



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Estrategias participativas para prevenir la desertificación en la
microcuenca La Higuera, Peñamiller, Qro.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de:
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

María Asucena Mateos Aguilar

Dirigido por:

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez y
M. en C. Francisco López Galindo

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez
Presidente

Firma

M. en C. Francisco López Galindo
Secretario

Firma

M. en G. Hugo Luna Soria
Vocal

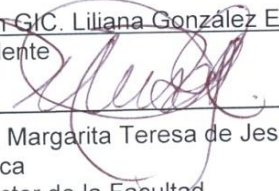
Firma

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero
Suplente

Firma

M en GIC. Liliana González Erives
Suplente

Firma


Dra. Margarita Teresa de Jesús García
Gasca
Director de la Facultad

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre 2015

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

RESUMEN

En México, las zonas áridas y semiáridas ocupan más de la mitad del territorio nacional, el semidesierto queretano es parte de esta región y está conformado por los municipios de Cadereyta, Tolimán y Peñamiller; en este último, donde encontramos a la Microcuenca La Higuera, donde los habitantes han aprovechado al máximo sus recursos naturales para su subsistencia, al grado de comprometer al ecosistema a procesos de desertificación, entendida como la degradación de la tierra en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas que resultan de varios factores incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas, es por lo anterior que el objetivo del trabajo fue generar estrategias socioambientales para prevenir y mitigar los procesos de desertificación en la microcuenca; para lo cual se caracterizó biofísicamente a la microcuenca, se definieron herramientas participativas para rescatar saberes socialmente productivos encaminados a la conservación de suelos, posteriormente se evaluó la degradación de tierras bajo el criterio de WOCAT-LADA, y finalmente se realizaron las estrategias para la conservación y/o mejoramiento de tierras. Con lo anterior se puede afirmar que la microcuenca se encuentra en proceso de desertificación dado en mayor medida por la presencia de erosión hídrica (W) presente en el 43% de la microcuenca, seguida de la degradación biológica (B) estos dos tipos de degradación están relacionados al relieve, el tipo de suelo, clima y las actividades de recolección de orégano y Damiana. Para lograr revertir o detener los procesos de desertificación es necesario involucrar a la población que habita en estos lugares, solo a través de procesos participativos se logra el cuidado de sus recursos naturales y se garantiza la existencia de estos por mucho tiempo más para futuras generaciones.

PALABRAS CLAVE: Desertificación, degradación de tierras, planeación participativa, microcuenca, semiárido.

SUMMARY

In Mexico, the arid and semiarid areas occupy more than half of the country, the semidesert Queretaro is part of this region consists of the municipalities of Cadereyta, Toliman and Peñamiller; in the latter, where we found the microbasin La Higuera, where people have taken full advantage of its natural resources for their livelihoods, to the extent of compromising the ecosystem processes of desertification, defined as land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas resulting from various factors including climatic variations and human activities, it is for this that the objective was to generate social and environmental strategies to prevent and mitigate desertification processes in the watershed; for which it was biophysically characterized the watershed, participatory tools were defined to rescue socially productive knowledge aimed at soil conservation, subsequently degradation of land under the criteria of WOCAT-LADA was evaluated, and finally strategies for conservation are made and / or improvement of land. With the above we can say that the watershed is in the process of desertification given more by the presence of water erosion (W) present in 43% of the watershed, followed by biological degradation (B) these two types of degradation are related to relief, type of soil, climate and collection activities oregano and Damiana. To achieve reverse or halt the processes of desertification is necessary to involve the population in these places, only through participatory processes care of their natural resources is achieved and the existence of these much longer for future generations is guaranteed.

KEYWORDS: Desertification, land degradation, participatory planning, microbasin, semi-arid.

Dedicatoria...

...A mis padres, porque me han ensañado a luchar y no darme por vencida, porque en los peores momentos han estado conmigo acompañándome en cada nueva etapa de mi vida, son un ejemplo de fuerza, constancia y lucha para mí, no pude tener mejores padres, los amo, muchas gracias.

...A Kary, gracias por el apoyo que me has brindado en esta tan complicada pero llena de satisfacciones.

...A Meredith, por ser un ser lleno de amor incondicional para mí, por estar en las buenas y en las malas, porque mis cambios te han afectado y aun así me sigues amando mucho más cada día, doy gracias a la vida por permitirme conocerte, gracias mi niña, te amo.

...A una personita especial que acabo de conocer, esa que su llegada fue inesperada, por la que me levanto cada día, y el mejor impulso para seguir adelante, Naadip, eres el amor de mi vida, gracias a la vida por ponerte en mi camino y que gran compromiso ser un ejemplo para ti, gracias por existir, te amo.

...A Noé, hemos vivido en un vaivén constante, sin embargo aún permanecemos en el camino, muchas gracias por todo el aprendizaje y el trayecto que nos falta. Te amo.

Gracias a la madre tierra por permitirme vivir en este espacio, este trabajo es para ti.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a CONACYT por financiar esta investigación, sin su apoyo, sería casi imposible culminar una etapa de posgrado en este país, exhortando a su vez la reclamación de más fondos para el crecimiento de la ciencia.

A la Dra. Tamara Osorno, por aceptar dirigir este trabajo, aprovechando el espacio para reconocer tu gran humanidad, comprensión, disponibilidad, conocimientos y amistad, fue un placer conocerte y estar bajo tu tutoría, fuiste un gran acierto para la etapa de mi vida que te toco vivir conmigo, muchas gracias.

Al M. en C. Francisco López, sabes de antemano que siempre he admirado tu gran profesionalismo, tu dedicación a la docencia y tu pasión por la generación de conocimiento, por acompañarme en este proceso, por tus consejos y sapiencias, porque eres el tipo de profesionista y de persona que quiero ser, muchas gracias.

A mi roomy y amiga Yoali, por ser mi cómplice, por cuidarme, consentirme y soportarme por 2 años y más en el embarazo, por nuestras platicas, alegrías, tristezas y frustraciones; muchas gracias Yos.

A Alejandra, mujer, amiga, que mayor ejemplo de lucha que la tuya, una guerrera en todos los aspectos, te admiro, te quiero mucho, siempre me hiciste reír, gracias por tu amistad y por los consejos.

Al resto de la banda La Pradera, Eugenio, Samuel, Claudia y Marisol, me llevo en la memoria los instantes que pasamos juntos, la mayoría de alegría y carcajadas, gracias por compartir conmigo sabiduría, conocimientos, experiencias y borracheras, los quiero mucho.

A todos mis compañeros de la generación 12 de la MAGIC, Susa, Ernesto, Álvaro, Carlos, Alonso, Liz y Landy.

A toda la gente del Ejido La Higuera por recibirme y orientarme, en especial a Don Lucio y su familia por el entusiasmo mostrado para la conservación de los recursos de su ejido, personas como ustedes son el cambio para este país.

A Poncho, por ayudarme a realizar los análisis fisicoquímicos de las muestras de suelo, por su compañía y regaños sobre todo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO.....	4
DESERTIFICACIÓN, DEFINICIÓN Y ALCANCES.....	4
INSTRUMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE TIERRAS.....	7
¿QUÉ HACER PARA PREVENIR LA DESERTIFICACIÓN?	8
LA CUENCA COMO UNIDAD MORFO FUNCIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN.....	9
3. ANTECEDENTES	14
4. OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL:	17
OBJETIVOS PARTICULARES	17
5. METODOLOGÍA.....	18
A. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	18
B. MEDICIONES Y ANÁLISIS	20
6. RESULTADOS Y ANALISIS.....	24
6.1 DELIMITACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS PERTENECIENTES A LA MICROCUENCA.....	24
6.1.1 <i>Componente Físico-Geográfico</i>	40
6.1.2 <i>Componente socioeconómico</i>	53
6.1.3 <i>Componente biótico</i>	57
6.2 TIPOS Y GRADOS DE DEGRADACIÓN DE TIERRAS EN BASE AL CRITERIO WOCAT-LADA	66
6.3 METODOLOGÍAS PARTICIPATIVAS PARA SISTEMATIZAR LOS SABERES SOCIALMENTE PRODUCTIVOS.	71
6.4 GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE LAS TIERRAS PARA AFRONTAR EL PROCESO DE DESERTIFICACIÓN.	78
A: MEDIDAS AGRONÓMICAS	78
V: MEDIDAS CON USO DE VEGETACIÓN	95
E: MEDIDAS ESTRUCTURALES	106
M: MEDIDAS DE MANEJO.....	121
S. MEDIDAS SOCIOECONÓMICAS.....	130

C. MEDIDAS CULTURALES	147
7. DISCUSIÓN	155
8. CONCLUSIONES	165
9. REFERENCIAS.....	166
10. ANEXOS.....	174
A. ANEXO FOTOGRÁFICO	174
B. ENTREVISTA	179
C. MORFOMETRIA DE CUENCAS	181
D. TIPOS Y GRADOS DE DEGRADACIÓN DE TIERRAS WOCAT-LADA	183
E. ÍNDICE DE ARIDEZ	186

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	18
FIGURA 2. DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA LA HIGUERA.	37
FIGURA 3. LA CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA MICROCUENCA.....	40
FIGURA 4. TIPOS DE SUELO PRESENTES EN LA MICROCUENCA LA HIGUERA.	47
19. FIGURA 5. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE LA ESTACIÓN 22057 PEÑAMILLER DGE.....	49
FIGURA 6. VALORES DEL ÍNDICE DE HUMEDAD PARA LA MICROCUENCA LA HIGUERA	51
FIGURA 7. VALORES DEL ÍNDICE DE ARIDEZ PARA LA MICROCUENCA LA HIGUERA.....	52
FIGURA 8. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE LA MICROCUENCA LA HIGUERA.	59
FIGURA 9. TIPOS Y GRADOS DE DEGRADACIÓN DE TIERRAS BAJO EL CRITERIO WOCAT-LADA ...	70
FIGURA 10. TIPOS DE LABRANZA	82
FIGURA 11. ESTERCOLERO.....	87

FIGURA 12. LOMBRICOMPOSTERO Y LOMBRICOMPOSTA.	95
FIGURA 13. BARRERAS VIVAS DE NOPAL, MAGUEY Y NOPAL-MAGUEY.....	97
FIGURA 14. TERRAZAS DE MURO VIVO	99
FIGURA 15. CORTINAS ROMPEVIENTOS.....	101
FIGURA 16. REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS	103
FIGURA 17. SISTEMAS AGROFORESTALES.	104
FIGURA 18. CÁRCAVA Y CABECEO DE CÁRCAVAS.	110
FIGURA 19. SUAVIZADO DE TALUDES	111
FIGURA 20. PRESAS DE PIEDRA ACOMODADA.	114
FIGURA 21. MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA.	115
FIGURA 22. PRESAS DE MALLA ELECTROSOLDADA	118
FIGURA 23. BARRERAS DE PIEDRA ACOMODADA EN CURVAS DE NIVEL.....	121
FIGURA 24. UBICACIÓN DE JARDÍN BOTÁNICO.....	133
FIGURA 25. LOCALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS.....	151

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.REGIONALIZACIÓN HIDROLÓGICA.....	24
TABLA 2. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA MICROCUENCA LA HIGUERA.	39
TABLA 3. UBICACIÓN Y CLAVE DE LAS MUESTRAS DE SUELO COLECTADAS EN LA MICROCUENCA LA HIGUERA.	41
TABLA 4. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	42

TABLA 5. ÍNDICES CLIMÁTICOS	50
TABLA 6. FAUNA EXISTENTE EN LA MICROCUENCA LA HIGUERA.....	65
TABLA 7. TIPOS DE SUELO SEGÚN LOS HABITANTES.....	73
TABLA 8. ESPECIES SILVESTRES EXTRAÍDAS POR LOS HABITANTES DE LA MICROCUENCA	75
TABLA 9. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES IDENTIFICADAS POR LA POBLACIÓN.	76
TABLA 10. PROBLEMAS SOCIALES.....	76
TABLA 11. PROBLEMÁTICAS ECONÓMICAS DETECTADAS EN LOS TALLERES.	77
TABLA 12. PROBLEMÁTICAS CULTURALES.....	77
TABLA 13. CONTENIDO TOTAL DE NUTRIENTES EN ALGUNOS ESTÍERCOLES EN MÉXICO	87
TABLA 14. RECETAS PARA ELABORAR BLOQUES NUTRICIONALES	128
TABLA 15. ESPECIES VIABLES PARA LA MICROCUENCA, SEGÚN HABITANTES.	144
TABLA 16. PROGRAMA DEL TALLER PARA EL RESCATE DE LA MEMORIA Y LA IDENTIDAD	148
TABLA 17. PROPUESTAS PARA LA ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA.....	152
TABLA 18. PROPUESTAS PARA LA ZONA MEDIA DE LA MICROCUENCA	153
TABLA 19. PROPUESTAS PARA EL VALLE DE LA MICROCUENCA.....	154

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del manejo y conservación de recursos naturales en las zonas áridas y semiáridas, es evitar la desertificación dado que es un problema que amenaza la seguridad alimentaria del planeta. Se estima que un 70 por ciento de las tierras secas del mundo se encuentran afectadas por la desertificación. Este concepto ha sido definido por la FAO (2007) como “la degradación de la tierra en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas que resultan de varios factores incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas”. Puntualizando además que todos los integrantes de Convención de Lucha contra la Desertificación (CLD), tienen la obligación de “adoptar un enfoque integrado que se ocupe de los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del proceso de desertificación y sequía”.

En México, las tierras secas se encuentran principalmente en los desiertos Sonorense y Chihuahuense y en las regiones centrales influenciadas por el efecto de sombra orográfica generada por las Sierras Madre Occidental y Oriental. Según el índice de aridez, estas ocupan aproximadamente 101.5 millones de hectáreas, poco más de la mitad de nuestro territorio. De esta superficie, las zonas áridas representan el 15.7%; las semiáridas, el 58% y el 26.3% restante corresponde a las zonas subhúmedas secas (SEMARNAT, 2012). De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010), en las tierras secas de México habitaban 33.6 millones de personas, que equivalían al 30% de la población del país. De ellas, 18.1% radica en localidades rurales y 81.9% en localidades urbanas.

En las regiones centrales de México, se encuentra el semidesierto queretano, el cual es una zona semiárida conformada por los municipios de Cadereyta, Peñamiller y Tolimán. Esta región representa una extensión de la Sierra Madre Oriental y las elevaciones fluctúan entre los 2,500 y 2,700 metros sobre el nivel del mar, formando cañadas, serranías y lomeríos; además las zonas de lomeríos presentan pendientes suaves y medias y en las planicies existen suelos pedregosos (Velázquez, 1958).

Las condiciones de aridez que la caracterizan esta zona permiten que se establezca una vegetación de tipo xerófilo (plantas adaptadas a lugares desérticos), cuyas variedades son del tipo matorral, donde algunas de las especies dominantes son: *Pachycereus marginatus* (cardón), *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Opuntia* sp. (nopal) y *Fouquieria splendens* (ocotillo), por mencionar algunas.

Las condiciones climáticas presentes en el semidesierto queretano, han obligado a las poblaciones que habitan en él, a desarrollar complejos sistemas de adaptación acordes a las condiciones de vida agrestes de su medio, sin embargo, en algunos casos las prácticas de manejo han llevado a la sobreexplotación de los mismos, es por ello, que en una de sus actividades económicas principales como es la extracción de recursos forestales no maderable (RFNM), han decidido implementar un plan maestro para el manejo integral del orégano en el semidesierto queretano (SEMARNAT, 2002; Osorno et al, 2009).

En cuanto al sector productivo, se presentan actividades como la ganadería, agricultura, turismo y manejo de recursos forestales no maderables (RFNM). Se ha señalado que la ganadería de caprinos a libre pastoreo en las zonas áridas, puede afectar de manera considerable los suelos del lugar, una agricultura desarrollada en zonas no aptas puede tener el mismo efecto, debido a que el ramoneo perjudica la generación de brotes y las unidades edafológicas de la zona

son someras y por la pendiente son susceptibles a erosión (Velázquez, 1958). Las actividades turísticas se desarrollan cerca de los ríos, lo que potencialmente puede contaminar el agua.

En tanto que la extracción de RFNM se basa principalmente en la cosecha del orégano, y de acuerdo con Osorno-Sánchez *et al.* (2009) existen algunas zonas donde se presenta la sobreexplotación del orégano silvestre, esta disminución de cubierta vegetal, genera que el suelo sea propenso a la erosión dado que el impacto de la lluvia es mayor.

Es por ello que, en un ecosistema tan frágil como lo es el semidesierto queretano, las actividades humanas como la remoción de la cubierta vegetal, la contaminación de cuerpos de agua, entre otras, impactan de manera negativa el equilibrio del lugar, afectando directamente la disponibilidad y calidad de los recursos naturales, llevando a la eventual degradación de tierras.

Sin embargo, las poblaciones que se asientan en esta zona de estudio, han manifestado la importancia de conservar sus recursos naturales (SEMARNAT, 2002). Para ello es necesario conocer el manejo de los recursos naturales e indagar sobre las prácticas que han venido desarrollando desde antaño. El rescate de estas prácticas, es una herramienta fundamental, para determinar qué es lo que se ha hecho y se está realizando en torno al uso de los recursos naturales y puntualizar si las acciones ejercidas han sido las correctas; así, en conjunto con los habitantes se pueden generar propuestas participativas para su manejo. En este sentido el enfoque de cuenca puede ser útil para hacer un análisis que permita integrar los diferentes factores que estarían actuando en una región determinada (Mignolo, 2002).

El presente trabajo pretende evaluar si existe degradación de tierras en una microcuenca ubicada en el semidesierto queretano, en el ejido La Higuera, municipio de Peñamiller, Querétaro, con la finalidad de rescatar, proponer y/o mejorar técnicas para el manejo de los recursos naturales basadas en conocimientos locales, así como poner en práctica acciones de conservación de suelos en conjunto con los habitantes de la misma.

2. MARCO TEORICO

Desertificación, definición y alcances.

La Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación define la desertificación como: “la degradación de las tierras en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas” (UNCCD, 1994).

La desertificación se ha convertido en una problemática mundial, ya que afecta tanto a las áreas terrestres como acuáticas que son frágiles y susceptibles a este proceso, y por ende afecta a las poblaciones animales y vegetales de todo el planeta. El origen de la desertificación se atribuye a las variaciones climáticas y a las actividades humanas (UNCCD, 1997).

El mejor ejemplo de las variaciones climáticas son las sequias, la falta de lluvias merma el crecimiento y manteamiento de la vegetación, además de que produce graves desequilibrios hidrológicos, que perjudican a la actividad productiva.

Por su parte, las actividades humanas en relación directa con el uso desmedido e inadecuado de los recursos naturales, la tala de bosques, la quema para expansión de áreas de cultivo, el uso de agroquímicos para aumentar la

producción, han llevado a un estado de catarsis al suelo, ya que debido a esto, el suelo se degrada, ya sea por la pérdida de materia orgánica de capas superficiales, que a su vez limitan el crecimiento y desarrollo de cobertura vegetal y por ende la pérdida total del suelo.

Si se permite que los procesos de desertificación avancen, se pone en una balanza la seguridad alimentaria en primera instancia de las zonas afectadas y posteriormente del mundo (UNCCD, 1997; FAO, 1993) ya que las tierras no serán capaces de sostener la producción mundial de alimentos.

La desertificación debe contemplarse como una ruptura del equilibrio ecológico y por ende la interdependencia entre los elementos que conforman el medio ambiente, además perjudica el desarrollo, la existencia y transformación no solo del hombre, sino también de los seres vivos. Este desequilibrio desencadena una serie de procesos autodestructivos en los que intervienen todos los elementos que antes favorecían los procesos vitales. Así pues, la vulnerabilidad de los suelos a la erosión eólica e hídrica, la reducción del nivel de las capas freáticas, la menor regeneración natural de las plantas herbáceas y leñosas, y el empobrecimiento químico de los suelos son las consecuencias inmediatas de la desertificación y, al mismo tiempo, causas de la agudización de este fenómeno, las cuales intervienen directamente en la alteración de las redes tróficas (FAO, 1993).

Si bien, uno de los primeros pasos para que un ecosistema se considere desertificado es la degradación de tierras, ya sea que se vea afectado por procesos físicos, químicos o biológicos que conllevan a la pérdida de la productividad de estos, y en consecuencia la de su capacidad actual y potencial para sostener en un nivel adecuado y permanente a los organismos de interés que sobre ellos se encuentran y que es causada y acelerada por las actividades humanas en combinación con la acción de elementos climáticos, lo cual conduce a la pérdida estructural y funcional de los ecosistemas, transformándolos en

ambientes menos confortables para la vida (Zarate,1994). Teniendo en cuenta todo lo anterior: “la desertificación es causada por interacciones complejas entre factores físicos, biológicos, políticos, sociales, culturales y económicos” (FAO, 1993; UNCCD, 1994), y es por ello que se hace indispensable su evaluación para su prevención y tratamiento.

Evaluación de la degradación y funcionamiento de Tierras Los procesos de degradación de la tierra se pueden clasificar de acuerdo a Oldeman (1988) en tres categorías:

- a) Degradación de la cubierta vegetal
- b) Degradación por el desplazamiento del material del suelo, que incluye tanto la erosión hídrica como la erosión eólica.
- c) Degradación por deterioro interno del suelo en la que se considera el deterioro químico, el físico y el biológico.

En base a lo mencionado anteriormente, resulta importante realizar la evaluación de tierras; entendida como la evaluación del funcionamiento de la tierra cuando es usada con un objetivo específico, implicando la ejecución y la interpretación de revisiones y estudios de suelos, vegetación, clima y otros aspectos de tierra para identificar y hacer una comparación de las clases prometedoras de empleo de tierra en términos o condiciones aplicables a los objetivos de su evaluación (FAO, 2001).

La evaluación de las tierras debe ser considerada para lograr una gestión sostenible de los recursos con los que se cuenta, ya que puede reflejar, preocupaciones e intereses comunes, relacionados con la sobreexplotación de los recursos naturales, cambio climático, la pérdida de la biodiversidad biológica y por ende la desertificación.

La evaluación de tierra es un instrumento para valorar los bienes y los servicios de la tierra; Las nuevas herramientas que sirven para la conducción de la evaluación de tierra se han hecho disponibles, y ha sobresalido la necesidad de un acercamiento participativo, que sin duda, ha sido reconocida a nivel mundial por la FAO (2007).

Instrumentos para la evaluación de la degradación de tierras

El proyecto sobre la Evaluación de la Degradación de Tierras en Zonas Áridas (LADA) es una metodología para la evaluación y el mapeo de la degradación de la tierra, esta metodología es desarrollada a escala local, nacional y global (WOCAT-LADA, 2007).

Por su parte el World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) tiene como objetivo primordial el fomentar y apoyar el manejo sustentable de tierras enfocando principalmente a la conservación de suelo y agua (WOCAT-LADA, 2007).

Estas dos metodologías combinadas conjuntan los procesos técnicos y los participativos al integrar dentro de sus propuestas a las personas que viven en las zonas degradadas, con el objetivo de lograr un mayor éxito en sus acciones.

Otro instrumento para evaluar a la degradación de tierras va en función a la erosión, ya que es la principal fuente de pérdida de suelo, esta se entiende como un proceso físico, que consiste en el desprendimiento y transporte de los materiales del suelo por los agentes de la erosión y del intemperismo (Cléríci y García, 2001).

Existen diversos métodos para medir la erosión, dentro de estos hay modelos de estimación de tasas de erosión, y uno de los más usados es USLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelo) (Cléríci y García, 2001).

La erosión está directamente relacionada a la pendiente, tipo de suelo y cobertura vegetal, en la mayoría de los casos una remoción de esta última afecta directamente sobre el suelo, ya que al verse disminuido o erradicado el dosel, las gotas de lluvias impactan con mayor fuerza al suelo, dejándolo susceptible a la erosión.

¿Qué hacer para prevenir la Desertificación?

La evaluación de la degradación de tierras es un paso fundamental para conocer los procesos de la desertificación, que es lo que los conduce a ella en la medida de las afectaciones que puedan sufrir las poblaciones y a los elementos físicos del medio como son agua, suelo y aire; así como a los productos vegetales y animales de la tierra y del agua en los territorios ya sometidos a la desertificación o susceptibles de serlo (Grupo TRAGSA, 2003).

Así mismo es recomendable, que en zonas afectadas o susceptibles a la desertificación se introduzca una planificación y una ordenación del aprovechamiento de las tierras basadas en métodos ecológicamente racionales, conformes con la equidad social, y orientadas hacia el fomento del desarrollo económico y social (Grupo TRAGSA, 2003).

Para entender la dinámica de los procesos de la desertificación, y por ende los de degradación de tierras, es necesario un modelo morfo-funcional que obedezca a los comportamientos naturales del agua y del suelo, así como las distribuciones a las que se ven sujetas. En este contexto, es necesario hablar en términos de “Cuenca”, ya que es una unidad morfo-funcional donde se pueden observar respuestas a variables y ser extrapoladas a cuencas vecinas con comportamientos similares, o bien ser reproducidas en otras cuencas.

La cuenca como unidad morfo funcional para la evaluación de la desertificación

Las cuencas constituyen unidades naturales de planificación, desarrollo, conservación, y administración de los recursos como el agua, suelos, bosques; ya que en ellas es posible determinar y medir los diferentes usos que se le dan a cada una de sus partes.

Es de vital importancia tomar a la cuenca como unidad de funcionamiento, en donde es posible medir y evaluar directamente los impactos de la degradación de tierras y el comportamiento de la cuenca, además de que las acciones que se realizan en ella, impactan en su funcionamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, se entiende que una cuenca es un sistema natural, dinámico; compuesta de elementos biológicos, físicos y antrópicos que reaccionan directamente entre sí, creando por lo tanto un conjunto único e inseparable en permanente cambio, en otras palabras, es el territorio en el que las aguas convergen hacia los puntos más bajos de la superficie del mismo y se une en una corriente resultante o río principal que las evacúan hacia un lago, un mar u océano (Escobar, 2007).

La cuenca hidrográfica, además de unidad hidrológica, ha sido también descrita y utilizada como unidad físico-biológica y en ocasiones, como unidad socioeconómica-política para la ordenación y planificación de los recursos naturales (Grupo TRAGSA, 2003).

Para entender el funcionamiento de la cuenca hay que tener en cuenta las partes de las que se conforma:

El Parteaguas ó divisoria de aguas: es la línea altimétrica de mayor elevación, que delimita orográficamente la cuenca hidrográfica, Una divisoria de aguas que marca

el límite entre cuencas vecinas, marca las variaciones de la conducción del drenaje superficial que por efectos de la pendiente confluyen hacia la parte baja de las vertientes (Ordoñez, 2011; Sánchez, 1987)

Vertientes: son áreas de transporte y captación, conforman la zona más estratégica de la cuenca, dado que en ellas, la susceptibilidad del fenómeno de erosión es altamente significativo y el mantenimiento de una cubierta vegetal protectora de calidad es indispensable para el equilibrio de los valles (Sánchez, 1987).

Cuenca baja o valle: es la zona con menor altitud y donde por lo general se encuentran los cultivos agrícolas y los asentamientos humanos, es en esta zona donde las corrientes tributarias han formado un río o arroyo de regular caudal y divaga en las planicies de leve pendiente. Aunque hay cuencas donde en lugar de haber ríos presentan lagos o lagunas (Sánchez, 1987; Ordoñez, 2011).

Red de avenamiento o drenaje: es la disposición de cauces y escurrimientos por donde de manera superficial y aparente corre el agua excedente, producto de la precipitación hacia un depósito natural o artificial. La red consta de una corriente principal y un sistema de corrientes tributarias de menor importancia (Sánchez, 1987).

Dentro de la cuenca como unidad geográfica, sus componentes se relacionan entre sí a través de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, por lo que debe considerarse como unidad básica para la planeación del uso manejo y conservación de sus recursos naturales a fin de lograr un manejo sustentable de los mismos (SARH, 1988).

Es aquí, donde el enfoque integral de cuencas, juega un papel preponderante para evaluar el impacto de las actividades humanas, al ser un concepto cuyo común denominador es tomar en consideración la interrelación entre las variables o

componentes del ecosistema cuenca, como son: suelos, agua, vegetación, fauna, factores climáticos y las personas que habitan en ella, es decir el componente social, en el que se incluyen los conocimientos tradicionales, capacidades técnicas, financiamiento rural, organización social, etc.

La propuesta de enfoque integral en cuencas, tiende a complejizar el análisis teniendo en cuenta todas las variables que lo componen, como se interrelacionan entre sí, y sobre todo, en la mayoría de los casos tiende a priorizar los aspectos sociales para la resolución de las demás problemáticas.

El manejo integral de cuencas tiene como objetivo manejar, aprovechar y conservar los recursos naturales en las cuencas hidrográficas en función de las necesidades humanas, buscando un balance entre equidad, sostenibilidad y desarrollo además, busca un equilibrio entre producción y conservación, de manera que se pueda producir conservando y conservar produciendo a corto, mediano y largo plazo. La unidad hidrológica se considera como el escenario biofísico y socioeconómico natural y lógico para la caracterización, diagnóstico, planificación, implementación, ejecución, seguimiento y evaluación del uso de los recursos naturales y el análisis (Cajina, 2006).

Es aquí, donde la evaluación de todos sus componentes se integran en conjunto para entender su comportamiento, y la hacen un modelo eficaz para determinar varios procesos como la degradación de tierras, de recursos bióticos, aspectos sociales y por ende de desertificación. Teniendo este contexto se puede llevar a cabo un manejo integral de este territorio y buscar un desarrollo rural sustentable para las poblaciones que en ella habitan.

La cuenca es una unidad básica de atención para su manejo y planeación, en donde es posible interactuar directamente con los habitantes locales, mediante la planeación participativa, con el fin de mejorar y recuperar, en la medida de lo

posible, los recursos que se han depredado y a la vez plantear a la población de esta área geográfica alternativas que mejoren su calidad de vida.

Herramientas participativas para prevenir la desertificación

Los habitantes de la microcuenca son los responsables del cuidado y manejo de los recursos naturales disponibles, son los que teniendo un sentimiento de pertenencia y arraigo permanecerán en este territorio por toda su vida; es por ello que estamos convencidos que la implementación de medidas ambientales tiene que ir acompañada del ser humano, por ende este estudio considera necesario el rescate de sus saberes socialmente productivos (López y Gonzáles, 2014) (conocimientos y tradiciones) para entender el manejo de la cuenca.

La mayoría de las prácticas tradicionales se transmiten de generación en generación de manera directa al practicar ciertos rituales, o de manera oral al platicarlos en grupos, o de padres a hijos. Estos conocimientos se recuerdan por la gente mayor, y en ocasiones se pierden. La recuperación de la memoria es la creación de un conocimiento donde se hace visible lo invisible, de aquellos espacios muertos que no reconstruye la historia oficial o escrita, donde se recupera un pasado que da sentido a un presente y que va a tener repercusiones en el futuro; teniendo claro que la re significación del pasado es un elemento fundamental de la identidad cultural.

Las fuentes orales han resultado una herramienta importante en el acercamiento y obtención de la información en el trabajo de campo. Una de estas herramientas es la entrevista; la cual es un mecanismo controlado, una técnica para obtener información, donde interactúan entrevistado y entrevistador en un proceso de intercambio simbólico que retroalimenta este proceso (Peláez et al; 2010). La entrevista consiste en una conversación guiada por el investigador, bajo un plan de investigación, con un esquema flexible. Es un encuentro programado, el cual se

da de mejor manera si antes se establece una relación de confianza. El entrevistado es elegido por el investigador, porque reúne ciertas características, como conocer la historia del lugar, la comunidad o la organización; haber tenido una participación importante en el proceso estudiado, etc. Esto implica ya haber tenido un tiempo en el lugar, la comunidad u organización donde se está haciendo la investigación, para establecer lazos que permitan una mejor comunicación entre el entrevistador y los actores.

En el presente trabajo, se realizó una entrevista semiestructurada basada en el manual de Murdok (UAM, 1989) y en el método en el cual, el entrevistador mantiene la conversación enfocada sobre un tema en particular y le proporciona al informante el espacio y la libertad suficientes para definir el contenido de la discusión; la cual va dirigida en principio a rescatar la transformación de espacios y del paisaje, las cuales, se hacen más evidentes con el transcurso del tiempo. Sin embargo, en la memoria colectiva se hace persistente, y es de esta forma como la gente va reconstruyendo sus identidades, reapropiándose y resignificando los espacios y territorios del antes y del ahora.

Si bien, los territorios no son estáticos, las transformaciones también van constituyendo la memoria colectiva de las comunidades. Esto es observable a través de las añoranzas y recuerdos, cuyas vivencias están en la memoria, y de esta forma constituyen la historia e identidad colectiva.

La reconstrucción de elementos simbólicos de un espacio físico como el territorio, nos da cuenta de su reconfiguración a través del tiempo, de las circunstancias y de los actores que participaron en dicho proceso. Es por ello, que resulta de vital importancia rescatar las memorias del pasado para la reconstrucción del presente.

3. ANTECEDENTES

A nivel mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007), menciona que la desertificación disminuye la resistencia de las tierras ante la variabilidad climática natural. El suelo, la vegetación, los suministros de agua dulce y otros recursos de las tierras secas tienden a ser resistentes, es decir, que pueden recuperarse después de sufrir perturbaciones climáticas como la sequía y efectos provocados por el hombre, como el pastoreo excesivo. Sin embargo, cuando las tierras se degradan, esta capacidad de recuperación se reduce sustancialmente, lo que conlleva repercusiones físicas y socioeconómicas. Si el suelo se vuelve menos productivo, la vegetación se deteriora y peligra la producción de alimentos, por ende la desertificación contribuye a crear situaciones de hambre. La sequía y la degradación de tierras a menudo desencadenan crisis que se agravan con la falta de una distribución de alimentos adecuada y la imposibilidad de adquirir lo que está disponible, en consecuencia la desertificación conlleva enormes costos sociales como la pobreza.

Ahora bien, a nivel nacional, se han realizado una serie de investigaciones sobre desertificación con enfoque de cuenca, los estudios indican que la falta de concientización de las personas y un ambiente propenso son detonantes para la degradación, Ceja en 2008, presentó una revisión general de este rubro, analizando algunos factores asociados al deterioro de los suelos y la pobreza a lo largo del territorio mexicano hasta el año 2005, y concluyó que los estados de la república mexicana presentan índices de marginación y de desarrollo humano muy dispares, y que el fenómeno de la degradación de los suelos se presenta en mayor medida en el medio rural; las causas de este fenómeno fueron

principalmente inducidas, siendo la concientización, la educación y la capacitación componentes fundamentales en el combate a la desertificación.

En este tenor, la degradación de tierras ha sido un tema relevante en el estudio de cuencas; en 2012, Vázquez realizó la evaluación del estado actual de la degradación de tierras en la microcuenca La Muñeca, en el Alto Mezquital, Ixmiquilpan, Hidalgo, encontrando que la microcuenca se encuentra afectada por procesos de desertificación, que se manifiesta en los grados de deterioro físico del suelo, degradación hídrica y degradación biológica, presentes en la zona; siendo la degradación hídrica (W) el proceso primario más severo,. Sin embargo, el tipo de degradación que causa mayor daño a la cuenca es causada por procesos biológicos la pérdida de cobertura vegetal.

En la región del Bajío, Barrientos (2013) encontró que la población es poco consiente sobre los efectos de sus actividades en su territorio, además de la falta de conocimiento acerca de las prácticas propuestas, que se seleccionan a partir de un manual sin una identificación clara del problema y sin tener en cuenta la heterogeneidad social y ambiental y mucho menos de las prácticas tradicionales.

Un factor determinante para los procesos de degradación de suelos, es sin duda la erosión hídrica. En la microcuenca San Pedro Huimilpan, Querétaro, se evaluó este factor y Sanaphre y Ventura (s/f) emplearon una selección multicriterio de especies de vegetación nativa para su control; la erosión hídrica fue evaluada usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE). El análisis multicriterio consistió en seleccionar las plantas que presentan la mayor capacidad para evitar la erosión hídrica, considerando características como: la extensión de la copa horizontal y vertical, morfología de hojas, altura total, valor de importancia y uso. Las especies seleccionadas fueron *Quercus crassifolia*,

Quercus mexicana y *Pinus teocote*. Finalmente, se propusieron zonas para reforestación con base en la erosión estimada por la RUSLE.

