



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIRECCION DE CENTROS REGIONALES UNIVERSITARIOS
MAESTRIA EN DESARROLLO RURAL REGIONAL
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO CENTRO NORTE

**EL PROBLEMA DE LA EROSION, PARA LOS CAMPESINOS DE
LA ZONA FRIJOLERA DE ZACATECAS**

(CASO DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN EL EJIDO MIGUEL AUZA,
ESTADO DE ZACATECAS)

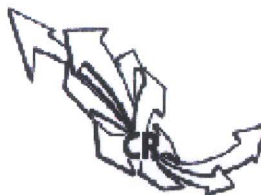
T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE :

MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

PRESENTA:

CHRISTIAN ESCOTO CERVANTES



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Estado de México,
agosto de 2004

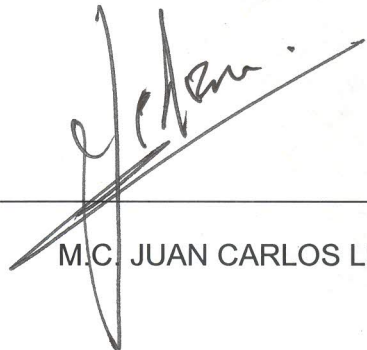
**EL PROBLEMA DE LA EROSION, PARA LOS CAMPESINOS DE
LA ZONA FRIJOLERA DE ZACATECAS**

(CASO DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN EL EJIDO MIGUEL AUZA,
ESTADO DE ZACATECAS)

Tesis realizada por Christian Escoto Cervantes bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como
requisito parcial para obtener el grado de :

MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

DIRECTOR:



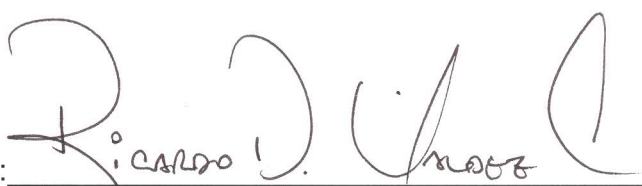
M.C. JUAN CARLOS LEDESMA MARES

ASESOR:



DR. CLEMENTE GALLEGOS VAZQUEZ

ASESOR:



DR. RICARDO D. VALDEZ CEPEDA

AGRADECIMIENTOS

Quiero dejar patente a mis asesores de tesis, **Dr. Clemente Gallegos Vázquez** y **Dr. Ricardo David Valdez Cepeda** y en forma especial al **M.C. Juan Carlos Ledesma Mares**, por su dirección y apoyo y en la realización de las labores de campo y gabinete. Por sus luces y aportaciones en la elaboración de la memoria

Así mismo hacer patente a mis Maestros de la Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional con sede en el Centro Regional Universitario Centro Norte, así como a los de la Dirección de Centros Regionales, de la Universidad Autónoma Chapingo

A mis Maestros durante mis años de escuela y en mi vida profesional

Infinitamente a los ejidatarios de Miguel Auza, Zac., por su participación y empeño mostrado en los trabajos de campo y por la información brindada, sin la cual no hubiera sido posible este estudio

Al C. Ing Arturo García García, Gerente del Comité Estatal de Sanidad Vegetal, por las facilidades otorgadas para concluir la Maestría y realizar el presente trabajo, durante el tiempo que estuve comisionado

Al Ing. Humberto Chavarría Echartea, Director General de la Junta Estatal de Caminos, al haberme dado las facilidades para desarrollar la Maestría, durante el año que estuve comisionado en esa Dependencia Estatal

A todas aquellas personas que directa e indirectamente por sus comentarios, luces y conocimientos, me apoyaron en la realización de mis estudios y de este trabajo

DATOS BIBLIOGRÁFICOS

Christian Escoto Cervantes nació el 29 de junio de 1955 en México, D. F., los estudios de educación básica los realizó en el D. F. y en Texcoco, Estado de México, preparatoria en la Escuela Nacional de Agricultura y licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo, titulándose como ingeniero agronomo especialista en bosques, con la tesis profesional “Situación Actual y Perspectivas de los Pinos Piñoneros en el Estado de Zacatecas.

