente: testimonio del informante A obtenido en la entrevista a profundidad realizada en la comunidad San José de Otates Sur, 01 de noviembre, 2023).

La distribución espacial predominante de la tierra negra en las zonas con pendientes más pronunciadas puede estar asociada con procesos naturales de formación del suelo, como la deposición de sedimentos orgánicos y minerales transportados por el agua de lluvia. Estas áreas tienden a ser menos propensas a la erosión y más favorables para la acumulación de materia orgánica, lo que contribuye a la fertilidad del suelo y su capacidad para mantener la humedad. La vegetación principal que se desarrolla de manera natural en este tipo de suelo son los encinos.

Se ha observado que la vegetación y el material vegetal como las hojas caídas, actúan como una esponja natural, facilitando la filtración del agua hacia el subsuelo. Según el testimonio del informante E, estas hojas contribuyen a retener y canalizar el agua de lluvia hacia las capas inferiores del suelo, lo que favorece el proceso de infiltración en la tierra negra. Este fenómeno refuerza la capacidad del suelo para mantener la humedad, proporcionando condiciones óptimas para el crecimiento de cultivos, al tiempo que ayuda a prevenir la erosión y degradación del terreno.

“La misma hoja es como una esponja que filtra el agua al subsuelo” (Fuente: testimonio del informante E obtenido durante el recorrido en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2024).

La tierra negra es un tipo de suelo altamente beneficioso para la agricultura debido a su alta concentración de materia orgánica, estructura mejorada y capacidad de retención de agua. Estas características físicas del suelo contribuyen en gran medida a su productividad y son fundamentales para el éxito de los cultivos en la comunidad.

3.1.3. Productividad y presencia de materia orgánica en el suelo

Los conocimientos tradicionales sobre el suelo, recopilados a partir de los testimonios de los habitantes locales, revelan una comprensión detallada y práctica de las características físicas y la funcionalidad del terreno. A través de los testimonios recopilados durante las entrevistas y grupos focales, se evidencia la estrecha relación entre los pobladores y el suelo que cultivan, lo que les ha permitido identificar diversas propiedades de este en función de su experiencia cotidiana. El tipo de conocimientos se alinea conceptualmente con los principios de la etnopedología, una disciplina que nos ayuda a estudiar el conocimiento tradicional sobre suelos, considerando las percepciones, creencias y prácticas de la comunidad rural en el manejo y clasificación de su territorio.

La interacción con la vegetación y la fertilidad del suelo también es un tema recurrente en los testimonios. Uno de los testimonios más reveladoras es: "Lo que es la hojarasca, con esto filtra agua al subsuelo" (informante F, entrevista, 26 de abril de 2024), donde se reconoce la importancia de la capa orgánica superficial en la capacidad del suelo para gestionar el agua. Este tipo de observaciones demuestra la capacidad de los agricultores para identificar los procesos ecológicos que ocurren en el suelo, tales como la filtración de agua y la retención de humedad, aspectos cruciales en su sostenibilidad a largo plazo. A su vez, el manejo tradicional del terreno está profundamente arraigado en prácticas comunitarias, como lo indica la afirmación: *"temporal: maíz y frijol. Es una costumbre, una tradición"* (Testimonio del informante J,) lo que subraya la continuidad histórica de las técnicas de cultivo a pesar de las

limitaciones del suelo. Este manejo cultural del suelo se enlaza directamente con los fundamentos de la etnopedología, que reconoce la importancia de las prácticas agrícolas heredadas para la conservación de los suelos y el manejo sostenible del ecosistema.

En relación con la percepción local sobre el papel de la materia orgánica en el suelo, los testimonios recabados durante los grupos focales y la observación participante en la comunidad de San José de Otates Sur revelan una comprensión profunda de la importancia de este componente en los ecosistemas agrícolas. Los informantes destacan que la materia orgánica no solo enriquece el suelo, sino que también contribuye a la conservación de la humedad y la fertilidad de éste.

El informante B señaló de manera concisa que *"la materia orgánica le da nutrientes al suelo"* (Testimonio de informante en el grupo focal, 26 de abril de 2024), lo que refuerza la idea de que la descomposición de residuos vegetales y animales es vista como un proceso esencial para la regeneración del suelo y el mantenimiento de su fertilidad. Esta perspectiva coincide con estudios previos que subrayan el papel de la materia orgánica en la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas (Johnston et al., 2009).

Por su parte, el informante F aportó una visión más detallada al explicar que *"la hojarasca... filtra agua al subsuelo y genera alimento para las plantas"* (Testimonio obtenido durante visita y observación participante, 26 de abril de 2024). Este testimonio resalta no solo el valor nutritivo de la materia orgánica, sino también su papel en la regulación del ciclo hídrico. El énfasis en que *"tiene humedad, tiene nutrientes... tiene las condiciones idóneas para sobrevivir"* sugiere una percepción holística del suelo como un sistema dinámico donde la materia orgánica desempeña un papel central en la creación de un entorno favorable para el crecimiento vegetal.

Ambos testimonios corroboran la idea de que los agricultores locales valoran altamente la materia orgánica como un recurso fundamental para el mantenimiento de

la productividad agrícola y la sostenibilidad del suelo, lo que refleja un conocimiento ecológico tradicional en sintonía con prácticas agrícolas sustentables.

Esta comprensión local sobre la función de la materia orgánica coincide con la literatura científica actual, la cual sostiene que la incorporación de residuos orgánicos en el suelo mejora su estructura, aumenta su capacidad de retención de agua y favorece el desarrollo de microorganismos beneficiosos (Julca-Otiniano et al., 2006). Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio refuerzan la importancia de promover prácticas que fomenten el manejo adecuado de la materia orgánica como estrategia clave para la sostenibilidad del suelo.

Materia orgánica

El conocimiento local también destaca la importancia de la materia orgánica presente en ambos tipos de suelo. La tierra negra contiene una mayor cantidad de "materia orgánica vegetal", lo que contribuye a su mayor fertilidad y capacidad de retención de agua. En contraste, la tierra blanca es vista como más pobre en este aspecto, lo que exige la adición de materia orgánica para mejorar su calidad.

3.2. Conocimiento de la comunidad sobre la degradación del suelo

De acuerdo con las observaciones de las características físicas del suelo hechas durante las visitas de campo y la información recabada a través de entrevistas con algunos habitantes, nos pudimos dar cuenta que el principal problema de degradación del suelo es la erosión causada mayormente por flujos de agua. Debido a esto, actualmente la comunidad enfrenta un gran reto en su territorio, ya que los suelos de zonas áridas y semiáridas son más vulnerables a sufrir altas tasas de erosión hídrica (Borrelli et al., 2017, Ziadat y Taimeh, 2013), una de las formas de degradación del suelo de mayor extensión a nivel mundial (De la Torre–Robles et al., 2023).

Los habitantes expresan una conciencia sobre esta problemática del suelo: "*hay zonas donde se está deslavando y yendo la tierra*" (Testimonio del informante C, observación participante, 26 de abril de 2024), lo que sugiere una preocupación creciente por la pérdida de suelo fértil debido a prácticas agrícolas intensivas o a

eventos naturales. Este conocimiento no solo refleja una comprensión empírica de la degradación del suelo, sino que también denota una percepción de la sostenibilidad a largo plazo del uso del terreno. Desde una perspectiva etnopedológica, este tipo de conocimiento tradicional es clave para diseñar intervenciones que respeten las dinámicas culturales y sociales de las comunidades agrícolas, considerando medidas que incluyan conocimientos locales y científicos para mitigar la degradación del suelo.

La degradación del suelo es una condición que se ha observado e identificado en la comunidad, definiéndola como la pérdida de las propiedades, los nutrientes y la capacidad del suelo. El nivel más extremo de degradación lo identifican como la pérdida o remoción del suelo (Fig. 8). Como se puede ver en los siguientes testimonios:

"Los suelos pierden sus propiedades, sus nutrientes y su capacidad" (Fuente: testimonio del informante E obtenido en la entrevista realizada en la comunidad, 04 de julio, 2024).

"Hay zonas donde se está deslavando y yendo la tierra y ahí ya no sale ni el pasto" (Fuente: testimonio del informante C obtenido durante el grupo focal 1 realizado en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2024).

Figura 8. Desarrollo de cárcavas en el suelo de Tierra blanca en la comunidad de San José de Otates Sur.



Fuente: Fotografía tomada por el equipo de trabajo.

Partiendo del enfoque que nos brinda la pedología, se determina que la escorrentía superficial provoca la remoción de los horizontes superficiales, que contienen los niveles más altos de nutrientes y materia orgánica, y lleva a la reducción o pérdida total de la cobertura vegetal y la fauna del suelo (Predes et al., 2017, p. 11).

Los informantes que entrevistamos durante la investigación nos hicieron referencia a este fenómeno de degradación del suelo a partir de su percepción y conocimiento del territorio.

Durante uno de los grupos focales realizados en la comunidad, uno de los participantes destacó el cambio significativo en la calidad del suelo con el paso del tiempo. En su testimonio, el informante mencionó que *"antes el suelo tenía mucho migajón"* (Fuente: testimonio del informante D obtenido en durante el grupo focal 1 realizado en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2023), refiriéndose a una capa superficial rica en materia orgánica que facilitaba el cultivo y la retención de agua. Sin embargo, señaló que en la actualidad *"solo hay piedras"* (Fuente: testimonio del informante D obtenido en durante el grupo focal 1 realizado en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2023), lo que indica un proceso avanzado de erosión y pérdida de suelo fértil. Este deterioro, según el informante, se debe al constante deslave del terreno, lo que ha dejado expuesta la capa rocosa subyacente, afectando gravemente la capacidad productiva del suelo.