Es bien sabido que un mal manejo de recursos naturales conlleva a la degradación de los mismos, siendo los suelos, el agua y los estratos vegetales, los elementos con mayor impacto negativo originado por las actividades antrópicas; en este orden de ideas, se tiene que las especies vegetales desempeñan una doble función, de importancia biológica y económica como recurso natural, en 2009, Osorno-Sánchez con un grupo de investigadores, realizaron un estudio sobre el manejo y extracción del orégano (*Lippia graveolens*) en zonas áridas de Querétaro, encontrando que hay un abanico de situaciones de en las que se encuentran las poblaciones silvestres del orégano, desde zonas donde las poblaciones están bien conservadas, pasando por donde la mayoría de las poblaciones presentan signos de manejo y hasta poblaciones que están siendo sobre explotadas dando como resultado que, la altura y cobertura del estrato arbustivo se encuentre afectada.

El municipio de Peñamiller, se encuentra en el semidesierto queretano, en este municipio se realizan diferentes actividades productivas como la extracción de RFNM, en particular en el ejido de La Higuera; estas actividades implican la remoción de parte de la cubierta vegetal que en un ambiente frágil, se vuelve propenso a la desertificación. Sin embargo hasta el momento, en este lugar no se ha llevado a cabo ninguna evaluación de este fenómeno.

4. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Generar estrategias socioambientales para prevenir y mitigar los procesos de desertificación en la microcuenca La Higuera, Peñamiller, Querétaro a través de investigación participativa.

Objetivos Particulares

- identificar y caracterizar los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos pertenecientes a la microcuenca.
- Determinar los tipos y grados de degradación de tierras en la microcuenca La Higuera.
- Aplicar metodologías participativas que permitan sistematizar los saberes socialmente productivos de los habitantes en relación al manejo de recursos naturales.
- Generar estrategias para la conservación y/o mejoramiento de las tierras para afrontar el proceso de desertificación.

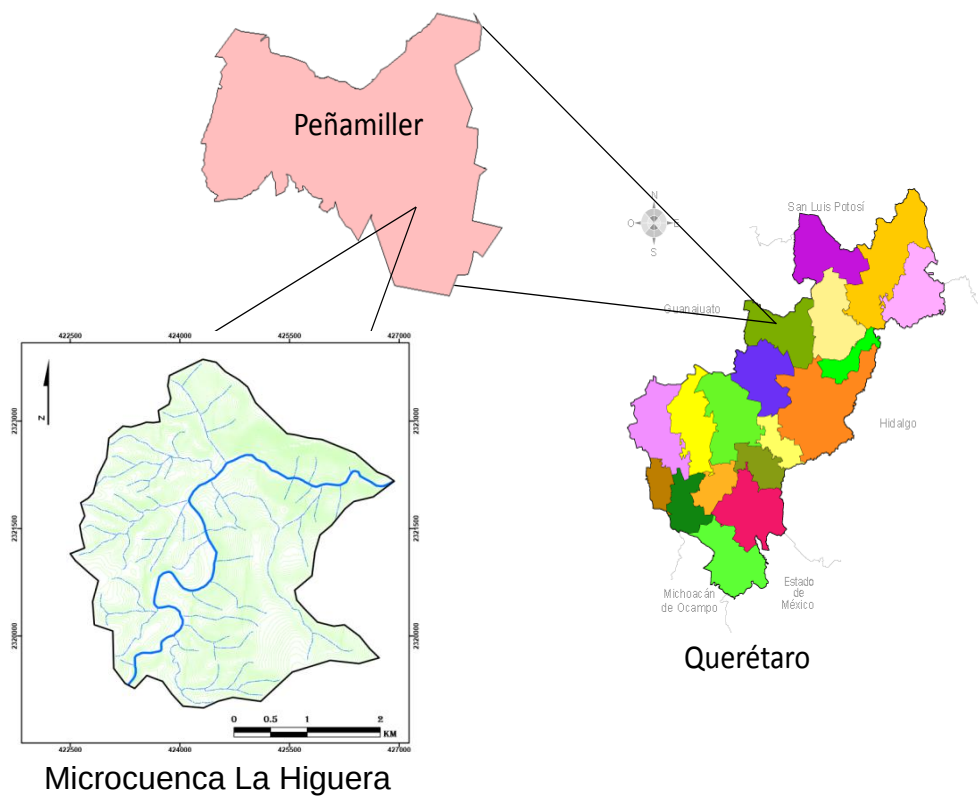
5. METODOLOGÍA

a. Descripción del área de estudio

5.1.1. Localización Geográfica y política

La microcuenca La Higuera se localiza en el semidesierto queretano, tiene una superficie de 1290ha, se localiza entre las coordenadas extremas UTM 426981.38, 2323851.25m noroeste y 422435.25, 2319034.52 m sureste Políticamente forma parte del municipio de Peñamiller, al noreste del estado de Querétaro.

Figura 1. Localización del área de estudio.



5.1.2. Fisiografía

La microcuenca de estudio se encuentra en la provincia de la Sierra Madre Oriental, dentro de la Sub-Provincia del Carso Huasteco, con características de Topoforma Sierra representando el 23.09% de la superficie municipal y de Mesetas de Cañada que representan el 74.49% (INEGI. Carta Fisiográfica, 1:1000 000). La zona Semidesértica presenta una franja que corre de Oeste a Este con características áridas debido a la sombra ocasionada por la Sierra Madre Oriental que sirve de barrera a los vientos húmedos del Golfo de México.

5.1.3. Clima

Tiene un clima BS1h semiseco y semicálido, con una temperatura media anual de 21.9 ° C y la precipitación media anual de 383 milímetros (mm) (Plan Municipal de desarrollo Peñamiller, 2012-2015).

5.1.4. Hidrología

La microcuenca La Higuera, pertenece a la Región Hidrológica # 26 del Pánuco, a la Subcuenca C Río Extoraz, es una cuenca cuyo cauce principal es de orden 4, con corrientes intermitentes (Plan Municipal de desarrollo Peñamiller, 2012-2015).

5.1.5. Vegetación

La microcuenca presenta matorral micrófilo donde los elementos más altos miden entre 2 y 3.5 metros. En el estrato arbustivo inferior (60 cm a 1. 5 m), está el 35.7 % de las plantas y formando el estrato arbustivo aún más bajo se encuentra el 60% de los individuos. La asociación vegetal es *Fouquieria splendens*-*Acacia vernicosa*, acompañando a las especies anteriores se encuentran *Larrea tridentata*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Jatropha dioica* y *Lippia graveolens*, otras

especies acompañantes son: *Acacia* sp. *Hechtia* sp. *Karwinskia* sp. *Lippia graveolens*, *Cylindropuntia imbricata*, *Turnera diffusa*, *Echinocactus platyacanthus* *Ruellia hirsuto-glandulosa*, *Machaonia coulteri*, *Opuntia microdasys*, *Senna* sp. *Ferocactus* sp. *Cnidoscolus tubulosus*, *Opuntia* sp, *Croton* sp, *Coryphantha* sp. *Mammillaria elongata*, *Strombocactus disciformis* y *Mammillaria* sp, (Osorno et al., 2009).

5.1.6. Socioeconómico

Según el censo de población y vivienda del INEGI, 2010, la Comunidad La Higuera tiene una población total de 477 habitantes, de los cuales 249 son hombres y 228 mujeres, son de descendencia otomí, se dedican principalmente a la recolección de orégano y otros productos forestales no maderables, ganadería de caprinos, agricultura de temporal y como mano de obra en las ciudades cercanas (Osorno-Sánchez et al., 2009; Plan municipal de desarrollo Peñamiller, 2012-2015).

b. Mediciones y análisis

Para cumplir los objetivos anteriormente planteados, se llevó a cabo la siguiente metodología.

Para delimitar, identificar y caracterizar los elementos físico-geográficos, bióticos productivos y sociales pertenecientes a la microcuenca se identificaron los componentes físico-geográficos y bióticos, tales como clima, unidades morfo-edafológicas, pendientes, vegetación, uso de suelo y la red de avenamiento de la zona aplicando los criterios de Valtierra y Domínguez (2007). Para ello, se utilizaron ortofotografías digitales de la zona, escala 1:75,000 año 2007, de las cartas topográficas F14C47 Peñamiller y F14C57 San Pablo Tolimán, posteriormente se definieron zonas edafológicas con ayuda de las orto fotografías, zonas de muestreo de suelo, áreas de vegetación, deslaves, el cauce y el

poblado; también fueron definidos el parteaguas de la cuenca y la red de drenaje utilizando curvas de nivel a 10 metros de equidistancia y cartas topográficas antes mencionadas; posteriormente fueron procesadas en el software Arc Gis 10.2.

Además se realizó la morfometría de la cuenca, aplicando el criterio de Valtierra y Domínguez, (2007) y Sánchez (1987). Los parámetros obtenidos fueron área, perímetro, forma de la cuenca, coeficiente de compacidad, densidad de drenaje, pendiente general, pendiente parcial del cauce, pendiente media del cauce y curva hipsométrica (Ver anexo c).

Finalmente se realizó un análisis climático utilizando la estación DGE 22057 Peñamiller, y se obtuvieron los índices de aridez y humedad por el método de Hargreaves, proporcionados por el Laboratorio de Geomática de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas- UAQ (Luna, datos sin publicar).

Para definir y evaluar los tipos y grados de degradación de tierras en la microcuenca, e implementar la metodología WOCAT-LADA, además se efectuaron diversas salidas de campo para una verificación directa y confirmar lo realizado en la etapa preliminar, se realizó un recorrido a pie desde el parte aguas a la parte media, con la ayuda de fotografías aéreas y un GPS se marcaron puntos y senderos de muestreo, en este recorrido se confirmó y determinó los tipos de suelo, la geología, uso de suelo y vegetación, además se realizó la toma de datos y muestras de la parte superficial del suelo (primeros 20 cm), así como aplicación de criterios cualitativos para determinar el tipo y grado de severidad de la degradación de tierras aplicando los criterios de WOCAT-LADA (2007) (Ver anexo d).

Las muestras de suelo colectadas fueron empaquetadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas, se sometieron a secado a la sombra y fueron tamizadas

para su análisis fisicoquímico en el laboratorio de Edafología de la UNAM-FES Iztacala, con el fin de ampliar la información de suelos de la zona, se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: color del suelo, textura, densidad aparente, densidad real, estructura, porosidad, consistencia, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, calcio y magnesio, sodio y potasio, nitrógeno total y fósforo. Esta información fue complementada con los resultados del análisis de suelo realizado en un rodal de extracción de orégano en el ejido La Higuera por Osorno-Sánchez (2012).

Posteriormente, se definieron los tipos y grados de degradación de tierras de la microcuenca, tomando en cuenta como criterio el sistema WOCAT- LADA (2007) para posibilitar la realización de mapas de la degradación de la tierra y el desarrollo de mecanismos para el manejo sustentable de la tierra. El grado de degradación de tierras se asignó bajo los siguientes lineamientos:

1. Leve: existen algunas indicaciones de degradación, pero el proceso aún se encuentra en una etapa inicial. Este puede ser fácilmente frenado y el daño puede ser reparado con un menor esfuerzo.
2. Moderado: la degradación es obvia, pero el control y la rehabilitación completa de la tierra aún es posible con un esfuerzo considerable.
3. Fuerte: signos evidentes de degradación. Los cambios en las propiedades de la tierra son significativas y de muy difícil restauración dentro de un límite de tiempo razonable.
4. Extrema: la degradación está más allá de la restauración.

En cuanto a la aplicación de estrategias participativas para prevenir la desertificación, se realizaron entrevistas semiestructuradas basadas en el Manual de Murdock, (UAM, 1989) con la finalidad de recuperar saberes socialmente

productivos acerca de sus recursos naturales, así como para la conservación y/o mejoramiento de las tierras. Además se realizaron talleres participativos para identificar y definir problemáticas sobre el uso y manejo de la microcuenca por el ejido, aunado a visitas domésticas, recorridos con los habitantes de la microcuenca, con la finalidad de rescatar información referida a elementos de Geografía, Historia y cambios culturales, obtención de alimentos, cría de animales, agricultura, explotación de recursos naturales (UAM, 1989), elaboración de cartografía participativa, así como observación en campo.

Finalmente, conforme al análisis de los resultados encontrados, y las necesidades reales del ejido, se propusieron medidas técnicas para la conservación y restauración de las tierras para el manejo adecuado de los recursos naturales, dichas propuestas consideraron los saberes socialmente productivos de los habitantes de la microcuenca, complementándolas con tecnologías apropiadas a las zonas degradadas y el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos en la microcuenca.

6. RESULTADOS Y ANALISIS

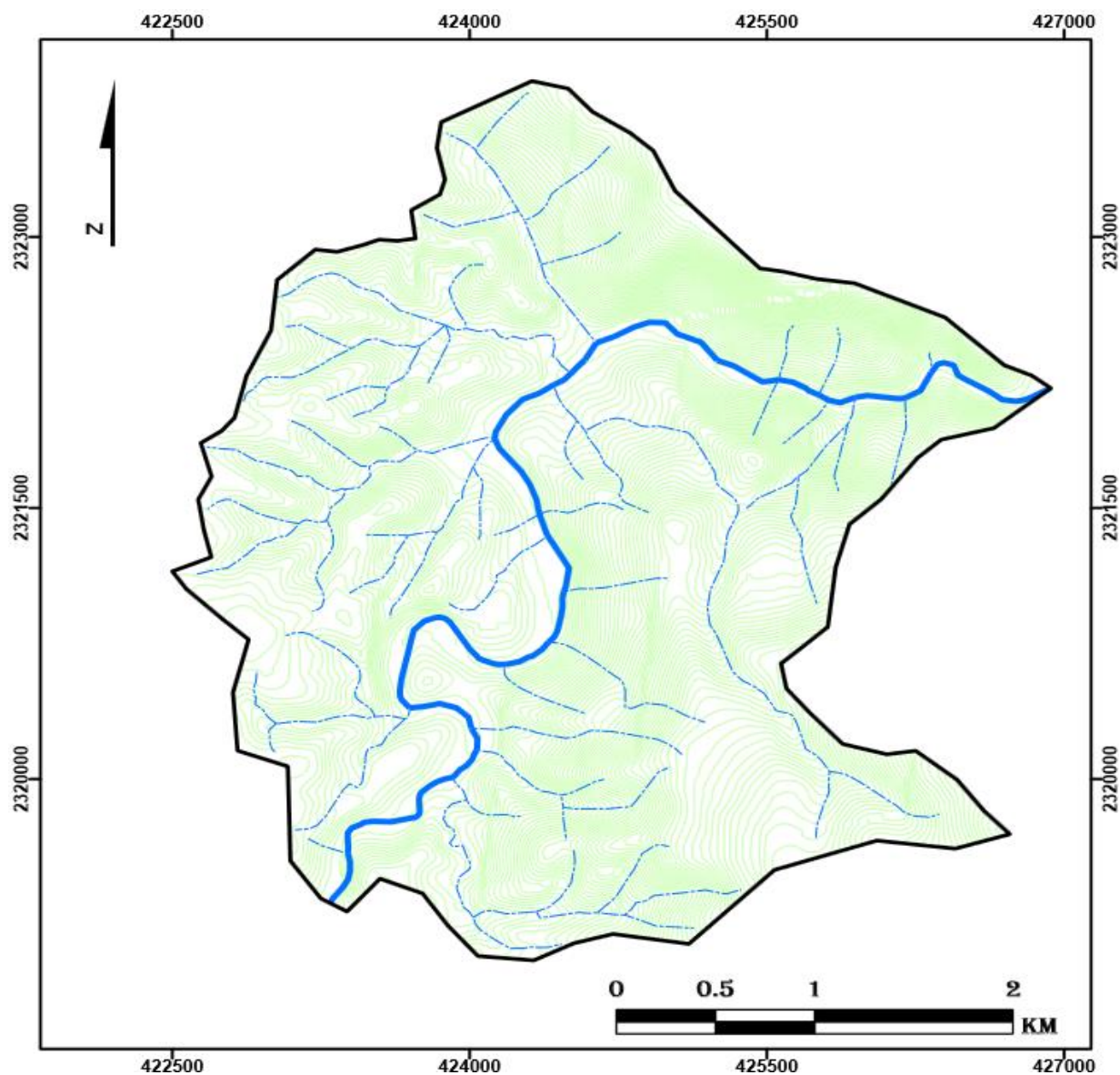
6.1 Delimitación, identificación y caracterización de los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos pertenecientes a la microcuenca.

La delimitación de la microcuenca (Figura 2) y su regionalización hidrológica (Tabla 1), indican que esta microcuenca tiene una superficie de 1290 ha, donde se encuentra inmerso el ejido del mismo nombre.

Tabla 1.Regionalización hidrológica.

Región Hidrológica	Cuenca	SubCuenca	Microcuenca Tributaria
RH #26 Pánuco	D Río Moctezuma	RH #26 Dc Río Extoraz	La Higuera

Figura 2. Delimitación de la Microcuenca.



Símbología

-  Microcuenca La Higuera
-  Cauce principal
-  Red de avenamiento
-  Distancia entre curvas de nivel: 10 m

Para entender la dinámica de la cuenca, fue necesario realizar un análisis morfométrico; que incluyó elementos como: área, perímetro, índice de forma de la cuenca, coeficiente de compacidad, densidad de drenaje, pendiente general, pendiente media del cauce, pendiente parcial del cauce y la curva hipsométrica (Valtierra, 2007). En el Tabla 2 se muestra los resultados de los parámetros determinados.

De los resultados mostrados se observa que la densidad de drenaje arroja un valor muy alto de acuerdo al criterio de Delgadillo y Páez (2008), lo que quiere decir que hay eficiencia en el desahogo de la microcuenca.

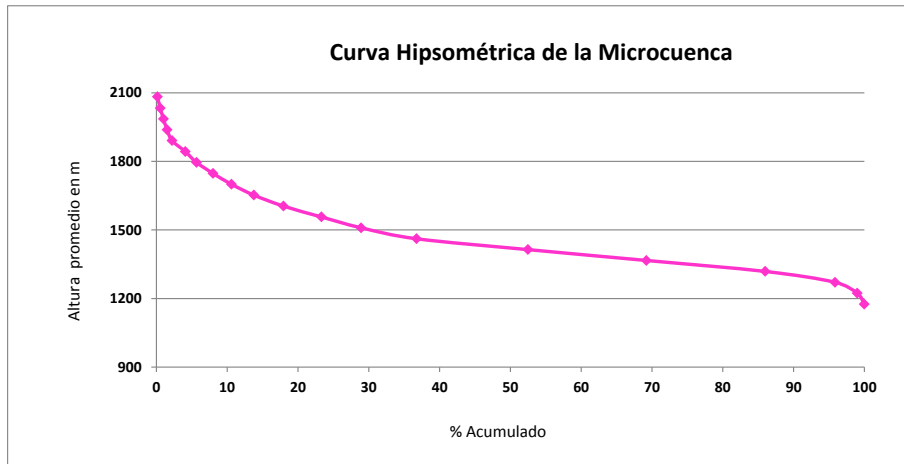
La curva hipsométrica nos habla de que se trata de una microcuenca madura que está en equilibrio, lo que denota su eficiencia para evitar las avenidas y un buen desahogo del agua.

La microcuenca La Higuera, tiene una superficie de 1290ha, que de acuerdo a Valtierra y Domínguez (2007), la clasifica como una cuenca pequeña o microcuenca al no sobrepasar los 25 km². El valor del índice de forma indica que la cuenca es alargada, debido a que el valor obtenido se aleja de la unidad; lo que se complementa con el coeficiente de compacidad (kc), tuvo el valor mayores a 1.25 (anexo 2) lo que corresponde a la clase 2, lo que indica que la forma de la cuenca va de oval-redonda a oval-oblonga, esto nos indica que la respuesta hidrológica es más lenta y menos propensa a crecidas; cosa contraria si los valores estuvieran cercanos a la unidad y con una forma redonda ya que estas concentran más el agua (Porta y López, 1994).

Tabla 2. Parámetros morfométricos de la microcuenca La Higuera.

<i>Parámetro</i>	<i>Resultado</i>	<i>Indicador</i>
Área	12.90 Km ²	Cuenca Pequeña
Perímetro	17.16 Km	-
Forma de la cuenca	1.28	Cuenca Alargada
Coeficiente de compacidad	1.3	Oval redonda a oval oblonga
Densidad de drenaje	3.5 km/km ²	Drenaje muy alto
Pendiente General	33%	
Pendiente parcial del cauce	3.52%	
Pendiente Media del Cauce	2.3%	

Figura 3. La curva hipsométrica de la microcuenca.



A continuación se muestran los componentes que conforman a la microcuenca,

6.1.1 Componente Físico-Geográfico

La microcuenca La Higuera, está conformada por diversas topoformas, que van desde laderas inclinadas, barrancos, mesetas, lomas, llanuras y depresiones, en su mayoría estas topoformas se caracterizan por presentar relieves accidentados debido a la naturaleza geológica del sitio, que incluye rocas ígneas piroclásticas, basaltos, sedimentarias clásticas como las Lutitas, sedimentarias químicas como las calizas, sedimentos no consolidados de granos gruesos y aluviones.

Estos materiales en conjunto con el relieve, los organismos y el clima del lugar, contribuyen a la formación de suelos, debido a procesos físicos, químicos y biológicos, el resultado es una diversidad de tipos de suelos. De acuerdo a los recorridos de campo y pruebas de laboratorio, se encontraron 3 grupos mayores, que fueron: Fluvisoles, Regosoles y Leptosoles, (el valor de sus parámetros

fisicoquímicos se muestran en la Tabla 4), los cuales se describirán a continuación.

Tabla 3. Ubicación y clave de las muestras de suelo colectadas en la Microcuenca La Higuera.

Muestra	ID	Coordenadas		Altitud	Zona
		Geográficas	UTM		
Uña de Gato	3	20° 50' 31.3" 99° 42' 48.7"	425764.7172 2304829.0491m	1878m	ALTA
Matorral microfilo	5	20° 58' 56.7" 99° 43' 6.8"	425311.16 2320369.35m	1741m	
<i>Agave striata</i>	6	20° 58' 31.3" 99° 42' 55.4"	425830.30 2319586.11m	1878m	
El Basurero	1	20° 59' 13.4" 99° 44' 20.3"	423191.28 2320892.45m	1420	MEDIA
Cardonal	7	20° 59' 15.9" 99° 43' 14.8"	425082.83 2320960.68m	1586m	
Vuelta Grande	4	20° 59' 12.22" 99° 43' 58.33"	423825.17 2320853.47m	1290	BAJA
La Curva	2	20° 59' 35.42" 99° 43' 43.05"	424269.67 2321564.67m	1260	

Tabla 4. Resultados de la determinación de parámetros físico-químicos.

CLAVE	Color en seco	Color húmedo	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	Densidad Aparente kg/m ³	Densidad Real kg/m ³	Porosidad %
El Basurero	7.5YR 6/3 marron claro	7.5YR 4/3 marrón	35.4	36.2	28.4	Franco arcilloso	1.23	2.23	45
La Curva	7.5YR 6/4 marron claro	7.5YR 4/3 marrón	67.6	16	16.4	Franco Arenoso	1.046	2.35	55
Uña de Gato	2.5YR 5/2 marron grisáceo	2.5YR 3/3 marrón olivo oscuro	43.6	30	26.4	Franco	0.976	2.25	57
Vuelta Grande	7.5YR 6/4 marron claro	7.5YR 5/4 marrón	32	35.6	32.4	Franco arcilloso	0.99	2.44	59
Matorral microfilo	7.5YR 5/3 marron	7.5YR 2.5/2 marrón muy oscuro	52	25.6	22.4	Franco arcillo-arenoso	0.98	2	51
Agave striata	7.5YR 4/2 marron	7.5YR 2.5/1 negro	60	30	10	Franco arenoso	0.96	2.09	54
Cardonal	7.5YR 6/3 marron claro	7.5YR 3/2 marron oscuro	54.4	27.2	18.4	Franco arenoso	0.97	2.2	56
PARAMETROS QUÍMICOS									
CLAVE	ph	Materia Orgánica %	CICT Cmol kg ⁻¹	Ca ²⁺ Cmol kg ⁻¹	Mg ²⁺ Cmol kg ⁻¹	K ⁺ Cmol kg ⁻¹	Na ⁺ Cmol kg ⁻¹	N	P ppm
El Basurero	8	2.11	20.42	16.02	1.27	3.04	1	0.38	8.2
La Curva	7.8	2.83	20.56	14.37	1.82	3.13	0.94	0.38	3.3
Uña de Gato	8.2	11.55	26.2	18.01	2.36	3.34	2.20	0.31	2.1
Vuelta Grande	7.9	2.83	19.47	16.74	1.63	3.35	2.21	0.24	4.5
Matorral microfilo	7.9	4.14	42.44	28.57	2.91	3	1.33	0.31	11.2
Agave striata	7.9	12.82	42.26	22.02	1.09	3.13	0.97	0.73	10.8
Cardonal	7.9	1.52	36.32	24.20	1.45	2.91	1.56	0.31	3.8

Fluvisoles

Del latín *fluvius*: río. Literalmente, suelo de río. Se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta. Se encuentran en todos los climas y regiones de México cercanos siempre a lechos de los ríos. Los Fluvisoles presentan capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas, como efecto de la corriente y crecidas del agua en los ríos. Sus usos y rendimientos dependen de la subunidad de Fluvisol que se trate. Los más apreciados en la agricultura son los Fluvisoles mólicos y calcáricos por tener mayor disponibilidad de nutrientes a las plantas (INEGI, 2008).

En la microcuenca encontramos Fluvisoles calcáricos, los ocupan 77.68 ha, a lo largo del cauce principal, es aquí donde se desarrolla vegetación riparia, y se encuentran además terrazas aluviales donde se siembran hortalizas; este tipo de suelo es el que los habitantes relacionan con el de la parte baja, el suelo amarillento donde se lleva a cabo la actividad agrícola de la zona.

Las muestras de suelo colectadas en este tipo de suelo corresponden a “la curva y vuelta grande”, donde predominan los colores marrones, con texturas franco arenosa y franco arcillosa respectivamente, ambas muestras presentan valores bajos de densidad aparente, en cuanto a pH ambas tienden a la alcalinidad, para materia orgánica, los valores arrojados indican que se trata de suelos moderadamente ricos, tienen una CICT medio.

Leptosoles

Del griego *leptos* (delgado), son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 ha de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos; se caracterizan por su escasa profundidad (menor a

25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como Leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos, presentes en la microcuenca con una superficie de 353.9 ha. La muestra representativa colectada de este tipo de suelo, corresponde a la de “Matorral microfilo” la textura correspondiente es franco arcillo arenoso, presentan un color marrón oscuro, tiene una densidad aparente baja, tiende a la alcalinidad, es moderadamente rico en materia orgánica y alto en CICT.

Otro componente destacado de este grupo son los Leptosoles Rendzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y para la zona es muy rico en materia orgánica, presenta una CICT media, un pH ligeramente alcalino, una densidad aparente baja y una textura franca; en la microcuenca se encuentran en 126.5 ha, es este tipo de suelo el que la gente de La Higuera identifica como el “Suelo negro”, ya que el horizonte superficial es de color negruzco; sin embargo por la pendiente no es posible desarrollar en esta zona cultivos tradicionales. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles ya que su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. Es común encontrar este tipo de suelos en regiones montañosas, debido a que las pendientes y la consecuente erosión imponen una restricción a la formación del suelo, mientras que en las zonas áridas y semiáridas, la escasez de agua ocasiona una formación lenta del suelo (SEMARNAT, 2012).

Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua (SEMARNAT, 2012; INEGI, 2008).

Regosoles

Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Son suelos jóvenes y tienen poco desarrollo, por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo en sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos (INEGI, 2008).

Los resultados obtenidos en cuanto a parámetros fisicoquímicos de estos suelos denotan un estado moderadamente pobre en materia orgánica, ya que se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). En la zona, están asociados con Leptosoles y con afloramientos de roca. Son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad (INEGI, 2008).

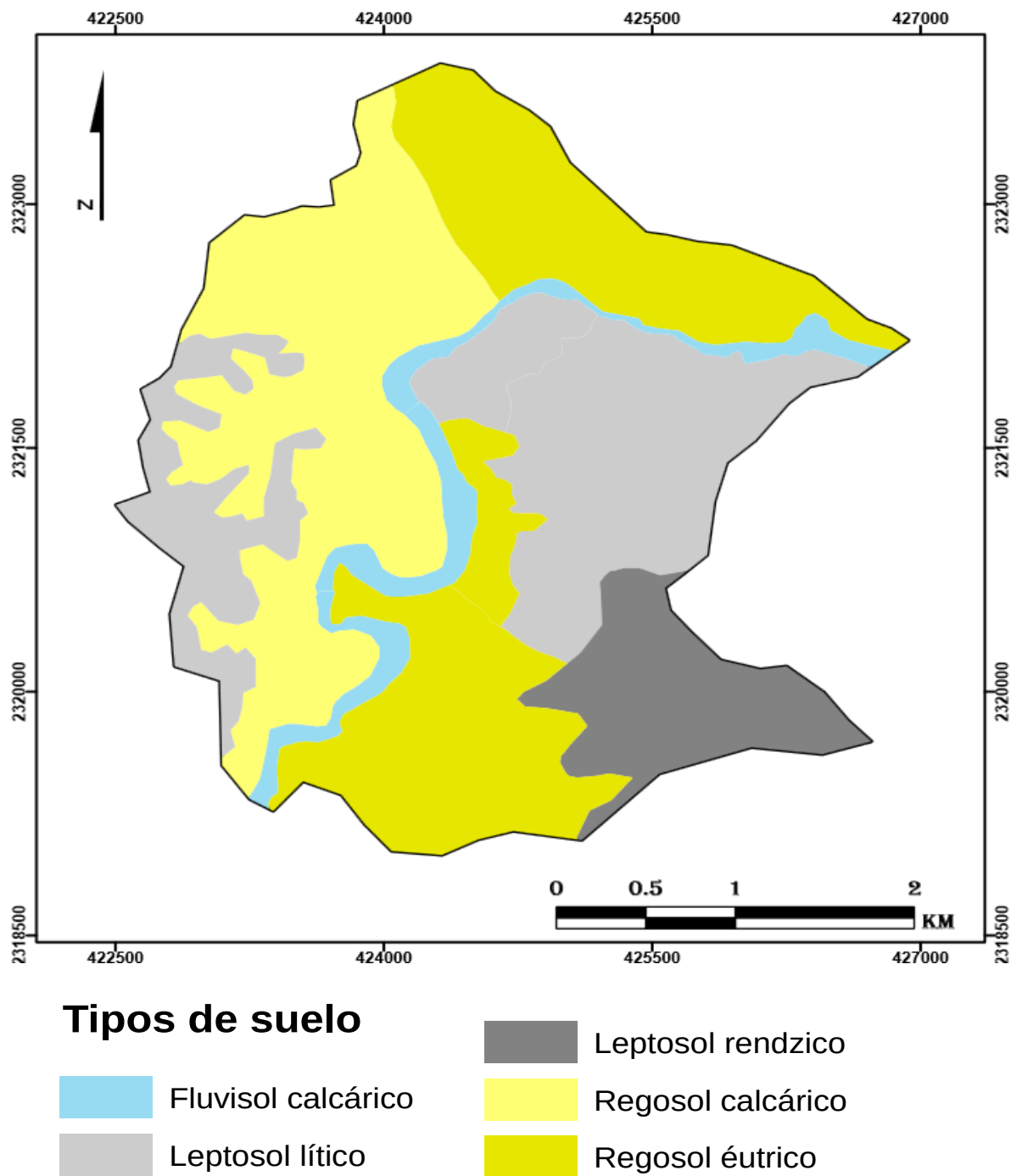
Las variantes encontradas en la microcuenca son Regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como “ócrica” que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo, lo que se vuelve un factor adverso para el establecimiento de las plantas. Esta combinación (poca cubierta vegetal y dificultad de penetración del agua al suelo) favorece la escorrentía superficial y con ello la erosión (SEMARNAT, 2012; INEGI, 2008).

Las muestras de suelo colectadas representantes de los Regosoles éutricos corresponden a “*Agave striata* y cardonal”, los resultados derivados del análisis fisicoquímico denotan una gran semejanza en cuanto a valores, en cuanto a color,

son suelos marrones claros, texturas francas arenosas, tienen una densidad aparente baja, son ligeramente alcalinos, son moderadamente pobres en cuanto a materia orgánica y tienen una CICT alta, es en esta zona donde se encuentra parte del área destinada a pago por servicios ambientales. En relación a los Regosoles calcáricos, la muestra representativa es “Basurero”, con colores pardos, textura franca arcillosa, una densidad aparente media, ligeramente alcalino y con un contenido medio de materia orgánica así como su CICT; es en esta zona donde encontramos un depósito de desechos municipales, un rodal de recolección de RFNM y el peyote queretano (*Lophophora diffusa*). En términos generales, en el sitio de estudio, este tipo de suelo, se ve limitado para actividades humanas por la pedregosidad y el relieve.

A groso modo, las texturas encontradas en nuestro sitio de estudio son francas, lo que significa que tienen una cantidad mayor de arenas, siendo notable el hecho de que los suelos arenosos en las zonas áridas son con frecuencia favorables para las plantas debido a que la porosidad permite la infiltración del agua y reducen el escurrimiento. Aparentemente gracias a lo mencionado anteriormente, las tierras pedregosas permiten a menudo el desarrollo de una vegetación más exuberante que las formadas con partículas más finas, por este motivo, no es raro observar que laderas rocosas con un suelo somero y discontinuo sostienen una biomasa mucho mayor que en terrenos aluviales cercanos (Rzedowski, 2006).

Figura 4. Tipos de suelo presentes en la microcuenca La Higuera.



Clima

En semidesierto queretano, se viven condiciones agrestes, no solo dados por la orografía y los suelos, sino que además presenta condiciones climáticas adversas, ya que al año llueven 383 mm, y está bajo una temperatura media de 25.5°C. Es por ello que se vuelve necesario identificar el tipo de clima presente en la microcuenca, basado en lo anterior, se realizó la clasificación climática de la zona y se muestra a continuación.

Clasificación climática según el sistema de Koppen modificado por Enriqueta García.