Profesionalmente se desarrollo en el servicio público, ingresando a la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, desempeñando varios puestos, entre los que destacan Jefe de Oficina de Operación (estados de Zacatecas, Durango,, Sinaloa y Nayarit), Jefe de Subprograma de Control y Vigilancia Forestal y de Fauna Silvestre (estados de Colima y Zacatecas), Subdelegado Forestal, Jefe del Departamento de Protección Forestal en la extinta U.A.F No. I Ocampo Guanacevi, Dgo y culminando el servicio público federal, en la SEMARNAP, como Subdelegado Forestal.

Continuando con su trayectoria, ingreso a PROBOSQUE con el Gobierno del Estado de México como Jefe del Departamento de Vigilancia Forestal y posteriormente en la Procuraduría General de Justicia del Estado de Michoacán como Jefe de la Unidad de Asuntos Forestales. Posteriormente se desempeño como asesor en la Junta Estatal de Caminos del Gobierno del Estado de Zacatecas y en el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Zacatecas.

Sus áreas de mayor experiencia, son aquellas relacionadas con la protección y fomento de los recursos naturales, destacando vigilancia forestal y de fauna silvestre, incendios forestales, manejo de cuencas hidrográficas, plagas y enfermedades forestales, viveros, reforestación y participación social.

**EL PROBLEMA DE LA EROSIÓN PARA LOS CAMPESINOS DE LA ZONA
FRIJOLERA DE ZACATECAS** (Caso de la erosión hídrica en el ejido Miguel
Auza, Estado de Zacatecas)

**EROSION PROBLEMS FOR PRODUCERS IN THE BEAN ZONE IN
ZACATECAS STATE** (The hydric erosion case in the Miguel Auza ejido, in
Zacatecas State)

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Ejido Miguel Auza, ubicado en el municipio del mismo nombre, y que forma parte de la llamada zona frijolera del Estado de Zacatecas. El objetivo principal fue la caracterización de los ejidatarios productores de frijol, a través de 65 encuestas, para conocer el nivel máximo de estudios de los productores, y los problemas de erosión, entre otros. Los objetivos fueron: definir el grado de escolaridad y económico de los productores y relacionarlo con sus acciones de conservación o con su grado de comprensión del problema; definir el nivel de utilización de la maquinaria agrícola en la producción; y elaborar la carta de erosión hídrica potencial en escala 1:50000 para el ejido en base a la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS). Las hipótesis son que existe correspondencia entre el nivel de escolaridad y conocimiento del agricultor, con la realización de prácticas de conservación de suelos, y que el uso excesivo de implementos agrícolas que se practica en la zona trae como consecuencia el deterioro del suelo y favorece su erosión. Con la aplicación de la EUPS, se estimó la erosión en el ejido. En las 22,646.75 ha estudiadas, existen los siguientes grados de erosión: No manifiesta 47.81%, leve y medianamente leve 23.39% media y medianamente fuerte 8.74% y fuerte y muy fuerte 20 %, siendo esta última la más preocupante.

Palabras clave: unidad de producción, suelo, levantamiento fisiográfico, EUPS y SIG.

ABSTRACT

This investigation was carried out in the Ejido Miguel Auza, located in the municipality with the same name, which forms part of what is called "the bean zone" in Zacatecas State. The major objective was the characterization of the ejidatario bean producer, through the application of 65 surveys, in order to know the producer's maximum level of education, and the erosion problems, among others. The objectives were: to define the education and economic level of the producers and to relate this to their conservation actions or their understanding of the problem.; to define the level of use of the agricultural machinery in the production; and to elaborate the chart of potential hydric erosion in scale 1:50000 for the ejido on the basis of the universal equation of soil loss (UESL). The hypotheses are that a correspondence exists between the farmer's educational level and knowledge with the establishment of soil conservation practices, and that the excessive use of agricultural implements practiced in the zone results in soil deterioration and favours its erosion. With the application of the UESL, erosion levels were estimated in the ejido. The following erosion levels exist in the 22,646,75 has studied: not manifest 47,81%, slight to moderately slight 23.39%, moderate to moderately strong 8,74%, strong to very strong 20%, the last being the most worrisome one. Key words: production unit, soil, physiographic data gathering, UESL and GIS.