"Antes el suelo tenía mucho migajón, actualmente solo hay piedras, porque el suelo ya está muy deslavado" (Fuente: testimonio del informante D obtenido en durante el grupo focal 1 realizado en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2023).

En una de las entrevistas a profundidad, se destacó la presencia de cárcavas en la región, señalando que los habitantes locales suelen referirse a ellas como "arroyitos". En su explicación, el informante mencionó que lo que comúnmente se percibe como pequeños arroyos en realidad son cárcavas, es decir, profundas incisiones en el terreno causadas por la erosión. Aunque estos fenómenos son reconocidos localmente como "arroyitos", su impacto erosivo en el suelo es considerable, contribuyendo al deterioro de la superficie y a la pérdida de capas fértiles.

"Los arroyitos esos son cárcavas. O sea, los arroyitos que nosotros vemos, es cárcava... Nada más que es más fácil conocerlos por arroyitos" (Fuente: testimonio obtenido en la entrevista a profundidad del informante A en la comunidad San José de Otates Sur, 01 de noviembre, 2023).

Este proceso erosivo, favorece la formación de canales conocidos como cárcavas (Fig. 8). Estas formaciones en el paisaje son el resultado de un proceso socio-climático, comúnmente desencadenado por actividades antropogénicas y factores físicos, tales como el uso inadecuado del suelo y de la vegetación, el sobrepastoreo, la topografía y las características del suelo, entre otros (Paredes et al., 2017, p. 26; Bravo-Espinosa, 2010).

En el caso específico de San José de Otates Sur, desde el enfoque de la pedología, el fenómeno erosivo se puede atribuir directamente a dos factores físicos: 1. vulnerabilidad del suelo debido a sus características físicas, y 2. baja cobertura vegetal del suelo, debido a la sobre explotación de los recursos maderables previa a la declaración de ANP. Las cárcavas representan una degradación extrema del terreno, alterando el relieve y volviéndolo prácticamente improductivo para cualquier uso del suelo (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

Un habitante de 65 años de la comunidad de San José de Otates Sur recordó que las cárcavas han estado presentes en la zona desde que tiene memoria. Aunque mencionó que estas formaciones ya existían cuando era joven, también destacó que han ido creciendo con el paso de los años. Este testimonio sugiere que la erosión del terreno ha sido un problema persistente en la región por décadas, agravándose con el tiempo y evidenciando la necesidad de implementar estrategias más efectivas de conservación del suelo.

"Han ido creciendo, pero pus desde que yo me acuerdo ya había cárcavas aquí" (Fuente: testimonio obtenido en la entrevista a profundidad del informante H en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril de 2024).

Una vez formadas, las cárcavas tienden a continuar creciendo, siendo muy difíciles y costosas de erradicar o controlar (Paredes et al., 2017, p. 26).

3.3. Prácticas tradicionales de manejo del suelo

El conocimiento tradicional sobre el manejo del suelo posee un potencial significativo para el desarrollo de estrategias más eficientes y adaptadas a las condiciones específicas de la región. Por ejemplo, el uso de estiércol de cabra para fertilizar la tierra

es una práctica tradicional en San José de Otates Sur, que ha demostrado ser altamente beneficiosa. El estiércol de cabra no solo proporciona nutrientes esenciales, sino que también mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de humedad y la capacidad de intercambio catiónico, lo que favorece el crecimiento de las plantas.

La región enfrenta actualmente desafíos significativos debido al cambio climático. Basándonos en los testimonios de los pobladores, podemos decir que los periodos de lluvia han cambiado de manera significativa en las últimas 2 décadas de manera notable, resultando en una escasez de agua que limita la agricultura local, la sobrevivencia y el crecimiento de la vegetación nativa de la región. En este contexto, el uso de estiércol adquiere aún mayor relevancia. Al mejorar la retención de humedad en el suelo, el estiércol ayuda a mitigar los efectos de la sequía, proporcionando un ambiente más favorable para el crecimiento de los cultivos.

La tradición de usar estiércol en la agricultura de San José de Otates Sur no es solo una práctica agrícola, sino un ejemplo de cómo los conocimientos ancestrales pueden contribuir a la sostenibilidad y resiliencia frente a los cambios ambientales. Incorporar estos conocimientos en las políticas y proyectos agrícolas es fundamental para desarrollar estrategias adaptadas a las realidades locales y garantizar la seguridad alimentaria en la región.

Dejar descansar la tierra durante un año es una práctica agrícola tradicional que los habitantes implementan para que la tierra recupere su fertilidad y retenga más humedad. Como se puede leer en el siguiente testimonio de uno de los habitantes: *"La tierra se deja descansar un año para que aguerre fuerza" "Para que agarre más humedad la tierra, guarda más fuerza la tierra no sembrándola cada año"* (Fuente: testimonio del informante I, obtenido en el grupo focal realizado en la comunidad San José de Otates Sur, 01 de noviembre, 2023), este periodo de descanso permite que el suelo "aguerre fuerza", es decir, que se regenere y acumule nutrientes y agua, lo cual resulta esencial para mejorar su productividad en ciclos posteriores. Al no sembrar anualmente, los agricultores aseguran que la tierra conserva mejor sus propiedades, optimizando así el rendimiento de los cultivos en años subsiguientes.

Durante este periodo de descanso, se realiza el barbecho, una técnica que consiste en arar el terreno para aflojar la tierra, mejorando su capacidad de absorción de humedad. Además, el barbecho cumple una función importante en el control de plagas, ya que al remover el suelo se interrumpe el ciclo de vida de muchas especies nocivas para los cultivos. De este modo, se prepara la tierra para el próximo ciclo agrícola, optimizando tanto la salud del suelo como el rendimiento de las cosechas. Sin embargo, los sistemas de labranza convencional intensiva, como el arado, dejan la superficie del suelo desnuda y aflojan las partículas del suelo, lo que causa altos niveles de escorrentía superficial y erosión, además de inhibir la acumulación de materia orgánica, lo que puede afectar negativamente la salud a largo plazo del suelo (Adam & Abdulai, 2023).

La labranza mínima se enfoca en la alteración reducida del terreno, limitándose únicamente a las áreas de siembra y dejando el resto del suelo intacto. Esta práctica, considerada parte de la agricultura de conservación, busca mejorar la sostenibilidad agrícola al proteger la estructura del suelo, promover su resiliencia y mantener su productividad. Al reducir la perturbación del suelo, la labranza mínima favorece la acumulación de materia orgánica y contribuye a la conservación de los recursos naturales, beneficiando tanto el medio ambiente como los medios de vida de los agricultores. (Adam & Abdulai, 2023).

3.4. *Obras y prácticas para el control de la erosión promovidas por el gobierno*

En la comunidad de San José de Otates Sur, de acuerdo con la información recopilada en los grupos focales (Fig. 9), las actividades relacionadas con la conservación del suelo comenzaron relativamente hace poco tiempo. Según el testimonio de un habitante local, las primeras obras de conservación no se realizaron hasta aproximadamente el año 2011, y éstas se llevaron a cabo en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Antes de esa fecha, no existía una práctica sistemática de conservación en la comunidad, lo que

sugiere una falta de intervención institucional previa en temas de manejo y protección del suelo.

"Más antes no, no hacíamos obras de conservación... pues las primeras se me hacen que las hicimos como por el 2011, pero con la SEMARNAT" (Fuente: testimonio del informante A, obtenido durante la observación participante en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2024).

Figura 9. Grupo focal. Conocimiento del suelo y sus problemáticas.



Fuente: Fotografías tomadas por el equipo de trabajo.

A partir de ese año se han implementado varios proyectos comunitarios auspiciados por el gobierno para la producción de enmiendas orgánicas, tales como la composta, la lombricomposta y el bocashi. Estos proyectos tienen como objetivo principal aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y mejorar la retención de humedad, factores clave para la sostenibilidad del ecosistema y productividad agrícola. Las enmiendas orgánicas no solo enriquecen el suelo con nutrientes esenciales, sino que también mejoran su estructura, fomentando la biodiversidad microbiana y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos.

A pesar de los beneficios potenciales, la adopción de estas prácticas por parte de la comunidad ha sido limitada. La integración de nuevas técnicas agrícolas implica cambios en la distribución de las actividades diarias, lo cual impacta directamente la dinámica social y cultural de la comunidad. Este caso subraya la importancia de involucrar y considerar a los actores locales en la toma de decisiones, asegurando así la continuidad y el éxito de los proyectos. La participación activa y el conocimiento

tradicional de los agricultores son cruciales para adaptar las nuevas prácticas a las condiciones locales y garantizar su sostenibilidad a largo plazo. El conocimiento acumulado a lo largo de generaciones, resultado de su interacción constante con el entorno natural y de la experiencia directa con los ciclos climáticos, las características del suelo y los cultivos predominantes en su región, no solo es valioso para identificar problemas y desafíos particulares, sino también para desarrollar soluciones que sean culturalmente aceptables y técnicamente viables.

Además, involucrar activamente a los agricultores en el diseño, implementación y evaluación de nuevas prácticas promueve un sentido de pertenencia y compromiso hacia las iniciativas propuestas. Esta participación permite que las estrategias se ajusten en tiempo real a las necesidades y limitaciones del contexto local, maximizando su eficacia y reduciendo la posibilidad de rechazo o abandono. Ellos al ser los principales usuarios de estas estrategias, son quienes pueden evaluar de mejor manera si estas se alinean con sus capacidades, recursos y valores.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a partir de 2003 puso en marcha una política pública que busca conservar de manera activa los ecosistemas del país a través de incentivos económicos a la población propietaria de terrenos forestales (CONAFOR, 2022).