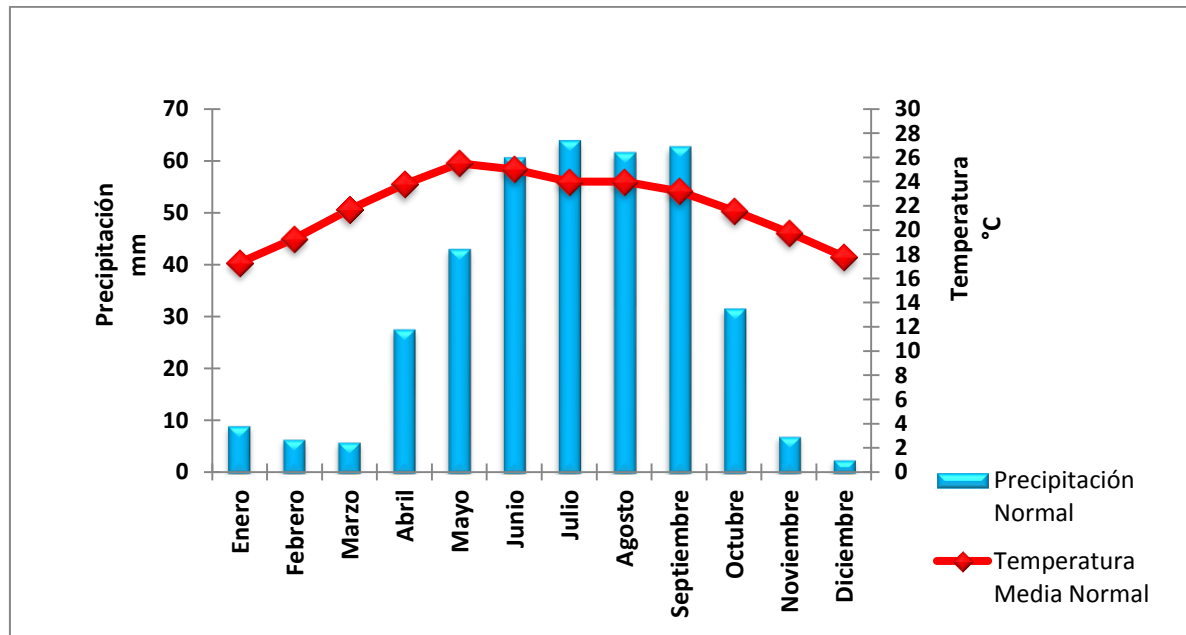
Nombre de la Estación: **DGE 22057 Peñamiller**

Latitud: **21°03'00" N**. Longitud: **099°48'00" W** Altura: **1,341.0 msnm**

Periodo de observación: **1981-2010**

1. Temperatura Media Anual: **21.9 °C**
2. Temperatura del mes más frío y mes en que se presenta: **Enero 17.3°C**
3. Temperatura del mes más caliente y mes en que se presenta: **Mayo 25.5°C**
4. Precipitación media anual: **383 mm**
5. Precipitación del mes más seco y mes en que se presenta: **Marzo 6 mm**
6. Precipitación del mes más lluvioso y mes en que se presenta: **Julio 64 mm**
7. Porcentaje de lluvia Invernal: **15.22%**
8. Régimen de lluvias: **Intermedio**
9. Cociente de precipitación anual en mm entre temperatura media anual en °C P/T: **17.47**
10. Régimen calculado: **Seco**
11. Grupo: Clima seco **B**; subgrupo: **Bh**
12. Tipo climático: **w**
13. Cociente de precipitación anual P/T: **17.47 mm**
14. Subtipo climático: árido **So**
15. Variantes:
16. *Extremosa oscilación térmica **7.7°C**
17. *Mes más caliente Mayo, antes del solsticio de verano: **g** en el hemisferio norte
18. Clima: **BSow”(e)g**

19. Figura 5. Diagrama Ombrotérmico de la estación 22057 Peñamiller DGE.



El tipo de clima se describe como un **clima seco** de los más secos dentro del grupo BS, con un cociente P/T de <22.9 , con un régimen de lluvias intermedio de verano e invierno; y un porcentaje de lluvia invernal de 15.22 del total anual; además de una oscilación térmica extremosa que va de 7°C a 14°C (8.2°C).

Otros índices climáticos pueden dar una noción general de las condiciones del ambiente, tales son el Índice de Humedad y el índice de aridez.

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos para la estación 22057 Peñamiller DGE, los índices de humedad y Hargreaves (Figuras 6 y 7), estimados a través del software Moclic (Luna, datos sin publicar) indican que la microcuenca presenta un régimen semiarido. Así mismo se presentan los índices de Lang y Martonne.

La Figura 6 corresponde al Índice de humedad dentro de la cuenca, que va de 0.25 a 0.28; mientras que la figura 7 al índice de aridez según Hargreaves y va de

3.5 a 3.7, teniendo como resultado que la zona presenta un régimen semiárido al presentar condiciones de este tipo, donde la precipitación no sobrepasa los 400 mm anuales, y con 8 meses de sequía, dificulta el crecimiento de plantas y por ende de organismos que dependen de ellas para sostener las cadenas tróficas.

Tabla 5. Índices climáticos

Índices climáticos		
Índice	Valor	Categoría
Humedad	0.171	Semiárida
Lang	17.5	Árida
De Martonne	12	Semiárido tipo Mediterráneo
Hargreaves	4.4	Semiárido

Figura 6. Valores del Índice de humedad para la microcuenca La Higuera

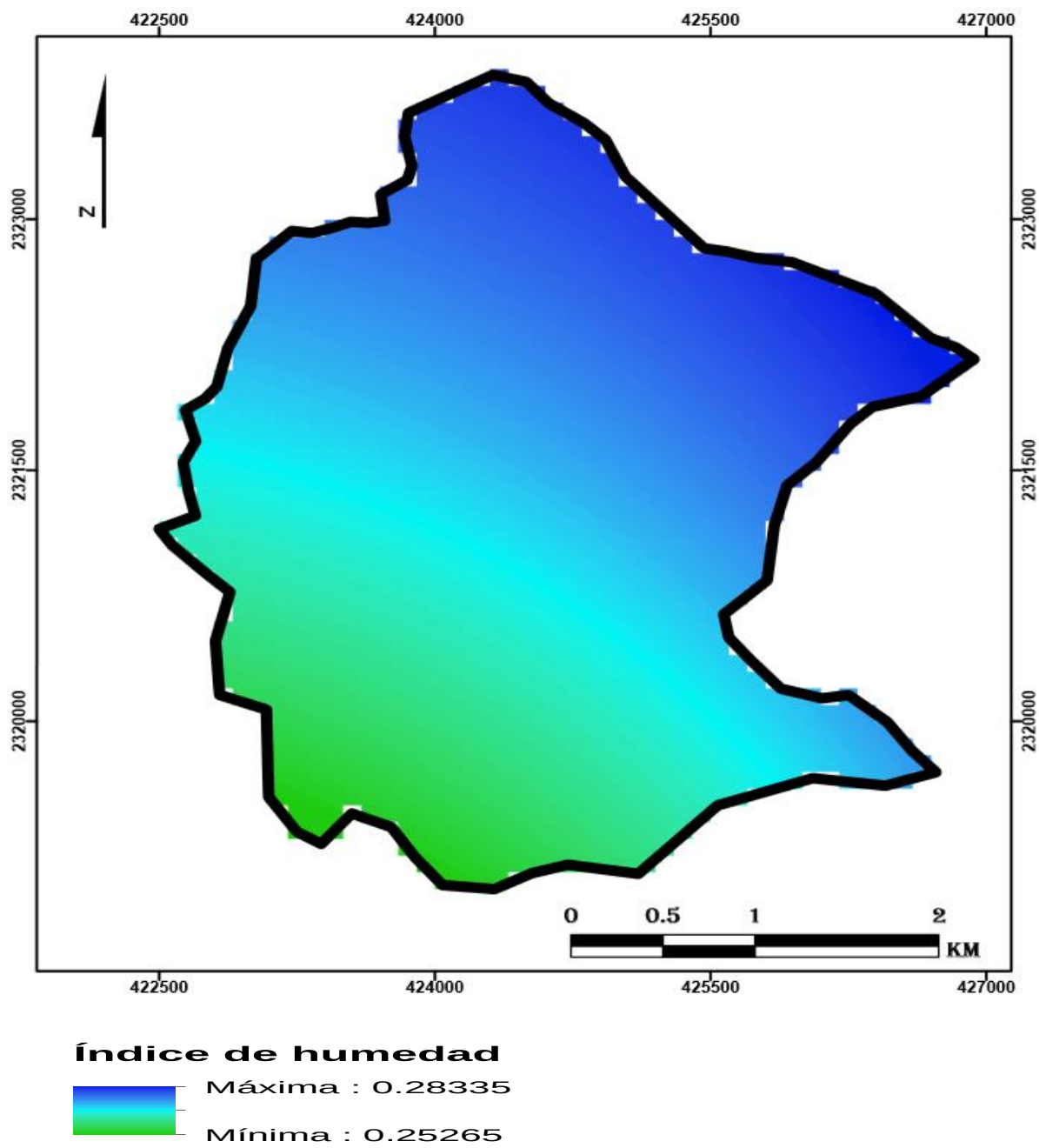
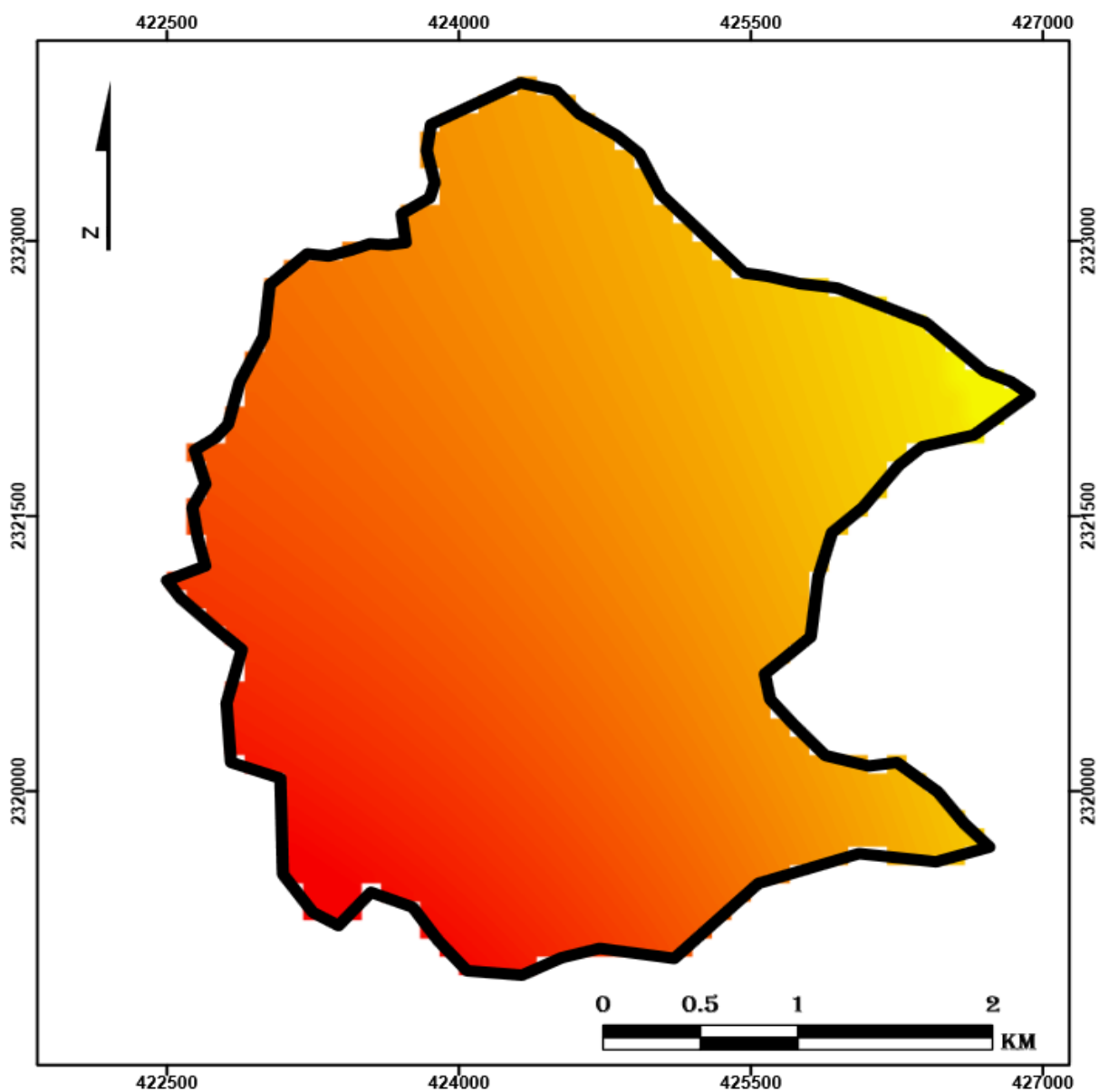
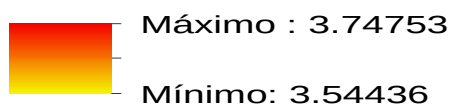


Figura 7. Valores del índice de aridez para la microcuenca La Higuera



Índice de áridez



6.1.2 Componente socioeconómico

Marco Histórico

Se ha establecido que los primeros habitantes de la región fueron los Pames, de quienes se registra su arribo a la región en el Siglo XIII, posteriormente y durante el siglo XVI expandieron su presencia sobre la parte Norte y Este del Municipio. A finales del Siglo XVI, sobre el Cerro de la Tembladera, el Puerto de la Media Luna y los márgenes del Río Extoraz, se incorporan los Jonaces, tribu que por sus características y costumbres guerreras, a la larga se constituirían como el grupo étnico más difícil de someter (Plan Municipal de desarrollo Peñamiller, 2012-2015).

El 7 de junio de 1924, bajo el decreto de Ley N°. 20, a Peñamiller se le otorgó la categoría de Delegación en la municipalidad de Tolimán. Los habitantes de los poblados que trabajaban en terrenos de las haciendas fueron organizados por Genaro Hernández Gallegos para que, conforme al artículo 1° de la Ley del 6 de Enero de 1915, y artículo 27 de la Constitución, se les dotara de tierras ejidales, ya que estas habían sido usufructuadas por varios hacendados bajo la complacencia de gobiernos anteriores. El día 28 de mayo de 1934 se publica la erección del ejido La Higuera y se ejecuta como tal hasta el 30 de diciembre de 1936; siendo uno de los primeros ejidos en constituirse.

El ejido La Higuera, se conforma por dos localidades, la primera del mismo nombre y Adjuntas de Higueras.

Dinámica demográfica

Según el censo del INEGI, 2010, en el sitio habitan 477 personas, de las cuales 228 son mujeres y 249 hombres. Según el CDI, 2010, esta localidad, se encuentra en el padrón de comunidades indígenas, con población indígena dispersa, con

menos del 40% de hablantes, y solo 24 personas del total son o se consideran indígenas, sin embargo la Ley indígena de Querétaro no los considera dentro de las comunidades con esta denominación; por su parte la CONAPO, 2010, indica que el ejido tiene un alto grado de marginación; la población económicamente activa (PEA) es de 154 personas, donde 119 son hombres y 35 son mujeres (INEGI, 2010).

Fiestas y celebraciones

El 99% de la población son de religión católica, siendo en Diciembre su fiesta patronal. La planeación para esta fiesta, es la primer forma de organización, ya que se crean comités, donde cada uno deberá cumplir con varios cargos, como el recorrido del santo, las mañanitas y la comida del día 9 de diciembre, día en que celebran a su santo patrono San Juan Diego, después de la misa, todo el ejido y comunidades cercanas están invitadas al festín, la comida es en la explanada de la iglesia donde todos conviven con comida y música de la región. A su vez, los jóvenes muestran su devoción al participar en el Maratón de Santa Catarina a La Higuera, participan toda apersona que quiera pagar una manda, ya sea por favores pedidos, milagros cumplidos o por metas específicas.

Pérdida de la Identidad cultural

La mayoría de los habitantes reconocen un origen Otomí, son pocas las personas que lo hablan y practican, la lengua suele transmitirse de padres a hijos de manera oral, sin embargo esta práctica se ha ido perdiendo con el tiempo, son las personas de la tercera edad y pocos adultos quienes hablan la lengua, está perdida paulatina del idioma se debe a muchas razones como la falta de interés de los jóvenes por aprenderla y de los adultos por enseñarla, los niveles educativos básicos como preescolar, primaria y secundaria utilizan libros y métodos de

enseñanza exclusivamente en español, lo que favorece el aprendizaje del castellano, y no hay un sentimiento de arraigo a su pasado.

Estructura económica

El sector primario dentro de la microcuenca involucra agrícolas, pecuarias, forestales y de recolección; donde la agricultura y ganadería se ven restringidas por el componente físico geográfico, sin embargo la actividad económica más importante es la recolección de Recursos Forestales no maderables (RFNM), principalmente de orégano, el cual es un ingreso importante para la región, a través de la ARIC (Asociación Rural de Interés Colectivo) del semidesierto queretano, si bien, su principal venta es el orégano, también colectan Damiana, tienen zonas específicas para la colecta de orégano, estas fueron designadas por asamblea y por técnicos especialistas, estas zonas de colecta son los “rodales”, para el ejido hay 4 rodales, sin embargo para el área que abarca la microcuenca solo entran 3, los cuales son nombrados por la gente: La Higuera 1, La Higuera 2 y Vuelta grande, el rodal que queda fuera del límite de la cuenca es Cuevitas.

Las actividades de recolección de RFNM inician en Septiembre y terminan en noviembre, donde se realiza la colecta tienen que esperar 3 años para volver a colectar en esa zona, permitiendo que el lugar se regenere, ya que las colectas son de poblaciones silvestres. A lo colectado se le llama “En greña”, se deja secar de 2 a 3 días y posteriormente se acopia en la casa ejidal donde el precio es de 3 pesos por kilo.

Otras actividades que se realizan en la microcuenca es la horticultura a los márgenes del cauce principal, las hortalizas que se cultivan son de acelga, pepino, calabaza, chícharo, maíz elotero, lechuga romana, brócoli, etc. Sin embargo esta actividad por el momento se encuentra detenida por problemas de organización internos, y de instituciones gubernamentales.

La fruticultura es poco explotada debido a las condiciones del terreno, sin embargo se tiene la asociación de productores de aguacate, se tiene árboles de cítricos como naranjas y mandarinas, así como de papaya y ciruelas.

Otras actividades, son pertenecientes al sector secundario, donde se procesan algunas frutas y verduras para su venta a manera de conservas.

El sector terciario se ve presente en el ejido, ya que muy cerca de La Higuera, se encuentra el balneario rural El Oasis, que en temporada de primavera-verano, reúne a turistas que lo visitan por su belleza, pero es en semana santa, donde los habitantes de la microcuenca aprovechan para improvisar negocios de bebida y comida para los turistas que atraviesan el poblado para llegar al balneario. A los turistas se les oferta antojitos mexicanos, pulque, cerveza y otros productos del lugar.

Las actividades productivas no se limitan a solo la recolección de RFNM, sino que, la migración a la Ciudad de Querétaro, el Distrito Federal y Estados Unidos, está presente en la microcuenca, de las 120 familias que la componen, al menos un integrante migró o ha migrado, siendo las remesas que envían, una de las principales aportaciones a su economía. Las actividades que desempeñan son en su mayoría oficios como la albañilería, plomería, jardinería, trabajadoras domésticas, jornaleros, ayudantes generales en fábricas, cocineros y meseros. Debido a lo anterior se tienen remesas al interior del ejido.

Infraestructura y servicios

El acceso al poblado consta de 3 km de carretera pavimentada, al llegar a La Higuera la calle principal es de empedrado, y las secundarias de terracería.

Cuentan con red eléctrica a cargo de Comisión Federal de Electricidad, anteriormente la iluminación corría a cargo de velas de parafina y lámparas de petróleo.

El abastecimiento de agua es a base de manantiales, proveen de agua potable a la mayoría del poblado de la microcuenca, este se hace por mangueras, las personas que no pueden acceder por medio, son abastecidas por tinacos, la repartición se rola entre comités dentro del ejido, para que así todos gocen de este líquido, el otro manantial se encuentra a las afueras del poblado, pero dentro de los límites de la microcuenca de estudio y es el encargado de regar las parcelas de hortalizas por medio de mangueras colocadas a desnivel.

El poblado carece de drenaje, este es sustituido por fosas sépticas y letrinas, que ha permitido el uso razonable del agua, al reutilizar aguas grises para otras actividades.

El poblado carece de señal de teléfono celular, pero en algunas zonas hay servicio de telefonía fija e internet.

La mayoría de las casas son autoconstruidas con block de cemento de una planta, cuentan con área de cocina, sala comedor, baño y cuartos de descanso y un pequeño jardín.

El transporte consta de taxis o vehículos particulares que cumplen dicha función, estos llevan pasaje de La Estación Peña Blanca a La Higuera por 40 pesos aproximadamente, también se utilizan los “raite” de los vehículos que salen de La Higuera, el fin es llegar a la carretera San Juan del Río-Jalpan de Serra, ahí pasan autobuses con destino a San Juan del Río, Ciudad de Querétaro y el Distrito Federal.

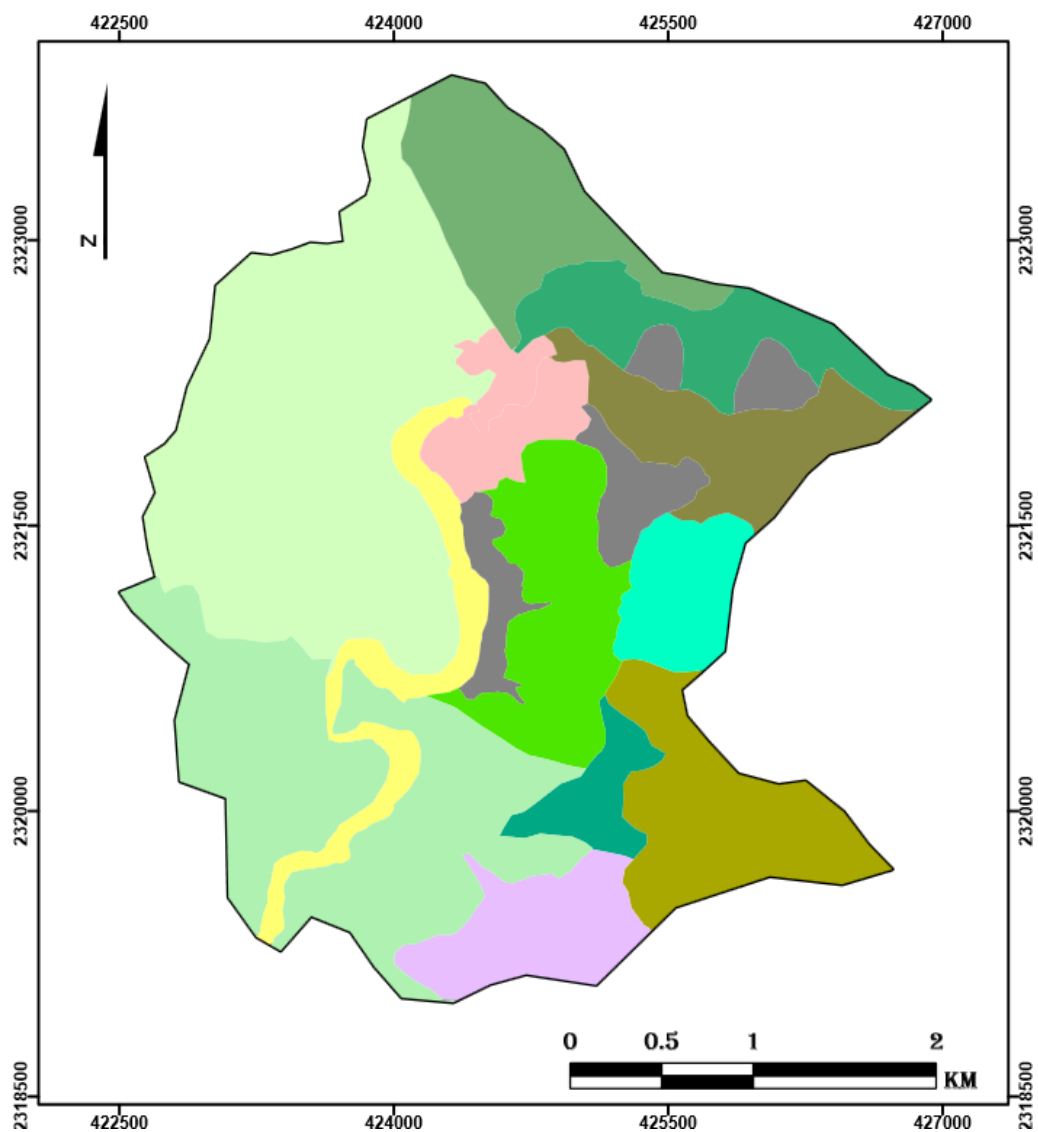
6.1.3 Componente biótico

El componente biótico incluye los tipos de vegetación y la fauna existente.

Los tipos de vegetación encontrados en la zona en su mayoría son matorrales, influenciados por el tipo de suelo y el substrato geológico. Los matorrales se pueden observar prácticamente en todo tipo de condiciones topográficas (Rzedowski, 2006).

En la figura 8 se muestran los usos de suelo y tipos de vegetación según González Medrano (2003), encontrados en la microcuenca, teniendo en total 13 tipos y son: Agricultura de vega aluvial (AVA), Matorral Subinerme (MB), Matorral Subinerme de *Karwinskia humboldtiana*, Matorral subinerme de *Myrtillocactus geometrizans*, Matorral crasicaule con matorral roseto filo (MC-MR), Matorral crasicaule de *Echinocactus platyacanthus* (MCEP), Matorral crasurosifolio (MCR), Matorral espinoso (ME), Matorral espinoso con Matorral parvifolio de *Larrea tridentata* (ME-MPL), Matorral parvifolio de *Larrea tridentata* (MPL), Sin vegetación aparente (SVA), Vegetación secundaria (VS) y Zona Urbana (ZU).

Figura 8. Uso de suelo y vegetación de la Microcuenca La Higuera.



Uso de suelo y vegetación

	Agricultura de vega aluvial		Matorral espinoso con Matorral Parvifolio de Larrea tridentata
	Matorral crassicaule de Echinocactus platyacanthus		Matorral subinerme
	Matorral parvifolio de Larrea tridentata		Matorral subinerme de Karwinskia humboldtiana
	Matorral crassicaule con Matorral rosetofo		Matorral subinerme de Myrtillocactus geometrizans
	Matorral crasirosulifolio		Sin vegetación aparente
	Matorral espinoso		Vegetación Secundaria
			Zona urbana

Matorral espinoso (ME)

En este tipo de matorral los arbustos que encontramos corresponden a las fabáceas, en muchas ocasiones este tipo de vegetación consiste en agrupaciones secundarias originadas por la tala o destrucción de otros tipos de vegetación (Miranda y Hernández-Xolocotzi, 1963).

Este matorral espinoso está constituido por organismos de 1.5 a 2 m de altura, las especies presentes son *Prosopis laevigata* en las partes más bajas, *Mimosa sp.* y *Opuntia microdasys*, ocupa un área dentro de la microcuenca de 64.98 ha, se desarrolla sobre calizas y en Regosoles éutricos, en pendientes bajas a muy altas, debido a lo abrupto del relieve, los mezquites (*P. laevigata*) se encuentran a las faldas del barranco, y encontramos otras mimosas en las laderas. El uso que los pobladores le dan a esta zona es casi nulo, debido al difícil acceso, sin embargo es un paisaje atractivo debido a sus colores y formas.

Matorral Parvifolio de *Larrea tridentata* (MPL)

Es el matorral más difundido también llamado Matorral Inerme parvi-perenifolio de *Larrea tridentata*, aunque en la zona de estudio la encontramos en suelo someros y poco desarrollados, también la podemos encontrar en suelos un poco profundos; su distribución es principalmente en las zonas áridas septentrionales, desde Querétaro hacia el norte y noreste, puede mezclarse con otros matorrales como el espinoso, izotales y lechuguillales (Miranda y Hernández-Xolocotzi, 1963).

En la Microcuenca La Higuera, ocupa un área de 230 ha, donde la *Larrea tridentata* tiene una mayor presencia, otras especies acompañantes son *Karwinskia humboldtiana*, *Mammillaria sp.*, *Condalia espinosa*, *Lophophora diffusa*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Fouquieria splendens*, *Agave dasylirion* y *A. striata*. Este matorral se desarrolla sobre Leptosoles líticos y Regosoles calcáricos, con pendientes medias; en estas zonas se lleva a cabo la recolección de RFNM,

cabe resaltar que una problemática encontrada en este tipo de vegetación encontramos un depósito de residuos municipales.

Como se mencionó anteriormente, se puede combinar con otros matorrales, y en la microcuenca se encuentra el Matorral espinoso con Matorral Parvifolio de *Larrea tridentata* (ME-MPL) con un área de 327.9 ha. Se desarrolla en zonas de pendientes muy bajas a medias sobre sustratos calizos y Regosoles.

Matorral Crasicaule (MC)

Bajo esta denominación, se pretende agrupar a todas aquellas comunidades de tallo suculento de clima árido y semiárido, se trata de plantas conspicuas de tallo suculento o cactáceas de gran tamaño, en ocasiones, aunque no prevalezcan por su biomasa, estas plantas juegan un papel de dominantes fisionómicas (Rzedowski, 2006). Este tipo de vegetación se establece en geoformas correspondientes a domos e intrusiones de origen riolítico-andesítico, con suelos de tipo Leptosol lítico, correspondientes a suelos jóvenes, de colores oscuros, texturas francas y ricos en materia orgánica. Las actividades que se realizan en este tipo de vegetación corresponden a ganadería extensiva de caprinos, así como la extracción de materiales alimenticios, medicinales, para construcción, materias primas, frutos silvestres e inflorescencias de recolección para venta y comestibles. En la microcuenca este tipo de matorral de *Echinocactus platyacanthus*, con un área de 96.47 Ha; otras especies acompañantes son *Karwinskia humboldtiana*, *Mammillaria sp.*, *Opuntia imbricata*, *O. cantabrigiensis*, y *Myrtillocactus geometrizans*.

Matorral crasicaule con Matorral rosetófilo (MC-MR)

En la zona de estudio se encuentra una combinación entre el matorral crasicaule de *Pachycereus weberi* con matorral rosetófilo de *Agave striata* con 95.1 ha de extensión. Otras especies acompañantes son: *Fouquieria splendens*, *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia imbricata*, *O. kleiniae*, *O. robusta*, *Larrea tridentata*, *Pachycereus marginatus*, *Jatropha dioica*, *Echinocereus cinerascens*, *Leucophyllum ambiguum* y *Ferocactus latispinus*. Este tipo de vegetación se desarrolla sobre regosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados. (INEGI, 2005). El uso que se le da a estos matorrales, es para la extracción de plantas alimenticias como los quiotes de lechuguilla.

Matorral Subinerme (MB)

Comunidad compuesta por plantas espinosas e inermes, cuya proporción de unas y otras es mayor de 30% y menor de 70% (INEGI, 2005). En la microcuenca podemos encontrar dos variantes, la primera donde predomina *Karwinskia humboldtiana* con una extensión de 95.9 Ha, además encontramos otras especies acompañantes como *Mimosa sp.*, *Bursera sp.*, *Mammillaria erecta*, y *Echinocereus cinerascen*. Por otra parte encontramos a Matorral subinerme de *Myrtillocactus geometrizans* con 45.6 ha, las especies acompañantes son: *Karwinskia humboldtiana* principalmente, *Pachycereus weberi*, *Echinocereus cinerascens*, *Stenocereus dumortieri*, *Opuntia imbricata* y *O. tunicata*. Este tipo de Matorral se encuentra establecido en sitios ligeramente inclinados, sobre Leptosol lítico y rendzico, estos son pedregosos, poco profundos, arenosos, lo que hace en conjunto con el relieve, logran que tengan un buen drenaje. Los usos de la flora reportados son: alimenticio, forrajeros, medicinales, ornamentales y energético. Además es aquí donde encontramos gran parte del área destinada a pago por servicios ambientales.

Vegetación Secundaria (VS)

Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar plantas leñosas de 0.5 a 2 ó más metros de altura, que por alteraciones naturales o antropogénicas, se han repoblado de manera conjunta con otras especies como lo son los pastos u otras hierbas, en la zona de estudio, donde se presenta este tipo de vegetación parece haber sido sometida a un incendio, en este sitio crecen mimosas y algunas herbáceas, sin embargo, hay partes expuestas que pueden ser propensas a erosión, al estar sobre un Leptosol rendzico cuya superficie no supera los 30 cm de profundidad, con textura franca y un 43% de dominancia de arenas, sin embargo en materia orgánica resulta una muestra particular al presentar una alta cantidad debido tal vez a la presencia de raíces. Esta zona, no parece presentar algún uso por parte de los pobladores.

Otros usos de suelo

Por otra parte tenemos a la Agricultura de Vega Aluvial (AVA), como su nombre lo indica está colocada a los márgenes del cauce principal, aquí los pobladores siembran comúnmente maíz asociado a otros cultivos, como haba y frijol, anteriormente en estas parcelas se sembraban hortalizas para exportación como brócoli, col, coliflor, etc. Este uso de suelo se ubica en Fluvisoles, donde las parcelas tienen problemas de pedregosidad y compactación.

Sin vegetación Aparente (SVA), aquí encontramos a las zonas desnudas, de colapso de materiales y afloramientos rocosos, se encuentran en zonas con pendientes muy altas y que pueden resultar un peligro para las personas que diariamente transitan por aquí, cabe resaltar el colapso en la zona del cauce principal, al ser una vía de comunicación principal, la avenida de material al lado de este resulta peligroso (ver imagen h); ocupa en la microcuenca 64.67 Ha

Zona urbana (ZU), es aquí donde se concentran los asentamientos humanos, con vialidades en la zona centro de cemento y empedrados, las demás calles son de terracería, ocupa una superficie de 46.42 Ha.

Fauna

A continuación se presentan algunos animales que la gente de La Higuera ha tenido la fortuna de ver. La fauna tiene presencia no solo en su territorio, sino también en su cosmovisión y en costumbres prehispánicas, algunos habitantes de la microcuenca en entrevistas manifestaron que en alguna ocasión cazaron a alguno de estos animales, para servirse de ellos como alimento y/o completar el gasto familiar vendiéndolos. Algunas como las serpientes de cascabel, les atribuyen poderes curativos, especialmente para cáncer.

A continuación se presenta el listado de fauna existente en la Microcuenca La Higuera, resultado de los talleres llevados a cabo y posteriormente fueron contrastados con el listado de animales para la Sierra Gorda, según el trabajo de Nieto, 2010. Cabe recalcar que muchos de los animales cuyo nombre común aparece aquí, no fueron encontrados en el material anteriormente mencionado, por lo que solo se dejó en como es conocido por los habitantes.

Tabla 6. Fauna existente en la Microcuenca La Higuera

Parte alta		Parte Media	
Alacrán	<i>Centruroides sp.</i>	Coyote	<i>Canis latrans</i>
Pinacate	<i>No determinado</i>	Conejos	<i>(Sylvilagus floridanus connectens)</i>
Escorpión (lagartija)	<i>(Abronia taeniata)</i>	Ardillas	<i>(Spermophilus mexicanus mexicanus)</i>
Águila	<i>No determinado</i>	Liebres	<i>(Lepus californicus festines)</i>
Víbora de cascabel	<i>(Crotalus atrox)</i>		
Coralillo	<i>(Micrurus fulvius)</i>		
Alicante	<i>No determinado</i>		
Víbora chirrionera	<i>No determinado</i>		
Víbora hocico de puerco	<i>No determinado</i>		
Parte Baja			
Ratones	<i>(Rethrodontomys megalotis)</i>	Cenzontle	<i>(Mimus polyglottos)</i>
Paloma blanca	<i>(Columbina passerina)</i>	Codorniz	<i>(Callipepla squamata)</i>
Calandria	<i>(Icterus parisorum)</i>	Jilguero	<i>No determinado</i>
Correcaminos	<i>No determinado</i>	Carpinteros	<i>No determinado</i>
Víbora de cascabel	<i>(Crotalus atrox)</i>	Tortuga	<i>(Rhinoclemmys mexicana)</i>
Coralillo	<i>(Micrurus fulvius)</i>	Avispas	<i>No determinado</i>
Alicante	<i>No determinado</i>	Abejas	<i>No determinado</i>
Víbora chirrionera	<i>No determinado</i>	Tejón	<i>Taxidea taxus</i>
Víbora hocico de puerco	<i>No determinado</i>	Chapulines	<i>No determinado</i>
Sancudos	<i>No determinado</i>	Tlacuache	<i>(Didelphis virginiana californiana)</i>
Zorro	<i>(Urocyon cinereoargenteus)</i>	Zorrillo	<i>(Conepatus mesoleucus mesoleucus)</i>
Gato montés	<i>Lynx rufus</i>		

6.2 Tipos y grados de degradación de tierras en base al criterio WOCAT-LADA

En base a los resultados anteriormente planteados se puede asegurar que la microcuenca La Higuera se encuentra afectada por procesos de desertificación.

De los 12.90 km² del área total de la microcuenca, 5.56 km² son afectados por erosión hídrica (W) lo que representa el 43% del total del área; con niveles que van de moderados (2) a extremas (4) y se manifiestan a lo largo de la cuenca, y en mayor proporción en las partes altas de la cuenca, donde las pendientes suelen ser más abruptas.

De este tipo de degradación, el movimiento de masas (Wm), que se describe como la pérdida de la capa superficial del suelo a través de la erosión hídrica es un proceso más o menos uniforme del removimiento de las capas superiores de éste, generalmente conocido como lavado superficial o erosión por capas, representa el 37% de la microcuenca, siendo de importancia, los que tienen un grado 4, presentándose en zonas cercanas al cauce, donde las prácticas de conservación y/ restauración son inoperantes, ya que la magnitud del colapso de materiales sobrepasan obras de conservación, ya que las condiciones del terreno hacen a estas zonas inestables y de riesgo para los que transitan por estos lugares por el desprendimiento de grandes cantidades de materiales de tamaños considerables, limitando estas zonas a ser protegidas por muros de contención para prevenir pérdidas humanas.