ÍNDICE

	Contenido	Página
	RESUMEN	v
	ABSTRACT	vi
	INDICE	vii
	INDICE DE CUADROS	viii
	INDICE DE FIGURAS	ix
	INDICE DE FOTOGRAFÍAS	x
1	INTRODUCCIÓN	1
	1.1 Objetivos	3
	1.2 Hipótesis	4
2	MARCO DE REFERENCIA	5
	2.1 El fenómeno de la agricultura	5
	2.2 La economía campesina	7
	2.3 El desarrollo rural regional	14
	2.4 Marco legal e institucional para el combate de la erosión	20
	2.4.1 Reglamento Interno de la SEMARNAT	21
	2.4.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente	22
	2.4.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	24
	2.4.4 Reglamento Interno de la SAGARPA	25
	2.4.5 Constitución del Estado Libre y Soberano de Zacatecas	27
	2.4.6 Ley para la Sustentabilidad y la Protección del Ambiente	27
	2.4.7 Bando de Policía y Buen Gobierno, del Municipio de Miguel Auza	28
	2.4.8 Acciones federales convenidas con el gobierno del estado	28
	2.5 El fenómeno de la erosión de suelos	29
	2.5.1 La erosión permisible	31
	2.5.2 La erosión acelerada	31
	2.5.3 Agricultura moderna y erosión	32
	2.6 Predicción de la erosión	39
	2.7 Tipificación de la erosión	40

		Página
	2.8 Medidas para contrarestar la erosión	41
	2.8.1 Agricultura tradicional	41
	2.8.2 Rotación de cultivos	43
	2.8.3 Sistema de medidas fitotécnicas	44
	2.8.4 Cultivos de cobertera y abonos verdes	45
	2.8.5 Cultivos en fajas	46
	2.8.6 Labranza mínima y labranza cero	46
	2.8.7 Labranza de conservación,	47
	2.8.8 Cortinas rompevientos y cercos vivos	51
	2.8.9 Surcado al contorno	53
	2.8.10 Terrazas	53
	2.8.12 Control de cárcavas	55
3	MARCO REGIONAL: el área de estudio	56
	3.1 El municipio de Miguel Auza	56
	3.1.1 Semblanza histórica del Municipio de Miguel Auza	57
	3.1.2 Infraestructura y servicios disponibles	59
	3.1.3 Tenencia de la tierra	61
	3.2 El Ejido Miguel Auza	61
	3.2.1 Semblanza histórica del ejido Miguel Auza	61
	4 MATERIALES Y MÉTODOS	64
	4.1 Encuesta	64
	4.2 Levantamiento fisiográfico	65
	4.2.1 Etapas del levantamiento fisiográfico	68
	4.3 Metodología para la evaluación de la erosión hídrica	68
	4.3.1 Estimación de la erosión hídrica mediante la ecuación universal de pérdida de suelo	68
	4.3.2 Delimitación de las unidades cartográficas	70
	4.3.3 Fotointerpretación de la erosión hídrica	71

			Página
	4.3.4	Interpretación de la información	71
5	RESULTADOS		73
	5.1	Tipificación de los productores de frijol	73
	5.2	Sistemas de producción	78
	5.2.1	Sistema de producción agrícola	78
	5.2.2	Sistema de producción pecuario	81
	5.3	Maquinaria agrícola	83
	5.4	Acciones locales contra la erosión	84
	5.5	Grado de estudios de los productores y la erosión	86
	5.6	Caracterización físico - natural del ejido Miguel Auza	89
	5.6.1	Sistemas Terrestres y Facetas del Ejido Miguel Auza	89
	5.6.1.1	Sistema terrestre bajas de Miguel Auza	90
	5.6.1.2	Sistema terrestre llanura de la Honda	92
	5.6.1.3	Sistema terrestre sierra de Miguel Auza	93
	5.6.1.4	Sistema terrestre sierra de los Cerros Gigantes	93
	5.7	Geología	94
	5.8	Suelos	95
	5.9	Vegetación y uso del suelo	108
	5.10	Clima	112
	5.10.1	Temperatura promedio anual	113
	5.10.2	Días con heladas	113
	5.10.3	Precipitación promedio anual	114
	5.10.4	Periodo de crecimiento	117
	5.10.5	Horas frío	118
	5.10.6	Hidrología	119
	5.11	EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA	120
	5.11.1	Factor erosividad de la lluvia (R)	120
	5.11.2	Factor erosinabilidad del suelo (K)	121
	5.11.3	Factor longitud e inclinación de la pendiente	122