En San José de Otates Sur, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SMAOT) ha impulsado la elaboración de obras de conservación del suelo a través del trabajo temporal y el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) que promueve acciones integrales para la conservación, el fortalecimiento del capital social y el desarrollo económico sustentable. Este programa busca apoyar a las comunidades, ejidos, Asociaciones Regionales de Silvicultores y propietarios de terrenos forestales (CONAFOR, 2022; CONANP, 2010).

A continuación, se describen las obras de conservación que se han realizado en San José de Otates Sur.

3.4.1. Zanjas trinchera o tinas ciegas

Las zanjas trinchera, también conocidas como tinas ciegas, son obras de conservación de suelos y agua que se utilizan principalmente en zonas rurales y forestales. Su objetivo es reducir la erosión del suelo y aprovechar mejor el agua de lluvia. Este tipo de infraestructura es promovida por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) como parte de sus programas de manejo sustentable de recursos naturales (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

Son excavaciones lineales o en forma de pequeñas presas, ubicadas a lo largo de las pendientes del terreno. Están diseñadas para interceptar, infiltrar y distribuir el agua de escorrentía, evitando su acumulación excesiva y el arrastre de partículas de suelo. De esta manera, contribuyen a la conservación del suelo y a la recarga de acuíferos, al permitir que el agua se infiltre en el subsuelo de forma más controlada (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

El diseño y la ubicación de las zanjas se determinan en función de las condiciones específicas del lugar, como el tipo de suelo, la vegetación y el grado de inclinación de la ladera (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

De acuerdo con el *Manual de obras y prácticas* de CONAFOR, en zonas donde la degradación del suelo es severa, las tinas ciegas son esenciales para recuperar la fertilidad de la tierra, ya que contribuyen a la retención de materia orgánica y a la acumulación de humedad. Esto tiene un impacto positivo tanto en la flora como en la fauna local, fomentando la restauración de ecosistemas degradados (Gerencia de Restauración Forestal, 2018). Sin embargo, los conocimientos y prácticas locales pueden variar. Un testimonio obtenido durante un recorrido en la comunidad de San José de Otates Sur el 1 de noviembre de 2023 señala que: *“Aquí se hicieron en un tiempcito tinas ciegas... pero las tinas ciegas no ayudan mucho a esto. Aquí lo que ayuda más son los potreros, ya sea de piedra o de costal”* (Fuente: testimonio del informante A obtenido durante el recorrido en la comunidad San José de Otates Sur, 01 de noviembre, 2023) (Fig. 10). Este testimonio refleja la importancia de considerar las soluciones que los habitantes locales perciben como más efectivas para sus

condiciones particulares, en este caso, priorizando el uso de potreros para mejorar el manejo del suelo y la retención de agua.

Este tipo de observaciones puede enriquecer el enfoque de proyectos de restauración ambiental, ya que integran tanto el conocimiento técnico como la experiencia comunitaria.

Figura 10. Tinas ciegas. Obra de conservación para el control de la erosión.



Fuente: Fotografía tomada por el equipo de trabajo.

CONAFOR promueve el uso de zanjas trinchera como parte de sus estrategias de manejo sustentable en comunidades rurales, especialmente en áreas donde la agricultura de temporal es común. Su implementación se realiza en coordinación con los habitantes de las comunidades, quienes participan en la construcción y mantenimiento de las zanjas, fortaleciendo la gestión comunitaria de los recursos naturales.

3.4.2. Presas de geocostales

Las presas de geocostales (Fig. 11), estructuras formadas por sacos rellenos de suelo, se utilizan como barreras perpendiculares al flujo de agua para controlar la erosión en cárcavas. Estas presas ayudan a reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales, estabilizar el fondo de las cárcavas, y fomentar la acumulación de

sedimentos. Además, filtran agua y disminuyen el azolve en cuerpos de agua situados aguas abajo (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

El diseño de estas presas debe considerar la localización y medición precisa de las cárcavas, así como la excavación de zanjas para su empotramiento. La altura máxima recomendada para la corona es de 2.5 metros, y su uso es más eficiente en pendientes menores al 15%, permitiendo una mayor retención de sedimentos. No es necesario que la presa alcance la profundidad total de la cárcava; sin embargo, es fundamental calcular correctamente la cantidad de geocostales necesarios según la profundidad y el ancho de la estructura (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

Figura 11. Presa de geo costales. Obra de conservación para el control de la erosión.



Fuente: Fotografías tomadas por el equipo de trabajo.

3.4.3. Acomodo de material vegetal muerto

La obra de conservación de acomodo de material vegetal muerto, según el manual de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), se refiere a una técnica empleada para la restauración de suelos degradados y la prevención de erosión en zonas forestales o rurales. Esta obra consiste en la colocación estratégica de material vegetal muerto, como ramas, troncos o restos de vegetación, sobre la superficie del terreno afectado. El objetivo es minimizar el impacto de la erosión hídrica y eólica, reteniendo suelo y humedad, lo que facilita la regeneración natural de la vegetación nativa (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

Este acomodo genera microhábitats que favorecen la infiltración de agua al subsuelo y propician el establecimiento de especies vegetales locales, que a su vez contribuyen a la estabilidad del suelo a largo plazo (Gerencia de Restauración Forestal, 2018).

Figura 13. Barrera de material vegetal muerto.



Fuente: Fotografías tomadas por los integrantes del equipo

“Allá arriba lo que hacemos, la gente antes pues, poner cerquita y las ramas de los árboles ponerlas como si fueran...presas... y ahí deteniendo la tierra y la hoja qué se trae, a veces hasta la semilla de los árboles y ahí germinan” (Fuente: testimonio del informante B obtenido durante el recorrido en la comunidad San José de Otates Sur, 01 de noviembre, 2023).

Las actividades y prácticas de conservación implementadas en la comunidad, a través del trabajo temporal, han permitido a los habitantes tomar decisiones basadas en las condiciones específicas de su territorio, eligiendo aquellas estrategias que consideran más favorables. Un ejemplo de ello es la construcción de presas utilizando material vegetal muerto, una iniciativa que surgió a partir de la recuperación de conocimientos tradicionales. En la comunidad de San José de Otates Sur, los habitantes han retomado una práctica ancestral que consiste en construir pequeñas cercas con ramas de árboles, las cuales actúan como presas para retener tierra, hojas y otros materiales arrastrados por el agua o el viento. Esta técnica no solo ayuda a prevenir la erosión del suelo, sino que también facilita la acumulación de materia

orgánica, como hojas y semillas. En algunos casos, las semillas quedan atrapadas y germinan en estos sitios, favoreciendo la regeneración natural de la vegetación.

“Lo que es la hojarasca, con esto se filtra agua al subsuelo y genera alimento para las plantas y pues obviamente tiene humedad, tiene nutrientes... tiene las condiciones idóneas para sobrevivir” (Fuente: testimonio del informante F obtenido durante una entrevista en la comunidad San José de Otates Sur, 26 de abril, 2024).

Estos conocimientos destacan la importancia de la materia orgánica del suelo para la retención de humedad, la filtración de agua al subsuelo, el aporte de nutrientes para las plantas y la protección del suelo frente a agentes erosivos, principalmente el agua.

3.5. Limitantes de la investigación

3.5.1. Limitantes de información

En el desarrollo de esta investigación se identificaron diversas limitantes relacionadas con el acceso a la información sobre la comunidad de San José de Otates Sur, así como con la insuficiencia de estudios previos sobre sus condiciones sociales y ecológicas. Estas limitaciones deben ser consideradas para contextualizar los alcances y retos del presente trabajo.

En primer lugar, el acceso restringido a información relevante representó un desafío significativo. La comunidad carece de registros históricos detallados, bases de datos actualizadas y estudios sistemáticos que permitan una caracterización precisa de sus condiciones socioeconómicas y ambientales. Asimismo, la información disponible en archivos oficiales es fragmentada y, en muchos casos, inaccesible. Gran parte de los datos se obtuvieron mediante entrevistas y relatos orales proporcionados por los habitantes.

En segundo lugar, se identificó una marcada deficiencia en investigaciones previas que aborden de manera integral la problemática de la degradación del suelo en esta comunidad. La atención científica hacia esta región ha sido escasa, especialmente desde enfoques interdisciplinarios como la etnopedología, los cuales permiten analizar la interacción entre factores sociales, ecológicos y culturales. Esta

carencia ha dificultado la identificación de patrones y relaciones causales entre las prácticas tradicionales de manejo del suelo y los procesos de erosión. Asimismo, el conocimiento local sobre el manejo del suelo no ha sido valorado, lo que restringe su aprovechamiento como base para estrategias de conservación.

Además, los desafíos logísticos y geográficos representaron otro factor limitante. La ubicación aislada de la comunidad, en una zona rural de difícil acceso, dificultó las visitas frecuentes para la recolección de datos.

Por último, se reconocieron barreras sociales y culturales que influyeron en el proceso de recolección de información. En algunos casos, se observó desconfianza por parte de los habitantes hacia la investigación, lo que pudo limitar la profundidad de los datos obtenidos. Asimismo, la pérdida gradual de prácticas tradicionales debido al cambio generacional dificultó el rescate de conocimientos históricos sobre el manejo del suelo y las estrategias de prevención de erosión.