En menor proporción se encuentra la erosión por cárcavas y/o barrancos (Wg), con apenas el 0.6% del área total; caracterizada por el desarrollo de incisiones profundas por debajo del subsuelo debido a la concentración de escorrentías; en la microcuenca se encuentra en las laderas, donde por efectos de pendiente, poca cobertura y la lluvia se desencadena este proceso.

A lo largo del cauce, podemos vislumbrar bancos de ríos (terrazas fluviales que se forman por la erosión lateral del cauce (Wr), las cuales han sido aprovechadas para cultivos orgánicos de hortalizas, plantaciones perenes de frutales y maguey.

Se observa además degradación fuera del sitio (Wo) dado por la deposición de sedimentos e inundaciones aguas abajo, se presentan en los abanicos aluviales y en el cauce.

La Degradación Biológica (B) se encuentra en segundo lugar de importancia con un área de 5.3 km² (41.2%), se identifica como el desbalance de la actividad biológica y microbiológica o pérdida de los contenidos significativos de la materia orgánica en la capa superficial del suelo (WOCAT-LADA, 2007), los grados en los que se encuentra van de leve (1) a fuerte (3). Para el trabajo se identificaron 3 diferentes clases y se describen a continuación:

1. Degradación biológica por variación de la cobertura vegetal (Bc), presente en un 30.83% de la microcuenca, este tipo de degradación propicia el aumento de los suelos desnudos, otro tipo de degradación es por pérdida de cobertura (WOCAT-LADA, 2007).

2. Degradación por pérdida de hábitats (Bh) presente en 5.5% del área, se ejemplifica por las tierras de barbecho, sistemas mixtos, rodales de recolección de RFNM y los límites en los campos agrícolas que contribuyen a la disminución de la diversidad vegetal, es importante recalcar que todas las actividades productivas y de introducción de caminos favorece este tipo de deterioro (WOCAT-LADA, 2007).

3. Deterioro por disminución de la diversidad/calidad y composición de las especies (Bs), se refiere a la pérdida de especies naturales, tipos de tierras, remoción de cobertura vegetal principalmente por actividades de extracción y recolección de RFNM, en la microcuenca se encuentra en el 5% del área total (WOCAT-LADA, 2007).

En tercer lugar, se encuentran aquellos sitios sin degradación aparente (O), en estos lugares se presentan prácticas de conservación como barreras vivas, barreras físicas de piedra, bordos, cortinas rompe vientos con frutales, pirules y magueyes, otras técnicas de conservación como las prácticas de cultivos de cobertura con cucúrbitas y otras hortalizas, introducción de terrazas para cultivos intensivos con regulación de riego, fomento de vegetación en ribera de río, áreas de ecosistemas naturales con conservación de coberturas originales para la prestación de servicios ambientales, así como la reglamentación interna de los ejidos con el fin de fomentar la conservación de los recursos naturales.

Cabe mencionar, que las prácticas mencionadas anteriormente, se desarrollan en el ejido, sin embargo, por el detalle del trabajo, no alcanzan a ser cartografiables, estas prácticas se realizan en su mayoría alrededor del río, sin embargo, en el parteaguas de la cuenca, se puede encontrar, con un 9.4 %, del área de pago por servicios ambientales hidrológicos del ejido, y otra, debido al relieve, y al difícil acceso ha permanecido conservado hasta ahora.

La degradación por deterioro físico del suelo (P) se localiza en la parte baja de la cuenca con una superficie total de 0.51 km² y grados que van de moderados (2) a extremos (4), representado solo por la Pérdida de las funciones bio-productivas (Pu) debido a otras actividades, provocados por algunos cambios en el uso del suelo, por ejemplo, actividades de construcción, introducción de caminos y la minería; que repercuten en las funciones bio-productivas del suelo y, por lo tanto, un efecto de degradación. Este tipo de degradación se encuentra en el poblado, donde la apertura de caminos no ha sido planeada. También tenemos problemas de compactación (Pc) en las zonas de parcelas alrededor del cauce, aquí encontramos terrenos donde el tipo de suelo son Fluvisoles, y encontramos acumulación de lama en las parcelas.

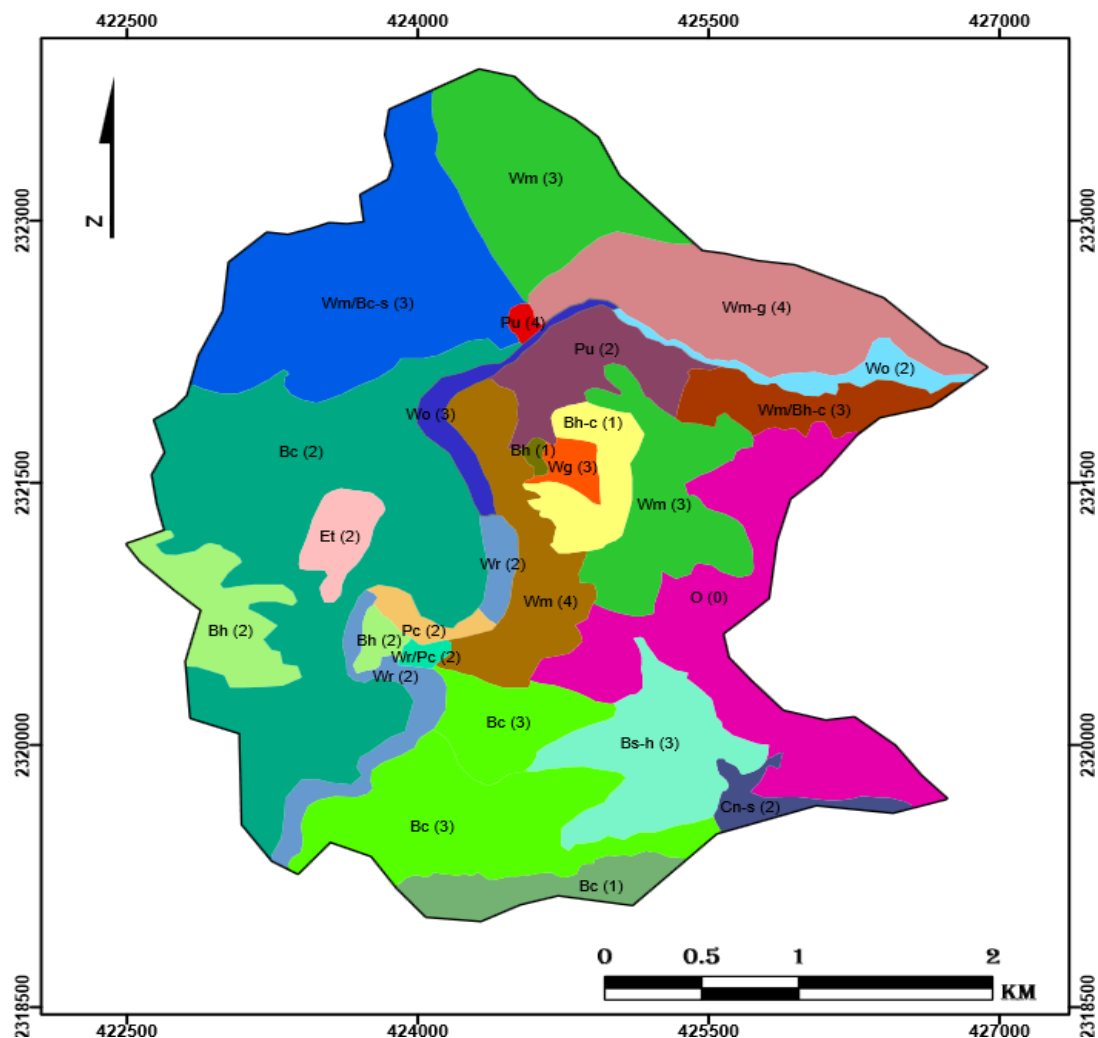
Otro tipo de degradación que presenta la microcuenca es por Erosión Eólica (E), se trata de un desplazamiento uniforme de la capa superficial del suelo por la acción del viento, se presenta de manera generalizada en ambientes áridos y semiáridos, es causada directamente por la disminución de la cobertura vegetal y la exposición a corrientes de aire, por ende las partes expuestas como laderas o parteaguas pueden verse afectadas. En la microcuenca, ocupa apenas el 1% del terreno, sin embargo, puede aumentar si se elimina o disminuye la cobertura.

El deterioro químico del suelo (C), se encuentra en un 0.1% del área total de la microcuenca, y se trata de la disminución de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica como resultado de la remoción de la capa superficial del suelo, ya sea por cosecha, quema o lixiviación, la quema se observó muy cerca del parteaguas, donde se presenta ya vegetación de sucesión.

Muchos de los lugares de degradación, no se presentan de manera aislada, si no, que están relacionados entre sí, en lugares donde tenemos degradación por movimiento de masas, también encontramos que hubo disminución o remoción de la cobertura vegetal, y por los materiales sueltos se dan las avenidas, las cárcavas también están relacionadas a la apertura de caminos y por ende a la remoción de la cobertura.

En la figura 9 se observan los Tipos y grados de degradación de tierras bajo el criterio WOCAT-LADA.

Figura 9. Tipos y grados de degradación de tierras bajo el criterio WOCAT-LADA



Tipos y grados de degradación de tierras WOCAT-LADA

 Degradación biológica: disminución de la diversidad-pérdida de hábitats (3)	 Erosión hídrica: Efectos de la degradación fuera del sitio (3)
 Degradación biológica: pérdida de hábitats (1)	 Erosión hídrica: cárcavas (3)
 Degradación biológica: pérdida de hábitats (2)	 Erosión hídrica: erosión en bancos de ríos (2)
 Degradación biológica: pérdida de hábitats-variación de la cobertura vegetal (1)	 Erosión hídrica: erosión en bancos de ríos/ Deterioro físico del suelo: compactación (2)
 Degradación biológica: variación de la cobertura vegetal (1)	 Erosión hídrica: movimiento de masas (3)
 Degradación biológica: variación de la cobertura vegetal (2)	 Erosión hídrica: movimiento de masas (4)
 Degradación biológica: variación de la cobertura vegetal (3)	 Erosión hídrica: movimiento de masas-cárcavas (4)
 Deterioro físico del suelo: compactación (2)	 Erosión hídrica: movimiento de masas/ degradación biológica: variación de la cobertura vegetal- disminución de biodiversidad (3)
 Deterioro químico del suelo: Disminución de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica (2)	 Erosión hídrica: movimiento de masas/Degradación biológica: pérdida de hábitats-variación de la cobertura vegetal (3)
 Erosión eólica: Pérdida de las capas superiores del suelo (2)	 Pérdida de las funciones bio-productivas debido a otras actividades (2)
 Erosión hídrica: Efectos de la degradación fuera del sitio (2)	 Pérdida de las funciones bio-productivas debido a otras actividades (4)
	 Sin degradación aparente (0)

6.3 Metodologías participativas para sistematizar los saberes socialmente productivos.

El conocimiento de los recursos naturales así como la definición de su aprovechamiento, requiere del rescate de saberes. Una de las maneras de reconocer la visión de los pobladores hacia su zona, es a través de un autodiagnóstico participativo, y para esto existen metodologías como observación participante, entrevistas informales y talleres. De esta manera se rescatan los saberes socialmente valorados, además de que se tiene una clara noción de donde existen los recursos, desde cuando se aprovechan, que importancia tienen para la gente y cómo podemos usarlos de manera sustentable.

Es bien sabido con los resultados mostrados anteriormente que la microcuenca se encuentra en proceso de desertificación, se puede aseverar hasta lo analizado al momento, que se debe a fenómenos naturales como el clima y la topografía, sin embargo, el rescate de los saberes socialmente productivos, nos dan un panorama más amplio, acerca de que la influencia de la población ha mermado partes de la microcuenca que naturalmente no deberían presentar degradación.

Para el rescate de los saberes socialmente productivos, se elaboraron entrevistas (ver anexo b) a la población, desde amas de casa, estudiantes y hasta recolectores de orégano. El objetivo de las entrevistas fue rescatar el uso de los recursos naturales en su vida cotidiana, además de si concebían a su territorio como fuente de recursos y si percibían el desgaste del medio producto de sus actividades. La mayoría contesto afirmativamente a esta situación, recalcando que su tierra era escasa en algunos aspectos, como suelo el agua, sin embargo lo notable es que se vislumbra una preocupación general por el manteamiento de sus recursos naturales y además denotan su preocupación por el desgaste y disminución.

En primera instancia la flora y la fauna se han visto mermada a través del tiempo, la ente manifiesta que al ir al cerro es difícil encontrar ya plantas y animales que estaban presentes antes; la añoranza del pasado se hace presente al recordar un paisaje muy verde y florido. Algunos manifiestan que es debido a sus actividades, que se ha visto mermado este recuerdo, otros por el contrario aseveran que desde su niñez se vislumbra así como es ahora (árido y con un paisaje erosionado). Para evitar estos efectos, tienen reglamentos internos para la extracción de flora y fauna, recurren a la organización y comunicación directa para una vigilancia y protección de sus recursos naturales, ven en la flora, un elemento indispensable para la decoración en ritos religiosos, y juntos denotan la importancia por el cuidado de su entorno, de su microcuenca, aunque para la mayoría no esté claro este término.

Los jóvenes aun, no denotan la preocupación por la microcuenca, las amas de casa lo ven desde el agua y los recursos alimenticios, forrajeros y de combustible que generan, los recolectores desde la productividad del orégano principalmente, pero todos muestran un común, la preocupación por la economía y la migración que forma parte de su cotidiano.

Las entrevistas realizadas fueron un preámbulo para la realización del taller con los recolectores de orégano, identificados como los que utilizan en mayor medida los recursos vegetales de la microcuenca, en este taller, se vislumbró nuevamente la preocupación por los recolectores de mantener en buen estado a la microcuenca.

A continuación se muestran los resultados del taller llevado a cabo con los habitantes de la microcuenca La Higuera.

Edafología

Los habitantes de la microcuenca relacionan 3 tipos de tierras a los grupos de suelo descritos anteriormente (Tabla 7), la tierra negra va asociada a los Leptosoles rendzicos, el suelo pardo a los Regosoles y el suelo amarillentos a los Fluvisoles.

La mayoría de las prácticas de conservación de suelo que realizan los habitantes, va en función de las parcelas de cultivo que se encuentran a los márgenes del cauce, los pobladores manejan las terrazas aluviales para después convertirlas en zonas para agricultura, además encontramos barreras vivas de nopal-maguey y frutales para delimitar terrenos o parcelas, así como una adecuación de sus sistemas de riego.

Tabla 7. Tipos de suelo según los habitantes.

Tipo de suelo	¿Cómo era antes?	¿Es bueno para sembrar? ¿Qué siembra?	¿Qué problemas presenta?	¿Qué hacen para conservarlo?
Negra (parte alta) suelta la tierra tiene a una distancia piedra	En temporada de lluvia se hace compacta	Es buena para siembra como piñon (Solo para consumo ejidatario)	La tierra presenta erosión	Ninguna acción
Suelo color pardo	Sigue estando igual	Si es buena, se puede sembrar frijol, existe maguey, nopal, mezquite, biznaga, guapilla, estoquillo (se hacía ixtle), lechuguilla, oregano, damiana, gobernadora, garambullo. Se aprovecha maguey (pulque)	Anteriormente existían más plantas aprox. 20 años (Manera generalizada)	No se ha hecho ninguna acción

Suelo color amarillento	Sigue estando igual	Siembra efectiva. Se produce maíz, frijol, hortalizas, ciruela, mango, papaya, aguacate, plátano, mandarina, naranja, limón agrio y durazno.	Existen plagas como el chapulín y palomilla que afectan a los cultivos. Aguacate (gusano barrenador). Utilizan agroquímicos como anactrina y malathión	Realizaron composta orgánica para hortalizas. Utilizaron estiércol para abonar cítricos
-------------------------	---------------------	--	--	---

Vegetación

Al preguntar a los ancianos ¿Cómo era su ejido antes? Lo describen como un lugar “muy verde y floreciente”, en temporada de lluvias subían al monte para cortar flores y adornar sus casas, el ganado estaba bien alimentado, y nunca les faltaba que comer.

El mercado del monte es muy extenso, en diversas temporadas pueden disfrutar de los quites de diversos agaves, malvas, vainas de mezquite, frutos de cactáceas como el Huamuchi y hasta autosuficiencia médica con las hierbas y remedios que se han pasado a la memoria oral de generación en generación y una tradición herbolaria heredada del monte.

Tabla 8. Especies silvestres extraídas por los habitantes de la microcuenca

¿Qué plantas extraen del cerro?	
Lechuguilla	(<i>Agave lechuguilla</i>)
Chabeles	<i>No determinado</i>
Junquillo	(<i>Koeberlinia spinosa</i>)
Manitas	<i>No determinado</i>
Sábila	(<i>Aloe vera</i>)
La palma	<i>No determinado</i>
Quiotes de maguey	(<i>Agave sp.</i>)
Quiotes de lechuguillas	(<i>Agave lechuguilla</i>)
Guamuchi	<i>No determinado</i>
Vainas de mezquite	(<i>Prosopis laevigata</i>)
Piñon blanco	<i>No determinado</i>
Yerba de altire	<i>No determinado</i>
Poleo	<i>No determinado</i>
Yerba mariola	(<i>Parthenium confertum</i>)
Oreja de ratón	<i>No determinado</i>
Gobernadora	(<i>Larrea tridentata</i>)
Cojollito de huapilla	<i>No determinado</i>
Verdolagas	(<i>Portulaca oleracea</i>)

Derivado de las situación anteriores, se les pidió a los asistentes que identificaran y priorizaran problemáticas dentro de su Ejido y por ende dentro de la microcuenca.

Tabla 9. Problemáticas ambientales identificadas por la población.

AMBIENTALES		
Problemática	Soluciones	Actores involucrados
Deforestación de los matorrales por extracción excesiva de organismos (biznagas, guapilla y orégano)	Disminución de burros Formación de comités de vigilancia de los recursos naturales	Dueños de burros Ejidatarios
Sequía	Reforestación y conservación de suelos	SEMARNAT, CONANP, Ejido, CONAZA
Disminución de productividad (RFNM)	Zonas circuladas para evitar el daño de animales	CONAFOR SAGARPA EJIDO

Tabla 10. Problemas sociales

SOCIALES		
Sociales	Soluciones	Actores involucrados
Falta de organización para tramites y resoluciones puntuales	Conocimiento y fácil acceso a tramites	Técnicos, ejido
Migración (falta de empleo)	Activar proyectos productivos para auto emplearse	SEDESOL Desarrollo Agropecuario SAGARPA Instancias de gobierno
Deficiencia en el abasto	Organizaciones de	Comunidad

de agua potable	bombeo del agua de manantiales para suministro	CEA
Comunicación deficiente para tramites y acuerdos	Pláticas de concientización	Ejido, Universidad

Tabla 11. Problemáticas económicas detectadas en los talleres.

Económicos		
Problemática	Soluciones	Actores involucrados
Falta de empleo	Activar proyectos productivos y permisos a tiempo Evitar intermediarios	Productores Pobladores Instituciones ONG's, sector público y privado
Baja productividad	Cercar áreas de colecta	Ejidatarios CONAZA

Tabla 12. Problemáticas culturales.

Culturales		
Problemática	Soluciones	Actores involucrados
No reconocimiento del Ejido como Indígena	Concientización entre la población. Rescatar el trámite ante CDI	Habitantes del ejido CDI
Pérdida de la lengua Otomí	Rescate de la enseñanza de la lengua desde niños	Habitantes del ejido CDI SEP SEDESOL

	hasta adultos	Instituciones de educación e investigación
Pérdida de valores y costumbres (fiestas patronales)	Transmisión de creencias, tradiciones y costumbres a los niños y jóvenes Rescate de tradiciones ya no practicadas	Habitantes del Ejido SEDESOL CDI

En las Tablas anteriores se muestran las problemáticas más importantes para la microcuenca y ejido, siendo el desempleo la que ellos consideran de mayor importancia, seguida de la pérdida de identidad y sus costumbres.

6.4 Generación de estrategias para la conservación y/o mejoramiento de las tierras para afrontar el proceso de desertificación.

Como se mencionó anteriormente, la Microcuenca La Higuera, se encuentra en proceso de desertificación, denotado por el método WOCAT-LADA, mismo que sugiere medidas de conservación de suelo, las cuales se mencionan a continuación:

A: Medidas Agronómicas

Las medidas agronómicas se recomiendan en el área de agricultura de vega aluvial, dónde es mayor la actividad agrícola.

Las medidas agronómicas son cultivos intercalados, sobre todo de leguminosas como haba y frijol, para que garanticen la fijación de N, combinado con avena o maíz y otras hortalizas que ya se cultivan, están comúnmente asociados con

cultivos anuales, se repiten rutinariamente cada temporada o con rotaciones secuenciales, son de duración corta y no permanente, no generan cambios en el perfil de la pendiente y normalmente son independientes de la pendiente.

A.1 Cobertura del suelo

En la Agricultura de conservación se promueve evitar el barbecho durante la preparación del terreno para la siembra, debido a que esta práctica disemina la materia orgánica que se acumula en la superficie del suelo, perjudica su estructura, reduce la capacidad de infiltración y aumenta el riesgo de erosión; por lo que la agricultura de conservación beneficia el incremento de la materia orgánica, reducción del riesgo de erosión, retención de humedad y un ahorro de hasta el 50% de los costos en la preparación de la cama de siembra (Loredo, 2005). Este tipo de medidas se sugiere para la zona de Agricultura de Vega Aluvial

La labranza de conservación, es una de las técnicas mayormente empleada de la agricultura de conservación, esta usa los residuos de las cosechas (rastros) contribuye de manera esencial a conservar y rehabilitar el suelo, incorporar materia orgánica, mejorar la fertilidad del suelo y a reducir los costos de producción, con lo que los productores pueden practicar agricultura sustentable (Loredo, 2005; FAO, 2000; Navarro, 2006).

La labranza de conservación, es un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, esto contribuye a que el suelo conserve humedad, así como reducir la pérdida de suelo causada por el viento y la lluvia, así se incrementa la capacidad productiva del suelo, aumenta sus rendimientos y puede reducir los costos de producción (Navarro, 2006).

Este sistema consiste en al menos tener un 30% de la superficie del suelo cubierta con los rastros del cultivo o paja anterior después de la siembra, estos residuos

pueden provenir de cultivos forrajeros, de granos, cultivos invernales etc. Se refiere también a métodos que permitan romper el endurecimiento del suelo sin invertir su perfil, tales como el cincel, vibrocultor, multiarado y subsoleo. En este sistema la cama de siembra solamente es alterada durante la siembra directa, los residuos de cosecha no se incorporan al perfil del suelo y se dejan sobre la superficie dejando un mantillo (Navarro, 2006).

Los tipos de labranza de conservación se describen a continuación:

A.1.1 Labranza en camellones

En este sistema, los camellones pueden ser anchos o angostos, y los surcos pueden atrapar y acumular el agua, los camellones pueden ser contruidos de manera manual, con tracción animal o con maquinaria; pueden ser contruidos cada año o pueden ser semipermanentes haciendo solo mantenimiento una vez al año, en los primeros queda una baja cobertura de rastrojo sobre la superficie, mientras que en los segundos, la cobertura depende del sistema de control de malezas y el manejo de rastrojo. En este sistema, el suelo se laborea hasta poco antes de la siembra; utilizando escardillos o removedores de residuos, se laborea un tercio de la superficie aproximadamente en el momento de la siembra; esta se hace en bordes o camellones de una altura entre 10 y 15 cm. El control de malezas se realiza con escardas; las labores de cultivo se utilizan para reconstruir los bordes (FAO, 2000; Navarro, 2006).

A.1.2 Labranza en franjas

El suelo se deja sin laborear hasta antes de la siembra. Únicamente al momento de sembrar se laborean franjas aisladas al suelo y el resto queda intacto generalmente se quita la cubierta de residuos de cosecha en la franja que se prepara, por lo cual reduce la efectividad para controlar erosión. El control de malezas se realiza mediante escardas y herbicidas, aunque se recomienda

usarlos en caso necesario. También se recomienda combinar la labranza en franjas con la labranza en surcos para realizar escarda y reducir la cantidad de herbicidas en el control de las malezas (Navarro, 2006; FAO, 2000).

A.1.3 Labranza de cobertera

Es esta modalidad se laborea la superficie total del suelo antes de la siembra. Se utilizan cinceles con puntas V del tipo pata de ganso (cincel de asadas). El control de malezas se realiza mediante una combinación de escardas y herbicidas en menos proporción (Navarro, 2006).

A.1.4 Labranza cero

En este tipo de labranza, no se realiza movimiento del suelo. La siembra se efectúa en forma directa y solo se abre una pequeña franja de suelo en donde se deposita el fertilizante y la semilla. Se reduce la cantidad de energéticos empleados. El control de malezas se realiza antes de la siembra y durante el desarrollo del cultivo, se recomienda ampliamente realizar un control mecánico de las mismas para reducir e incluso no utilizar herbicidas (FAO, 1996; FAO, 2000; Navarro, 2006).

El sistema de labranza a seleccionar deberá incrementar los rendimientos del cultivo, reducir riesgos de producción, facilitar la conservación de suelos y agua, mejorar el desarrollo del sistema radicular, mantener niveles adecuados de materia orgánica y controlar o revertir procesos de degradación. La toma de decisión de utilizar un tipo de labranza, va en función de los insumos con los que cuente el agricultor; desde herramientas comunes en el campo, hasta maquinaria sofisticada, así mismo dependerá de la presencia de malezas, plagas y enfermedades. Además de que es fundamental conocer los efectos de cada tipo de labranza, que a su vez dependerán de varios factores como el clima, tipo de

suelo, tipo de cultivo, propiedades del suelo, topografía, drenaje y requerimientos energéticos (FAO, 1992).

Se recomienda que antes de iniciar un sistema de labranza de conservación, se realice una buena preparación del suelo, que elimine estratos endurecidos que puedan dificultar el desarrollo radicular de las plantas. Con una pedregosidad mayor del 16%, las labores de establecimiento de cultivo se realizarán de manera manual o animal (Navarro, 2006).

Figura 10. Tipos de labranza



a) Labranza en camellones



b) Labranza en franjas



b) Labranza de coberteras



d) Labranza cero

A.2 Fertilidad del suelo.

Las malas prácticas agrícolas, así como el constante uso de agroquímicos, ha provocado que la producción agrícola disminuya, también bloquea o disminuye la asimilación de macronutrientes; el uso de fertilizantes químicos resulta no ser beneficioso a una escala de tiempo mayor, este contamina el suelo y agua y altera sus propiedades físicas, químicas y biológicas, perjudicando al suelo; es por ello que la agricultura de conservación implica la no de aplicación de agroquímicos y una labranza menor, ante este panorama, se hace necesario la búsqueda de fertilizantes naturales que puedan suplir el uso de químicos para una mayor productividad (García y Martínez, 2006).

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener cantidades suficientes de nutrientes, cuando estos se desintegran en el suelo, se pueden mejorar sus características físicas, químicas y biológicas (Trinidad, 2006 a).

El uso de abonos orgánicos funciona para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, así como obtener mayores rendimientos en cultivos. Entre estos abonos se incluyen los estiercoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos (Trinidad, 2006 a).

Algunos beneficios que recibe el suelo de los abonos orgánicos es que influye de manera positiva en sus características físicas tales como estructura, porosidad, aireación, retención de agua, infiltración, conductividad eléctrica y estabilidad de agregados. Considerando que, un aumento en la porosidad aumenta la capacidad del suelo para retener el agua y por ende la infiltración (Trinidad, 2006 a).

El primer abono orgánico a describir serán los abonos verdes, que se definen como todas plantas (preferentemente leguminosas), en estado de floración, que se

entierran en el suelo en rotación, sucesión y alternancia de cultivos, para mejorar la fertilidad y el contenido de carbono orgánico en los suelos (FAO, 2000; Trinidad, 2006 a).

A.2.1 Abonos verdes

Los abonos verdes protegen la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento, mantiene elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del sistema radicular y de la cobertura vegetal. Las raíces después de su descomposición, dejan canales en el suelo y la cobertura evita una desagregación y sellado de la superficie y reduce la velocidad de la escorrentía, promueve un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años, el contenido de materia orgánica, además atenúa la amplitud térmica y disminuye la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad de agua para los cultivos comerciales. Por medio del sistema radicular, rompe capas duras y promueve la aireación y estructuración del suelo, induciendo la preparación biológica del suelo (Arteaga, 2002; García y Martínez, 2006).

Se puede utilizar cualquier planta herbácea como abono verde, así como la incorporación de las mismas para que nazcan junto con el cultivo, estas mantienen en cierta medida el nivel de materia orgánica del suelo.

Las plantas más utilizadas son las fabáceas como frijol y haba, debido a que estas plantas fijan nitrógeno, también se pueden utilizar plantas de la familia Poaceae como avena y cebada (Arteaga, 2002), siempre y cuando estas plantas estén adaptadas al medio semiárido.

A continuación se describen algunas modalidades de abonos verdes según la ficha técnica de la SAGARPA (García y Martínez, 2006).

A.2.2 Abono verde de primavera verano

Consiste en el establecimiento de especies de leguminosas en el periodo de Mayo a Septiembre, aprovechando el periodo de lluvias. Con esta técnica se eleva la producción de material verde y se aporta nitrógeno al suelo.

A.2.3 Abono verde exclusivo de otoño-invierno

Se recomienda sembrar las especies de invierno como son: avena, chícharo, veza y nabo forrajero. Los abonos verdes en este periodo, protegen al suelo normalmente en descanso, controlan la erosión eólica y disminuyen la infestación de malezas.

A.2.4 Abono verde asociado con cultivos anuales

En esta modalidad el cultivo para abono verde se siembra en entrelínea del cultivo comercial. La utilización del abono verde con cultivos anuales debe ser realizada correctamente para evitar que la planta destinada a abono verde no compita con la comercial, por ejemplo: maíz-frijol. En este caso el abono verde se siembra cuando el maíz ya está establecido y se incorpora cuando se realice la cosecha de maíz.

A.2.5 Abono verde intercalado a cultivos perennes

Esta modalidad consiste en establecer el abono verde en el espacio libre de la planta con la comercial, el cultivo para abono verde debe ser una planta de crecimiento no agresivo, por ejemplo avena o veza entre árboles frutales como durazno, pera, u otros frutales, donde se intercala.

Otro abono orgánico utilizado por los productores es el estiércol, el cual se ha utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características en beneficio del desarrollo de las plantas.

A.2.6 Estiércol

El Manejo del Estiércol se refiere principalmente a la conservación del mismo, con el objetivo de mejorar su calidad y aumentar la cantidad de estiércol disponible para los cultivos. Para la conservación del estiércol, se ha validado un tipo de infraestructura muy rústica, denominada estercolero (véase Figura 11) (Arteaga, 2002).

Las características técnicas del estercolero son las siguientes según Arteaga, 2002:

- El estercolero consta de cuatro muros contruidos con material local (adobe, piedra o tabique). Las paredes tienen el declive necesario para que el techo escurra el agua de lluvia.
- El estercolero no tiene puerta, pero su techo es móvil, lo que facilita llenar y sacar el estiércol.
- El estercolero debe estar ubicado preferentemente al lado del corral (en la parte inferior), para facilitar el traslado del estiércol.
- Las dimensiones del estercolero dependen del número de animales que se tenga en el corral. Se toma como parámetro que para 30 animales ovinos, basta que el estercolero tenga las medidas de 2 x 2 m (largo x ancho). La altura de las paredes será de 1.5 m. (la pared alta) y 1.0 m. (la pared baja).

Los estercoleros son en realidad pequeños depósitos donde se traslada el estiércol fresco con la finalidad de que se someta a un proceso de descomposición adecuado, sin perder la calidad o el contenido de los nutrientes que el material tiene. Este efecto es logrado gracias al techo, que protege el estiércol de los rayos del sol, de la lluvia (anegamiento) y del viento (Arteaga, 2002; Trinidad, 2006 *b*).

Figura 11. Estercolero

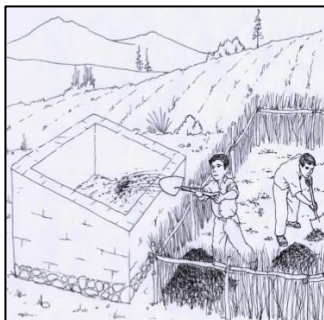


Tabla 13. Contenido total de nutrientes en algunos estiércoles en México

Determinaciones	Tipo de estiércol				
	Vacuno	Gallinaza	Porcino	Equino	Caprino
Humedad (%)	36	30	20	25	18
pH relación (1:2)	8	7.4	7.2	7	7.5
Materia orgánica (%)	70	70	68	60	55
Nitrógeno total (%)	1.5	3.7	3.7	1.2	2.5
Fosforo (%)	0.6	2.2	2	0.2	0.6
Potasio (%)	2.5	2.7	30	2.5	2.2
Calcio (%)	3.2	5.7	7.5	6	8
Magnesio (%)	0.8	1	2.3	0.2	0.2
Sodio (%)	1.6	1.1	0.3	0.1	0.1
Zinc (ppm)	130.6	516	-	-	-
Manganeso (ppm)	264	474	-	-	-

Hierro (ppm)	<354	4,902	-	-	-
Relación C/N	26	11	13	33	18
Mineralización (1er año)	35	90	65	30	32

Fuente Romero, 1997 (Tomado de Trinidad, 2006 b)

Otra receta que se puede realizar con estiércol es el té de estiércol, el cual es una preparación donde se convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En ese proceso, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas. Es rápido y económico de producir.

A.2.7 Té de estiércol

Ingredientes

- 50 kilogramos de estiércol de bovino (semisólido).
- 150 litros de agua (limpia).
- Un tambo o pipote de 200 litros.

Preparación

En un tambo o pipote de 200 litros, agregue el estiércol de bovino preferiblemente semisólido, agregue 100 litros de agua y revuelva. Complete con agua hasta llenar el tambo y tape. Debe estar en un lugar bajo sombra y al aire libre. Revuelva todos los días, cuando no se revuelve nacen gusanos. El té de estiércol estará listo cuando huelga a tierra húmeda. En zonas áridas y semiáridas éste demora un mes o dos. Como resultado: 200 litros de Té de estiércol concentrado. Se debe disolver en agua antes de aplicar al suelo (Ormeño y Valle, 2007).

A.2.8 Elaboración de Composta

La elaboración de composta tiene como objetivo aumentar la cantidad de material orgánico destinado al uso agrícola, haciendo uso de materiales orgánicos de procedencia animal y vegetal disponibles en el lugar (estiércol, hierbas verdes, restos de cocina, rastrojo de cereales, etc.). Como las cantidades de composta producidas por pequeños agricultores generalmente no alcanzan para grandes superficies, mayormente la composta se utiliza para los huertos hortícolas y otros terrenos de menor superficie donde se requiere el mejoramiento del suelo a través de la incorporación de materia orgánica de gran calidad. Una alternativa adicional para obtener materia orgánica de óptima calidad, es la lombricultura, cuyo contenido de nutrientes es aún superior a la del composta (Arteaga, 2002).

Para la preparación de composta se pueden usar diferentes tipos de restos orgánicos. Puede utilizarse uno sólo o la combinación de varios, eso dependerá de los restos orgánicos que se produzcan en la unidad de producción. Según FAO (2013) y Ormeño y Valle (2007), para producir una buena composta se debe tomar en cuenta:

- **Tamaño de las partículas:** mientras más pequeños sean cortados los restos orgánicos, más rápido se descompondrán para formar la composta.
- **Aireación:** es necesario voltear los restos cada cierto tiempo, con el fin de que los microorganismos que ayudan a su descomposición puedan desarrollarse. Esta labor se realiza como mínimo una vez por semana, durante el primer mes.
- **Temperatura:** se requiere que los restos orgánicos alcancen temperaturas entre 60 y 70°C por unas dos semanas, con el fin de eliminar la mayor parte de los microorganismos patógenos y semillas de malezas, los cuales pueden estar en los restos y que no deben estar en la composta final.