	(LS)	
--	------	--

		Página
5.11.4	Factor de la cubierta vegetal	123
5.11.5	Valores de la tasa de erosión hídrica en el ejido Miguel Auza	124
6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES	129
6.1	<i>De la predicción de pérdidas de suelo</i>	129
6.2	Erosión	131
6.3	Uso de la maquinaria agrícola	134
6.4	Marco legal e institucional	136
7	CONCLUSIONES	140
8	LITERATURA CITADA	143
9	ANEXOS	149

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tipología de productores (CEPAL)	13
2	Acciones SAGARPA-GODEZAC, relacionadas con conservación de suelos	28
3	Acciones SEMARNAP-GODEZAC, relacionadas con la conservación de suelos	29
4	Principales localidades rurales del Municipio de Miguel Auza	73
5	Tipología de productores de frijol	73
6	Maquinaria e implementos agrícolas	83
7	Productores practicantes de acciones de conservación	85
8	Grado de estudios y su relación con actividades de conservación	86
9	Superficie e importancia relativa de los sistemas terrestre y facetas	89
10	Tipos de rocas	94
11	Tipos de suelos	96
12	Vegetación y uso del suelo	108
13	Temperatura promedio mensual y anual de la Est. Meteor. Juan Aldama	113
14	Días con presencia de heladas de la Est. Meteor. Juan Aldama	114
15	Precipitación promedio anual de la Est. Meteor. Juan Aldama	114
16	Datos climatológicos de la Est. Meteor, Col. González Ortega	115
17	Horas frío de la Est. Meteor. Col. González Ortega	116
18	Datos climatológicos de la Est. Meteor. Sombrerete	117
19	Horas frío de la Est. Meteor. Sombrerete	118
20	Erosividad de la lluvia (R)	121
21	Erosionabilidad del suelo (K)	122
22	Longitud e inclinación de la pendiente (LS)	123
24	Cubierta vegetal (C)	124
24	Promedio anual de pérdida de suelo por erosión hídrica	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localización del Ejido Miguel Auza	57
2	Actividades pecuarias por tipo de ganado	81
3	Productores practicantes de alguna acción de conservación	58
4	Facetas por sistema terrestre	90
5	Geología	95
6	Tipos de suelos	97
7	Vegetación y uso del suelo	109
8	Temperatura mínima, máxima y media promedio anual de la Est. Meteor. Colonia Gonzáles Ortega	115
9	Periodo de crecimiento por balance hídrico en la Est. Meteoro. Colonia Gonzáles Ortega	116
10	Temperatura mínima, máxima y media promedio anual de la Est. Meteor. Sombrerete	117
11	Periodo de crecimiento por balance hídrico en la Est. Meteoro. Sombrerete, Zac.	118
12	Erosión hídrica en el Ejido Miguel Auza	125

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Foto.		Página
1	Pileteadora	130
2	Pileteadoras instaladas sobre la barra de la cultivadora, listas para su utilización.	130
3	Utilización de las pileteadoras	130
4	Terreno agrícola pileteado, después de una lluvia	130

1 INTRODUCCIÓN

En el Estado de Zacatecas, se localiza la región frijolera de secano más importante de México, por la superficie que concentra. Según datos de la Delegación Estatal de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2004), En el ámbito nacional el primer lugar en 2003, lo ocupó Zacatecas como productor de este grano con 666,695 ha lo que corresponde al 32.88 del nivel nacional, de ellas tan solo 34,093 ha se establecieron bajo condiciones de riego y 632,602 ha en temporal.

También Zacatecas ocupó el primer lugar en producción con 451,561 t, seguido de los estados de Durango, Sinaloa, Chiapas y Guanajuato con 155,588 t, 124,659 t, 75,550 t y 55,734 t, respectivamente. En la década, la mayor producción de Zacatecas fue de 485,654 t en 1990 y la más baja en 1992 con 134,184 t.

Comparado con el resto de los estados en Zacatecas para 2003, se tuvo un rendimiento de 0.632 t.ha^{-1} los primeros lugares en el rendimiento nacional los ocuparon Sinaloa, Guanajuato, Durango y Nayarit con 2.2; 1.8; 1.7 y 1.4 t respectivamente. El mayor rendimiento lo obtuvo Zacatecas en 1991 con 0.670 t.ha^{-1} . Los rendimientos obtenidos comparados con otras entidades federativas es bajo, teniendo en riego $1,788 \text{ kg.ha}^{-1}$ y 390 kg.ha^{-1} en temporal.