3.5.2. Limitantes metodológicas

La investigación que se llevó a cabo en San José de Otates Sur, una localidad rural ubicada dentro del Área Natural Protegida Sierra de Lobos, en el municipio de León, Guanajuato, enfrentó diversas limitantes que debieron ser consideradas. En primer lugar, el acceso a la comunidad fue restringido, ya que se encontraba alejada de la ciudad y la única forma de llegar era mediante transporte privado. Esta situación se agravó debido a la calidad de los caminos, los cuales no estaban pavimentados y presentaron dificultades significativas, especialmente durante la temporada de lluvias, lo que dificultó el desplazamiento y el cumplimiento del cronograma de la investigación.

Adicionalmente, las actividades cotidianas de los habitantes de San José de Otates Sur representaron una limitante importante. La población local se dedicó principalmente a la siembra y cosecha de sus terrenos, el cuidado de sus animales, el pastoreo del ganado, la recolección de miel, la ordeña de cabras para la elaboración de queso, así como a trabajos temporales que ofrecieron las autoridades para la conservación del suelo. Estas obligaciones diarias impusieron restricciones sobre la

disponibilidad de tiempo de los residentes para participar en la investigación, lo que nos obligó a ajustar las visitas y actividades a los horarios y disponibilidades de la comunidad.

Por lo tanto, fue fundamental tener en cuenta estas limitaciones de acceso y disponibilidad de los habitantes, ya que impactaron directamente en la planificación y ejecución de la investigación, así como en la recolección de datos y el establecimiento de relaciones de confianza con la comunidad.

SECCIÓN 4. ESTRATEGIA

El manejo sostenible del suelo en San José de Otates Sur debe partir del reconocimiento del socioecosistema, combinando tanto el conocimiento científico como el tradicional. La comunidad posee un conocimiento empírico valioso sobre sus suelos, identificando tipos de suelo, prácticas agrícolas sostenibles y las consecuencias de la degradación del suelo. Esta propuesta busca combinar ambos conocimientos para desarrollar una estrategia de manejo que priorice la sostenibilidad y la resiliencia frente al cambio climático y la erosión.

4.1.1. Conocimiento de la comunidad sobre la erosión

La comunidad de San José de Otates Sur, basada en el conocimiento tradicional transmitido de generación en generación, ha identificado ciertos patrones y causas detrás de la erosión de los suelos, principalmente en los terrenos con tierra blanca. Los habitantes reconocen que la erosión hídrica es el principal agente que desgasta el suelo, y lo asocian con:

- **Pérdida de la capa superficial:** La comunidad reconoce que la tierra blanca, con su baja capacidad de retención de humedad y estructura arenosa, es más vulnerable a ser arrastrada por las lluvias intensas. Los agricultores notan que después de las precipitaciones, los suelos pierden la capa superior más fértil, lo que resulta en una reducción de la productividad de sus cultivos. Este fenómeno se traduce en la formación de cárcavas, surcos o zanjas visibles en las pendientes.
- **Escorrentía superficial:** Los pobladores explican que la falta de cobertura vegetal adecuada, especialmente en las áreas con tierra blanca, intensifica la escorrentía cuando llueve. El agua fluye rápidamente sin ser absorbida por el suelo, lo que agrava la erosión. Para mitigar esto, la comunidad ha implementado prácticas como dejar el material vegetal muerto sobre el suelo, lo que reduce el impacto directo del agua y ralentiza la escorrentía.
- **Cambios en el clima:** La comunidad también atribuye el aumento de la erosión a la disminución de las lluvias y al cambio climático. Las lluvias son más

irregulares y torrenciales, lo que provoca una mayor pérdida de suelo. Esta variación en las lluvias, según los habitantes, ha alterado los ciclos agrícolas y ha hecho más impredecible la preparación de la tierra para el cultivo.

Los conocimientos y prácticas que la comunidad de San José de Otates Sur tiene sobre el manejo del suelo son valiosos, pero presentan limitaciones significativas. Aunque han identificado problemas de erosión y han implementado algunas prácticas como el uso de estiércol y la conservación de la vegetación, estas por sí solas para mitigar completamente la degradación del suelo no son suficientes.

Limitaciones:

- **Recolección del estiércol:** La falta de confinamiento dificulta la acumulación y recuperación del estiércol en cantidades adecuadas, lo que reduce su disponibilidad para el uso. Este contexto obliga a la comunidad a emplear mayores esfuerzos para recolectarlo, afectando así la sostenibilidad y continuidad de esta práctica de manejo del suelo.
- **Libre pastoreo:** Durante el periodo de descanso del suelo, se permite el ingreso de animales para que se alimenten de los residuos vegetales, conocido como rastrojo. Esto reduce la cobertura del suelo, disminuyendo su eficacia en la protección contra la erosión y la conservación de la humedad del suelo.
- **Reducción en el periodo de lluvias:** Disminuye la disponibilidad de agua, afectando la regeneración del suelo y el crecimiento de vegetación necesaria para la cobertura y el control de la erosión. Esta escasez hídrica también impide el desarrollo de cultivos de cobertura y prácticas de rotación, fundamentales para la conservación del suelo en sistemas agrícolas tradicionales.
- **Escasa diversificación de Prácticas:** La comunidad depende en gran medida de un conjunto limitado de técnicas que podrían no ser suficientes para enfrentar la complejidad del problema de erosión.

Suficiencia de la Información: La información recopilada en la fase de diagnóstico ha sido útil, pero no abarca todos los aspectos necesarios para una comprensión

completa del problema. Falta profundizar en el análisis de la interacción entre las prácticas tradicionales y los cambios climáticos recientes.

Tabla 2. Prácticas de manejo identificadas en la comunidad.

Problemática	Práctica	Beneficio	Posibilidad de implementación	Limitantes	Cómo atender limitantes
Pérdida de la fertilidad	Uso de estiércol	Aumenta la materia orgánica	Baja: Los animales no son confinados	Provisión irregular	Crear corrales para la recolección
Falta de humedad	Rastrojo sobre el barbecho	Reduce escorrentía y evita la evaporación del agua	Media: Uso de los residuos vegetales como alimento para el ganado	Libre pastoreo	Regular el acceso de los animales o buscar prácticas alternativas de cobertura. Reforestación
Escases de agua y erosión del suelo	Construcción de bordos	Controla la escorrentía y proveen de agua a la comunidad	Media	Altos costos de construcción Mantenimiento a largo plazo	Monitoreo y formación
Erosión del suelo	Zanjas vivas	Reduce la velocidad del agua y retiene los sedimentos	Media	Efectos a largo plazo	Evaluar alternativas y ajustar prácticas
Erosión del suelo	Acomodo de material vegetal muerto	Mejora la estructura del suelo, retiene el suelo, provisión de materia orgánica	Media	La disponibilidad del material vegetal	Recolectar de manera periódica el material vegetal que se va generando en el territorio.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de los testimonios de los habitantes de la comunidad.

4.2. Objetivos

- Mitigar la erosión del suelo mediante prácticas sostenibles adaptadas a las condiciones locales.
- Incrementar la capacidad de retención de agua y nutrientes de los suelos, especialmente en áreas con tierra blanca.

- Fomentar la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones y la implementación de prácticas de conservación del suelo, aprovechando el conocimiento tradicional y el enfoque de desarrollo territorial endógeno.

4.3. Diagnóstico del suelo

4.3.1. Clasificación y características del suelo

La comunidad distingue dos tipos principales de suelo, a los cuales denominan como:

Tierra blanca

Textura arenosa, alta porosidad, baja retención de humedad y nutrientes, lo que la hace susceptible a la erosión y con baja productividad agrícola. Representa el 85% del territorio de San José de Otates Sur.

Tierra negra

Alta concentración de materia orgánica, buena retención de humedad y nutrientes. Tiene una estructura favorable para el desarrollo de raíces y resistencia a la erosión. Sin embargo, su productividad ha disminuido en algunas áreas debido al estrés hídrico. Este suelo se encuentra en menor proporción en la comunidad, pero es esencial para la agricultura local.

4.3.2. Problemas identificados

Degradación del suelo: La comunidad de San José de Otates Sur ha identificado la erosión hídrica como el principal problema que afecta sus suelos, especialmente en áreas con tierra blanca. Los agricultores observan cómo la capa superficial fértil es arrastrada por la lluvia, lo que reduce la productividad del suelo.

Escorrentía superficial: Los habitantes han notado que la falta de vegetación, combinada con lluvias torrenciales, provoca una rápida escorrentía que agrava la erosión y la formación de cárcavas. Esta situación ha empeorado con el cambio climático, que ha reducido la precipitación regular, pero ha intensificado las lluvias esporádicas.

Impacto del cambio climático: La disminución de la precipitación ha agravado la sequía y ha alterado los ciclos agrícolas, lo que, según los agricultores, contribuye a la degradación del suelo. La irregularidad del clima ha aumentado la vulnerabilidad del suelo a la erosión.

4.4. Estrategia de manejo sostenible del suelo

4.4.1. Evaluación de estrategias de conservación

Para evaluar la efectividad de las estrategias, como las zanjas, los bordos, las presas de geocostales y acomodo de material vegetal muerto, es esencial realizar un monitoreo continuo. Se deben analizar los efectos a largo plazo de estas prácticas, observando su impacto en la erosión y la productividad del suelo.

Para abordar las problemáticas identificadas, se requiere una combinación de restauración de vegetación, construcción de barreras físicas y técnicas de manejo de agua. Las prácticas tradicionales, aunque útiles, pueden no ser suficientes para resolver el problema. Se necesitará incorporar métodos de conservación a partir de estudios sobre la dinámica del suelo en la comunidad.