- Acidez: es importante controlar la acidez de la composta, se puede medir con un equipo especial para medir el pH (potenciómetro) o con cintas de colores especiales para medir pH en campo. La composta final debería tener un pH cercano a la neutralidad (pH = 7).
- Altura del compostero: es importante que un compostero tenga al menos un metro de altura, esto ayudará a que los restos orgánicos alcancen las temperaturas adecuadas para descomponer los restos y eliminar los microorganismos no deseados.
- Humedad: es necesario llevar un buen control de la cantidad de agua que se aplica sobre los restos orgánicos. En zonas áridas y semiáridas y de baja humedad relativa, se debe regar con mayor frecuencia. Una forma general y práctica de saber si el contenido de agua en el compostero es la adecuada, consiste en tomar con la mano un puño de composta, si al apretarlo se desmorona es porque le hace falta agua, en cambio, si al apretarlo chorrea agua, el contenido de agua es mayor al necesario y no se debe regar.
- Ubicación: el compostero debe estar ubicado en un terreno con cierta pendiente, en una zona seca, cercana a una fuente de agua, con sombra y un techo que lo proteja de la lluvia y el sol. La construcción de los composteros debe hacerse en lo posible con los materiales que estén disponibles en la unidad de producción, para que la aplicación de esta práctica sea una ayuda al productor al utilizar los restos orgánicos que antes eran basura, en materiales útiles para su producción. Para los bordes se pueden utilizar: bordes de tablones (orillones); para el techo se pueden utilizar láminas. Se debe construir con una pequeña pendiente (menos de 2%), con una altura de por lo menos un metro y ancho de un metro a metro y medio (depende de la distancia que sea cómoda para poderlo revisar por los lados).

Todas las metodologías tienen en común la alternancia de capas de distinto material con el fin de conseguir una adecuada relación C:N (30:1) y el control de temperaturas y humedad (FAO, 2013).

Por ejemplo, si para la composta tenemos:

- Pasto seco-rastrojo
- Materia vegetal finamente picada
- Desechos domésticos
- Ceniza o carbón
- Harina de hueso
- Aserrín

Una vez que se tengan los materiales listos, se llena el compostero construido, poniendo los materiales por capas y aprisionando los restos con una tabla para que se mantengan en un mismo sitio, tratando que los restos alcancen una altura mínima de un metro. Se puede ir colocando agua cada cierto tiempo mientras se colocan los restos en el compostero. Cuando esté lleno el compostero, se agrega agua arriba y se tapa con costales para que se mantenga la temperatura del mismo. Se debe revisar el compostero cada dos días para saber si los restos están alcanzando una temperatura elevada y la humedad sea la adecuada. Se voltea una vez por semana. Al cabo de un mes, los restos comienzan a mermar (bajar su altura, por la pérdida de agua), en este momento se debe mover la tabla y aprisionar los restos para que vuelvan a tener un metro de altura. En condiciones áridas y semiáridas, la composta está lista entre los dos a tres meses (Ormeño y Valle, 2007).

Otra abono orgánico de fácil acceso es el té de composta, la preparación es parecida al té de estiércol, con la diferencia que se agregan otros elementos, como la melaza, el suero de leche, la ceniza y otros ingredientes, los cuales

aceleran la descomposición del estiércol y aumenta su contenido nutricional. Toma más tiempo en producir que el té de estiércol, pero también es bastante rápido y económico.

A.2.9 Té de composta

Ingredientes

- 50 kilogramos de estiércol de bovino (semisólido).
- 150 litros de agua (limpia).
- Dos litros de leche o suero.
- Dos litros de melaza o jugo de caña.
- Un kilogramo de ceniza.
- Un tambo o pipote de 200 litros.

Preparación

En un tambo de 200 litros, agregue el estiércol de bovino semisólido, agregue 100 litros de agua, un litro de suero o leche y uno de melaza, revuelva muy bien hasta que esté homogéneo (bien mezclado). Complete con agua hasta casi llenar el tambo y tape. Debe estar en un lugar bajo sombra y al aire libre. Al noveno día agregue un litro de melaza y un litro de suero o leche y revuelva. Revuelva todos los días. El té estará listo cuando huela a tierra húmeda. Antes de usar, se puede aplicar un kilogramo de ceniza, se revuelve, se diluye en agua, antes de aplicar al suelo. En zonas áridas y semiáridas tardara de 1 mes a 1 mes y medio (Ormeño y Valle, 2007).

A.2.10 Vermicomposta (Lombricomposta)

La vermicomposta es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura, que se utiliza fundamentalmente como

mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, abono orgánico, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros usos. El humus de lombriz o vermicomposta posee ciertas características tales como material de color oscuro, con un agradable olor a tierra mojada, su bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces e impide que estos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo. Favorece e incrementa la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas, enfermedades y organismos patógenos. Esta alternativa permite evitar el uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos, que finalmente provocan alteraciones perjudiciales no solo al suelo sino al ambiente (González et al, 2012).

El uso de vermicomposta es muy variado; puede usarse como mejorador del suelo o también como sustrato para el crecimiento de plantas, en la germinación de semillas, soporte para inoculantes microbianos, material con capacidad para suprimir fitopatógenos, biogenerar suelos degradados e incluso recuperar suelos contaminados en invernaderos o viveros, además de un aporte importante de nutrientes (González et al, 2012)..

Para la preparación del humus de lombriz sólido y líquido de forma comercial, se utiliza frecuentemente la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), porque presenta buena tasa de reproducción y vive mucho tiempo. Por cada kilogramo de alimento que consume la lombriz, produce 600 gramos de abono. Se debe comenzar con un pie de cría de lombrices, el cual dependerán de la cantidad de restos orgánicos que se vayan a procesar (Ormeño y Valle, 2007).

La lombriz roja californiana se puede reproducir en una construcción parecida a los composteros. Se pueden usar varios restos orgánicos, como pastos, restos de

vegetales, estiércol de bovinos y ovinos y compost no maduro, pero nunca restos ácidos, como cascara de cítricos o piña. También se pueden utilizar papeles y cartones, pero en este caso es indispensable el uso de estiércol de bovino. En la preparación del vermicompost o lombricultivo se coloca tierra, junto con las lombrices y se humedece considerando el mismo principio que los composteros. A los dos días se puede comenzar a colocar los restos vegetales poco a poco, dependiendo de la cantidad de lombrices que se tengan. Se debe aplicar el estiércol de bovino (no crudo), disuelto en un poco de agua. El humus sólido estará listo de dos a seis meses, dependiendo de las condiciones climáticas y el tipo y tamaño de restos orgánicos aplicados. A menor tamaño de los restos, más rápido será la transformación que hagan las lombrices. Si se aplica compost semiprocesado, el tiempo de producción del compost sólido será más rápido (dos meses). El abono sólido está listo cuando huele a tierra húmeda y está suelto como la tierra que se vende en los viveros. Para poder extraer el abono, sin matar a las lombrices, se deben dejar sin comida por uno o dos días antes de la cosecha de lombrices. Al segundo día, se coloca restos vegetales en un extremo del recipiente, donde se esté produciendo el humus. Las lombrices se moverán hacia la comida. Cuando el mayor número de lombrices estén de un lado del recipiente, se puede extraer el abono del otro extremo (Ormeño y Valle, 2007).

Para la obtención del humus líquido de lombriz, se debe colocar los recipientes o construcciones con cierta pendiente y con un orificio de salida hacia los envases, donde se guardará el líquido obtenido. Con el tiempo y el procesamiento de los restos orgánicos, se eliminarán líquidos que serán recolectados en los recipientes colocados. Al principio el líquido obtenido será de color marrón claro, pero aún no es humus líquido. Este líquido se recoge y se vuelve a verter sobre el lombricultivo, tantas veces como sea necesario. Cuando el líquido resultante sea de color marrón oscuro y huela a tierra húmeda, estará listo como humus líquido (González, et al, 2012; Ormeño y Valle, 2007).

Figura 12. Lombricompostero y lombricomposta.



V: Medidas con uso de Vegetación

Se refiere a las franjas con pasturas, barreras de cobertura, rompevientos, etc. Involucra el uso de pasturas perennes, arbustos o árboles, son de larga duración, a menudo generan un cambio en el perfil de la pendiente, con frecuencia son zonas de contorno o ángulos a la derecha de la dirección del viento y son a menudo separadas de acuerdo a la pendiente. Se recomienda su uso en zonas de agricultura de vega aluvial y terrazas aluviales.

V1: Cobertura con árboles y arbustos

Las técnicas que a continuación se presentan fueron tomadas del catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua, en específico de las prácticas vegetativas y agronómicas complementarias al proyecto integral, de Fernández et al., 2009.

V.1.1 Barreras vivas

Son arreglos lineales para el establecimiento de especies vegetales utilizados, en áreas destinadas a la producción agropecuaria, como barreras al libre paso de animales y sedimentos. Su finalidad es reducir la longitud de la pendiente, minimizar la velocidad del viento que causa la erosión eólica, retardar el

escurrimiento para aumentar la infiltración, conservar la humedad y prevenir la formación de cárcavas.

Las barreras vivas además de proteger el suelo, delimitan potreros o terrenos agrícolas, proporcionan sombra para el hombre, los animales y mejoran el paisaje. Adicionalmente apoyan a la economía del medio rural a través de la obtención de frutos y verduras para consumo humano, pastura, madera, leña, forraje (estación seca), miel y abono verde.

Para el establecimiento de barreras vivas se buscan especies ecológicamente adaptadas al entorno, de rápido crecimiento, de buen anclaje radical, que toleren largos periodos de sequía, resistan heladas, y fáciles de enraizar o reproducir vegetativamente, así, lo más recomendable es el establecimiento de especies nativas.

Con fines de conservación de suelos las barreras vivas se siembran al contorno en zanjas-bordo, a una distancia horizontal entre líneas de 20 m aproximadamente. Suelen usarse altas densidades de especies espinosas (nopal, maguey, pitaya) o arbustivas como son árboles del género *Leucaena*, *Bursera* o *Salix*. Para la delimitación de potreros se usan especies frutales como durazno, manzano, pera, ciruelo mexicano, entre otros. Los cuales se plantan en estacas de más 1.5 m de largo a un espaciamiento de 1 a 2 m a una profundidad de 20 a 40 cm. El establecimiento de cercas vivas con leguminosas arbóreas se hace generalmente utilizando estacas de 5 a 15 cm de diámetro y de 2.0 a 2.5 m de largo, de manera que los nuevos brotes quedan fuera del alcance del ganado.

Cuando se establecen cercas para postes vivos, se recomienda dejarlas que enraícen por 3-6 meses, antes de colocarles el alambre. Estos cercos servirán como barrera al escurrimiento y los azolves, si las ramas producto de la poda se

colocan en la base de la barrera para hacerla más impermeable y contribuir, al paso de tiempo, a la formación de terrazas.

Las barreras vivas son prácticas que se pueden implantar en todo el territorio nacional, esta práctica es recomendada en áreas con pendientes hasta del 15%; arriba de esta inclinación deben combinarse con otra actividad de manejo de conservación de suelos. En zonas con un periodo de sequía bien definido, como es el caso de la Microcuenca La Higuera, la siembra se realiza cuando este establecido el periodo de lluvias.

Para la zona de estudio se sugiere ampliar la zona de barreras vivas, ya que se observó en campo esta práctica con árboles frutales y magueyes. Para la zona la diversificación de sus barreras vivas es una excelente opción, combinando agaves, nopales y frutales.

Figura 13. Barreras vivas de Nopal, maguey y Nopal-Maguey



V.1.2 Terrazas de muro vivo

Establecimiento de especies vegetales de fácil enraizamiento fundamentalmente perenes, alineadas dentro del bordo o zanja que la conforman a una terraza. Su finalidad es brindar estabilidad al suelo, reducir la longitud de la pendiente, minimizar la velocidad del viento y de los escurrimientos de agua previniendo la formación de cárcavas, este tipo de práctica vegetativa aumenta la infiltración, concentra la humedad por más tiempo en el suelo para el buen desarrollo de los cultivos temporales, aporta materia orgánica y propicia la retención de suelo que a la larga conforma una terraza de banco.

El establecimiento de los muros vivos se hace específicamente en las secciones transversales que conforman una terraza con especies perenes de rápido enraizamiento, o la siembra de especies arbórea o pastos que se siembran en hilera y que al crecer forman una barrera viva que detiene el suelo y va formando una terraza. Algunas veces la vegetación se asocia con zanjas- bordos, cuando la precipitación anual de la zona es menor a 600 mm, las plantas se establecen dentro de la zanja, de este modo servirán como barrera al escurrimiento y retención de azolves, las ramas producto de la poda se colocan en la misma barrera para hacerla más impermeable y contribuir al paso de tiempo en la formación de terrazas.

La práctica es recomendada en áreas con pendientes hasta del 15%; arriba de esta inclinación deben combinarse con otra actividad de manejo de conservación de suelos.

Figura 14. Terrazas de Muro vivo



V.1.3 Cortinas rompevientos

Las cortinas rompevientos son barreras que se establecen con árboles y/o arbustos de diferentes alturas, orientadas de forma paralela a los límites del terreno, parcela agrícola y agostadero y perpendicularmente a la dirección dominante de los vientos. Su finalidad es atenuar o nulificar la intensidad del viento, mitigar la erosión eólica, proteger los cultivos anuales, conservar la humedad y mejorar la estética del paisaje.

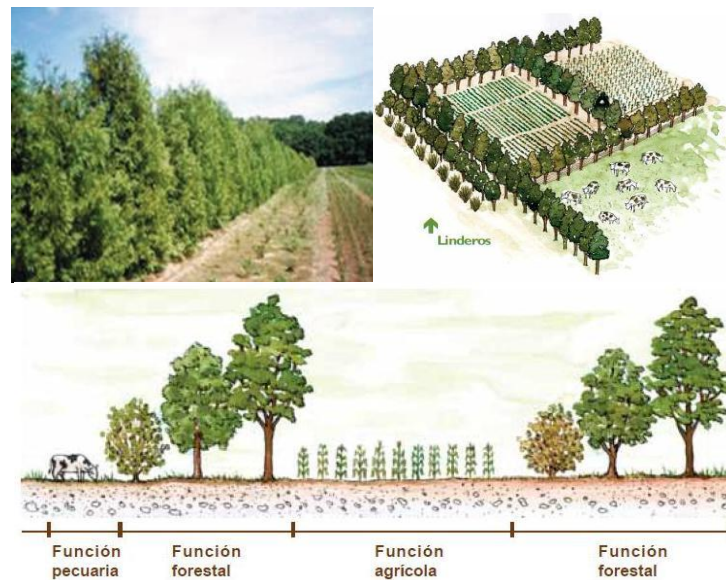
Se requieren dos o tres hileras de arbustos o árboles en lugares de vientos intensos y/o cultivos susceptibles. En lugares con condiciones más favorables, basta con una sola hilera. En cortinas rompevientos de más de dos tres hileras, los árboles se plantan en forma diagonal (sistema de tresbolillo) utilizando especies de hojas perennes, de gran altura, copa ancha, follaje denso, y con especies preferentemente de rápido crecimiento. Para la selección de las especies de árboles y arbustos también se deberá considerar la tendencia a ramificar, su longevidad, la presencia de plagas y enfermedades, valor estético y para la vida silvestre, su resistencia a la sequía o inundaciones y la perennidad de su follaje.

La velocidad mínima del viento para iniciar el movimiento del suelo (erosionable) está entre 19 y 24 km/h. Una cortina trasversal al viento, reduce la velocidad,

cerca de la barrera, entre un 60 y 80% y a 20 veces su altura se reduce la velocidad en un 20%. La reducción máxima de la velocidad ocurre a cuatro veces la altura de la cortina y es precisamente a donde se deposita la mayor parte del material transportado (al no existir la energía necesaria para mantener en movimiento las partículas del suelo en suspensión).

Para un buen funcionamiento de la cortina, se deberá buscar el establecimiento de árboles y arbustos que permitan un ascenso aerodinámico del aire. Para una distancia de protección de 10 a 14 veces la altura, las separaciones entre plantas serán de 0.6 a 2 m para arbustos y de 2 a 4 m para árboles altos; se preocupará que los árboles se localicen a más de 6 m de líneas de transmisión o conducción. La distancia entre hileras será de 1.5 a 3.0 m para arbustos y de 2.4 a 3.0 m para árboles altos como el ciprés (*Cupresus* sp) o la Casuarina (*Casuarina* sp). En las alineaciones exteriores de la cortina es importante establecer especies no apetecibles por el ganado o espinosas que restrinjan el ramoneo. Se recomienda usar una sola especie por hilera, para evitar variaciones de crecimiento y en hileras múltiples varias especies en cada hilera para reducir al mínimo la pérdida de la cortina por plagas y enfermedades.

Figura 15. Cortinas rompevientos



V2: Pasturas y plantas herbáceas perennes

V.2.1 Reforestación con especies nativas

La reforestación con especies nativas, se trata de la regeneración de áreas altamente o totalmente deforestadas, con la plantación de especies nativas. La finalidad de esta técnica es garantizar el éxito de una reforestación y disminuir los riesgos de erosión del suelo ya que las plantas nativas tienen mayor adaptabilidad y rápida colonización que una especie introducida. Además, este tipo de reforestación contribuye a la conservación de la diversidad genética de la región, y preservar la identidad del sitio.

Las especies nativas elegidas para la reforestación se seleccionan por las características biológicas, ecológicas, de identidad y por su uso potencial.

Para la etapa de plantación el material vegetativo se obtiene mediante plántulas producidas en viveros, esqueje, siembra directa de la semilla en el terreno, plantas madre, entre otros. En caso de reproducción directa, a través de plantas madre, el material vegetal utilizado deberá estar libre de enfermedades y no presentar signos de deshidratación. En caso de plantas de vivero, los troncos deben estar rectos, no presentar daños en la raíz, tallo, u hojas. La altura mínima de la planta será de 0.50 m en arbustos, y de 1.0 m en árboles. Todas las plantas serán apuntaladas con estacas para sostenerlas y procurar un desarrollo recto. Las estacas mantendrán a las plantas sostenidas por medio de un hilo de algodón o de manila delgada. Las estacas de madera cuadrada tendrán 3.5 cm de lado mínimo y una longitud de 1.50 m como mínimo, deberán estar libres de nudos, podredumbre y otros defectos que pudiesen afectar la resistencia de las estacas.

Antes de hacer las cepas para las plantas se deberán retirar raíces, malezas, desperdicios o materiales indeseables que afecten la plantación de la vegetación. El diámetro de la cepa será proporcional a la extensión de raíces o diámetro del recipiente original de las plantas. La profundidad de la cepa será suficiente para colocar el fertilizante, la capa de tierra orgánica con un espesor mínimo de 7.5 cm debajo del recipiente. Antes de colocar las plantas en la cepa, se retirarán los recipientes en los cuales se desarrolló la planta.

Las plantas deberán ser regadas inmediatamente después de su plantación y durante el período de establecimiento. Los cuidados de las plantas durante ese período deben incluir revegetación, riego, ajuste de estacas, fertilización, control de plagas y enfermedades.

Figura 16. Reforestación con especies nativas



V.2.2 Sistemas Agroforestales

Un sistema Agroforestal es el arreglo para la conservación del suelo y el agua, que combina árboles forestales, frutales o especies de matorral, con agricultura y ganadería. La característica principal de los sistemas agroforestales es su capacidad de optimizar la producción a través de una explotación diversificada, en el caso de la microcuenca se pueden introducir en las zonas de extracción de RFNM ejemplares de nopal, garambullo, lechuguilla, agaves propios de la zona, así, se permite frenar la erosión y aprovechar al máximo los escurrimientos superficiales con el fin de mejorar la sobrevivencia de los ejemplares de mayor tamaño, plantas de oregano, pastos y ganado, minimiza la incidencia de plagas y enfermedades al tener variedad de plantas. Así mismo ofrecen la oportunidad de regenerar hábitats importantes para la biodiversidad, siendo los sistemas más prometedores para los proyectos de captura de carbono sin dejar de brindar ingresos económicos a la gente local.

Los sistemas pueden ser tan diversos como recursos existan puesto que la elección y establecimiento de sus componentes dependen en gran medida de la

ubicación geográfica del sitio y del producto principal a obtener. En la mayor parte de los métodos, los árboles se plantan sobre las curvas de nivel. Dentro de las franjas intermedias se pueden combinar cultivos agrícolas o pastos. En caso de requerir bancos de proteína se usarán especies leguminosas arbustivas o arbóreas que soporten el ramoneo del ganado ya que el método implica la presencia de animales directamente pastando entre o bajo árboles. Para que sea considerado como un sistema agroforestal, se deberá tener una sobrevivencia mínima de 60% de los árboles plantados.

Figura 17. Sistemas agroforestales.



V.2.3 Acomodo de material vegetal muerto (Fajinas)

Consiste en formar cordones a curvas de nivel de material vegetal muerto resultante de podas, preaclareos, aclareos y material incendiado. El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural, además evita la propagación acelerada de los incendios forestales. Esta técnica se recomienda para las zonas de escurrimiento en la microcuenca.

Para realizarlas se deben formar cordones o fajinas de material siguiendo las curvas a nivel en el terreno, esto es, se colocan barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los posibles materiales y azolves que se erosionan ladera.

Por otra parte, también hay que considerar la distancia de arrime del material al cordón. En la práctica, se observa que un espaciamiento de 10 metros entre cordones consecutivos es muy adecuado, ya que el material para su construcción sólo se arrastra 5 metros de arriba y abajo del cordón y eso facilita su construcción, pero pueden espaciarse a mayor distancia.

El proceso que se debe seguir para realizar las fajinas es el siguiente:

Primer paso. El espaciamiento entre cordones de material acomodado (fajinas) se puede realizar utilizando el criterio de terrazas o eligiendo un espaciamiento a criterio del técnico, dependiendo de la pendiente, el escurrimiento, la erosión, la cantidad de material para acomodar, entre otros.

Segundo paso. Se traza la curva de nivel guía que servirá de base para acordonar el material.

Tercer paso. Se acordona el material procurando que las líneas estén a nivel.

Cuarto paso. Se asienta el material al suelo, podando las ramas y seccionando los troncos más grandes, de tal suerte que el cordón no quede más alto de un metro.

Quinto paso. Se acordona el material restante en franjas paralelas a la curva de nivel guía, de acuerdo con la distancia previamente establecida.

Sexto paso. La longitud máxima de los cordones es de 50 metros y a esta distancia se debe seccionar de 3 a 4 metros (es decir, dejar sin material acordonado 3 o 4 metros) y después continuar la otra sección.

Séptimo paso. Cuando el acordonamiento cruce una cárcava o un arroyo, es conveniente colocar una presa de piedra acomodada en la cárcava o arroyo.

E: Medidas Estructurales

Las Medidas Estructurales como las terrazas, bancos, muros, construcciones, empalizadas, etc. A menudo generan un cambio en el perfil de la pendiente, son de larga duración o permanentes, son realizados inicialmente para controlar la escorrentía, la velocidad del viento y la erosión. A menudo requieren de importantes aportes de mano de obra o dinero cuando son instalados por primera vez, con frecuencia son zonas de contorno / en contra de la dirección del viento; son frecuentemente espaciados de acuerdo a la pendiente e involucran mayores movimientos de tierra y/o construcciones con madera, piedras, hormigón, etc.

E.1 Cabeceo de cárcavas (Fernández et al., 2009; Martínez et al., 2009)

La cárcava es una zanja producto de la erosión que generalmente sigue la pendiente máxima del terreno y constituye un cauce natural en donde se concentra y corre el agua proveniente de las lluvias. El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas del suelo. Las cárcavas se inician cuando el suelo ha sido removido por el flujo superficial formando pequeños surcos considerado como zanjeado incipiente y a medida que aumenta el escurrimiento se forman pequeños canalillos que van creciendo en ancho y en profundidad hasta formar secciones transversales de diferentes formas que se agrandan con la presencia de las avenidas máximas. Consecuentemente, las cárcavas se originan por la concentración de los escurrimientos superficiales en determinados puntos críticos del terreno.

El control de las cárcavas en el proceso de formación es sencillo, pues generalmente basta pasar el arado o la rastra a través de estos canalillos para que desaparezcan e impedir así su crecimiento. Cuando las cárcavas crecen y no se pueden cruzar por los implementos agrícolas, es cuando estas secciones transversales están sometidas a procesos de crecimiento laterales hacia los taludes de los márgenes derecha e izquierda de la cárcava, en la parte alta o inicio de la misma y es cuando es necesario realizar obras y prácticas para su control. Los crecimientos laterales, en la parte alta y en lecho de la cárcava se deben a que el agua, a medida que va descendiendo por la ladera y debido a las irregularidades en el terreno, se va concentrando en la parte alta, a lo largo de la cárcava y en el lecho de la misma originando su crecimiento.

Con un volumen de agua mayor y una velocidad del flujo que va en aumento, la sección transversal de la cárcava se va agrandando debido a la erosión remontante en los taludes y en la parte alta y al crecimiento vertical en el lecho de la cárcava producto de la capacidad de remoción, transporte y socavación del flujo superficial.

La mayor parte de las cárcavas se forman debido a las actividades humanas y otras por la presencia de eventos de lluvia extraordinarios que saturan al suelo y por las condiciones de pendiente y de lo impermeable del sustrato causan los movimientos en masa de los suelos o el aumento en los sistemas de drenaje en las laderas y las montañas.

Algunas de las causas de la formación de cárcavas son: el sobrepastoreo propiciado por el crecimiento de los hatos ganaderos que rebasa la capacidad de carga permisible y la reducción de cobertura de la vegetación; la expansión de los terrenos de cultivo de escarda en las partes altas de las laderas o de las montañas sin tomar en cuenta el manejo de los suelos y la cobertura vegetal que causa un concentración de los escurrimientos superficiales; la deforestación debido a los

cambios de uso del suelo, la sedentarización de la milpa, el aprovechamiento de especies maderables y no maderables que causan una reducción de la propia vegetación para proteger a los suelos contra la erosión y la presencia de sistemas de drenaje naturales que van creciendo continuamente ya que no tienen la capacidad para desalojar los crecientes escurrimientos superficiales. Las acciones del hombre como el uso inapropiado de la vegetación donde realizan tala inmoderadas, establecen cultivos anuales sin el uso de prácticas de conservación de suelos, que con el tiempo los terrenos productivos se vuelvan improductivos y se abandonen sin protegerlos de los agentes erosivos.

En las zonas de agostadero el excesivo pastoreo por los crecientes hatos ganado bovino, caprinos y ovinos propician un sobrepastoreo que reduce la cubierta vegetal y disminuye la infiltración del agua en el suelo, aumentando los escurrimientos en las zonas de drenaje de las cárcavas. El desarrollo de infraestructura para la producción: como surcados, terrazas, bordos de captación de escurrimientos con sus estructuras vertedoras, canales de desviación, caminos mal trazados o sin mantenimiento preventivo provocan la formación y crecimientos de las cárcavas cuando los escurrimientos se concentran en las zonas de ruptura. Los factores físicos como el tamaño y la forma del área de drenaje de la cárcava, la topografía (longitud y grado y forma de la pendiente), las propiedades físicas de los suelos especialmente aquellos que forman grietas cuando secos, son los que favorecen el crecimiento de las cárcavas.

Una manera de controlar el crecimiento de cárcavas es a través del cabeceo, el cual consiste en el recubrimiento con materiales pétreos, de la parte más alta de una cárcava, para evitar su crecimiento longitudinal con la finalidad de evitar la erosión remontante producida por la concentración de escurrimientos superficiales y la socavación de la base de la cárcava por la caída de agua en el fondo de misma.

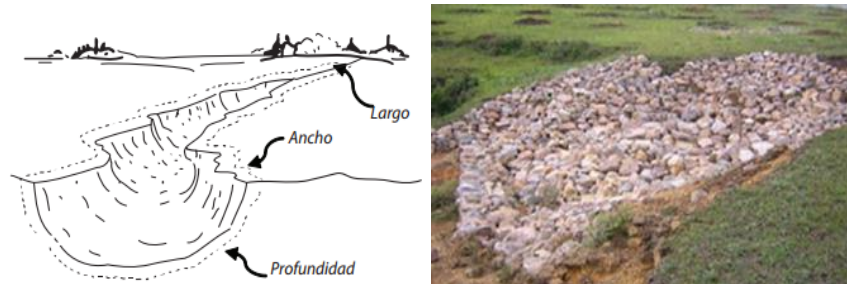
La manera de llevar a cabo el cabeceo es mediante zampeado seco o zampeado con mortero (una parte de cemento Portland y tres partes de arena) se construye una rápida que protege el suelo del desprendimiento por fricción. Cuando la cárcava es incipiente se procederá a afinar el terreno y a colocar un zampeado seco de 0.2 a 0.3 m como si se tratara de adoquín. El borde del zampeado se rematará en una trinchera con piedras un poco más grandes, para que sirvan de soporte al cabeceo. Cuando la cárcava presenta erosión remontante y de una profundidad menor de 2 m, se debe suavizar el talud con una pendiente de 1.5:1 a 1:1. Una vez preparado el talud se procederá a colocar una rápida, con un espesor mínimo de 0.30 m. Después de suavizado el terreno y que la piedra para zampeado con mortero se haya colocado en todo el talud, las piezas se humedecerán completamente y los espacios entre las piedras se llenarán con mortero desde abajo hacia arriba.

La trinchera que se use como base del zampeado se construirá con al menos 75% de piedras mayores a 25 kg. La superficie terminada se barrerá con un escobillón de cerdas duras y el trabajo se protegerá del sol y mantendrá húmedo hasta pasado tres días después de haberse vaciado el mortero. Posterior a la colocación del cabeceo se procede a colocar un colchón hidráulico, de piedra o malla al pie de la rápida, que resista la energía de caída de la esorrentía. En vez del colchón hidráulico, también se puede colocar una presa de control de azolves, a uno o dos metros después del cabeceo, cuidando que este bien empotrada hacia los lados y hacia abajo. La profundidad del empotramiento está en función de la posibilidad de derrumbamiento del margen, siendo necesario por lo menos de un metro respecto a la línea ideal. En algunos casos, cuando el material que componen las márgenes es fácilmente erosionable, se deberá considerar cavar zanjas derivadoras aguas arriba de la cárcava, para conducir el escurrimiento del área de captación hacia otros desagües. También puede ser necesario el aislamiento con cercos en todo

su perímetro, para evitar la entrada de animales, a una distancia de dos veces la profundidad máxima de la cárcava.

Para tener mejores resultados es necesario realizar un suavizado de taludes de cárcavas y presas.

Figura 18. Cárcava y cabeceo de cárcavas.



E. 2 Suavizado de Taludes en cárcavas (Fernández et al., 2009).

Esta actividad se realiza para estabilizar los taludes en ambos márgenes de la cárcava, para controlar y reducir el escurrimiento superficial lateral, permitir el desarrollo de vegetación, y controlar el crecimiento de cárcavas ramificadas lateralmente. Su finalidad es evitar el crecimiento lateral de las cárcavas por la erosión laminar del talud; así como estabilizar el talud longitudinal con el objetivo de colocar un zampeado, malla, pastos, o estacas, disminuir la pendiente de los taludes para evitar deslizamientos.

Los trabajos de rehabilitación de taludes consisten en el despalme del terreno, recubrimiento con vegetación y/o el establecimiento de diferentes tipos de barreras lineales y/o coberturas (pastos, empedrados, mallas). Para la estabilidad de los despalmes efectuados se puede optar por una recuperación paulatina a través del cercando de la cárcava, con el propósito de favorecer el crecimiento de vegetación natural, de no ser suficiente este tipo de cobertura, se recurrirá a la plantación de algún tipo de vegetación acorde al uso de suelo deseado.

Para cárcavas someras (<0.5 m) es suficiente suavizar los taludes a una pendiente 1.5:1 a 2.1:1, manualmente con azadón y pala.

Para cárcavas entre 0.5 y 2 m los taludes se estabilizan a una pendiente de 1:1 a través de líneas horizontales de 0.2 a 0.4 m de altura, tales como ramas entrelazadas (ancladas a más de 10 cm de profundidad, alambradas a estacas cada 0.8 m, y con intervalos entre líneas de 50cm).

Para profundidades entre 2 a 4 m, se propone despallar los taludes a una pendiente de 0.5:1, cubrirlos con piedra acomodada de 0.25 m de espesor y recubrir el empedrado con malla de alambre o gaviones escalonados. Los escurrimientos de las partes altas deberán interceptarse con bordo y zanja, contruidos paralelamente a la línea de borde pendiente arriba, protegidos con vegetación, y con salidas del canal por medio de drenes hacia la parte baja.

Para cárcavas entre 4 y hasta 12 m se debe establecer vegetación nativa en los taludes y solamente se hará un despalme en el horizonte superficial de profundidad variable en talud 1:1 protegiendo con pasto el bordo y zanja pendiente arriba.

Figura 19. Suavizado de taludes



E.3 Presas de Piedra acomodada (Cuevas et al., 2004; Fernández, 2009)

Son estructuras de piedras ensambladas que coloca transversalmente, en forma de barrera, al flujo del agua, y son utilizadas principalmente para el control del crecimiento de las cárcavas con pendientes moderadas. Este tipo de obra permite retener sedimentos, incrementar la infiltración en el cauce, disminuye la velocidad del agua, estabiliza lechos de cárcavas y mejoran la calidad del agua escurrida.

Estas represas se construyen con piedras y rocas acomodadas que existan en el lugar y usando herramientas manuales. Son una solución muy sencilla donde hay piedra, además que son la solución más usada para el control de cárcavas y captura de sedimentos, ya que dejan pasar el agua, pero retienen el suelo y la materia orgánica.

Las presas de piedra acomodada se construyen formando una barda de aproximadamente 0.7 m de ancho, y aguas abajo deben terminar con un talud para darles mayor estabilidad. En términos generales, se recomienda una altura máxima de 3 m para presas de hasta dos metros, la base será de 1.5 veces la altura al vertedor y para presas mayores de 2 m la base será de 1.75 veces la altura. El vertedor suele ser de $\frac{1}{3}$ del largo de la presa y la altura vertedora de 0.3 a 0.5 m. La construcción se hace partiendo de una zanja trapezoidal de 0.9 m en el fondo de la cárcava, en los taludes de la cárcava se hace un empotramiento de 0.6 m. Al igual que en las presas de mampostería, se considera como factor crítico para su diseño, su seguridad para resistir el volcamiento, debiendo por lo tanto pasar la resultante de las fuerzas que actúan en la presa por el tercio medio de su base. La separación entre estructuras deberá seguir el criterio pie-cabeza.

No es conveniente usar rocas que se desintegren o desmoronen fácilmente y sean de bajo peso, debido a que pueden ocasionar la destrucción de la presa, el arrastre de material y el mal funcionamiento de la obra.

Con el fin de lograr que la barrera retenga la mayor cantidad de sedimentos y funcione como presa filtrante, se debe procurar que entre las piedras acomodadas no queden espacios grandes y que sean cubiertos con piedras pequeñas.

La fórmula para estimar el espaciamiento entre presas es la siguiente:

$$E = (H/P) * 100$$

Dónde:

E = espaciamiento entre presas (m).

H = altura efectiva de la presa (m).

P = pendiente de la cárcava (%).

La distribución de presas de piedra depende de las características topográficas que presente el terreno, del tipo de suelo, pendiente y grado de erosión que se encuentre en el sitio donde se aplicará la práctica.

La separación entre presas de piedra acomodada de un metro de altura es de 10 metros en cárcavas que presentan 10% de pendiente.

La distribución espacial calculada no se debe aplicar estrictamente con las medidas estimadas, ya que en campo se deben localizar los sitios más apropiados para su construcción y en algunos casos se debe recorrer la presa a un lugar más angosto, recto o en donde capte la mayor cantidad de azolves.

Figura 20. Presas de piedra acomodada.