Para el año 2003, la generación de empleo estimada fue de 13,333,900 jornales en más de 100,000 unidades de producción, con una ocupación promedio de 20 jornales por hectárea. El valor de la producción 2003, fue de 1,949 millones de pesos (27.81 %), seguido por el Estado de Sinaloa con 1,044 millones de pesos (14.9 %).

De acuerdo con la SAGARPA 2004. El consumo aparente nacional para 2003 fue de 1'200,000 t (1,440,000 t para el año 2000), con una producción nacional de 1'317,530 t. El consumo per cápita se estima en

12 kg/habitante. Importaron 2,784 t como semilla para siembra y 120,000 t para consumo, procedentes principalmente de Estados Unidos.

Es de resaltar que las condiciones climáticas en 2003 fueron condiciones atípicas, provocando cambios en los rendimientos y bajos siniestros por sequía y otros factores. La precipitación presentada, provocó arrastres, inundación, granizo y enfermedades, originando el manchado del grano en un 12%, afectándose 17,644 ha, las que representaron el 2.64% de la superficie sembrada).

En el campo mexicano existen enormes problemas, como lo es la competencia desigual de los diferentes sectores de la economía, y en particular, la derivada del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, siendo que a los productores norteamericanos les resulta muy atractivo el mercado mexicano del frijol; ya que están en condiciones de bajar los precios de introducción a nuestro País. Por las características de su superficie agrícola y la tecnología utilizada, les permite reducir costos de producción; de igual manera, cuentan con los recursos para manejar tarifas de transporte por demás económicas, lo que les redunda también en precios bajos al introducir su producto a nuestro territorio, dejando desprotegida la producción mexicana al no ser competitiva en el mercado nacional.

Este panorama describe para los mexicanos un gran reto, para seguir produciendo frijol a precios competitivos, situación que obliga a un cambio estructural de la producción, para elevar los rendimientos y la productividad por unidad de superficie, como su aporte a la soberanía alimentaria de México.

El campesinado productor del frijol, se encuentran inmerso en un situación realmente difícil, la continua descapitalización a la que se ha visto sometido, créditos caros, disminución de la asistencia técnica oficial, altos costos de los insumos.

Lo que lo ha obligado a tomar varias estrategias. Una de ellas es la de reducir el paquete tecnológico para bajar costos, reduciendo o eliminando las dosis de fertilización, utilizando como semilla el mismo frijol que cosecho, mecanizando la mayoría de las labores de cultivo y reduciendo al mínimo sus controles fitosanitarios. Otra estrategia, ha sido acudir en forma temporal, a los mercados de trabajo del país o del extranjero, para ampliar sus ingresos económicos y disponer de recursos para volver a sembrar. Ya que ha habido años de extrema sequía, donde ha tenido que sembrar hasta 5 veces y al final obtener una cosecha malograda, dado que el temporal de lluvias fue sido intermitente.

Esta problemática económica por la que atraviesan los productores, se complica mucho más aunando que la zona frijolera del Estado, esta inmersa por un grave proceso de erosión de su suelo, lo que ocasiona una continua pérdida de su potencial productivo. Por lo que es de vital importancia mejorar las condiciones de producción en esta área específica, partiendo de su principal recurso: El suelo.

Dada esta situación, el presente trabajo de investigación pretende aportar la visión de los campesinos en cuanto al problema de la erosión del suelo, analizando sus posibles causas y algunas de las acciones que están en posibilidades de realizar. Por otro lado tratar de dimensionar el problema, tomando como ejemplo al Ejido Miguel Auza.

1.1 Objetivos

Definir el grado de escolaridad y económico de los productores de frijol y relacionarlo con sus acciones de conservación de suelos o grado de comprensión del problema.

Definir el nivel de utilización de la maquinaria agrícola, en la producción de frijol.

Elaborar la carta de erosión potencial de erosión hídrica en escala 1:50,000 para el Ejido Miguel Auza, en base a la aplicación de la ecuación universal de predicción de perdidas de suelo.

1.2 Hipótesis

Existe correspondencia entre el nivel de escolaridad y conocimiento del agricultor, con la realización de prácticas y acciones de conservación de suelos.