4.4.1.1. Análisis del suelo

Un análisis del suelo es fundamental. Este estudio proporciona información sobre la composición, estructura y capacidad de retención de nutrientes, lo cual es esencial para complementar las prácticas tradicionales. Permitiría entender mejor cómo interactúan las prácticas agrícolas con las condiciones del suelo y ayudaría a ajustar las estrategias de conservación.

4.4.2. Coproducción de Conocimiento

La coproducción de conocimiento implica un proceso colaborativo donde las experiencias y conocimientos de la comunidad se combinan con la investigación científica, generando un enfoque más holístico y efectivo para abordar la problemática de la erosión. En este sentido, la etnopedología, que estudia la relación entre la sociedad y el suelo, es clave para valorar el conocimiento tradicional de la comunidad.

La coproducción de conocimientos es esencial para desarrollar una estrategia eficaz que mitigue los problemas de erosión del suelo. Esta colaboración:

- Facilita la integración de conocimientos: Permite combinar la experiencia local con métodos científicos, generando soluciones más efectivas.
- Fomenta la Innovación: La interacción entre ambos grupos puede llevar al desarrollo de nuevas prácticas adaptadas a las realidades cambiantes del clima y el uso del suelo.
- Empodera a la Comunidad: Involucrar a la comunidad en el proceso de investigación fortalece su capacidad de adaptación y su sentido de pertenencia.

4.4.2.1. Herramientas para la coproducción de conocimiento

Durante el desarrollo de la presente investigación, se emplearon diversas herramientas con el propósito de conocer el contexto de la comunidad, así como identificar sus problemáticas y las prácticas y conocimientos tradicionales relacionados con el manejo del suelo. No obstante, resulta fundamental seguir utilizando estas herramientas para profundizar en la obtención de información sobre la fertilidad y las características químicas del suelo. Esto permitirá diseñar, de manera colaborativa, una estrategia sostenible de manejo de los recursos edáficos, adaptada a las condiciones locales y culturales.

4.4.2.1.1. Acciones propuestas: Desarrollar espacios de diálogo

Durante el desarrollo de la presente investigación, se emplearon diversas herramientas con el propósito de conocer el contexto de la comunidad, así como identificar sus problemáticas y las prácticas y conocimientos tradicionales relacionados con el manejo del suelo. No obstante, es fundamental continuar utilizando estas herramientas para profundizar en la obtención de información sobre la fertilidad y las características químicas del suelo. Esto permitirá diseñar, de manera colaborativa, una estrategia sostenible de manejo de los recursos edáficos.

Talleres participativos: Se propone la organización de talleres en los que los habitantes de la comunidad compartan sus experiencias sobre la erosión y las prácticas de

manejo del suelo, como el uso de estiércol de cabra y la conservación de material vegetal en la superficie del suelo. Estos espacios de diálogo facilitarán la interacción entre científicos y miembros de la comunidad, promoviendo la integración de conocimientos técnicos y locales.

Observación y práctica conjunta: Se plantea la realización de visitas de campo en las que investigadores y agricultores trabajen juntos para observar las áreas más afectadas por la erosión, como aquellas con tierra blanca, y analicen la efectividad de las prácticas locales, tales como la regulación del pastoreo y el manejo del agua.

Documentación de conocimientos: Se sugiere implementar un sistema para documentar los conocimientos y prácticas tradicionales de la comunidad sobre la erosión, como la conservación de la vegetación para reducir la escorrentía superficial y el uso del estiércol de cabra para mejorar la estructura del suelo.

4.4.2.2. Actores Clave para Atender la Problemática del Suelo

La intervención para abordar la erosión del suelo y mejorar su manejo requiere la participación conjunta de diversos actores:

Científicos:

Investigadores Agrónomos: Expertos en el manejo de suelos, capaces de ofrecer conocimientos sobre técnicas de conservación, rotación de cultivos y mejoramiento de la fertilidad.

Etnopedólogos: Especialistas en la relación entre la cultura y el suelo, que pueden documentar y valorar el conocimiento tradicional de la comunidad sobre la erosión y su gestión.

Climatólogos: Investigadores que analizan los patrones climáticos y su impacto en la agricultura, fundamentales para adaptar las prácticas agrícolas a las nuevas condiciones climáticas.

Ingenieros Ambientales: Profesionales que diseñan infraestructuras como zanjas de infiltración y bordos para mitigar la erosión y mejorar la gestión del agua.

Sociólogos: Expertos en dinámica social, que pueden facilitar la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones y en la implementación de prácticas sostenibles.

Actores Comunitarios:

Agricultores: Poseedores de un profundo conocimiento sobre sus tierras, son los principales ejecutores de las prácticas de conservación.

Líderes Comunitarios: Personas influyentes que pueden facilitar la comunicación y la organización para promover las iniciativas de conservación.

Organizaciones Locales: Grupos que apoyan el desarrollo rural y la conservación ambiental, brindando capacitación y promoviendo la implementación de nuevas prácticas.

Educadores: Docentes que ayudan en la sensibilización y educación sobre la importancia de la conservación del suelo.

Gobierno Local: Autoridades que proporcionan apoyo a través de políticas, recursos y financiamiento para la implementación de prácticas sostenibles.

ONGs y Agencias de Desarrollo: Organizaciones que ofrecen recursos, capacitación y asistencia técnica para fortalecer las capacidades locales.

4.4.2.3. Importancia de la Colaboración

La colaboración entre estos actores es crucial para abordar de manera integral la problemática de la erosión del suelo. Los científicos aportan conocimientos técnicos y metodológicos, mientras que los actores comunitarios brindan una experiencia práctica y un entendimiento profundo de la realidad local. Esta sinergia permite el desarrollo de estrategias que no solo sean efectivas, sino también culturalmente apropiadas y

sostenibles a largo plazo, garantizando un manejo más responsable y duradero de los recursos edáficos.

4.4.2.4. Explicación del fenómeno de la erosión desde la perspectiva de la comunidad

Desde la perspectiva de la comunidad, la erosión se percibe como un desequilibrio en la relación entre la tierra y el agua. Esta comprensión resalta que las prácticas actuales, como el uso de estiércol y la conservación del material vegetal, son pasos importantes para mitigar este problema, pero pueden no ser suficientes por sí solas. Aunque estas técnicas tradicionales han sido efectivas y adaptativas, el desafío de la erosión es complejo y requiere un enfoque más integral.

Para fortalecer estas prácticas, es crucial implementar una serie de acciones complementarias. Por ejemplo, se podría fomentar la reforestación en áreas críticas, lo que no solo restauraría la vegetación, sino que también mejoraría la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. Además, se podrían establecer programas de capacitación que incorporen técnicas modernas de conservación de suelos, junto con el conocimiento tradicional, para ofrecer a los agricultores herramientas más efectivas en su manejo del terreno.

Si bien las prácticas existentes son un buen punto de partida, la promoción continua de estas iniciativas debe ser una prioridad. Se podrían organizar más talleres participativos, no solo para compartir experiencias, sino también para desarrollar estrategias conjuntas que involucren a toda la comunidad en la restauración y el cuidado del entorno. Así, al combinar el conocimiento local con enfoques innovadores, se podría crear un sistema más resiliente que aborde de manera efectiva la erosión y fomente la salud del suelo.

4.4.3. Prácticas de manejo adaptadas

Desde la pedología, la ciencia que estudia la formación, evolución y características del suelo, se promueven diversas prácticas para la recuperación y conservación de este recurso vital. Estas prácticas están orientadas a mejorar la estructura, fertilidad y

capacidad de retención de agua del suelo, así como a mitigar los efectos de la erosión y la degradación, procesos que afectan su productividad y sostenibilidad.

Entre las principales prácticas de recuperación del suelo que se promueven desde la pedología se incluyen:

Conservación de la materia orgánica: Se busca incorporar residuos vegetales y estiércol en el suelo, ya que estos materiales aumentan el contenido de materia orgánica, mejoran la estructura del suelo y fomentan la actividad biológica. La presencia de materia orgánica también ayuda a aumentar la capacidad de retención de agua y mejora la disponibilidad de nutrientes.

Rotación de cultivos: Esta práctica consiste en alternar diferentes tipos de cultivos en una misma parcela a lo largo del tiempo. Al variar las especies cultivadas, se diversifican las demandas de nutrientes del suelo y se interrumpen ciclos de plagas y enfermedades, lo que contribuye a la salud general del suelo.

Técnicas de labranza mínima o labranza cero: Estas prácticas consisten en reducir el volteo y la remoción del suelo, lo que permite conservar la capa superficial y evitar la erosión. Además, se favorece la retención de la humedad y la acumulación de materia orgánica.

Zanjas de infiltración y terrazas: Son estructuras diseñadas para controlar la escorrentía superficial y reducir la erosión en zonas de pendiente. Estas infraestructuras facilitan la infiltración del agua en el suelo, evitando su pérdida y reduciendo la erosión hídrica.

Cubiertas vegetales: Consiste en la siembra de plantas que cubran el suelo entre ciclos de cultivo. Estas plantas protegen la superficie del suelo de la erosión causada por el viento y la lluvia, al tiempo que mejoran su estructura y contenido de materia orgánica.

Reforestación y conservación de vegetación nativa: El establecimiento de árboles y la conservación de la vegetación nativa alrededor de áreas agrícolas ayudan a reducir la erosión, mejorar la retención de agua y proteger los suelos de la degradación.

4.4.3.1. Implementación en Otates Sur

La implementación de estas prácticas en Otates Sur dependería de la evaluación de las condiciones específicas del suelo y el entorno de la comunidad. Sin embargo, muchas de estas estrategias serían aplicables, dada su flexibilidad y eficacia en diferentes contextos. Por ejemplo, el uso de materia orgánica a través de estiércol de cabra, ya practicado en la comunidad, podría complementarse con otras técnicas promovidas desde la pedología, como la rotación de cultivos o la implementación de cubiertas vegetales. Estas últimas contribuirían a mantener la fertilidad del suelo a largo plazo y a reducir la erosión.