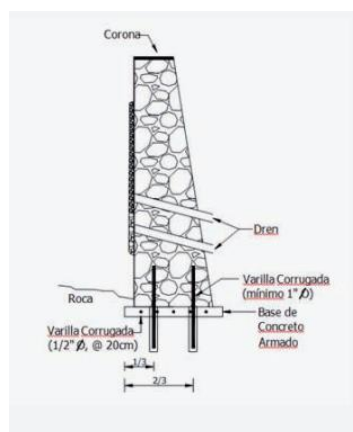
E. 4 Muro de retención de sedimentos (Fernández, et al., 2009)

Es una estructura de contención rígida y a gravedad, hecha de mampostería o concreto, que se coloca en los laterales de cauces o caminos cuando las restricciones de propiedad, utilización de la estructura, o economía no permiten que las masas asuman sus pendientes naturales de reposo. Su función es estabilizar y contener deslizamientos de masas de tierra de gran magnitud que pueden afectar caminos, carreteras, linderos, propiedades privadas o cauces.

Esta estructura, a gravedad, por su peso propio contrarresta el empuje del terreno y elimina la posibilidad de esfuerzos flectores, y por tanto, el armado de acero. Sin importar su tamaño, la proporción del ancho de la base a la de su altura ésta entre 0.40 y 0.45 para un muro cargado horizontalmente. Los muros menores de 1.5 metros de altura son contruidos de manera vertical en ambas caras. Los muros

mayores a tres metros deberán diseñarse estructuralmente para asegurarse que sus dimensiones son suficientes para contener el empuje del terreno bajo todas las condiciones de carga. Para evitar el deslizamiento del muro, se recomienda hacer un dentellón (altura 60 cm, base mayor 40 cm, y base menor 30 cm) en la base de la estructura. En caso de que el muro se vaya a construir en un lecho rocoso es conveniente realizar un anclaje con varilla corrugada de diámetro mínimo de 1", separadas a 1/3 y 2/3 del ancho de la base del muro y colocadas a una distancia de 2.00 m longitudinalmente. Las varillas serán de 1.0 m de longitud y estarán ancladas en el terreno natural a 30 cm; estarán amarradas 20 cm a la varilla de la base, y los 50 cm restantes estarán dentro del cuerpo del muro. Para darle horizontalidad al desplante del muro y fijar las anclas, se construirá una base de concreto armado de 10 cm de espesor, con un emparrillado varilla corrugada de ½ pulgada a cada 20 cm. En la microcuenca, la separación longitudinal de los drenes puede ser entre 2.0 y 3.0 m. En la parte posterior del muro se recomienda un filtro de grava para evitar el taponamiento de los drenes. En la corona o parte superior del muro de mampostería se aconseja una carpeta de mortero de 3 cm de espesor para evitar el deterioro de la obra.

Figura 21. Muro de contención de mampostería.



E. 5 Presa de malla electrosoldada o ciclónica (Cuevas et al., 2009).

Es una estructura que sirve para controlar la erosión en cárcavas. Es similar a la presa de gaviones, sólo que en este caso no es prefabricada sino que se arma en el lugar, a partir de las características de las cárcavas. Dentro de sus funciones esta la reducción de la velocidad de escorrentía e impedir el crecimiento de cárcavas, al retener los azolves disminuye la cantidad y velocidad de los escurrimientos.

Entre las presas de piedra acomodada y las presas de gaviones, las presas de malla de alambre electrosoldado o ciclónicas son estructuras intermedias en cuanto a su uso y costo, por lo que representan una alternativa viable en lugares donde las presas de piedra acomodada no resisten los embates de la escorrentía o donde las presas de gaviones se consideran muy costosas para el tamaño de las cárcavas.

Antes de la construcción se deben considerar los aspectos que se abordan a continuación.

b) Altura

Se recomienda construirlas a una altura entre 1.20 metros y 3 metros (medida de la corona de la presa a la superficie de la cárcava), ya que para alturas mayores es preferible construir una presa de gaviones.

La altura efectiva de la presa es la distancia del suelo al vertedor, ya que hasta ahí se retendrán los azolves. Asimismo, ésta es la variable relacionada directamente con el espaciamiento.

c) Espaciamiento

Considerando que estas presas son pequeñas y que se usarán para estabilizar cárcavas pequeñas con poca carga de escorrentía, se recomienda distribuirlas con el criterio de doble espaciamiento, es decir, al doble del distanciamiento pie-cabeza.

d) Empotramiento

El empotramiento es una de las actividades más importantes en la construcción de presas ya que de ella depende la efectividad de la obra.

En este caso, el empotramiento se debe hacer con medidas promedio de 40 a 50 centímetros a los lados y cimentarse en el fondo. Pero si el suelo es muy arenoso, se debe empotrar hasta el piso firme o hasta 70 centímetros, para que el agua no flanquee la estructura o la derribe.

e) Corona de la presa

La corona es la parte superior de la presa y quedará al nivel original del suelo si la presa se construye a una altura igual a la profundidad de la cárcava, tal como se observa en la ilustración correspondiente.

f) Vertedor

El vertedor es la parte de la presa prevista para desalojar el agua de la cárcava. Debido a que la obra constituye un obstáculo a la corriente del agua, ésta buscará una salida; en caso de no existir el vertedor, el agua se disipará, lo que podrá ocasionar la destrucción de la presa.

El vertedor debe medir un tercio del ancho de la presa y una cuarta parte de su altura. Para evitar que el agua provoque erosión a los lados de la cárcava, el vertedor se debe ubicar por donde pasa la corriente principal, lo que no forzosamente sucede en el centro de la presa.

g) Delantal

En el caso de las presas de malla electrosoldada, las cuales se construyen en forma piramidal, los escalones ejercen la función de delantal.

Cuando no haya escalones, el delantal se formará acomodando, debajo de las aguas de la presa, piedras que formen una calzada para amortiguar la caída del agua que desaloja el vertedor.

Figura 22. Presas de malla electrosoldada



E.6 Barreras de piedra en curvas de nivel (Cuevas et al., 2009).

Son un conjunto de rocas colocadas de manera lineal en curvas a nivel y de manera perpendicular a la pendiente para retener suelo en zonas con presencia de erosión hídrica laminar. Normalmente se utiliza una sección cuadrangular de 30 centímetros x 30 centímetros.

Su principal función es reducir la velocidad de escurrimientos en terrenos de ladera, además de coadyuvar al establecimiento de la vegetación. Son eficaces para detener suelo en zonas con erosión laminar y propiciar la infiltración de agua.

Las barreras de piedra en curvas a nivel se deben implementar en terrenos con presencia de erosión hídrica laminar, es decir, donde exista evidencia de arrastre de partículas de suelo en forma de capas en la superficie, debido a la escasa cubierta vegetal y a la inclinación del terreno.

Además deben existir, en la zona, suficientes rocas que garanticen el volumen requerido y que se encuentren aflorando sobre la superficie sin necesidad de excavar para poderlas obtener.

Dependiendo de la variabilidad de la pendiente del terreno, se procede a fraccionar la superficie en áreas homogéneas, obteniendo en cada una de ellas la pendiente media, la separación entre líneas, para luego el trazo de las curvas a nivel, que se marcan en el terreno con estacas o con las mismas rocas. Se deben ubicar los lugares en donde se presenten cárcavas o se concentren escurrimientos y ahí construir un sistema de presas.

Proceso de construcción

Primer paso. Se inician los trabajos en la parte más alta de la zona, para lo cual se debe recoger, acarrear y distribuir la piedra a lo largo de las curvas a nivel previamente trazadas.

Segundo paso. Se abre una zanja de 10 centímetros de profundidad para cimentar y dar estabilidad a la barrera.

Tercer paso. Luego, se procede a colocar las rocas de tal manera que se forme una barrera cuadrangular de 30 centímetros de alto por 30 centímetros de grosor.

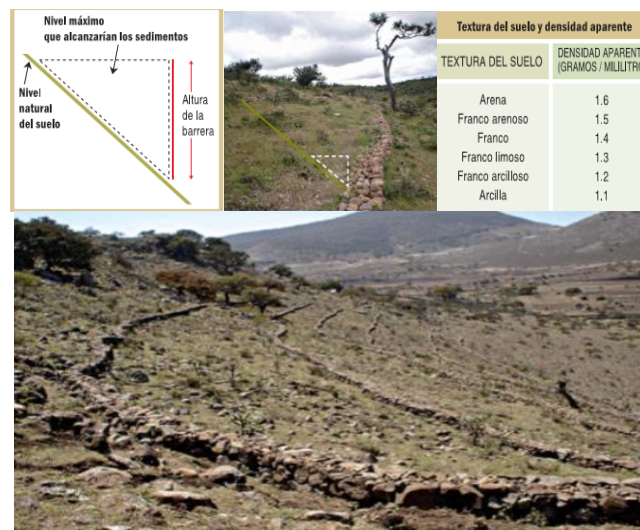
Cuarto paso. El suelo producto de la excavación de la zanja se arrima a la barrera de piedras para rellenar los intersticios (pequeños huecos) que quedan al realizar el acomodo. Los residuos de materiales vegetales también pueden incorporarse a la barrera.

Quinto paso. Las rocas se deben colocar de tal modo que las caras más planas queden hacia afuera, principalmente las que van a estar en contacto con los sedimentos. En algunos casos, es necesario partir las rocas con marro para lograr que las caras sean planas. Para tener una mejor conformación de la barrera se pueden colocar algunos hilos siguiendo las curvas a nivel.

Sexto paso. Para estimar la cantidad total de sedimentos se procede a determinar la pendiente del terreno, la cual, junto con la altura de la barrera y aplicando la fórmula de pendiente, sirve para establecer la distancia horizontal a la cual llegarán los azolves cuando la barrera alcance su máxima capacidad de retención para lo cual fue diseñada.

Séptimo paso. Se forma un triángulo rectángulo, al que se le debe calcular el área. Esta cantidad se multiplica por la densidad aparente (que se determina de acuerdo con la textura del suelo, y se obtiene así el peso del suelo retenido por cada metro lineal de barrera.

Figura 23. Barreras de piedra acomodada en curvas de nivel.



M: Medidas de Manejo

Las medidas de manejo se refieren a cuestiones como el cambio en el uso de la tierra, áreas de cierre, pasturas de rotación, etc. Involucra fundamentalmente al cambio en el uso de la tierra, involucra medidas no agronómicas y estructurales, suelen dar lugar a la mejora de la cobertura vegetal y a menudo reducen la intensidad del uso.

Las medidas de manejo van orientadas a mejorar las actividades que se llevan a cabo en función a la conservación de suelos.

M.1 Rodales de Orégano y Damiana

En primera instancia, tomaremos a la extracción de RFNM de la microcuenca, ya que es de las principales actividades económicas y la que repercute directamente en el ecosistema, es por ello, que se revisó el Plan de manejo y aprovechamiento de orégano y Damiana silvestres para el Ejido y se sugieren algunos cambios para la propagación del orégano principalmente.

En un principio, se sugiere reducir el porcentaje de aprovechamiento de la planta de un 70 a un 60% de los organismos cada 2 años, es decir, el primer año se llevará a cabo el procedimiento acostumbrado y para el siguiente solo se aprovechara el 60% del ejemplar; así mismo una reducción de la superficie de rodales aprovechable que vaya de 70 al 60% para garantizar que en época de floración existan más ejemplares para propagación, y por ende más plantas para extracción el año siguiente.

A su vez se sugiere que el producto de deshecho de la limpia del orégano y Damiana sea regresada al lugar del corte para proteger el suelo en época de lluvias o implementar las medidas de acomodo de material vegetal muerto en estas zonas, la protección del suelo es para evitar que el impacto de gotas de lluvia o la acción del viento erosionen más el suelo.

Además se sugieren faenas para obras de protección y restauración de suelos en las áreas de rodales pertinentes a la zona como reforestación con cactáceas, agaves y suculentas de la zona.

El plan de manejo en lo general es una buena medida para el aprovechamiento integral del orégano y Damiana, sin embargo es carente en medidas de conservación aterrizadas a la zona.

Otra alternativa sería la propagación del orégano bajo invernadero, así se disminuiría la extensión de rodales explotados y la regeneración natural de la especie en estado silvestre.

*M.2 Propagación de Orégano (*Lippia graveolens*) (CONAFOR, 2008)*

La preparación del terreno será la misma que se realiza para todo cultivo convencional, con el barbecho, rastreo, tabloneo, trazo de surcos y con la instalación de canales de riego. Es una planta que prefiere suelos no arcillosos; de

ahí la necesidad de buscar suelos con buen drenaje para evitar enfermedades en el cultivo.

La planta se produce en un vivero que debe contar con una casa sombra, charolas de siembra, mesas para su colocación, así como agua para los riegos. Previamente se debe tener la semilla, que deberá provenir de las mejores áreas que se encuentren designadas para su aprovechamiento.

Colecta de semilla

La mejor época para colectar la semilla es cuando la cápsula (fruto) ya está seca y de un color café; las capsulas se colectan en costales o bolsas de tela. Si se colecta la semilla cuando la planta todavía tiene mucho follaje se corre el riesgo de que aún esté tierna y de que no se tenga la viabilidad esperada. La cápsula donde se encuentra la semilla deberá estar seca, sin humedad y almacenarse en recipientes bien cerrados para evitar el ataque de plagas. Si se pretende usar en las próximas semanas, no es necesario refrigerarlas, pero si se quiere almacenar por varios años, es necesario mantenerla en cámaras frías a temperaturas de 4 a 5 grados centígrados, con una humedad relativa de 20% en la cámara fría.

Preparación de la semilla

La semilla de orégano se extrae de las cápsulas de la siguiente manera: se toma un puñado de cápsulas y de manera manual se frota sobre una malla fina hasta desmenuzarla; los residuos de capsulas molidas y semillas se hacen pasar por una tabla forrada de cartulina blanca (la inclinación de la tabla debe ser de entre 35° y 45°) y el vaciado de residuos se hace lentamente, como si se espolvoreara. Al caer sobre la superficie, la semillita del orégano (forma ovoide) se precipita rápidamente a la parte baja de la tabla, donde deberá haber un recipiente para colectarla.

Preparación del sustrato de siembra

Una mezcla con excelentes resultados es la combinación de musgo canadiense molido y corteza de pino composteada. Sin embargo, en términos generales, el sustrato debe tener consistencia adecuada para mantener la semilla en su sitio, el volumen no debe variar drásticamente con los cambios de humedad, textura media para asegurar un drenaje adecuado y buena capacidad de retención de humedad. Fertilidad adecuada, libre de sales y materia orgánica no mineralizada. Cuando el sustrato es inerte, una mezcla de turba (55%), vermiculita (35%), y perlita o agrolita (10%) en estas proporciones asegura condiciones de drenaje y retención de humedad adecuadas.

Viabilidad de la semilla

Con base en la experiencia de proyectos de transferencia de tecnología, la semilla de orégano tiene una viabilidad de 70%, por lo cual es necesario agregar de cuatro a cinco semillas por cavidad en las charolas de germinación, esto con la finalidad de asegurar tener tres o cuatro plántulas por cavidad.

Siembra

Dado que la siembra es manual, debe cuidarse que el personal esté capacitado a fin de que no se pierda material vegetal en el proceso. Como regla general la semilla deberá enterrarse sólo uno o dos tantos del tamaño de su diámetro; esto se logra poniendo la semilla en la superficie del sustrato húmedo y después espolvorear un poco más de sustrato encima volviendo a humedecer para consolidarlo.

Posteriormente, el riego se inicia desde el primer día de siembra por la mañana y, si es posible, otro riego ligero por la tarde. El riego habrá de ser con rocío para no levantar el sustrato y perder semillas. Una vez germinadas las semillas (10 a 12

días) se continúa el riego diariamente, de tres a cinco semanas antes de llevar las plantas al campo, con la finalidad de desarrollar un estrés hídrico que les permita sobrevivir fuera del invernadero.

Establecimiento de la plantación

Una vez que se preparó el terreno se procede a hacer el surcado (133 surcos por hectárea) y en ese mismo momento puede plantarse el orégano. La disposición de la planta se recomienda a tres bolillo a una distancia de 130 centímetros entre planta y planta. Esto significa que en una hectárea habría 76 plantas por surco que, multiplicado por 133 surcos por hectárea, arroja una densidad de 10,108 plantas de orégano por hectárea. La plantación de orégano se realiza de preferencia a inicio del temporal de lluvias, a menos de que se tenga riego, evitando que sea en época de invierno para no perder plantas con las heladas.

Riegos en la parcela

Como se conoce, los requerimientos de agua de esta planta son mínimos, lo cual la hace atractiva para su cultivo. Se recomienda riego por goteo, este sistema permite mayores porcentajes de supervivencia al trasplante, brotación y longevidad.

El orégano para el semidesierto queretano se puede manejar como cultivo y de acuerdo con las épocas de brotación de las poblaciones silvestres, las principales épocas para establecimiento de plantaciones serían a partir del mes de junio a julio para hacer coincidir con el período de lluvias y así poder establecer un programa de riego.

Aprovechamiento

El proceso de corte en forma natural va a depender de la presencia de las lluvias. La humedad va a determinar la presencia de follaje en la planta. El corte de la hoja

se deberá iniciar cuando la planta haya concluido la floración y la semilla esté madura, cuando la hoja ya alcanzó su estado de madurez y un tamaño importante.

Cortes o cosecha

La cosecha se inicia en la parte de la parcela que presenta mejores condiciones para su aprovechamiento, donde prevalezca la población vigorosa con abundante follaje y que no haya sido cosechada el año anterior. Los cortes se pueden hacer de diferentes formas, pero de tal manera que el aprovechamiento sea sustentable. Dependiendo del tamaño de la planta, se pueden realizar cortes del 50% de la planta y hasta el 80% del total de su altura. Los cortes deben hacerse en plantas sin hojas amarillas ni presencia de plagas o enfermedades. La cosecha puede ser manual o mecánica, pero debe evitarse hacerla a pleno sol, con rocío o en tiempo de lluvia, porque se podrían ocasionar pudriciones.

Al cosechar se debe dejar orear el material verde durante 12 o 48 horas en un lugar sombreado, evitando que los rayos de sol incidan directamente en las hojas y cualquier contacto con agua.

Obtención de la hoja

Con la finalidad de desprender la hoja de la rama, se golpea la rama con una vara a lo que se le denomina vareo, hasta desprender toda la hoja, y después de una limpieza se encostala para el traslado a los lugares de procesamiento o a centros de acopio. El empaque se debe realizar en costales limpios que no contengan impurezas o contaminantes.

M.3 Manejo integral de caprinos

Los pobladores de la microcuenca cuentan con el ganado caprino para subsistencia, sin embargo aún se sigue la práctica del libre pastoreo, por lo que se recomienda la instalación de potreros comunitarios con el sistema de rotación,

dada la pendiente, las condiciones del terreno y la vegetación, es difícil asignar potreros que garanticen la nutrición completa de los animales, por ende se sugieren también un semi-estabulado (que ya es practicado por los habitantes) complementando la alimentación con bloques nutricionales.

M.4 Bloques nutricionales (Urrutia y Cervantes, 2013)

Los bloques nutricionales son mezclas de distintos ingredientes alimenticios, comúnmente utilizados en la ganadería. Están adicionados con algún componente solidificante, lo cual les confiere dureza, facilita su manejo, al mismo tiempo que permite hacer una suplementación racional del ganado, pues su misma dureza limita su consumo.

La utilización de bloques nutricionales brinda ventajas sobre otros tipos de suplemento, ya que es una técnica sencilla y eficiente para la conservación de recursos alimenticios de disponibilidad estacional como las vainas de mezquite, frutos de nopal, flor de yuca, etc., su formulación es muy flexible, lo cual permite utilizar los ingredientes de mayor disponibilidad en cada región, requiere poca infraestructura y mano de obra, son fáciles de almacenar y de transportar, ya sea para suplementar a las cabras en el corral o durante el pastoreo, reduce la utilización de alimentos concentrados convencionales, lo que ayuda a reducir los costos de alimentación, permite la suplementación sincronizada de algunos nutrientes esenciales, permite la incorporación de algunos agentes químicos como minerales y vitaminas específicos, así como de medicamentos parasiticidas.

Los bloques nutricionales están compuestos por una mezcla de ingredientes alimenticios, un conservador y un aglutinante. El objetivo es conformar bloques que aporten principalmente aquellos nutrientes que el animal no puede obtener del pastoreo, con el objetivo de complementar su dieta. En la Tabla 14 se muestran diferentes recetas para elaborar bloques nutricionales, se utilizan ingredientes

convencionales, pero no se excluye el uso de otros ingredientes de fácil obtención regional.

Tabla 14. Recetas para elaborar bloques nutricionales

Ingrediente (Kg)	A	B	C	D
Melaza	42	36	30	24
Sorgo grano	15	10	9.5	3.5
Salvado	6.5	5.5	0	0
Pollinaza	10	16	22	28
Harina de soya	10	16	22	28
Urea	1.5	1.5	1.5	1.5
Alfalfa heno	3	3	3	3
Minerales y vitaminas	1	1	1	1
Sal	3	3	3	3
Cemento	8	8	8	8
Total	100	100	100	100
% proteína Cruda	15.1	17.9	20.3	23.2
Energía metabolizable Mcal/Kg	2.69	2.57	2.52	2.48

Elaboración: Para mezclar los ingredientes sólo se requiere una superficie lisa y dura (como el piso de cemento), de un tamaño suficiente para la cantidad de alimento que se va a manejar; una pala para mezclar; una cubeta para acarrear agua; un apisonador de metal con base circular; y recipientes para moldear la mezcla (por ejemplo, cubetas de plástico, tramos de tubo PVC de diámetro grande, cajas de cartón o cualquier otra cosa que pueda servir como molde). Primer paso: se depositan los ingredientes secos (excepto la urea) y molidos (forraje, harinas, cemento) en el piso y se mezclan con la pala, hasta que el producto seco sea una mezcla homogénea, es decir, que los distintos ingredientes estén integrados uniformemente en toda la mezcla.

El mezclado de los ingredientes se puede llevar a cabo también con una revoladora de cemento o una mezcladora de alimento. Se debe procurar que la

mezcla final quede homogénea, para que el aporte de nutrientes, así como el consumo del bloque, sean más uniformes.

Segundo paso: la melaza y la urea se diluyen en agua, para facilitar su incorporación al resto de la mezcla. Aunque a mayor cantidad de agua el mezclado es más fácil, es importante utilizar la menor cantidad posible, pues, a medida que se aumenta la cantidad de agua, la solidificación se retrasa y el bloque queda menos duro.

Tercer paso: la mezcla líquida de melaza y urea se incorpora a la mezcla seca, utilizando la pala, procurando que el mezclado quede lo más uniforme posible.

Cuarto paso: se vacía la mezcla final en cualquier molde disponible en la explotación, escogiendo preferentemente cajas de cartón o botes de plástico de tamaño pequeño (15 a 20 kg) y se apisona hasta eliminar la mayor cantidad de aire posible de la mezcla.

Quinto paso: la mezcla se deja reposar de 10 a 15 minutos y, posteriormente, el bloque fresco se vacía en un lugar soleado para que se solidifique con mayor rapidez. El solidificado exterior es rápido, pero el solidificado de la parte interior es más lento, por lo que se recomienda dejarlo reposar alrededor de 20 días, antes de manipularlo o suministrarlo a los animales.

Los bloques nutricionales solo se deben utilizar como suplemento, nunca como dieta única. El propósito de los bloques es mejorar la actividad microbiana del estómago y mejorar la digestibilidad del resto de la dieta, en especial, la de los forrajes de bajo valor nutritivo. Por esto, se recomienda utilizarlos en la estación seca del año.

S. Medidas Socioeconómicas

Las medidas socioeconómicas se refieren a las actividades encaminadas a mejorar la calidad de vida de los habitantes, estas van desde el rescate de tradiciones, cambios en los reglamentos internos del ejido, hasta programa de empleos temporales.

En el taller y entrevistas realizados en la comunidad, el principal problema que salió a relucir fue la falta de empleo, y la serie de derivación consecuencia de esto, es por ello que se propone lo siguiente:

- Activación de proyectos productivos como la Horticultura para exportación.
- Valor agregado al orégano, para venderlo empaquetado y con marca propia.
- Manejo post cosecha de frutas y verduras para autoconsumo y comercialización.
- Diversificación de huertos familiares.
- Ecoturismo para caminatas, observación de aves y recreación.
- Señalamientos y senderos fijos para habitantes y visitantes.

S.1 Actividades ambientales y de ecoturismo

S.1.1 Protección de los recursos Naturales

Dentro de este ramo se abarcan actividades como la de una brigada dedicada a salvaguardar los recursos naturales no solo de la microcuenca, si no del ejido en sí, con el objetivo de prevenir el saqueo de fauna, flora, tierra, madera, etc.

Las brigadas deben estar uniformadas y equipadas con herramienta, GPS, radios, machetes y bitácoras, así como módulos de vigilancia.

S.1.2 Señalética

La colocación de señalética es de vital importancia en la microcuenca, para comunicar a las personas sobre situaciones del ejido, por ejemplo: conocer zonas de riesgo, caminos, manantiales, accesos al poblado, áreas restringidas, áreas de recreación, cuidado e instrucciones sobre manejo de recursos naturales etc.

S.1.3 Rehabilitación y definición de caminos

Durante el recorrido en campo, se visualizó que dentro de la microcuenca existen varios senderos para llegar a un lugar, caminos en mal estado y/o inaccesibles, que dificultan el acceso a la zona en caso de siniestros; aunque no se han reportado a la fecha incendios forestales, si han ocurrido sucesos de extracción de flora y fauna, para tal caso es necesario el rápido actuar de las brigadas de vigilancia y por ende la pronta llegada al siniestro.

La definición de caminos y senderos, además servirá para evitar la erosión por tropismo en otras áreas de la microcuenca, fomentando trayectos específicos para llegar al destino.

S.1.4 Jardín botánico *in situ* (Vovides, et al., 2010)

El jardín botánico es un espacio donde se tiene colección de una gran diversidad de plantas representativas de un lugar, proporciona una base firme para la integración de colecciones vivas con la investigación científica; cumplen con la tarea de mantener colecciones vivas de plantas debidamente documentadas e inventariadas para propósitos de investigación científica, educación y conservación. Ejemplos de esto son las investigaciones de anatomía vegetal comparativa y de desarrollo; los estudios citológicos, fisiológicos, hortícolas y de genética, entre otros. También requieren una colaboración estrecha entre el personal científico y técnico con los jardineros que manejan las colecciones en forma directa, así como la comunicación con educadores, quienes se encargan de la difusión y el contacto con escolares y público en general.

Los jardines botánicos tienen colecciones de plantas con algún propósito y otras características que incrementan el valor de éstas como colecciones científicas. Las plantas usualmente son de origen silvestre regional, nacional o de otras partes del mundo, a veces también pueden ser cultivadas. Estos jardines tienen una misión u objetivo, dentro del cual se cuentan 4 puntos claves: investigación científica, conservación, educación y difusión (Thompson, 1972).

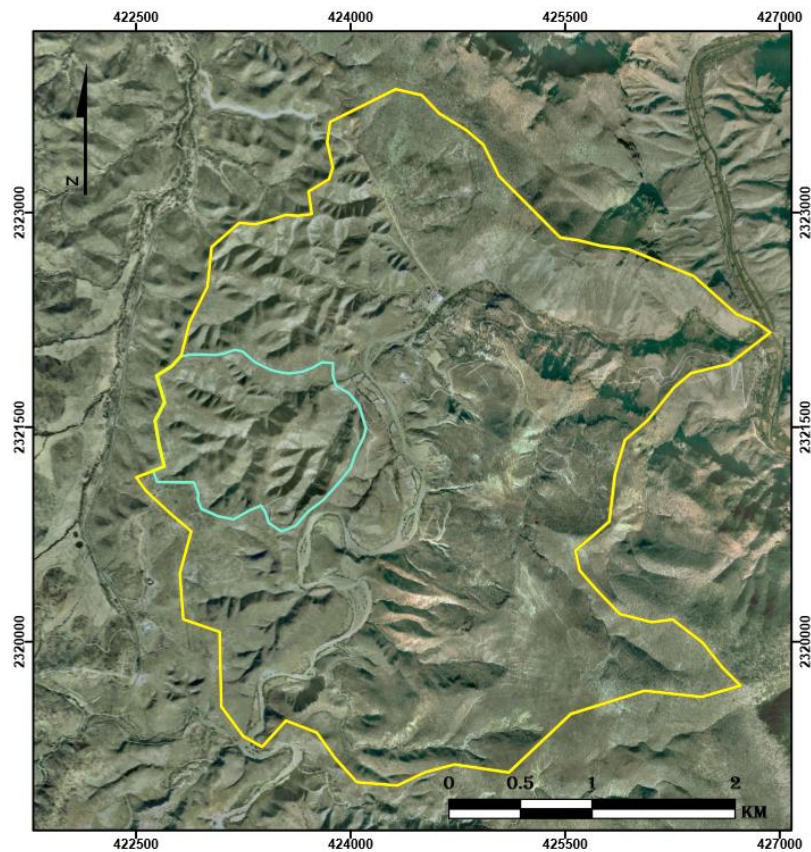
Aunque todavía no existe un criterio establecido que denomine el jardín de reserva o santuario, podemos considerar que este tipo presenta grandes ventajas para la conservación, ya que está ubicado en ecosistemas poco o no perturbados de extensiones considerables.

Para la microcuenca La Higuera, se propone la gestión e instalación de un jardín botánico *in situ* para la conservación de las especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como el peyote queretano (*Lophophora diffusa*), con categoría de endémica Amenazada (A), *Ferocactus histrix*, con la categoría de endémica

con protección especial (Pr), *Echinocactus platyacanthus* con la categoría de endémica con protección especial (Pr). Además de contar con una gran diversidad de agaves, suculentas, y cactáceas para su propagación, conservación y reintroducción.

El área planeada para el jardín botánico se muestra en la figura 24, la cual consta de 134.26 Ha. Inmersa en el tipo de vegetación Matorral espinoso con matorral parvifolio de gobernadora.

Figura 24. Ubicación de Jardín botánico



S.2 Actividades complementarias al gasto familiar

S.2.1 Manejo post cosecha e industrialización de frutas y verduras (Morlan, 2013)

Cuando se cultivan productos siempre hay un excedente de los mismos y se pierden porque son perecederos o se rematan a precios muy bajos. Las siguientes recomendaciones van encaminadas a brindar un valor agregado a frutas y verduras y que además puedan durar un poco de tiempo más, comercializarse o intercambiarse.

Sin embargo para darle presentación a nuestros productos se tiene que hacer pasos previos a la preparación y se mencionan a continuación

Tratamientos previos

Conservación de color: La temperatura de esterilización, la cantidad de taninos y la oxidación modifican el color de la pulpa, en el procesamiento se debe corregir este fenómeno ya que demerita la calidad de los productos. Los siguientes métodos se pueden utilizar como tratamiento previo en el procesamiento de productos deshidratados, ates y cristalizados y así conservar o conferir alguna característica deseada al producto final.

Blanqueado. Consiste en sumergir el producto en agua a punto de ebullición por un tiempo variable, dependiendo de la especie, grado de madurez y tamaño del producto, teniendo cuidado de no exceder este tiempo ya que se ablandan las estructuras y pierde calidad el producto.

Teniendo como objetivos la inactivación de las enzimas mejorando la calidad del producto, reduciendo los cambios indeseables de color, sabor y olor. Además favorece la retención de algunas vitaminas, como la vitamina C. Inhibiendo las reacciones de oscurecimiento. Estas reacciones son muy comunes en frutas y vegetales, dando como producto final pigmentos oscuros llamados melaninas.

- Ablanda el producto.
- Elimina parcialmente el contenido de agua en los tejidos.
- Fija y acentúa el color.
- Desarrolla el olor y sabor característico.
- Reduce parcialmente los microorganismos.

Tratamiento de blanqueado para hortalizas.

Ya que este proceso mantiene el color verde de algunas hortalizas, generalmente es de los primeros pasos para la elaboración de encurtidos.

En seguida se enlistan los pasos a seguir para blanquear vegetales.

1. En la recepción y selección, se deben elegir solo los mejores productos, que estén en estado de madurez adecuado, esto quiere decir, de consistencia firme, sin magulladuras ni daños causados por plagas y la coloración debe ser verde intenso característico de la especie.
2. Se procede al lavado en una solución jabonosa de agua potable y al 2% de cloro comercial.
3. Secar con paños limpios o servilletas sin maltratar.
4. Si se considera necesario, retirar las partes indeseables como tallos, pedúnculos, etc.
5. Tomar una tela permeable de tamaño considerable y formar una envoltura con las hortalizas.

6. Precalentar agua limpia a una temperatura de 90 a 95°C y sumergir el atado, el tiempo depende de la cantidad de hortalizas a blanquear, su estado de madurez y consistencia, siempre procurando no cocer el vegetal, solo elevar su temperatura.

7. Inmediatamente se sumergen en agua de hielo para generar un choque térmico y promover el blanqueado. El tiempo, al igual que en el agua caliente, depende de la especie a tratar.

8. Se retiran del líquido y se dejan escurrir para continuar con el proceso para el que fueron blanqueadas

Tratamiento con bicarbonato de sodio

Este procedimiento se utiliza para acentuar el color verde. El bicarbonato de sodio estabiliza la clorofila (pigmento verde de las plantas) haciéndolas más resistentes a la acción directa de los rayos solares, siempre y cuando los productos son sometidos al deshidratado solar. Produce un ablandamiento de las capas exteriores del producto, facilitando la salida del agua durante el secado y eventualmente evitando el endurecimiento de la capa exterior. Generalmente se aplica este tratamiento previo para hortalizas y leguminosas de color verde.

Tratamiento con bicarbonato de sodio (NaHCO_3) para hortalizas

Ya que este proceso mantiene el color verde de algunas hortalizas, generalmente es de los primeros pasos para la elaboración de deshidratados. En seguida se enlistan los pasos a seguir:

1. En la recepción y selección, se deben elegir solo los mejores productos, que estén en estado de madurez adecuado, esto quiere decir, de consistencia firme, sin magulladuras ni daños causados por plagas y la coloración debe ser verde intenso característico de la especie.

2. Se procede al lavado en una solución jabonosa de agua potable y al 2% de cloro comercial.

3. Secar con paños limpios o servilletas sin maltratar. 4. Si se considera necesario, retirar las partes indeseables como tallos, pedúnculos, etc. 5.

Disolver previamente 35 gramos de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y 5 gramos de sal (NaCl) común por cada litro de agua para alcanzar un pH de 9.

6. Sumergir las hortalizas y mantener en la solución por un tiempo de 5 minutos.

7. Se retiran del líquido y se dejan escurrir para continuar con el proceso para el que son destinadas

Tratamientos con ácidos orgánicos

Tanto el ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) comercial como el jugo de limón natural, tienen un efecto de conservación del color natural de ciertas frutas que fácilmente sufren del oscurecimiento enzimático.

Tratamiento con ácidos orgánicos para frutas.

Las frutas que al exponerse al ambiente sufren de oscurecimiento conocido como oxidación, son a las que se les aplica este tratamiento, por citar algunas encontramos las manzanas o peras, se enumeran a continuación los pasos a seguir.

1. En la recepción y selección, se deben elegir solo los mejores productos, que estén en estado de madurez adecuado, esto quiere decir, de consistencia firme, sin magulladuras ni daños causados por plagas.

2. Una vez elegidos los frutos, se procede a lavarlos en una solución jabonosa de agua potable y al 2% de cloro comercial.

3. Ya secos, se pelan, cortan y retiran las partes indeseables obteniendo la pulpa en los trozos que se requieran según lo indique el proceso al que serán sometidas posteriormente.
4. Disolver previamente en 500 ml de agua el jugo de 2 limones o una pizca de ácido cítrico para 1 Kg de fruta.
5. La solución del paso 4 se debe tener preparada antes de realizar el troceado de la pulpa pues, una vez se vayan seccionando, han de sumergirse para mantener contacto mínimo con el ambiente. El tiempo requerido depende del tamaño de trozo de pulpa, su estado de madurez y la especie a tratar, considerando suficiente de 5 a 10 minutos.
6. Transcurrido el tiempo de exposición a la solución acida, se escurren las frutas y se insertan en el proceso correspondiente.

Cristalizados

Las frutas cristalizadas son un producto en el cual el agua celular se sustituye por azúcar. La concentración de azúcar en la fruta debe ser de entre 70 y 75%. Por el elevado contenido de azúcar, este producto se conserva por largo tiempo.