El uso excesivo del paso de implementos agrícolas que se practica en la zona, es uno de los principales factores de uso inadecuado del suelo, trayendo como consecuencia su deterioro y favoreciendo el fenómeno de la erosión.

2 MARCO TEÓRICO

El propósito de este capítulo es dar un marco teórico y de referencia al trabajo de tesis, yendo de lo global a lo particular, a fin de introducir un proceso analítico a uno de los principales problemas que aquejan al sector campesino, en la zona frijolera del Estado de Zacatecas: la erosión de los suelos agrícolas.

2.1 El fenómeno de la agricultura

Para Martínez (1994), se debe entender a la Agricultura, no solo como procesos bioquímicos de plantas y su entorno ecológico, sino también como la presencia de un factor sustantivo que da la variable dependiente a este proceso: la hominización del proceso de selección de plantas y de su habitat para que una especie sobreviva. Afirma que “el hombre inventa la agricultura como parte de su propia cultura; por lo que concuerda con la definición etimológica “la cultura del campo”; siendo el hombre el que promueve el mejoramiento de plantas y suelos dentro de sistemas agrícolas que permiten el paso de la energía en cadenas tróficas y el proceso bioquímico propiamente dicho”.

“La agricultura es en sí, un ente vivo y frágil, en constante proceso de adaptación, por lo que debe siempre ser cuidado adecuadamente, ya que debe mantener un equilibrio en sus aspectos físico-naturales, biológicos, químicos y sociales. “El fenómeno agrícola en el universo campesino, juega con un riesgo biológico que le permita sobrevivir, buscando utilizar de la mejor manera los recursos a su alcance, usando su mano de obra y midiendo los productos recibidos, ya que en su contexto, el campesino ve a la tierra como su riqueza existencial, representando su sustento, su casa, su cobijo... su razón de ser, y jamás como una mercancía”.

La visión de ver a los recursos naturales como un medio de apropiación y de explotación, ha llevado a la humanidad a agotar muchos recursos. Si bien esta visión permitió por muchos siglos, a diferentes

grupos principalmente europeos acumular grandes riquezas, en detrimento de los activos de los menos favorecidos, en cuanto a herramientas de conquista, sometimiento y esclavitud. A otros heredo graves problemas que hasta la fecha se traducen en desequilibrio y pobreza de sus pueblos. Situación que genera creciente preocupación por el uso adecuado de los recursos naturales, invadiendo todas las esferas de participación del hombre. Se ha entendido que la naturaleza puede vivir sin la presencia del hombre, pero éste no puede hacerlo sin preservar adecuadamente la naturaleza (Preciado, 1994).

Para Ramírez (1994). "La sostenibilidad es un reclamo de todos, pero también se ha dicho que lo que es de todos no es de nadie, a menos que exista una organización superior a la que hasta ahora han alcanzado nuestras sociedades. La sustentabilidad debe responder a demandantes claramente identificables. En este intento, tal vez podamos señalar tres demandantes básicos: La humanidad para su hábitat (la biosfera). La humanidad para su organización (la sociedad). Y la humanidad para sus integrantes (el humano individual)".

En el caso particular del Ejido y las Comunidades, los bosques y agostaderos son de uso y propiedad comunal escasamente reglamentado, donde el aprovechamiento de los recursos se da a niveles de sobre explotación. En el caso de bosques, la mayor parte de las veces se realiza a través de contratistas que le compran la madera a las comunidades y ejidos. Y en el caso del pastoreo, este se realiza en general en forma extensiva, observando cargas animal superiores a los índices de agostadero, situación que es más observable en las porciones aledañas a los asentamientos humanos. Por otro lado, la parcela en la zona frijolera, es sometida al pastoreo durante los primeros meses del año, eliminándose cualquier rastrojo de la temporada agrícola anterior, habiéndose registrado comentarios de algunos productores, que ahora que existen los certificados parcelarios en el ejido, se promoverá la reglamentación de la entrada del ganado solamente acompañados con

pastor, y de esta forma se eliminará el saqueo de los esquilmos agrícolas sobre las parcelas de los propietarios que no den el permiso,

La enorme presión demográfica actual no permite la absorción de los efectos ni la recuperación de los ecosistemas a las tasas actuales de explotación. Se requiere por tanto, de un nuevo tipo de desarrollo que sostenga el progreso de la humanidad, en el planeta entero y por tiempo indefinido (Velázquez, *et al.* 1994).