Además, en Otates Sur, donde la erosión es un problema reportado, la creación de zanjas de infiltración y terrazas podría ser una solución efectiva para controlar el flujo de agua y evitar la pérdida de suelo fértil, sobre todo en áreas de pendiente o de tierras blancas.

4.4.3.2. Enriquecimiento de las Prácticas Locales

Las prácticas locales, que ya incluyen el uso de estiércol y ciertas estrategias de conservación, podrían beneficiarse enormemente de las técnicas pedológicas. La rotación de cultivos y la incorporación de labranza mínima, por ejemplo, ayudarían a evitar el agotamiento de los nutrientes en el suelo y reducirían la compactación, factores que limitan la productividad agrícola en muchas comunidades rurales. La combinación de estos enfoques permitiría no solo mantener la fertilidad del suelo, sino también aumentar la resiliencia ante eventos climáticos extremos, como sequías o lluvias intensas.

La integración de las prácticas pedológicas con los conocimientos tradicionales de la comunidad de Otates Sur ofrecería un enfoque holístico para la gestión sostenible del suelo, maximizando la productividad agrícola mientras se protege el ecosistema local. Esta sinergia entre ciencia y saberes locales podría conducir a la creación de estrategias adaptadas a las condiciones específicas de la región, asegurando la sostenibilidad a largo plazo.

4.4.4. Fortalecimiento de la capacidad comunitaria

Para fortalecer las prácticas tradicionales de San José de Otates Sur en el manejo de la erosión del suelo y la formación de cárcavas, es esencial fomentar un diálogo de saberes que facilite el intercambio horizontal de conocimientos más que una capacitación técnica. Este enfoque se basa en la coproducción de conocimientos, donde los conocimientos locales y científicos se integran de manera colaborativa y respetuosa, en lugar de imponer soluciones externas.

Diálogo de saberes como herramienta de fortalecimiento

La comunidad cuenta con un conocimiento profundo sobre su ecosistema y las técnicas de manejo de suelo adaptadas a su entorno. Este conocimiento puede enriquecerse mediante un proceso de diálogo y transferencia de conocimientos en el cual expertos en etnopedología y restauración de suelos colaboren estrechamente con la comunidad, reconociendo y valorando sus prácticas y conocimientos tradicionales. A través de talleres participativos y jornadas de campo conjuntas, el intercambio de experiencias y perspectivas permitirá construir soluciones contextualizadas que respeten la identidad cultural de San José de Otates Sur.

Transferencias de conocimiento: hacia prácticas de restauración sostenibles

En el caso específico de las cárcavas avanzadas, es posible introducir conceptos de bioingeniería y restauración estructural (Rivera et al., 2019) en un formato de transferencia de conocimientos que involucre a la comunidad en cada fase del proceso. Por ejemplo, a través de actividades de mapeo participativo y la implementación conjunta de proyectos piloto, la comunidad podrá observar y adaptar nuevas técnicas de manejo de la vegetación y el suelo. Este enfoque fomenta una comprensión compartida sobre el uso de especies nativas y estructuras de contención natural, ampliando las herramientas disponibles para la conservación del suelo sin reemplazar los conocimientos tradicionales.

Proyectos piloto y espacios de colaboración

Los proyectos piloto en restauración de suelos pueden ser un punto de partida efectivo para el diálogo de saberes, donde la comunidad participe activamente en la planificación, ejecución y evaluación de las prácticas implementadas. Estos proyectos permiten que tanto la comunidad como los expertos aprendan en conjunto y se ajusten las prácticas en función de los resultados observados. Así, en lugar de capacitaciones técnicas unilaterales, se promueve una construcción conjunta del conocimiento, fortaleciendo tanto las prácticas de la comunidad como su autogestión en la restauración y conservación de suelos.

Este enfoque basado en la coproducción de conocimientos y el diálogo de saberes permite la integración de soluciones científicas que respetan y valoran los saberes tradicionales. Además, contribuye a la generación de prácticas de restauración sostenibles que se ajustan a las particularidades del entorno y fortalecen la identidad cultural de San José de Otates Sur.

4.5. Importancia de seguir indagando

Es vital continuar investigando los conocimientos tradicionales no documentados sobre la erosión. La comunidad ya ha identificado varios indicadores clave, como la escorrentía superficial y la pérdida de la capa fértil del suelo. Indagar más sobre cómo estas prácticas han sido adaptadas a lo largo del tiempo permitirá encontrar soluciones innovadoras para enfrentar la degradación del suelo y el cambio climático.

Además, valorizar estas prácticas podría fomentar un sentido de identidad y pertenencia entre los habitantes, contribuyendo al desarrollo de un modelo de gestión del suelo más inclusivo y sostenible.

4.6. Conclusiones y recomendaciones

La estrategia de manejo sostenible del suelo en San José de Otates Sur debe ser inclusiva, combinando tanto el conocimiento tradicional como el científico, y adaptarse a las condiciones específicas del territorio. La participación activa de la comunidad y el respeto por su conocimiento son claves para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Las políticas públicas deben ser flexibles y estar abiertas a incorporar las

prácticas locales que han demostrado ser eficaces en la conservación del suelo y la mejora de la productividad agrícola.

SECCIÓN 5. CONCLUSIONES GENERALES

La gestión sostenible del suelo en la comunidad de San José de Otates Sur se basa en un enfoque de socioecosistema, que reconoce que la información necesaria para un manejo efectivo no proviene exclusivamente del ámbito científico, sino que también incluye un valioso conocimiento ecológico tradicional generado de manera empírica por la comunidad. Este conocimiento es fundamental para desarrollar estrategias de manejo del suelo que sean sostenibles y adaptadas a las condiciones locales, resultado de la interacción continua entre los elementos sociales y ecológicos del socioecosistema.

En este contexto, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Estado de Guanajuato ha promovido el uso de fertilizantes químicos como la urea y el sulfato de amonio para aumentar la productividad agrícola. Sin embargo, las consecuencias de esta práctica han sido negativas tanto a nivel ambiental como social. Los costos crecientes de estos fertilizantes, combinados con la dependencia de las precipitaciones, han resultado en impactos económicos desfavorables para las familias locales. Además, la disminución de las lluvias en los últimos años ha exacerbado estos problemas, haciendo que los cultivos absorban solo una fracción del fertilizante aplicado, lo que limita la producción agrícola y agrava la degradación del suelo debido a la toxicidad acumulada y la pérdida de nutrientes esenciales.

En contraste con el enfoque técnico-científico, la comunidad de San José de Otates Sur ha implementado prácticas tradicionales de manejo del suelo que han demostrado ser más sostenibles. Éstas incluyen el uso de estiércol como fertilizante natural, la conservación de material vegetal sobre el suelo para retener humedad y prevenir la erosión, la regulación del pastoreo y la planificación agrícola basada en el ciclo de lluvias. Estas prácticas, a pesar de sus beneficios comprobados, no han recibido el reconocimiento adecuado por parte de las autoridades gubernamentales.

En cuanto a la clasificación de suelos, los habitantes de San José de Otates Sur identifican dos tipos principales: la tierra blanca y la tierra negra. La tierra blanca, caracterizada por su textura arenosa y baja capacidad de retención de humedad, es

menos fértil y más susceptible a la erosión. Aproximadamente el 85% del territorio de la comunidad está compuesto por este tipo de suelo, lo que plantea desafíos significativos para la agricultura. Por otro lado, la tierra negra, con una mayor concentración de materia orgánica, retiene mejor la humedad y los nutrientes, lo que la hace más adecuada para el cultivo. Esta diferenciación local de los suelos refleja un conocimiento profundo y empírico de las características del terreno y su capacidad productiva.

La degradación del suelo, observada en la comunidad principalmente en forma de erosión hídrica, es una preocupación creciente. La pérdida de la capa superficial del suelo, rica en nutrientes y materia orgánica, ha llevado a la formación de cárcavas, haciendo que grandes áreas de terreno sean improductivas. La comunidad ha identificado estas áreas degradadas y ha desarrollado un entendimiento claro de los procesos que las generan, lo que ha llevado a la implementación de prácticas de conservación del suelo, como el uso de barreras vegetales y la construcción de zanjas trinchera, aunque con resultados variables.

Para mitigar la erosión y mejorar la salud del suelo, se han llevado a cabo proyectos comunitarios promovidos por el gobierno, como la producción de enmiendas orgánicas (composta, lombricomposta y bocashi). Estas enmiendas han mostrado potencial para mejorar la retención de humedad y la fertilidad del suelo, aunque su adopción ha sido limitada debido a la necesidad de ajustar las prácticas tradicionales a las nuevas técnicas. Sin embargo, estas iniciativas subrayan la importancia de integrar el conocimiento tradicional en las estrategias de manejo del suelo para asegurar su éxito a largo plazo.

En conclusión, cabe resaltar que la comunidad de San José de Otates Sur enfrenta desafíos significativos relacionados con la degradación del suelo y la sostenibilidad agrícola. Mientras que las prácticas promovidas por las autoridades se han centrado en soluciones técnicas y científicas que han mostrado ser insostenibles a largo plazo, el conocimiento ecológico tradicional de la comunidad ofrece un enfoque más resiliente y adaptado a las condiciones locales. La integración de este

conocimiento en las políticas de manejo del suelo es esencial para desarrollar estrategias efectivas que aseguren la sostenibilidad y productividad del agroecosistema en San José de Otates Sur.