Proceso de elaboración de cristalizado de piña (*Ananas comosus*) 1. El proceso inicia disolviendo la cal viva (Óxido de Calcio CaO) en agua limpia, colocándola en un recipiente pequeño con suficiente agua para cubrirla, se puede utilizar un envase de PET cortado por la mitad esto evita el trabajo de limpiarlo ya que la cal al disolverse se quedara pegada en las paredes del recipiente, se debe proceder cuidadosamente, ya que en este proceso genera una reacción exotérmica (se calienta el agua), se recomienda agitar con un palito de madera para acelerar el proceso, una vez disuelta la cal se formara una lechada, misma

que se decantará, es decir, se toma el líquido sobrenadante y se reserva en un recipiente.

2. Paralelamente, en la recepción y selección, se deben elegir solo las mejores piñas, que estén en estado de madurez adecuado, esto quiere decir, de consistencia firme, sin magulladuras ni daños causados por plagas y la coloración no debe ser verde intenso.

3. Pesar un kilo de fruta, esto es el peso inicial.

4. Se procede al lavado en una solución jabonosa de agua potable y al 2% de cloro comercial. Frutas Cristalizadas

5. Secar con paños limpios o servilletas.

6. Retirar las partes indeseables como corona y la cascara.

7. Partir o trocear la piña en las secciones deseadas según la presentación final, el grosor no debe exceder 1 cm.

8. Sumergir las rodajas o trozos de pulpa de piña y mantener en la solución de cal por un tiempo de 24 horas, en caso que la lechada o solución de cal no cubran perfectamente los trozos de pulpa, se puede adicionar agua limpia.

9. Se retiran del líquido se enjuagan con agua limpia y se dejan escurrir para continuar con el proceso.

10. Se procede a la preparación del jarabe, para esto se pone la cacerola al fuego con una taza de agua y una taza de azúcar, para 1 Kg inicial de fruta, el anís y los clavos de olor.

11. Una vez el azúcar se disuelva suelte el primer hervor, se formará forme una miel, homogénea y viscosa, con una concentración de solidos disueltos de 60°BRIX, en este momento se agrega una pizca de ácido cítrico.
12. En seguida se agrega la fruta, si esta se ha picado en tozos, entonces se colocara la cantidad que el jarabe logre cubrir perfectamente sin que se encuentre muy próxima o apretada, si se optó por realizar rebanadas, entonces se seguir este paso colocando una a una la rebanadas, por un tiempo de 25 minutos con movimientos suaves.
13. Al finalizar el periodo, se saca la fruta y se escurre para quitar el excedente de jarabe, se coloca en las charolas del deshidratador y se mantiene dentro de este por 8 horas continuas a 50°C, se reserva la miel en un recipiente limpio y cerrado
14. Entonces, a la miel se le adiciona una taza más de azúcar o la suficiente para alcanzar una concentración de solidos disueltos de 65°BRIX y se coloca al fuego en la misma cacerola que se utilizó el día anterior. Este es lo que se conoce como modificación del jarabe.
15. Una vez el jarabe esté listo, agregar nuevamente los trozos de fruta por 25 minutos más.
16. Se retira después la fruta, se deja escurrir y entonces entra por segunda vez al deshidratador.
17. Los pasos 12 y 13, que corresponden a deshidratado en jarabe y deshidratado por aire, respectivamente, se han de continuar uno tras otro hasta haber completado 1.5 kilos de azúcar en el jarabe.
18. Posteriormente, se mantendrán los productos en el deshidratador por 2 ó 3 días hasta que se encuentre completado el proceso. Esto sucederá cuando la fruta entre en estado sólido y haya perdido la viscosidad al tacto.

19. Si se desea obtener un producto distinto, esta fruta se puede encharlar. Para esta presentación, se espolvorea de chile molido o “chile piquín”.

20. Una vez terminado el proceso, estas frutas se empaquetan en bolsas de papel celofán o de papel, se etiquetan y se conservan en un sitio seco, fresco y donde no tengan acceso los rayos solares. De este modo el producto se debe conservar por 1 año.

Verduras en vinagre (García, 2008)

Una de las formas más sencillas y comunes de conservar las verduras es por medio de vinagre, además de la conservación les imparte un sabor agradable ya que cambia la textura y el olor del producto. Las hortalizas deben tener buena calidad y ser firmes; no deben presentar manchas ni marcas de insectos. Las verduras más comunes empleadas para este tipo de procesamiento son: la coliflor, brócoli, calabacitas, ejotes, chiles verdes, nopales y champiñones. Estos vegetales pueden procesarse combinados o individuales.

Deben lavarse una a una con abundante agua limpia. Consiste en limpiar, raspar, rebanar o cortarla en pedazos pequeños (al gusto).

Para preparar un kilogramo de verduras se requiere lo siguiente: 1 kg de verduras solas o combinadas; $\frac{1}{4}$ de cebolla; 1 diente de ajo, $\frac{1}{3}$ de taza de vinagre casero o 3 cucharadas de vinagre de manzana; hierbas de olor: 3 hojas de laurel, $\frac{1}{2}$ cucharadita de orégano y $\frac{1}{4}$ de cucharadita de tomillo; 3 cucharadas de aceite de cocina y 2 tazas de agua caliente.

Proceso de elaboración de verduras en vinagre

1. Las hortalizas se lavan y se parten en rebanadas o rajas dependiendo de la presentación deseada y se escurren en una coladera.
2. En un sartén amplio se pone el aceite a fuego lento.

3. Se agrega la cebolla rebanada y el ajo picado.
4. Tan pronto como la cebolla se torne transparente se agrega la verdura y se fríe por 8 minutos.
5. Si se trata de verduras mixtas, deben ponerse al final (últimos 3 minutos) los nopales (previamente cocidos), las calabazas y los champiñones.
6. Se agrega a las verduras el agua caliente, el vinagre y sal al gusto.
7. Se tapa y se deja cocer por 10 minutos a fuego lento.
8. Tan pronto se retire el producto del fuego hay que llenar los frascos e inmediatamente tapar y enfriar.
9. Colocar los frascos calientes en agua al tiempo o ligeramente tibia para interrumpir rápidamente la acción del calor, lográndose el vacío.
10. Es importante mencionar que el agua no debe estar fría ya que puede romperse el envase.
11. Después que los frascos ya están fríos, se hace una prueba para verificar el cierre de los frascos: empujar hacia abajo con un dedo el centro de la tapa, si se queda sumida quiere decir que está bien sellada, si por el contrario la tapa vuelve a su lugar original, significa que no está bien sellado; inclinar el frasco (caso de verduras en conserva) si sale algo de líquido quiere decir que no está bien tapado.
12. Si se comprueba que el frasco no quedó bien cerrado, es preferible disponer de la conserva o bien repetir el proceso cambiando la tapa, siempre y cuando el error se detecte inmediatamente después del envasado. Cuando se observe una tapa hinchada, evitar consumir el producto ya que puede tener la toxina del botulismo; su ingestión puede ser fatal. Tampoco ingerir conservas si al destapar el frasco explota, se hace ruido de aire silbando, huele mal, su olor es distinto al normal o hay espuma.

Mermeladas (García, 2008)

La conservación de la mermelada va a depender de los contenidos de pectina y ácido del fruto. Por ejemplo las manzanas y las ciruelas rojas son ricas en pectina y ácido, lo que las hace excelentes para mermeladas y jaleas; otras frutas como chabacanos, fresas y ciruelas amarillas no son tan ricas en estos elementos; con ellas se pueden hacer mermeladas pero no alcanzan la solidez de las primeras. Los duraznos y peras contienen muy poca pectina y ácido y no alcanzan una buena consistencia.

En la preparación de mermeladas es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- El recipiente debe estar limpio, sobre todo de grasa; se recomienda tener recipientes especiales para cada tipo de proceso.
- Únicamente se deben emplear recipientes de peltre.
- Emplear fruta completamente madura, pero siempre en buen estado.
- Usar azúcar morena.
- Como regla general se pone la misma cantidad de fruta que de azúcar.
- El azúcar se debe agregar en el momento que la fruta esté completamente blanda, ya que ésta la endurece.

Proceso para la preparación de mermelada de fresa

Ingredientes: 1 Kg de fresas, 750 grs de azúcar morena, 2 tazas de agua.

1. Las fresas se lavan, se les corta el “rabito” y se escurren.
2. Se parten en mitades.
3. Se ponen a cocer en las dos tazas de agua de 5 a 10 minutos a fuego lento
4. Se agrega el azúcar y se revuelve bien la mezcla.
5. Se mueve constantemente hasta que se alcance el punto final.

6. Se envasa, se enfría, se etiqueta y se guarda igual que las verduras en vinagre.

S.2.1 Huerto Familiar

Es una tecnología apropiada que consiste en una pequeña superficie destinada para la producción de alimentos con fines de autoconsumo a nivel familiar. En los huertos las familias pueden cultivar productos de buena calidad como parte de su dieta en cantidades suficientes para el sustento alimentario de una familia de hasta 6 miembros.

En el taller realizado, se le lanzo la pregunta a los asistentes de ¿Qué cultivos se dan en el lugar? Debido a las condiciones climáticas, muchos cultivos se desarrollan en la microcuenca, y aquí está el listado de algunos que encontraron; sin embargo el cultivo de varios de ellos, se ve restringido a huertos familiares y pequeñas parcelas, debido a que la topografía del lugar no permite la extensión de estos cultivos.

Tabla 15. Especies viables para la Microcuenca, según habitantes.

¿Qué se cultiva?			
Calabaza de castilla	Guanábana	Maguey	Chotes
Chile habanero	Higo blanco	Rábano	Maíz
Real del oro	Higo negro	Perejil	Nopal
Limón dulce	Cacahuete	Ajenjo	Chile
Limón agrio	Guamishes	Papaya	Nuez
Mandarina	Manzana	Camote	Apio
Té limón	Durazno	Acelga	Papa
Aguacate	Naranja	Zapote	Piña
Zanahoria	Chayote	Ciruela	Ajo
Jitomate	Pepino	Mango	Uva

Teniendo un antecedente fundado en el conocimiento de la gente y su experiencia, podemos tomar de base estas especies para tener un huerto familiar diversificado.

Materiales:

- Semillas para cultivar.
- Abono Orgánico.

Herramientas.

- Manguera transparente para nivel.
- Pico talache.
- Azadón.
- Rastrillo.
- Pala
- Cinta métrica.
- Estancas de Madera.

Ubicación del huerto: Ubicar el huerto dentro de la propiedad que tenga una pendiente de 1 a 3%. Cuando la pendiente es mayor, los surcos deben trazarse perpendicularmente.

Trazo del terreno:

Cortar cuatro estacas de unos 40 cm para colocar una en cada esquina del terreno. Fijar una estaca como referencia en una esquina, y de allí empezar a trazar una superficie de 6 x 12 m.

Limpieza del terreno: Eliminar la maleza y piedras utilizando pico, rastrillo y azadón.

Nivelación del terreno:

Con la manguera de nivel, tomar como referencia una esquina y marcar el nivel sobre la estaca, llevar el otro extremo de la manguera al resto de las estacas y marcar el mismo nivel con el de referencia. Amarrar el hilo sobre las marcas

Estos niveles indican los puntos bajos o altos, así como la pendiente para identificar donde rebajar o rellenar el terreno. Se continúa con este proceso hasta lograr que la pendiente sea del 1-3 %.

Se recomienda limpiar el perímetro del huerto por lo menos 40 cm, para evitar que la maleza invada la siembra.

Trazado de surcos: Trazar el primer surco a 35 cm de la orilla, a partir de allí con un hilo se trazan los surcos cada 75 cm y se marcan con cal para que queden bien definidos.

Cavado de surcos: Excavar con azadón o rastrillo los surcos. Se recomienda un riego por goteo casero.

El huerto está listo para ser regado y cultivado o trasplantado con los cultivos seleccionados.

Tirado de semilla: Con una estaca con punta se hace una raya de entre 1 y 1.5 cm de profundidad en ambos lados de los taludes del surco dependiendo del tipo de hortaliza, el cual debe estar seco. La semilla se tira dentro de esta raya a una separación definida por el tipo de cultivo. Poner fertilizante orgánico, haciendo una raya continua si la semilla está muy cercana entre sí o un puño si la separación es mayor de 15 cm.

Tapar la semilla con la mano o con un azadón haciéndolo de manera que no se descubra la semilla tirada.

C. Medidas Culturales

C1. Rescate de las tradiciones y valoración de la identidad

Se propone una serie de talleres para el rescate de la identidad, estos estarán encaminado a valorar, conocer e incentivar el sentido de pertenencia por las tradiciones, el idioma, la cosmovisión, el respeto por parte de los habitantes; ya que en la población de la microcuenca se ha visto afectada por fenómenos de migración y a través del tiempo ha estado perdiendo su identidad. Es por esto que se considera necesario a través de estrategias lúdico pedagógicas y haciendo uso adecuado de las tecnologías de la información, que se ha propuesto recuperar el patrimonio cultural del pueblo de origen Hña Hñu, y que éste permanezca a través de los tiempos, poniendo atención especial a niños y niñas, los cuales en un futuro serán los encargados de mantener viva la historia, tradiciones y la lengua para que sean ellos mismos capaces de transmitirlas de generación en generación.

Por lo que el objetivo de los talleres es: Identificar elementos de la cultura y la identidad colectiva como medio para recuperar y promover el fortalecimiento de las comunidades, y adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para realizar un trabajo de reconstrucción de la memoria, la historia, el idioma y la cosmovisión con los pobladores.

Cabe mencionar que no solo se necesita de talleres para llevar a la conciencia de rescatar los elementos de identidad, sino que además se necesitan de actividades complementarias como ferias, exposiciones culturales, gastronómicas, artesanales, talleres de cuentos y leyendas etc.

La Tabla 16, muestra la agenda de un taller propuesto para desarrollar parte de las actividades.

Tabla 16. Programa del taller para el rescate de la memoria y la identidad. Se propone que se realice en 2 apartados.

Tiempo	ACTIVIDAD	Materiales
15 min	Actividad 1. Presentación del Taller Plenaria: Para la presentación del taller y agenda de las actividades por parte del tallerista.	Rotafolios, marcadores y copia de agenda del taller
1 hora y 30 min	Actividad 2. "Identificando nuestra cultura" Trabajo en subgrupo para identificación de elementos que componen su cultura (30 min) Plenaria: presentación de los trabajos, discusión y síntesis por el tallerista (1 hora)	marcadores, rotafolios , colores, crayolas, marcadores finos, lápices y hojas de papel carta
1 hora	Actividad 3. "El muro de la memoria" Trabajo individual: reflexión y escritura en el muro (20 min). Plenaria: Presentación de experiencias, comentarios, discusión y lluvia de ideas (40 min)	Tres metros de papel Craft, cinta adhesiva, marcadores gruesos y finos
15 min	DESCANSO	
1 hora y 40 min	Actividad 4. "Estrategias para la recuperación de la lengua" Trabajo en subgrupos para generar estrategias de enseñanza-aprendizaje de la lengua (40 min). Plenaria: presentación del trabajo (1 hora)	Listones de 4 colores, Hojas de colores, cartulinas de colores, marcadores, hojas de papel carta, lápices y cinta adhesiva
1 hora y 40 min	Actividad 5. "Cuéntame lo que se cuenta" Trabajo en subgrupos para generar por equipo una historia o leyenda pertenecientes a la localidad, sobre costumbres, tradiciones, o el medio ambiente (40 min). Plenaria: presentación del trabajo (1 hora)	Grabadoras de voz, hojas carta, lápices y colores

Descripción del taller

“Identificando nuestra cultura”

Reflexionar sobre los conceptos de identidad, cultura y su importancia en la reconstrucción de comunidades y, reforzar la habilidad de identificar los recursos culturales de la microcuenca-ejido. El (la) tallerista solicita al grupo realizar la elección de elementos que consideren parte de su cultura que siguen vigentes o se han perdido con el tiempo.

Posteriormente se realizara el análisis y discusión de los elementos.

“El muro de la memoria”

Para la plenaria: Sobre una pared se coloca un rollo de papel craft de más o menos tres (3) metros. Este se llamará “El muro de la memoria”. Cada participante escribirá en este un hecho que recuerde y haya afectado la cultura de la región. Después que todos hayan escrito en el muro, se pedirá voluntarios para comentar el hecho escrito. El (la) tallerista moderará la discusión y ampliará los conceptos. Luego el (la) tallerista, a manera de lluvia de ideas, preguntará al grupo cuál es la importancia de la recuperación de la memoria colectiva en el ejido y escribirá las respuestas en el muro de la memoria.

“Estrategias para la recuperación de la lengua”

Se conforman cuatro (4) subgrupos, así: cada participante debe sacar de una bolsa un listón de color que se colocará en la ropa, cuando todos los participantes tengan uno, se pide que se reúnan las personas que tienen la cinta del mismo color. Cada grupo va a trabajar sobre los siguientes aspectos:

1. Escoger un nombre para el grupo que sea representativo del Ejido, y escribirlo en una cartulina correspondiente a su color.

2. Preparar una dramatización de cómo realizarían una actividad de reconstrucción de la memoria teniendo en cuenta el elemento de la cultura, correspondiente a su color.

- Azul. Relatos orales, leyendas, saberes populares.

- Rojo: Creencias religiosas.

- Verde: Costumbres y tradiciones.

- Blanco: Valores.

Cada grupo mostrará el nombre que han escogido y lo pegarán en el “Muro de la Memoria” y presentarán el trabajo del subgrupo. El (la) tallerista ayudará en la reflexión, precisando sobre los abordajes metodológicos en el proceso de reconstrucción de la memoria.

“Cuéntame lo que se cuenta”

Seguirán trabajando los equipos de la actividad anterior solo que esta vez entre todos escribirán saberes, relatos orales, cuentos o leyendas en base a lo siguiente:

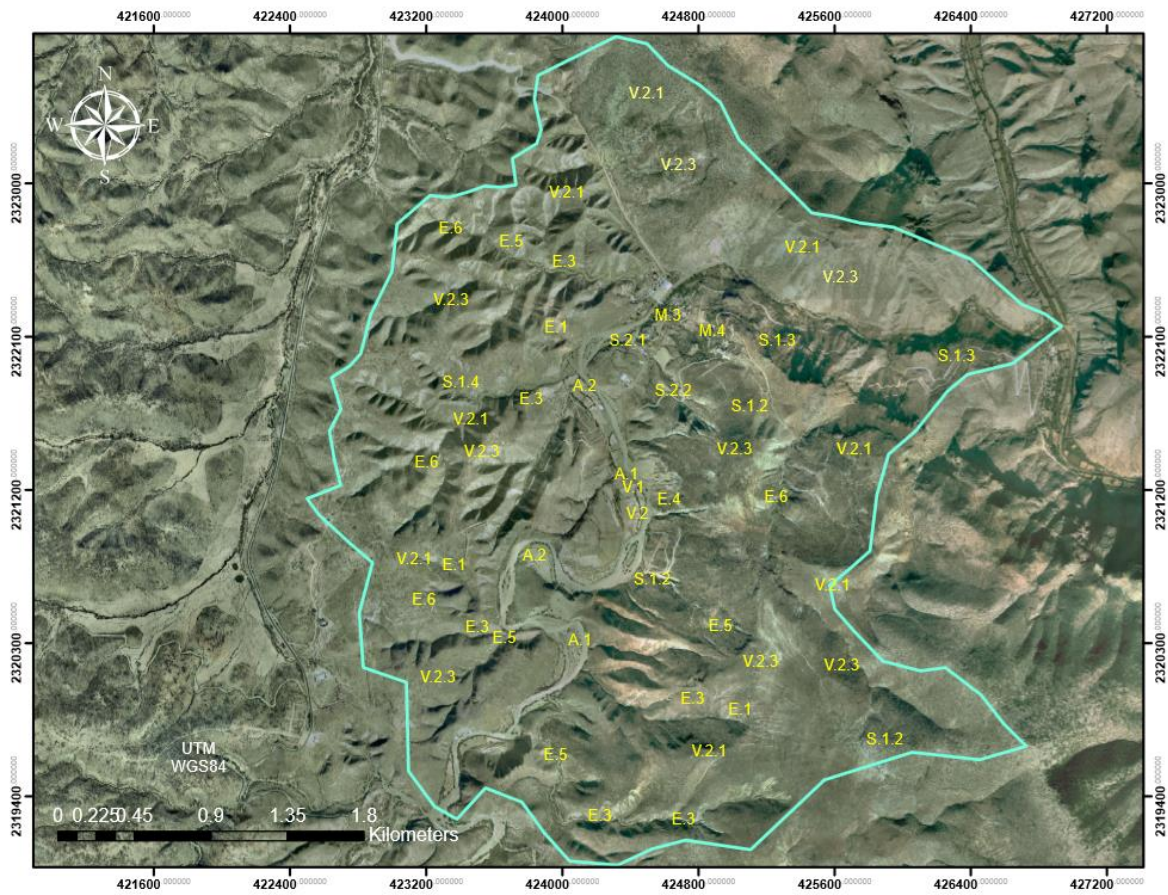
Azul. Animales

- Rojo: Plantas

- Verde: Fundación del pueblo o creencias sobre la fundación

- Blanco: La tierra y el agua

Figura 25. Localización de las prácticas.



A continuación se presentan una Tabla resumido de las propuestas a realizar en la microcuenca.

Tabla 17. Propuestas para la zona alta de la microcuenca

ZONA ALTA MICROCUENCA		
PROPUESTA	OBJETIVO	ACTORES INVOLUCRADOS
Protección de los recursos Naturales	Vigilar y salvaguardar los recursos naturales de la cuenca, en especial para la zona de pago por servicios ambientales	Brigada de protección del Ejido CONANP CONAFOR
Reforestación con especies nativas	Introducir plantas nativas propagadas en la localidad, en zonas descubiertas donde el suelo sea lo suficientemente apto para soportar el organismo	Habitantes del Ejido CONAZA CONANP CONAFOR
Obras de conservación y retención de suelo	Realizar obras de conservación de suelos en lugares propensos a erosión, como fajinas, presas de piedra acomodada.	Habitantes del Ejido CONAZA CONANP CONAFOR
Establecimiento de senderos fijos para recorridos	Establecer senderos fijos y únicos para los recorridos, caminatas y otras actividades así como la adecuación de los mismos.	Habitantes del Ejido CONAZA CONANP CONAFOR
Señalética	Instalación de señalética en la microcuenca para la protección de recursos naturales	Habitantes del Ejido CONAZA CONANP CONAFOR
Mirador Mesa Grande	Adecuación y difusión del mirador Mesa Grande con la finalidad de concientizar a habitantes y visitantes sobre el cuidado de recursos naturales, además de funcionar como un mirador de aves.	Habitantes del Ejido CONAZA

Tabla 18. Propuestas para la zona media de la microcuenca

ZONA MEDIA MICROCUENCA		
PROPUESTA	OBJETIVO	ACTORES INVOLUCRADOS
Protección de los recursos Naturales	Vigilar y la salvaguarda los recursos naturales de la cuenca, en especial para ampliar la zona de pago por servicios ambientales	Brigada de protección del Ejido CONANP CONAFOR
Reforestación con especies nativas	Introducir leñosas nativas propagadas en la localidad, en zonas descubiertas donde el suelo sea lo suficientemente apto para soportar el organismo	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Obras de conservación y retención de suelo	Realizar obras de conservación de suelos en lugares propensos a erosión, como fajinas, presas de piedra acomodada.	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Establecimiento de senderos fijos para recorridos	Establecer senderos fijos y únicos para los recorridos, caminatas y otras actividades así como la adecuación de los mismos.	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Señalética	Instalación de señalética en la microcuenca para la protección de recursos naturales	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Jardín botánico <i>In situ</i>	El propósito es instaurar un jardín botánico in situ para la conservación de <i>Lophophora diffusa</i> (peyote queretano).	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP Secretaria de Turismo

Tabla 19. Propuestas para el valle de la microcuenca.

ZONA BAJA MICROCUENCA		
PROPUESTA	OBJETIVO	ACTORES INVOLUCRADOS
Protección de los recursos Naturales	Vigilar y la salvaguarda los recursos naturales de la cuenca, en especial para ampliar la zona de pago por servicios ambientales	Brigada de protección del Ejido CONANP CONAFOR
Reforestación con especies nativas	Introducir leñosas nativas propagadas en la localidad, en zonas descubiertas donde el suelo sea lo suficientemente apto para soportar el organismo	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Obras de conservación y retención de suelo	Realizar obras de conservación de suelos en lugares propensos a erosión, como fajinas, presas de piedra acomodada.	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Establecimiento de senderos fijos para recorridos	Establecer senderos fijos y únicos para los recorridos, caminatas y otras actividades así como la adecuación de los mismos.	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Señalética	Instalación de señalética en la microcuenca para la protección de recursos naturales	Habitantes del Ejido CONAZA CONAFOR CONANP
Manejo de Hortalizas Orgánicas	Dar a conocer los mecanismos denominados Buenas prácticas agrícolas y la utilización de abonos organicos para el cultivo de las hortalizas.	Habitantes de Ejido Secretaría de Desarrollo Agropecuario
Valor agregado al orégano	Propuesta de empaque en presentación de 25 grs de orégano y Damiana con marca propia.	Secretaria de Desarrollo Agropecuario ARIC
Manejo Post cosecha	Talleres de manejo post cosecha de frutas y verduras para valor agregado	Secretaria de Desarrollo Agropecuario Habitantes del Ejido
Educación ambiental	Pláticas y talleres de educación ambiental dirigida a toda la población	UAQ Habitantes del Ejido CONANP
Rescate del Otomí como símbolo de identidad	Talleres, festivales, ferias y talleres para la transmisión oral y escrita del Otomí a través de materiales didácticos.	CDI Habitantes del ejido SEP

7. DISCUSIÓN

En la Microcuenca La Higuera, se conjuntan varios factores que la hacen propensa a la desertificación, un relieve accidentado con pendientes pronunciadas, clima semiseco, suelos someros y poco desarrollados, y la extracción de los recursos forestales no maderables por los habitantes, si bien los elementos físicos contribuyen a que la degradación de las tierras en la microcuenca sea notoria, las actividades humanas como el pastoreo y la extracción de RFNM como el orégano y la gobernadora agravan esta problemática, siendo la degradación por erosión hídrica un proceso degradatorio primario, a partir del cual se desencadena la desertificación, además de ser uno de los más severos.

En referencia a la delimitación e identificación de los componentes de la microcuenca, encontramos en un principio a la morfometría, donde el índice de forma y el coeficiente de compacidad arrojan una cuenca oval redonda a oval oblonga, este resultado se confirma con la densidad de drenaje, ya que al tener un valor alto, y por la forma, la cuenca, la respuesta a las crecidas de la cuenca es lenta, esto que quiere decir que la microcuenca puede vaciar rápidamente la lámina de agua que cae dentro de ella, arrastrando con facilidad los sedimentos alrededor de la corriente. Esto repercute en suelos donde la agregación no es estable y hay mayor presencia de arenas.

La topografía influye de manera potencial en este proceso de desertificación dado que el relieve de la microcuenca es accidentado, este va de leve a muy fuerte, aunado a los tipos de suelos someros y poco desarrollados, con texturas francas que a falta de vegetación y por acción de lluvia se erosionan fácilmente; cabe destacar la presencia de Regosoles y Leptosoles en la microcuenca lo cual refleja la presencia de pendientes abruptas y procesos erosivos que aunado a las

condiciones de aridez imponen una restricción a la formación del suelo, a su vez, la escasez de agua ocasiona una formación lenta del mismo (SEMARNAT, 2012). En estas zonas es frecuente la presencia de suelos con perfiles incipientes o poco desarrollados; la productividad de estos suelos depende fuertemente de su capacidad de retención de agua, que tiende a aumentar con la profundidad y el contenido en materia orgánica (Fernández, 2003).

En cuanto a los parámetros físico químicos de los suelos de la microcuenca, se tiene que predominan las francas arenosas, con colores marrones, para el caso del pH las muestras son muy parecidas, tienden en su mayoría a la alcalinidad, en cuanto a materia orgánica, la muestra “Uña de Gato” y “*Agave striata*” son los de mayor contenido superando casi por diez unidades al resto de las muestras, se observa así mismo la relación de la materia orgánica con otros parámetros como la CICT y los macronutrientes, así como con la textura y el color.

Se observa que para la densidad aparente se tienen valores bajos y medios, los primeros para la parte media y alta de la microcuenca, los valores de densidad real son en su totalidad bajos; en los suelos arcillosos y orgánicos como es el caso de las muestras “Vuelta grande y matorral micrófilo”, ricos en coloides generalmente tienen alta porosidad, 70.49% y 69.5% debido a que las cargas de estos coloides generan un acomodo de partículas con mucho espacio libre (Narro, 1994).

En contraste, el mismo autor documenta que los suelos arenosos tienen bajos niveles de porosidad, debido a la baja capacidad reactiva de sus partículas y sus valores aproximados son del 40% de porosidad, sin embargo las muestras de textura franca arenosa de “*Agave striata* y Cardonal” tuvieron el 65.74 y 61.09% respectivamente de porosidad, esto se debe a que presentaban a que nuestros suelos son francos, presentando propiedades de arcillas que generan la atracción de las partículas; las arenas y limos, confieren el espacio del poro gracias a su tamaño. Los suelos de los sitios evaluados presentaron una textura media fina a

media gruesa (franco arenosa) son suelos de medio potencial de escurrimiento. Ya que estos suelos presentan velocidades medias de infiltración, en condiciones de saturación, y su drenaje varia de medio a lento al igual que su permeabilidad (Aguilera, 1989).

Los resultados de Materia Orgánica del suelo muestran la heterogeneidad de los suelos, ya que van de suelos moderadamente pobres a suelos ricos; toda carga de M.O depende de pH, la interacción catiónica de la materia orgánica y de los silicatos laminares se incrementa conforme aumenta el pH. (Bohn, 1993) En los suelos neutros o ligeramente alcalinos de pH de 7 a 8 la humificación es rápida, pues los compuestos obtenidos son neutralizados pronto y floculados. En suelos muy calcáreos la humificación se hace más despacio (Gaucher, 1971). Además la capacidad de intercambio catiónico contribuye en un 45% en suelos con pH de 8. (Bohn, 1993). La materia orgánica cuando se encuentra en cantidades importantes contribuye sensiblemente a la CICT y está influida por el pH (León, 1984).

Es conveniente que un suelo tenga una CICT alta, porque eso significa que tiene coloides que pueden adsorber e intercambiar los cationes requeridos en forma de elementos nutritivos. Este suelo tendrá una mayor estabilidad en lo concerniente a la fertilidad. Los resultados muestran que los sitios tienen valores que permiten catalogarlos de medios a altos de acuerdo a los criterios de Muñoz et al (2000).

Para el N, todas las muestras son extremadamente ricas, siendo óptimos para las plantas y cultivos que aquí se desarrollan, cerca del 99% del N combinado en el suelo está en la materia orgánica (Thompson y Troeh, 1973). Por su parte el P es un componente que está presente en la estructura de células y semillas y en el crecimiento de las plantas; en materia orgánica está ligado a la estructura de los componentes, pero no están disponibles para las plantas hasta que el material orgánico se descompone al menos parcialmente (Thompson y Troeh, 1973).

La presencia de vegetación en suelos arenosos permite que los valores de materia orgánica sean de medios a altos, resultando así en las muestras de suelo tomadas en la parte alta de la microcuenca donde se encuentra el área de pago por servicios ambientales con una cobertura de Matorral subinerme de *Karwinskia humboldtiana* los valores para materia orgánica sean altos; mientras que para la parte media van de bajos a medios debido a que las coberturas vegetales no son tan uniformes y se pueden observar zonas desnudas o parches de vegetación; en la parte baja, donde se llevan a cabo las actividades de producción agrícola, la materia orgánica presenta valores bajos debido al mal manejo y explotación que se le ha dado, aunado a que en esta zona se observaron problemas de compactación.

Mientras a disponibilidad de agua se refiere, Rzedowski en 2006 menciona que los suelos arenosos en las zonas áridas son con frecuencia favorables para las plantas debido a que la porosidad permite la infiltración del agua y reducen el escurrimiento. Aparentemente gracias a lo mencionado anteriormente, las tierras pedregosas permiten a menudo el desarrollo de una vegetación más exuberante que las formadas con partículas más finas, por este motivo, no es raro observar que laderas rocosas con un suelo somero y discontinuo sostienen una biomasa mucho mayor que en terrenos aluviales cercanos.

Sin lugar a dudas la cobertura vegetal juega un papel preponderante para evitar la erosión y la desertificación, sin embargo en zonas áridas y semiáridas, los recursos vegetales además de las funciones biológicas que desempeñan, son también el sustento de las personas que cohabitan estos ecosistemas.

Como se mostró anteriormente, la microcuenca se caracteriza por tener una vegetación de tipo matorral, según Rzedowski, 2006, este tipo de vegetación es el que menos se ve afectado por las actividades del hombre, debido a que las condiciones agrestes, no son favorables para la agricultura o ganadería, también

menciona que el aprovechamiento de las plantas silvestres se ve limitado, sin embargo, en el semidesierto queretano, y sobre todo en el Ejido La Higuera, se tiene extracción de RFNM como el orégano (*Lippia graveolens*) y la damiana (*Turnera diffusa*), en coordinación con la ARIC (Asociación Rural de Interés Colectivo) se comercializan dichas plantas.

La agricultura, se ve restringida por la disponibilidad de agua, los suelos delgados y por la topografía, lo que influye en que se realice esta actividad en zonas no aptas para dicha actividad y limitándose a la temporada de lluvias.

La utilización más frecuente que se le da a los matorrales es la ganadería, en especial de caprinos, actividad que se presenta en la microcuenca y vecinas de La Higuera, aunque también tenemos presencia de burros y algunos borregos. Sin embargo, son las cabras las que parecen estar bien adaptadas para alimentarse a base de arbustos espinosos y su poca exigencia de agua.

Sin embargo, un sobrepastoreo en estas zonas puede acarrear la sustitución de plantas palatables para el ganado, por otras que no lo son tanto o no consume.

La falta de recursos en este tipo de ambientes, hace que las poblaciones que habitan en él, aprovechen al máximo la vegetación disponible, de este modo un gran número de especies son utilizadas para la construcción, combustible, textil y medicinal.

Este aprovechamiento, repercute en la vegetación próxima o más cercana a la población, he aquí, que es importante trabajar con microcuencas para evaluar el impacto en primera instancia.

Para el caso de la Microcuenca La Higuera, la vegetación existente ha sido el motor de la actividad socioeconómica al ser el lugar de donde se extraen los RFNM como el orégano y la Damiana. Estas especies son silvestres y aun no se

cuenta con lugares para propagación de estos RFNM, al ser silvestres han soportado la presión del corte por los pobladores para satisfacer el mercado nacional. Los rodales que se encuentran en la microcuenca se establecen sobre zonas de vegetación de matorral espinoso y matorral parvifolio de gobernadora, estos presentan un tipo de degradación hídrica por movimiento de masas con un grado fuerte (3) así como degradación biológica por pérdida de cobertura.

Muchos de los lugares de degradación, no se presentan de manera aislada, si no, que están relacionados entre sí, en lugares donde tenemos degradación por movimiento de masas, también encontramos que hubo disminución o remoción de la cobertura vegetal, y por los materiales sueltos se dan las avenidas, las cárcavas también están relacionadas a la apertura de caminos y por ende a la remoción de la cobertura.

El 43% del área total de la microcuenca, se encuentra afectada por erosión hídrica, manifestada a lo largo de la cuenca; la degradación biológica (B) se encuentra en segundo lugar de importancia con 41.2% del área total, los grados en los que se encuentra van de leve (1) a fuerte (3). Según el trabajo de Vázquez (2012) en una microcuenca del Alto mezquital, encuentra un patrón parecido al de este estudio, donde la degradación hídrica (W), es el proceso primario más severo, se manifiesta a lo largo de la cuenca con 27.87% del total del área degradada, es decir, 7.04 km². Sin embargo, el tipo de degradación que causa mayor daño a la cuenca es causada por procesos biológicos, en específico por pérdida de la cobertura vegetal afectando a un 58.30%.