El concepto sostenibilidad debe entenderse como una concepción integral que logre una visión más global; por ello, la sostenibilidad se asociado al desarrollo, generando el binomio desarrollo sostenible, que entre otras cosas ha reconciliado dos actividades consideradas opuestas: el desarrollo y la conservación (Del Amo *et al.* 1994).

Jodda. (1990, citado por Norman *et al.* 1996), vierte una definición de sostenibilidad “es la habilidad del sistema agrícola para mantener un cierto y bien definido nivel de rendimiento (producto) en el tiempo, y si se requiere, para intensificar este producto sin dañar la integridad ecológica del sistema”, dándole una connotación más dinámica que estática.

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, define el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones venideras para satisfacer sus propias necesidades (WCED, 1997). La meta fundamental consiste en alcanzar un nivel de bienestar económico “razonable” y distribuido equitativamente, que pueda perpetuarse en forma continua en provecho de las futuras generaciones (Del Amo *et al.* 1994).

2.2 La economía campesina

De una manera concreta y conceptual, en la enciclopedia Encarta (2002), se define a la economía como el conjunto de actividades de una

colectividad humana, en lo que respecta a los procesos de producción, distribución o repartición y consumo de las riquezas de bienes y servicios.

Ledesma (1995), menciona que la economía campesina nos remonta a la actividad productiva de los agricultores que trabajan la tierra directamente, manteniendo el control total sobre el proceso de trabajo; formando comunidades rurales donde la economía esta dirigida en primera instancia al autoconsumo, pero ligada a la sociedad hacia donde canalizan los excedentes (alimentos, materias primas, fuerza de trabajo).

De acuerdo con Stavenhagen (1978), los campesinos como grupo social ha existido desde los tiempos de la Grecia clásica pasando por el feudalismo medieval hasta la llegada del capitalismo industrial, coexistiendo con los más diversos modos de producción y regímenes de propiedad de la tierra; afirma que desde que el hombre se convirtió en nómada, las sociedades agrarias son la primera forma estable de organización social de la humanidad.

“Los campesinos son productores que han hecho su forma de vida el cultivo de la tierra ligada a la cría de ganado, para abastecer las necesidades familiares como propósito principal, de ahí que obtengan de la agricultura buena parte de su alimentación y de una cierta gama de productos requeridos en su vida cotidiana” (Stavenhagen, 1978).

Según Mata (1994), la agricultura campesina es practicada por el 70 a 75% de los campesinos del país, quienes ejecutan sus labores agrícolas de una manera tradicional bajo condiciones de minifundio, dependen de las condiciones del temporal de lluvias, utilizan mano de obra familiar y cultivan, principalmente granos básicos. Aun bajo estas condiciones, la agricultura campesina en el ámbito nacional produce el 70% del maíz, el 67% del frijol, el 33% del trigo y el 49% de las frutas y verduras, con lo cual contribuye de una manera fundamental a la alimentación de los mexicanos. Habrá que precisar, que en las condiciones de producción de esta agricultura, los rendimientos son muy bajos.

El propósito principal de la agricultura campesina es asegurar la subsistencia familiar y obtener un beneficio económico de la agricultura y de la cría de ganado, por la vía de subsidiar los gastos con el trabajo familiar minimizando los costos de producción.

"Las instancias tanto políticas como económicas, mantienen aprisionada a la agricultura campesina en un círculo vicioso en beneficio del sector capitalista que sólo logra desarrollarse a costa de destruir a su contraparte por medio de un proceso de transferencia de plusvalor, lo que lleva hacia una paulatina transformación de los pequeños campesinos en asalariados de manera irresistible" (Bartra, 1973).

La segunda característica de la economía campesina, Feder (1977), la refiere como una cuestión estrechamente asociada a un determinado tamaño de la tierra arable que un tipo de agricultor tiene en usufructo, siendo secundario el carácter jurídico de la misma. Los campesinos pueden ser ejidatarios, comuneros, propietarios privados o arrendatarios de una pequeña parcela o predio rural, la que de manera directa explotan con sus propios medios y donde la fuerza de trabajo es de carácter familiar.