Para lograr una coproducción de conocimientos que hagan sostenible el suelo, se debe inculcar la importancia de los conocimientos tradicionales para la sostenibilidad en la educación de las nuevas generaciones, y se debe establecer que los agricultores son poseedores de conocimientos multigeneracionales y no deben ser limitados a una simple posición de usuario.

Las observaciones que han hecho los habitantes de San José forman una base de conocimiento que, aunque no estandarizada, resulta invaluable para el manejo del suelo y la agricultura en la región. Las descripciones y percepciones proporcionadas por los agricultores demuestran una aguda sensibilidad hacia las características del suelo y los impactos de su uso continuo. La etnopedología, como marco teórico, resulta esencial para comprender estas interacciones, ya que enfatiza la importancia de los conocimientos tradicionales para el estudio del suelo. Al enmarcar esta investigación dentro de la etnopedología, se refuerza la necesidad de valorar y preservar el conocimiento local como parte de cualquier estrategia de manejo sostenible del suelo, promoviendo un diálogo más inclusivo entre el conocimiento científico y el tradicional.

El trabajo realizado durante esta investigación a través de visitas a la comunidad, permitió identificar prácticas locales de manejo, como el uso de estiércol, la conservación de material vegetal y la regulación del pastoreo, que han mejorado la calidad de los terrenos. Sin embargo, estas prácticas no han sido reconocidas por las autoridades.

Valorar y preservar este conocimiento local, promoviendo un diálogo inclusivo entre el saber científico y el tradicional, para desarrollar estrategias de manejo del suelo sostenibles. La concientización sobre la degradación del suelo y la pertenencia al territorio son factores cruciales para establecer una gestión endógena eficaz. Además, la comunidad ha observado el deterioro del suelo, identificado la escasez de

agua como el principal problema y reconocido la necesidad de adoptar medidas preventivas contra la formación de cárcavas.

REFERENCIAS

- Adam, B., & Abdulai, A. (2023). Minimum tillage as climate-smart agriculture practice and its impact on food and nutrition security. *PloS one*, 18(12), e0287441. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287441>
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869–890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Arun Jyoti, N., Lal, R., & Das, A. K. (2015). Ethnopedology and soil quality of bamboo (*Bambusa* sp.) based agroforestry system. *Science of The Total Environment*, 521-522, 372–379. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.059>
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (AEFA). (2021, 7 de marzo). *Acondicionador de suelo*. AEFA - Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes |. <https://aefa-agronutrientes.org/acondicionador-de-suelo>
- Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C. E., & Masera, O. R. (2012). Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource Management Systems. A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995-2010). *Ecology and Society*, 17(3). <https://doi.org/10.5751/es-04910-170325>
- Barrera-Bassols, N., & Zinck, J. A. (2003). Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people. *Geoderma*, 111(3-4), 171–195. [https://doi.org/10.1016/s0016-7061\(02\)00263-x](https://doi.org/10.1016/s0016-7061(02)00263-x)
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251–1262. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:roteka\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:roteka]2.0.co;2)
- Bergez, J.-E., Audouin, E., & Therond, O. (Eds.). (2019). *Agroecological Transitions: From Theory to Practice in Local Participatory Design*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01953-2>
- Bocco, G. (2019). Vulnerabilidad, adaptación y resiliencia sociales frente al riesgo ambiental. *Teorías subyacentes. Investigaciones Geográficas*, (100). <https://doi.org/10.14350/rig.60024>
- Borda, P., Dabenigno, V., Freidin, B., & Güelman, M. (2017). Estrategias para el análisis de datos cualitativos: Vol. 2. Herramientas para la investigación Social Serie: Cuadernos de Métodos y Técnicas de la investigación social ¿Cómo se

hace? Centro de Documentación e Información, Instituto de Investigaciones Gino Germani.

- Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schütt, B., Ferro, V., Bagarello, V., Van Oost, K., Montanarella, L., & Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature Communications*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7>
- Bouma, J., & McBratney, A. (2013). Framing soils as an actor when dealing with wicked environmental problems. *Geoderma*, 200-201, 130-139. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.02.011>
- Bravo-Espinosa, M., Mendoza, M. E., Medina-Orozco, L., & Sáenz-Reyes, T. (2010). Características y control de cárcavas. *Terra Latinoamericana*, 28(3), 281-285. Recuperado en 28 de noviembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000300011&lng=es&tlng=es.
- Castelán Vega, R. (2022, 5 de agosto). ¿Qué es la etnoedafología? *Saberes y Ciencias*. <https://saberesyciencias.com.mx/2022/08/05/que-es-la-etnoedafologia/>
- Castelán Vega, R. (2022, 5 de agosto). ¿Qué es la etnoedafología? *Saberes y Ciencias*. <https://saberesyciencias.com.mx/2022/08/05/que-es-la-etnoedafologia/>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2016). *El Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria en el México contemporáneo (Reporte)*. Cámara de Diputados.
- Cherlinka, V. (2022, 19 de octubre). *Erosión Del Suelo Agrícola: Tipos, Efectos, Cómo Evitarla*. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/erosion-del-suelo/>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2010, 16 de julio). *Pago Por Servicios Ambientales en Áreas Naturales Protegidas*. [gob.mx. https://www.gob.mx/conanp/documentos/pago-por-servicios-ambientales-en-areas-naturales-protegidas](http://www.gob.mx/conanp/documentos/pago-por-servicios-ambientales-en-areas-naturales-protegidas)
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2012). *Diagnóstico participativo. En Métodos e instrumentos para realizar el diagnóstico participativo comunitario (pp. 3–71)*. Secretaría de Medio Ambiente t Recursos Naturales (SEMARNAT). <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/37/4017Diagnóstico%20participativo.pdf>

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2022, 26 de abril). Pago por Servicios Ambientales: Incentivos económicos para la conservación de los ecosistemas. gov.mx. <https://www.gob.mx/conafor/articulos/pago-por-servicios-ambientales-incentivos-economicos-para-la-conservacion-de-los-ecosistemas>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021, 8 de julio). Patrimonio biocultural | Biodiversidad Mexicana. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/patrimonio-biocultural>
- Cruz, C. E., Zizumbo, V. L., & Chaisatit, N. (2019). La gobernanza ambiental: el estudio del capital social en las Áreas Naturales Protegidas. *Territorios* (40), 29-51. Doi: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6147>
- Dabenigno, V. (2017). La sistematización de datos cualitativos desde una perspectiva procesual. De la transcripción y los memos a las rondas de codificación y procesamiento de entrevistas. En *Estrategias para el análisis de datos cualitativos: Vol. 2. Herramientas para la investigación Social Serie: Cuadernos de Métodos y Técnicas de la investigación social ¿Cómo se hace?* (pp. 22–70). Instituto de Investigaciones Gino Germani. <https://iigg.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/22/2019/11/DHIS2.pdf>
- De la Torre-Robles, L., Muñoz-Robles, C., Huber-Sannwald, E., & Reyes-Agüero, J. A. (2023). Functional stability: From soil aggregates to landscape scale in a region severely affected by gully erosion in semi-arid central Mexico. *Catena*, 222, 106864. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106864>
- Díaz Rodríguez, P., & Santana Talavera, A. (2018). Conectividad vertical: Describiendo la interdependencia entre Sistemas Sociales y Ecológico-Territoriales. En *Antropología Ambiental. Conocimientos y prácticas locales a las puertas del Antropoceno* (pp. 83–98). Icaria.
- Doran, J. W., & Parkin, T. B. (1997). Quantitative Indicators of Soil Quality: A Minimum Data Set. En *SSSA Special Publications* (pp. 25–37). Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub49.c2>
- Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible (ENASAS), Acuerdo (2022, 28 de julio) (México). Diario Oficial de la Federación
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). Portal de Suelos de la FAO. Degradación del Suelo. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2024). *Portal de Suelos de la FAO*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). Guía de buenas prácticas para la Gestión y Uso de los Suelos en áreas rurales. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i8864es/l8864ES.pdf>
- Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). (2009). Guía para la descripción de suelos (4.a ed.). Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/a0541s>
- García Vázquez & Maldonado García. (2021). Saberes locales, capital territorial y transición agroecológica: implicaciones para el desarrollo sostenible en la región de Sierra de Lobos en León, Guanajuato y el Monte Amiata en la Toscana, Italia, en Martínez Pellegrini, S. E., Sarmiento Franco, J. F. y Valles Aragón M. C. (Coords.). Aproximaciones Teórico-Metodológicas para el análisis territorial y el Desarrollo Regional Sostenible. (Vol. I). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.
- García Vázquez, A. I. (2020). El conocimiento tradicional. Capital territorial importante para el Desarrollo Endógeno y Sostenible. En Perspectivas emergentes del desarrollo regional: capital territorial, política pública y desarrollo endógeno local (pp. 193–226). Juan Pablos Editor.
- Gerencia de Restauración Forestal. (2018). Protección, Restauración y Conservación de suelos Forestales. Manual de obras y prácticas (5a ed.). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf> (Obra original publicada en 2004)
- GIZ. (2021). Proyectos generados por el componente de Servicios Ecosistémicos. Programa Protección del Clima en la Política Urbana de México (CiClim).
- González D., Diana Elizabeth. (2020). Patrimonio Cultural Inmaterial Como Herramienta de Conservación y Atracción Turística. Turismo sustentable en comunidades del Área Natural Protegida Sierra de Lobos, Guanajuato. Tesis para obtener el grado de Maestra en Gestión Sustentable del Turismo. <http://rasisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/2933>
- Granatstein, D., & Bezdicek, D. F. (1992). The need for a soil quality index: Local and regional perspectives. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7(1-2), 12–16. <https://doi.org/10.1017/s0889189300004380>