En tercer lugar, se encuentran aquellos sitios sin degradación aparente (O), en estos lugares se presentan prácticas de conservación como barreras vivas, barreras físicas de piedra, bordos, cortinas rompe vientos con frutales, pirules y magueyes, otras técnicas de conservación como las prácticas de cultivos de cobertura con cucúrbitas y otras hortalizas, introducción de terrazas para cultivos

intensivos con regulación de riego, fomento de vegetación en ribera de río, áreas de ecosistemas naturales con conservación de coberturas originales para la prestación de servicios ambientales, así como la reglamentación interna de los ejidos con el fin de fomentar la conservación de los recursos naturales, estas prácticas se realizan en su mayoría alrededor del río; cabe resaltar que las medidas de regulación y la organización del ejido han logrado que en el parteaguas de la cuenca, se puede encontrar, un parte del área de pago por servicios ambientales hidrológicos del ejido, donde la degradación no es aparente, la otra zona, debido al relieve, y al difícil acceso ha permanecido conservado hasta ahora.

El hecho de que se genere un área de común acuerdo de protección de recursos naturales, que se concientice de la importancia de estos espacios a los pobladores, así como la generación de un espacio de identidad y arraigo, hace que los pobladores se preocupen y ocupen por la conservación de estos sitios; en contraste del trabajo de Barrientos (2013), la población de la microcuenca es consciente del daño de sus actividades productivas al medio, por lo que se vuelve indispensable acciones concretas que ayuden a los pobladores a su conservación.

Sin embargo, y pese a lo anteriormente descrito, el Ejido La Higuera aun saca provecho a los recursos naturales disponibles; conformado por 120 familias y 102 ejidatarios, ha sabido sobrevivir en este ambiente semiárido, gracias a la organización social y el uso y manejo de sus recursos, sin embargo, es importante tener conocimiento de los usos y costumbres que han llevado a este poblado al éxito y garantizar este camino, por lo que es importante hacer análisis y mediciones de su entorno y es por ello que el conocimiento de sus características físico-bióticas también son importantes.

Cabe resaltar, el cómo sus saberes socialmente productivos han dado realce a mejorar el manejo para de recolección de RFNM, como las temporadas de colecta,

la parte de la planta que tienen que ser colectadas, los periodos de floración y hasta la veda de corte, saberes que en conjunto con diversos estudios realizados por la academia e instituciones gubernamentales realizados han dado lugar al plan de manejo del orégano aplicable no solo a su ejido.

Otro saber rescatado es el de las barreras rompevientos y las barreras vivas de nopal con maguey chino presentes en sus parcelas; o hasta una costumbre que tiene que ver con la solidaridad entre iguales, como el dejar el agua que te sobro en una botella en el alto del cerro, en el paraje del mirador, donde si alguien tiene sed la toma y si a alguien le sobra la deja, el lugar de posición de la botella es por todos conocido.

Los pobladores de la Microcuenca La Higuera, tiene una clara noción de la pérdida de sus recursos naturales y la importancia de la conservación de estos, denotan a su vez la importancia de la organización dentro del ejido para la salvaguarda de su hábitat, y los beneficios que obtienen de esta microcuenca.

El sentido de pertenencia aún está presente en adultos mayores y jóvenes que no han migrado, sin embargo pende de un hilo el arraigo, las costumbres y esta cosmovisión, las cuales se desarrollan en la vivencia y la tradición oral que se hereda de generación.

La añoranza al terruño, brinda sentimientos de fortaleza, de unión, de bienestar, confort y sobre todo ganas de preservar tanto los paisajes, los aromas, los momentos y las personas, forman parte esencial e insustituible que establece el marco para el desarrollo.

Si no se tiene este sentimiento de pertenencia, será difícil que se logre una conciencia de cuidado de los recursos naturales, y que la amenaza de la desertificación siga latente, sobre todo en estos lugares que son susceptibles naturalmente a padecerla.

Como hemos visto hasta ahora, la desertificación ocurre a partir de la degradación de los ecosistemas naturales en las tierras áridas y semiáridas y constituye un importante problema global, tanto la supervivencia de las especies habitantes como la seguridad alimentaria de los humanos se ven en desventaja si estos procesos continúan.

La preparación contra la desertificación y la mitigación de sus riesgos son aspectos esenciales para un manejo adecuado de las tierras áridas. Las poblaciones que habitan en estas regiones han estado desarrollando estrategias para hacerle frente, y deben de buscar otras que complementen o funcionen mejor, dentro de estas estrategias encontramos el fortalecimiento de estrategias locales para enfrentar la sequía; mantener el desarrollo y adopción de prácticas de manejo de recursos que protejan y mejoren la productividad incrementando así la adaptabilidad de los sistemas agrícolas; aumentar el sentido de pertenencia y de arraigo hacia su entorno, eficiencia en el manejo y distribución del agua en el ejido, y generar un uso sustentable de sus recursos naturales.

Dicho en pocas palabras, la desertificación puede prevenirse a través de un manejo adecuado de la tierra para asegurar el desarrollo sostenible de sus recursos. La extracción de RFNM pueden seguir llevándose a cabo, con acciones conjuntas como el establecimiento y protección de la cubierta vegetal para proteger los suelos de la erosión, un pastoreo controlado, mejorar la conservación del agua mediante el manejo de los residuos y la aplicación de cobertura para ayudar a disminuir las pérdidas por escorrentía y evaporación, manejo de la fertilidad del suelo con abonos orgánicos para mejorar la productividad de la biomasa, incremento de la eficiencia del uso del agua y mejora en la calidad del suelo, sistemas agrícolas mejorados que incluyen la rotación de cultivos, barbecho, abonos verdes, sistemas agroforestales y métodos de labranza. Todas estas estrategias incrementan la captura de carbono en los suelos y de alguna

manera se han llevado a cabo en la zona, teniendo claro que son acciones en pro a mejorar sus tierras.

Lo anteriormente planteado, formula la activación de proyectos para la generación de empleos, que no implica solo los productivos, sino también los de conservación de los recursos naturales y los de concientización de los mismos, como por ejemplo, proyectos de desarrollo rural, de identidad, educación y salud. Además que la identidad que te brinda un grupo en cierto territorio, fortalece el arraigo a las raíces de donde se nace, se crece, se forma una familia, y teniendo este sentimiento de pertenencia hacia el territorio podemos concientizar las formas de su cuidado.

Un manejo sustentable de los recursos naturales, implica una seguridad de obtención de bienes naturales sin llegar a su extinción.

8. CONCLUSIONES

En base a los análisis realizados en el presente trabajo, se puede concluir que la microcuenca La Higuera se encuentra en proceso de desertificación según la evaluación por el criterio WOCAT-LADA, 2007, estos procesos son dados en su mayoría por factores naturales como el clima, relieve, tipo de suelo y la vegetación; que en su conjunto son propicios para la degradación de suelos y por ende para la desertificación. Simplemente por definición desertificación incluye a la actividad humana (manejo y uso que le da el hombre al sitio).

En la microcuenca la desertificación se manifiesta por los procesos de degradación por erosión hídrica en un 43% de la microcuenca, y por degradación biológica en un 41.2%, con grados que van de leves a extremos.

El uso de los recursos naturales por parte de los pobladores dentro de la microcuenca ha mermado directamente para los procesos de degradación, sobre todo la recolección de RFNM, ya que al remover la cobertura vegetal las gotas de la lluvia impactan directamente sobre el suelo, desgastándolo, erosionándolo y por ende degradándolo.

Para lograr revertir o detener los procesos de desertificación es necesario involucrar a la población que habita en estos lugares, solo a través de procesos participativos, de apropiación, de identidad y arraigo al entorno se logra el cuidado de sus recursos naturales y se garantiza la existencia de estos por mucho tiempo más para futuras generaciones.

Es necesaria la elaboración de un plan de manejo integral, que conjunte agua, suelo y biota con la participación directa de la población.

9. REFERENCIAS

1. Aguilera, H. R. (1989). Tratado de Edafología de México. Tomo I. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 221pp.
2. Alatorre, N. (2007). La Microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental. Centro de Estudios en Geografía Humana. El Colegio de Michoacán, A.C. 6pp.
3. Arteaga, E. (2002). Prácticas de conservación de suelos y aguas validadas por el proyecto Jalda. Proyecto Jalda. Sucre, Bolivia. 46 pp.
4. Barrientos, R. G. (2013). Propuesta de prácticas de conservación de suelos en ambientes semiáridos: Caso microcuenca La Joya (Querétaro-Guanajuato). Tesis de Maestría, Querétaro. 186pp.
5. Bohn, H. (1993). Química del suelo. Editorial Limusa. México. 370pp
6. Cajina, C. M. J. (2006). Alternativas de captación de agua para uso humano y productivo en la subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua. Tesis de Maestría. Turrialba Costa Rica. CATIE. 206pp.
7. Campos, A. D. F. (1998). Procesos del ciclo hidrológico. Tercera reimpresión. Universidad Autónoma de San Luís Potosí. México. 57pp.
8. Casillas, G. J. A. (2007). Componente temático: Instrumentos metodológicos y conceptuales que fortalezcan la toma de decisiones en el manejo integral de cuencas. Metodología de Desarrollo Integral de Microcuencas. Congreso Nacional de Cuencas Hidrográficas. México. 6pp.
9. Ceja, M. M. C. (2008). Degradación de Suelos y Pobreza en México. Economía Informa. (Numero 350). México.
10. Clérici, C. y García, P. F. (2001). Aplicaciones del modelo USLE/RUSLE para estimar perdidas de suelo por erosión en Uruguay y la Región Sur de la cuenca Río de la Plata. Agrociencia. V(1): 92-103pp.
11. CONAFOR. (2008). Paquete tecnológico para la producción de orégano (*Lippia spp*). SEMARNAT. Zapopan, Jalisco. 54 pp.

12. Cuevas, F.L., Tejeda, S. García, C. J.S., Guerrero, H. J. A., González, O. J. C., Hernández, M.H., Lira, Q. M. L., Nieves, F. J. L., Vázquez, M. C. M. y Cardoza, V.R. (2004). Protección, Restauración y Conservación de suelos. Manual de obras prácticas. CONAFOR. Jalisco. 70pp.
13. De Alba, C. y Pineda, R. (2007). Ordenamiento Territorial Comunitario con Visión de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. 10pp.
14. Escobar, L.C. (2007). Breve semblanza del Programa Nacional de Microcuencas en el Estado de Hidalgo. Querétaro, México. 6pp.
15. Espinosa, R. P., Gutiérrez, R. R. y Espinosa, M. L. M. (2008). El Huerto Familiar. SAGARPA-COLPOS. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México. 10 pp.
16. FAO. (1992). Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos de FAO. Número 66. Roma, Italia.
17. FAO. (1993). Desarrollo sostenible de tierras áridas y lucha contra la desertificación. Departamento de Montes. Roma.
18. FAO. (1996). La metodología ZAE/SIRT de la FAO: herramientas para el manejo integrado y sostenible de los recursos de tierras. Santiago de Chile. 16pp.
19. FAO. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos, Boletín de tierras y aguas de la FAO. Número 8. Roma, Italia. 220pp.
20. FAO. (2001). An overview of land evaluation and use planning at FAO. Roma. 16pp
21. FAO. (2007). La Lucha contra la desertificación. Departamento Forestal. 2pp.
22. FAO. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor: Experiencias de América Latina. Santiago de Chile. 108 pp.

23. Fernández, G. J. (2003). El recurso suelo-agua en medios áridos y semiáridos. Departamento Geoquímica ambiental. Granada España. 143-149pp.
24. Fernández, R. D. S., Martínez, M. M. R. y Ramírez, O. M. L. (2009). Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua. SAGARPA-COLPOS. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México. 66pp.
25. Fentress, J. y Wickham, C. (2003). Recordar: en Memoria social, Madrid, Universitat de Valencia/Ediciones Cátedra. pp. 19-62.
26. Faustino, J. y Jiménez, F. (2000). Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Área de cuencas y sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica.
27. García, C. S. y Martínez, M. M. (2006). Abonos verdes. Ficha técnica Número 4. SAGARPA-COLPOS. Montecillo, Edo de México. 8 pp.
28. García, O. C. (2008). Procesamiento de frutas y verduras a nivel casero. SAGARPA-COLPOS. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México. 66pp. 8pp.
29. Garrido, A. y Cotler, A. H. (2010). Degradación de suelos en las cuencas hidrográficas de México. *In* Las cuencas hidrográficas de México: Diagnóstico y priorización. SEMARNAT-INE. 1-4pp.
30. Gaucher, G. (1971). Tratado de Pedología Agrícola: El suelo y sus características agronómicas. Ediciones Omega. Barcelona. 647pp
31. González, R. G., Nieto, G. A., Murillo, A. B., Ramírez, S. R., Villavicencio, F. E. A., Hernández, M.J. D., Aguilar, M. X. y Guerrero, M. Z. E. (2012). Guía técnica para la producción de lombricomposta. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. SAGARPA. 127 pp.
32. Grupo Tragsa. (2003). La Ingeniería en Los Procesos de Desertificación. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid. 1045 pp.

33. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). (2005). Guía para la interpretación de cartografía-Usos potencial del suelo. Primera edición. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. 41pp
34. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). (2008). Guía para la interpretación de cartografía-edafología. Segunda Edición. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. 28pp.
35. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). XII Censo General de Población y Vivienda, 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. Guía para la interpretación de cartografía-Edafología. Segunda edición. Aguascalientes, México. 28 pp.
36. López, G. F. y González, D. M. (2014). Sustentabilidad y saberes socialmente productivos para revertir el deterioro ambiental y cultural hñähñü. En Investigación Educativa. FES-Acatlán. 55-59 pp.
37. Loredó, O. C. (2005). Prácticas para la conservación de suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. INIFAP-CIRNE-Campo Exp. San Luis. Libro técnico No. 1. San Luis Potosí, SLP. 187 pp.
38. Martínez, M. M. R., Rubio, G. E., Oropeza, M. J. L. y Palacios, E. C. (2009). Control de cárcavas. SAGARPA-COLPOS. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Estado de México. 9pp
39. Meyer y Olivera. (s/f). La historia oral, origen, metodología, desarrollo y perspectivas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 16pp.
40. Mignolo, W. D. (2002). El potencial epistemológico de la historia oral: algunas contribuciones de Silvia Rivera Cusicanqui. En libro: Estudios y otras prácticas intelectuales latinoamericanas en cultura y poder. CLACSO (Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales), Caracas, Venezuela.

41. Miranda, F. y Hernández-Xolocotzi E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 23. CP. SARH. México.
42. Morlan, P. D. A. (2013). Manual de procesamientos de productos agrícolas. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Nacional Autónoma de México. 129 pp.
43. Muñoz, D; López, F; Hernández, M; Soler, A. (2000). Manual de prácticas de Edafología. UNAM- FESI. México.
44. Narro, F. E. (1994). Física de Suelos: con enfoque agrícola. Trillas. México. 195pp.
45. Navarro, B, A. (2006). Labranza de conservación. Ficha técnica No. 5. SAGARPA-COLPOS. Montecillo, Edo de México. 8pp.
46. Nieto, R. J. (2010). Sierra Gorda de Querétaro: La tierra y el hombre. Ediciones UAQ. Universidad Autónoma de Querétaro. 404 pp.
47. Oldeman. (1988). Global Assessment of the Curren Status of Human-Induced Soil Degradation (GLASOD).
48. Ordoñez, G. J. J. (2011). ¿Qué es una cuenca hidrológica?. Cartilla técnica Aguas subterráneas y acuíferos. Sociedad Geográfica de Lima- Global Water Partnership. Lima Perú, 43 pp.
49. Ormeño, D. M. A. y Valle, A. Preparación y aplicación de abonos orgánicos. Ciencia y producción animal. INIA Divulga. Mérida, Yucatán. 29-35 pp.
50. Osorno, S.T., Flores, J. D., Hernández, S. L. & Lindig, C R. (2009). Management and Extraction of *Lippia graveolens* in the Arid Lands of Queretaro, Mexico”. *Economic botany* (63) 3: 314 – 318.
51. Plan municipal de desarrollo Peñamiller, Querétaro, Administración 2012-2015.
52. Peláez, A., Rodríguez, J., Ramírez, S., Pérez, L., Vázquez, A. y González, L. (2010). La entrevista. UAM-Iztapalapa. México D.F. 15pp

53. Porta, J. C. y López, A. M. (1994). Edafología: Para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones mundi-prensa. Madrid, España. 807 pp.
54. Rickards, G, J. (2007). La Evaluación de Impacto Ambiental en Microcuencas Bajo Manejo Comunitario. Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. 8pp.
55. Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. Capítulo 15. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. México. 247-273 pp.
56. Sanaphre, V. L. y Ventura, R. E. (s/f). Evaluación de la erosión hídrica en la microcuenca San Pedro (Huimilpan, Querétaro) y selección multicriterio de especies de vegetación nativa para su control. Universidad Autónoma de Querétaro.
57. Sánchez, A. (1987). Conceptos elementales de la hidrología forestal. Universidad Autónoma Chapingo. México. 149pp.
58. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). (1988). Diagnóstico para el Manejo de Cuencas. Subsecretaria de Desarrollo y fomento Agropecuario y Forestal. Dirección General de Normatividad Agrícola. México. 103pp.
59. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2002). Plan maestro para el manejo integral del orégano en el semidesierto de Querétaro. Querétaro, México, 347 pp.
60. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2012). Capítulo III-Suelos. Informe de la situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental.
61. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2012). Capítulo III-El problema de la desertificación. Informe de la situación del

Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental.

62. Thompson, L. M. y Troeh, F. R. (1973). Soils and soil fertility. Tercera edición. Mcgraw Hill. USA. 495 pp.
63. Trinidad, S. A. (2006) *a*. Abonos orgánicos. Ficha técnica Número 6. SAGARPA. Montecillo, Edo de México. 8 pp.
64. Trinidad, S. A. (2006) *b*. Utilización de estiércoles. Ficha técnica Número 7. SAGARPA-COLPOS. Montecillo, Edo de México. 8 pp.
65. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). (1989). Guía para la clasificación de los datos culturales. Departamento de Antropología. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa. México D.F. 284pp.
66. UNCCD (Convención Internacional de Lucha Contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o Desertificación, en particular en África). (1994). Organización de las naciones Unidas 66 pp.
67. Urrutia, M. J. y Cervantes, B. J. F. (2013). Bloques nutricionales como opción para la suplementación de caprinos en pastoreo. En Tecnologías en apoyo a la caprinocultura. Vol. 1. SAGARPA- Sistema Producto Caprinos. México D.F. 32-36 pp.
68. Valtierra, J. G. y Domínguez, M. A. (2007). Herramienta para la Caracterización Morfológica de Cuencas Hidrográficas. Centro Queretano de Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 7pp.
69. Vázquez, M. N. (2012). Evaluación del estado actual de la degradación de tierras en la microcuenca La Muñeca, en el Alto Mezquital, Ixmiquilpan, Hgo. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Nacional Autónoma de México. 143pp.
70. Velázquez, L. (1958). Geografía del Estado de Querétaro. Editorial Provincia. 255pp

71. Vovides, A. P., Linares, E. y Bye, R. (2010). Jardines botánicos de México: Historia y perspectivas. Secretaría de Educación de Veracruz. 232 pp.
72. WOCAT-LADA. (2007). Un Cuestionario para posibilitar la realización de Mapas de la Degradación de la Tierra y el Desarrollo de Mecanismos para el Manejo Sustentable de la Tierra. 41pp.
73. Zarate, Z. R. (1994). Estado de la degradación de Tierra inducida por el hombre: un manual para su cartografía. Cuaderno de Edafología. Instituto de Recursos Naturales Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Estado de México. 79pp.

10. ANEXOS

a. Anexo fotográfico



a) Vista panorámica de la microcuenca desde el paraje Mesa Grande



b) Zona para reforestación con especies nativas, parte alta microcuenca



c) *Agave striata* y matorral crasicaule



d) Muestreo de suelos y vegetación



e) Presencia de burros ferales en el recorrido, zona alta microcuenca.



f) *Lophophora diffusa* (peyote queretano), zona media de la microcuenca



g) Erosión Hídrica por movimiento de masas (Wm), colapso de materiales



h) Degradación Biológica por pérdida o variación de la cobertura vegetal



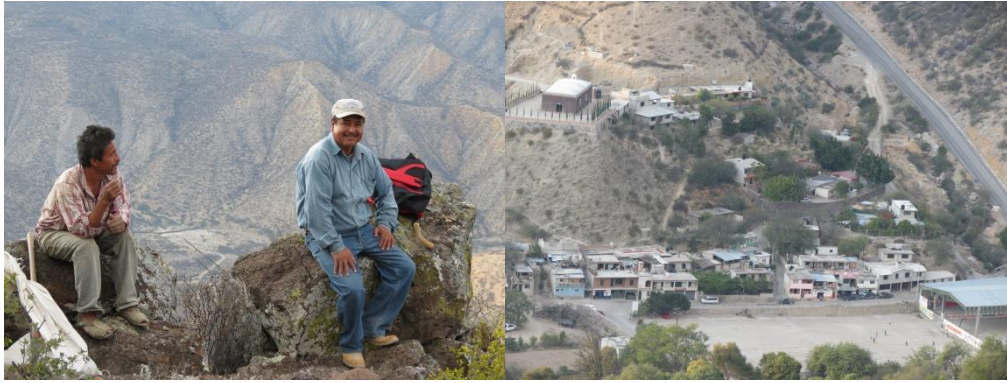
i) Manantiales de Ejido La Higuera



j) Plantaciones de Maguey y agricultura de vega aluvial



k) Compactación y pedregosidad en parcelas



l) Habitantes de la microcuenca y poblado.



m) Taller en la Microcuenca La Higuera



n) Análisis de las muestras de suelo en el Laboratorio de Edafología de la FES-Iztacala-UNAM

b. Entrevista

1. ¿Cómo era su ejido hace 20 años o como la recuerda en su niñez?
2. ¿Considera usted que hay erosión a su alrededor?
3. ¿Cómo identifica la erosión?
4. ¿Identifica algún lugar clave, donde usted considere que no se ha deteriorado la tierra?
5. ¿Ha notado que produce menos que hace unos años? ¿a qué cree que se deba?
6. ¿Cuáles son las plantas que usted utiliza (leña, forraje y control de erosión)? Y ¿Dónde se encuentran?
7. ¿Realiza la recolección u extracción de arbustos y/o plantas nativas de la microcuenca?
8. ¿Quién realiza estas actividades?
9. ¿En qué parte de la microcuenca las realiza?
10. ¿Ha reforestado alguna vez con alguna de dichas plantas? ¿Por qué considera que es importante reforestar?
11. ¿Qué tipo de tierras tiene en sus terrenos?
12. ¿Considera que son buenas sus tierras? ¿Por qué?
13. ¿Dónde están ubicadas sus tierras?
14. ¿Cuál es el proceso de preparación de sus terrenos para sembrar?
15. ¿Qué siembra en sus terrenos?
16. ¿Combina sus cultivos con otros en una misma parcela o es un solo tipo de cultivo?
17. ¿ha realizado algún trabajo u obra que eviten que el suelo se pierda o se desgaste? ¿noto que funciona?
18. ¿Conoce otro tipo de trabajos para conservar suelos? ¿Cómo cuáles?
19. ¿Ha recibido apoyos de algún programa para obras de conservación de suelos?

20. ¿La comunidad o ejido hace trabajos para conservar el suelo en las tierras comunales/ejidales? ¿Considera que le brinda algún beneficio?
21. ¿Se considera agricultor o ganadero? ¿Qué se considera? ¿Por qué? ¿Qué tipo de ganado tiene?
22. ¿Cuántas familias tienes ganado?
23. ¿Qué tipo y cuanto ganado tiene?
24. ¿Considera que el ganado afecta el suelo y, que además acelera los procesos de degradación o erosión del mismo? Y ¿Por qué?
25. ¿Considera que conservar el suelo en la microcuenca sea importante? ¿Por qué?
26. ¿Ha notado que últimamente llueve más o menos, con respecto a su niñez?

c. Morfometría de Cuencas

El área, el perímetro y la longitud de los cauces de la cuenca son las características geomorfológicas más importantes dentro del estudio de una microcuenca, dichas variables se estimaron con la ayuda de ARC GIS 10.2 y con Sánchez (1987).

- Pendiente General

$$P\% = (\text{Alt A} - \text{alt B}) / D(a-b)$$

Dónde:

P%= porcentaje de Pendiente

Alt A=altitud del punto A

Alt B= altitud del punto B

D(a-b)= distancia entre en punto A y B

- Coeficiente de compacidad

$$Kc = 0.28 (P/\sqrt{A})$$

Dónde:

Kc= Coeficiente de Compacidad (adimensional)

P= Perímetro de la Cuenca en Km.

A= Área de la Cuenca en Km²

Clases del Coeficiente de Compacidad según Sánchez 1987

1. Clase K1: de 1.0-1.25, corresponde a formas casi redonda a oval-redonda
2. Clase K2: 1.26-1.50, correspondiente a la forma oval redonda a oval oblonga
3. Clase K3: 1.51-175 o mayor, corresponde a la forma oval oblonga a rectangular-oblonga.

- Índice de forma

$$If = A/L^2$$

Dónde:

If= índice de forma

A= Área de la Cuenca (km²)

L= Longitud del cauce principal

- Densidad de corriente

$$Dc = Nc/A$$

Dónde:

Dc= Densidad de Corrientes

Nc= número de corrientes

A= Área de la Cuenca (km²)

- Densidad de Drenaje

$$Dd = Lc/A$$

Dónde:

Dd= densidad de drenaje

Lc= longitud total de las corrientes (km)

A= Área de la Cuenca (km²)

A partir de los valores de densidad de drenaje las cuencas se pueden clasificar atendiendo a los criterios:

Cuenca pobremente drenada: $Dd \leq 0.6 \text{ km/km}^2$

Cuenca bien drenada: $Dd > 3 \text{ km/k}$

d. Tipos y grados de Degradación de tierras WOCAT-LADA

Tipos de degradación de la tierra (Indicadores de Estado)

O: Sin degradación Aparente

W: Erosión hídrica

Wt: Pérdida de las capas superficiales del suelo / erosión de la superficie: La pérdida de la capa superficial del suelo a través de la erosión hídrica es un proceso más o menos uniforme del removimiento de las capas superiores de éste, generalmente conocido como lavado superficial o erosión por capas. Como los nutrientes se encuentran normalmente concentrados en la capa superior del suelo,

el proceso erosivo lleva a su empobrecimiento. La pérdida de la capa superficial del suelo es comúnmente precedida por la compactación y/o encostramiento, causando una disminución en la capacidad de infiltración del suelo, y llevando a acelerar la escorrentía y la erosión del suelo.

Wg: Erosión por cárcavas / barrancos: Desarrollo de incisiones profundas por debajo del subsuelo debido a la concentración de escorrentías.

Wm: Movimientos de masas: Ejemplos de este tipo de degradación son el corrimiento de tierras y los pantanos, los que ocurren localmente, pero que en general causan grandes daños.

Wr: Erosión en los bancos de ríos (terrazas fluviales): La erosión lateral de los ríos se convierte en bancos de ríos.

Wo: Efectos de la degradación fuera del sitio: deposición de sedimentos, inundaciones aguas abajo, salinización de los reservorios y estanques, contaminación de los cuerpos de agua con sedimentos erosionados.

E: Erosión Eólica

Et: Pérdida de las capas superiores del suelo: Este tipo de degradación se define como el desplazamiento uniforme de la capa superficial del suelo por acción del viento. Es un fenómeno generalizado en los climas áridos y semiáridos, pero también ocurre bajo condiciones más húmedas. La erosión eólica es casi siempre causada por la disminución en la cobertura vegetal del suelo. En los climas semiáridos, la erosión eólica es natural, es difícil de distinguir de la erosión eólica inducida por los humanos, pero la erosión eólica natural es en general agravada por las actividades humanas.

C: Deterioro Químico del suelo

Cp: Contaminación del suelo: Contaminación del suelo con materiales tóxicos. Esta puede ser por fuentes locales o difusas (deposición atmosférica)

P: Deterioro físico del suelo

Pc: Compactación: Deterioro de la estructura de suelo por compactación o pisoteo y/o el frecuente uso de maquinarias.

Pu: Pérdida de las funciones bio-productivas debido a otras actividades: Algunos cambios en los usos del suelo (por ej. la construcción, la minería) pueden tener repercusiones sobre las funciones bio-productivas del suelo y, por lo tanto, un efecto de degradación.

B: Degradación biológica

Bc: Variación de la cobertura vegetal: Aumento del suelo desnudo / desprotegido.

Bh: Pérdida de hábitats: Disminución de la diversidad vegetal (tierras en barbecho, sistemas mixtos, límites en los campos).

Bq: Cantidad / disminución de la biomasa: Reducción de la producción vegetal para diferentes usos del suelo (por ej. en las tierras forestales a través de la tala, vegetación secundaria con una productividad reducida).

Bs: Calidad y composición de las especies / disminución de la diversidad: Pérdida de las especies naturales, tipos de tierras, pastos perennes palatables, propagación de las especies invasivas, de la tolerancia a la sal, no-palatabilidad, de especies y malezas.

Grado de la degradación de la tierra (Indicador de estado)

El grado es definido como la intensidad del proceso de degradación. Para la evaluación del grado de degradación, son utilizadas las siguientes categorías

cualitativas. En caso de que un tipo de degradación tenga diferentes grados de degradación dentro del mismo sistema de uso de la tierra en la unidad de mapeo, éste puede ser dividido y colocado en dos listas separadas.

1. **Leve:** existen algunas indicaciones de degradación, pero el proceso aún se encuentra en una etapa inicial. Este puede ser fácilmente frenado y el daño puede ser reparado con un menor esfuerzo.
2. **Moderado:** la degradación es obvia, pero el control y la rehabilitación completa de la tierra aún es posible con un esfuerzo considerable.
3. **Fuerte:** signos evidentes de degradación. Los cambios en las propiedades de la tierra son significativas y de muy difícil restauración dentro de un límite de tiempo razonable.
4. **Extrema:** la degradación está más allá de la restauración.

e. Índice de Aridez

Los índices de aridez consideran como dato fundamental las precipitaciones caídas a lo largo del año (como fuente de agua) y las temperaturas (como indicador de la capacidad para evaporar del clima).

INDICE DE LANG

Está definido por medio de la expresión:

$$Pf = P/tm$$

P: precipitación media anual en mm.

tm: temperatura media anual en °C

Nos define las zonas:

Valor de Pf	Zona
0-20	Desiertos
20-40	Zonas áridas
40-60	Zonas húmedas de estepa y sabana
60-100	Zonas húmedas de bosques claros
100-160	Zonas húmedas de grandes bosques
>160	Perhumedas de bosques y tundras

INDICE DE ARIDEZ de DE MARTONNE

Representado por la formulación:

$$I_a = P/[t_m + 10]$$

P: precipitación media anual en mm.

t_m : temperatura media anual en °C

De naturaleza similar al índice anterior, es más apropiada para climas fríos al adicionar una constante al denominador y evitar, de esta manera, los valores negativos. El valor que se suma a la temperatura del denominador es el 10, valor que se cambia por el siete en la propuesta de delimitación de zonas húmedas y secas de Köppen.

La zona se determina según los rangos:

Valor	Zona
0-5	Desiertos (hiperarido)
5-10	Semidesierto (Arido)
10-20	Semiarido del tipo mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmedas

Según De Martonne el índice también se puede aplicar para cada mes. La fórmula es similar a la anterior, pero con los valores medios mensuales y multiplicando por doce: $I_{ai} = 12 \cdot P_i / [t_{mi} + 10]$ P_i : precipitación media mensual en mm t_{mi} : temperatura media mensual en °C Según el autor, son meses de actividad vegetativa para la vegetación aquellos en los que la temperatura media es superior a 3 °C (valor inferior al de 6°C fijado por otros autores) y en los que el índice de aridez mensual es superior a 20. A nivel mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007), menciona que la desertificación disminuye la resistencia de las tierras ante la variabilidad climática natural. El suelo, la vegetación, los suministros de agua dulce y otros recursos de las tierras secas tienden a ser resistentes, es decir, que pueden recuperarse después de sufrir perturbaciones climáticas como la sequía y efectos provocados por el hombre, como el pastoreo excesivo. Sin embargo, cuando las tierras se degradan, esta capacidad de recuperación se reduce sustancialmente, lo que conlleva repercusiones físicas y socioeconómicas. Si el suelo se vuelve menos productivo, la vegetación se deteriora y peligra la producción de alimentos, por ende la desertificación contribuye a crear situaciones de hambre. La sequía y la

degradación de tierras a menudo desencadenan crisis que se agravan con la falta de una distribución de alimentos adecuada y la imposibilidad de adquirir lo que está disponible, en consecuencia la desertificación conlleva enormes costos sociales.

Ahora bien, en la escala nacional, en cuanto a la degradación de suelos, Ceja en 2008, presentó una revisión general de este rubro, analizando algunos factores asociados al deterioro de los suelos y la pobreza a lo largo del territorio mexicano hasta el año 2005, concluyendo que los estados de la república mexicana presentan índices de marginación y de desarrollo humano muy dispares, además de que el fenómeno de la degradación de los suelos se presenta en mayor medida en el medio rural; las causas de este fenómeno son principalmente inducidas, siendo la concientización, la educación y la capacitación componentes fundamentales en el combate a la desertificación.

En este tenor, la degradación de tierras ha sido un tema relevante en el estudio de cuencas; en 2012, Vázquez realizó la evaluación del estado actual de la degradación de tierras en la microcuenca La Muñeca, en el Alto Mezquital, Ixmiquilpan, Hidalgo, encontrando que la microcuenca se encuentra afectada por procesos de desertificación, que se manifiesta en los grados de deterioro físico del suelo, degradación hídrica y degradación biológica, presentes en la zona; siendo la degradación hídrica (W) el proceso primario más severo, se manifiesta a lo largo de la cuenca con 27.87% del total del área degradada, es decir, 7.04 km². Sin embargo, el tipo de degradación que causa mayor daño a la cuenca es causada por procesos biológicos, afectando a un 58.30%.

En la región del Bajío, se han llevado a cabo prácticas de conservación de suelos en ambientes semiáridos, propuestas por Barrientos (2013) en la microcuenca La

Joya ubicada en los estados de Querétaro y Guanajuato, encontrando que la población es poco consciente sobre los efectos de sus actividades en su territorio, además de la falta de conocimiento acerca de las prácticas propuestas, que se seleccionan a partir de un manual sin una identificación clara del problema y sin tener en cuenta la heterogeneidad social y ambiental y mucho menos de las prácticas tradicionales.

Un factor determinante para los procesos de degradación de suelos, es sin duda la erosión hídrica. En la microcuenca San Pedro Huimilpan, Querétaro, se evaluó este factor y Sanaphre y Ventura (s/f) emplearon una selección multicriterio de especies de vegetación nativa para su control; la erosión hídrica fue evaluada usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE). El análisis multicriterio consistió en seleccionar las plantas que presentan la mayor capacidad para evitar la erosión hídrica, considerando características como: la extensión de la copa horizontal y vertical, morfología de hojas, altura total, valor de importancia y uso. Las especies seleccionadas fueron *Quercus crassifolia*, *Quercus mexicana* y *Pinus teocote*. Finalmente, se propusieron zonas para reforestación con base en la erosión estimada por la RUSLE.

Es bien sabido que un mal manejo de recursos naturales conlleva a la degradación de los mismos, siendo los suelos, el agua y los estratos vegetales, los elementos con mayor impacto negativo originado por las actividades antrópicas; en este orden de ideas, se tiene que las especies vegetales desempeñan una doble función, de importancia biológica y económica como recurso natural, en 2009, Osorno con un grupo de investigadores, realizaron un estudio sobre el manejo y extracción del orégano (*Lippia graveolens*) en zonas áridas de Querétaro, encontrando que hay una sobreexplotación de este recurso en el semidesierto queretano, dado que, la altura del estrato arbustivo es por

debajo del normal, esto se debe a la preferencia de los recolectores por un solo sitio de extracción.

Dado que en la revisión de literatura, no se encontraron estudios de degradación de tierras cercanos al municipio de Peñamiller, la relevancia de este estudio recae, en que, en la zona de estudio, se localiza la parte más seca del semidesierto queretano.