- Harris, J. A. (2003). Measurements of the soil microbial community for estimating the success of restoration. *European Journal of Soil Science*, 54(4), 801–808. <https://doi.org/10.1046/j.1351-0754.2003.0559.x>
- Instituto Municipal de Planeación (Implan). (2016). Polo de desarrollo rural. Nuevo Valle de Moreno. <https://www.implan.gob.mx/pdf/estudios/desarrollo/nuevo-valle-de-moreno.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Guía para la interpretación de cartografía. Edafología: escala 1:250 000. Serie III. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espano/lbvinegi/productos/nueva_estruc/702825076221.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP. (2010). Manejo sustentable de los recursos naturales: Sierra de Lobos, León, Guanajuato (Informe del INIFAP). CENID - RASPA INIFAP. http://cenid-raspa.inifap.gob.mx/demo/modulo/Libros%20Tecnicos/2010/01Libro_Leon.pdf
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2024, 23 de abril). ¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares? International Atomic Energy Agency | Atoms for Peace and Development. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>
- Jiang, K., Teuling, A. J., Chen, X., Huang, N., Wang, J., Zhang, Z., Gao, R., Men, J., Zhang, Z., Wu, Y., Cai, L., Huang, Z., Ma, Z., & Pan, Z. (2024). Global land degradation hotspots based on multiple methods and indicators. *Ecological Indicators*, 158, 111462. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111462>
- Johnston, A. E., Poulton, P. R., & Coleman, K. (2009). Chapter 1. Soil Organic Matter: Its Importance in Sustainable Agriculture and Carbon Dioxide Fluxes. En *Advances in Agronomy* (pp. 1–57). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/s0065-2113\(08\)00801-8](https://doi.org/10.1016/s0065-2113(08)00801-8)
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>
- Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., & Schuman, G. E. (1997). Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Science Society of America Journal*, 61(1), 4-10.

- Kleiche-Dray, M., & Waast, R. (2015). Los saberes autóctonos entre seguridad alimentaria y ambientalismo. Nuevos desafíos para los proyectos de desarrollo rural en la Mixteca oaxaqueña (México). En *Gobernanza Ambiental en América Latina* (pp. 105–134). Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).
- Koch, A., McBratney, A., Adams, M., Field, D., Hill, R., Crawford, J., Minasny, B., Lal, R., Abbott, L., O'Donnell, A., Angers, D., Baldock, J., Barbier, E., Binkley, D., Parton, W., Wall, D. H., Bird, M., Bouma, J., Chenu, C., . . . Zimmermann, M. (2013). Soil Security: Solving the Global Soil Crisis. *Global Policy*, 4(4), 434-441. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12096>
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988, 28 de enero) (México). Diario Oficial de la Federación. https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_social/docs/marco/Ley_GEEPA.pdf
- Maass, J.M. (2012), “El manejo sustentable de socioecosistemas”, en J.L. Calva (ed.), *Cambio climático y políticas de desarrollo sustentable*, Colección Análisis Estratégico para el Desarrollo, t. 14, Ciudad de México: Juan Pablos Editor/Consejo Nacional de Universitarios, pp. 89-99
- Maldonado García, J. y García Vázquez, A. I. (2022). Saberes locales y transición agroecológica en dos comunidades rurales de Sierra de Lobos, Guanajuato. *Entre ciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 10(24), Artículo 13. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.82865>
- McBratney, A., Field, D. J., & Koch, A. (2014). The dimensions of soil security. *Geoderma*, 213, 203-213. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.08.013>
- Muñoz-Villalobos, J. A., González-Barrios, J. L., González-Cervantes, G., Valenzuela-Núñez, L. M., & Velásquez-Valle, M. A. (2011). Cambio de Uso De Suelo en el Área Natural Protegida “Sierra de Lobos”, municipio de León, Guanajuato, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 10(2), 117–122.
- Ortiz Bernad, I., Sanz García, J., Dorado Valiño, M., & Villar Fernández, S. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*. Fundación para el Conocimiento Madrid+D.
- Ortiz Rios, J. C. (2016). *La Etnoedafología como Herramienta Conectiva entre Agricultores Ecológicos de Buga y la Academia*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Agrarias. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56940/20161107058491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ortiz Solorio, C. A., & Gutiérrez Castorena, M. d. C. (2022). Etnoedafología mexicana: 43 años de experiencia. *Ciencia Nicolaita*, (83). <https://doi.org/10.35830/cn.vi83.567>
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Paredes, J. M., Allard, J. O., Fernández, M. A., Foix, N., Olazábal, S. X., Valle, M. N., Montes, A., Rodríguez, S., Simeoni, A., San Martín, C., Ocampo, S. M., Turra, J. M., Maino, J., Sánchez, F., Castro, I., Mendos, G., Quagliano, J. A., & Maza, W. (2017). Sistemas fluviales efímeros e inundaciones repentinas de la ciudad de Comodoro Rivadavia: causas, procesos y mitigaciones. (Informe técnico FCNyCS RDFCNyCS N° 384/17). Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud Departamento de Geología.
- Peña Cabriales, J. J., Grageda Cabrera, O. A., & Vera Núñez, J. A. (2002). Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (15n). *Terra Latinoamericana*, 20(1), 51-56.
- Pérez Rodríguez, G., Ortiz Solorio, C. A., & Gutiérrez Castorena, M. d. C. (2023). Ethnopedology, its evolution and perspectives in soil security: A review. *Soil Security*, 100121. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2023.100121>
- Poder ejecutivo del Estado de Guanajuato. (2012). Declaratoria de la Área Natural Protegida Sierra de Lobos (Gubernativo Número 202). Periódico Oficial del Estado de Guanajuato.
- Rivera P, J. H., Sinisterra R, J. A., & Calle D, Z. (2019). Restauración ecológica de suelos degradados por erosión en cárcavas en el enclave xerofítico de Dagua, Valle del Cauca, Colombia. *Restauración ecológica*. <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2019/06/RESTAURACION-CARCAVA-Dagua.pdf>
- Sarmiento, H. y C. Larrinaga (2021). De otro mundo y en otra lengua. Informes de sostenibilidad sin conflictos ambientales ni pueblos originarios, *Innovar*, 31(82), 87-106.
- Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial SMAOT, Gobierno del Estado de Guanajuato. (2022). Áreas Naturales Protegidas. <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-protegidas>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2008). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2002). *Degradación del suelo*. https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.2_Degradacion/index.htm
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2002). Factores asociados a la degradación del suelo. Compendio de estadísticas ambientales. https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.4_Factores/index.htm#:~:text=Las%20principales%20causas%20de%20degradación,de%20la%20conservación%20del%20suelo.
- Serrato-Sánchez, R., Ortiz-Arellano, A., Dimas-López, J., & Berúmen-Padilla, S. (2002). Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la Comarca Lagunera, México. *Terra Latinoamericana*, 20(3), 329-336.
- Sims, N. C., Green, C., Newnham, G. J., England, J. R., Held, A., Wulder, M. A., ... & McKenzie, N. J. (2021). Good practice guidance. SDG indicator 15.3. 1, proportion of land that is degraded over total land area. In *United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany*.
- Soliz, F., & Maldonado, A. (2012). Guía 5. Guía de metodologías comunitarias participativas. Clínica Ambiental.
- Stocking, M. A. (2001). Land Degradation. En *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 8242–8247). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b0-08-043076-7/04184-x>
- Suárez Paniagua, S. y Gasca Zamora, J. (Eds.) (2020). *Perspectivas emergentes del desarrollo regional: capital territorial, política pública y desarrollo endógeno local*. Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM; Juan Pablos Editor.
- Taco Anco, Y. E. (2022). *Revisión Sistemática: El Impacto Ambiental de la Aplicación de Abono Orgánico Sólido para el Tratamiento de Suelos Agrícolas* [Tesis de licenciatura]. Universidad César Vallejo.
- Toledo, V. M., & Barrera Bassols, N. (2009). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. *Ciencias*, 96(096). Recuperado a partir de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/17958>
- Toledo, V.M.; B. Ortiz-Espejel, L. Cortés, P. Moguel y M.D.J. Ordóñez (2003), "The Multiple Use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: A Case of Adaptive Management", en *Conservation Ecology*, vol. 7, Num. 3, p. 9, <http://www.consecol.org/vol7/iss3/art9/>

- Trucíos-Caciano, Ramón, Estrada-Ávalos, Juan, Cerano-Paredes, Julián, & Rivera-Gonzalez, Miguel. (2011). Dinámica del cambio de uso de suelo en el norte de León, Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(spe1), 127-137. Recuperado en 07 de enero de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000700010&lng=es&tlng=es.
- Vázquez Barquero, A., (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales - Revista de Investigaciones Regionales*, (11), 183-210.
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (s.f.). *Conocimientos tradicionales*. Traditional Knowledge. <https://www.wipo.int/es/web/traditional-knowledge/tk/index>
- Yibeltal, M., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Adgo, E., Meshesha, D. T., Zegeye, A. D., Andualem, T. G., Oh, S. J., Lee, J. C., Kang, M. W., & Lee, S. S. (2023). Analyzing the contribution of gully erosion to land degradation in the upper Blue Nile basin, Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, 344, 118378. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118378>
- Ziadat, F. M., & Taimeh, A. Y. (2013). Effect of rainfall intensity, slope, land use and antecedent soil moisture on soil erosion in an arid environment. *Land Degradation & Development*, 24(6), 582-590. <https://doi.org/10.1002/ldr.2239>