Mata (1994), menciona que los productores que realizan agricultura campesina reúnen algunas de las siguientes características: a) Su producción la destinan fundamentalmente al autoconsumo y el excedente lo comercializan. b) Los recursos productivos de que disponen, tanto físicos como económicos, son insuficientes y limitados. c) Usan de manera limitada las innovaciones tecnológicas. d) Utilizan formas elementales de organización para el trabajo y la producción, es decir, se distribuye el trabajo en forma individual o familiar. e) El ingreso que obtienen por las actividades agrícolas, no le es suficiente para cubrir las necesidades de subsistencia familiar. f) Generalmente su nivel de escolarización es bajo. g) En su mayoría deben complementar sus ingresos económicos realizando otras actividades fuera de la parcela, ya

sea el jefe de familia u otro miembro de la misma. h) Sus necesidades fundamentales de vida, como vivienda, alimentación, salud, vestido, etcétera, las satisface de manera precaria. i) Utilizan racionalmente y en función de sus conocimientos empíricos, los escasos recursos naturales que tiene a su disposición. j) Conforman uno de los estratos más pobres dentro de la escala social del país.

“La economía campesina se orienta a la obtención en pequeña escala de alimentos y otros materiales requeridos para la subsistencia familiar y por diversas circunstancias se ve en la necesidad de vender parte de su producción en el mercado para adquirir otros satisfactores que su propia actividad no le puede proporcionar. Desde el momento que entra en contacto con el mercado, se ve sometido a una transformación más rápida que la operada en otros momentos históricos resultando de varios tipos de productores” (Ledesma,1995).

En lo referente a la economía del campesinado, Parra (1994), señala que el hecho sobresaliente estriba en que los precios de los productos no cubren el costo de producción. Siendo que aparentemente la agronomía acepta dos supuestos básicos desde su punto de vista: a) La agricultura es una actividad económica, mediante la cual se producen mercancías con base en mercancías; y b) el principio económico, que rige la actividad productiva es el de la ganancia marginal.

Sin embargo, para Ledesma (1995), la utilización de mercancías como insumos productivos aun es restringida; ya que el producto agrícola se destina en una gran medida al autoconsumo, y en las decisiones acerca de que insumos elegir, cuales bienes producir, y cuantos esfuerzos debe dedicarse a su producción, no participan los criterios marginalistas. Es decir, el campesino en la región, produce frijol por ser parte de su dieta y una mercancía que tiene demanda en los mercados.

En general el agricultor está en un proceso generalizado de descapitalización, debido al intercambio desigual entre el campo y la

ciudad, ofreciendo sus productos al mercado y debido al excesivo intermediarismo y a la oferta y demanda, sus productos son pagados a bajo precio. Él tiene necesidad de comprar una serie de artículos que el no produce para satisfacer las necesidades familiares, pero acude casi siempre al mercado local, donde los artículos adquiridos ya han pasado por muchas manos o con altos costos de flete. Su salvaguarda, la mayor parte de las veces, es que complementa su economía, como asalariado, vendiendo su fuerza de trabajo o mediante la migración, lo que permite ingresar por vía propia, o a través de alguno de los miembros de la familia, recursos frescos que le ayudan a reponer capital o realizar alguna mejora, aliviando su maltrecha economía agrícola.

Por lo tanto la economía campesina difícilmente está en condiciones de un ahorro que le permite al campesino adquirir tecnología u otras cosas que fortalezcan su economía y cuando más, llega a reponer su capital para volver a sembrar el próximo ciclo.

Por otra parte, desde pasados tiempos, viene ocurriendo un proceso de herencia familiar de la tierra que ha resultado en la pulverización de los predios, dejando a cada familia con una cantidad de tierra insuficiente en términos absolutos para satisfacer sus necesidades, encontrándonos entonces ante minúsculos terrenos de mala calidad, que tienen muy bajos niveles de producción y productividad.

En el área de estudio se observa en algunos casos un fraccionamiento de la parcela y la apertura de nuevas tierras, en terrenos de agostadero para los hijos de los ejidatarios.

En los años con condiciones climáticas favorables, los campesinos frijoleros obtienen un mayor excedente para destinarlo al mercado y ello equivale a un ingreso extraordinario y salir de su maltrecha economía, aunque la tendencia regional es la conversión de campesinos en trabajadores migrantes en la frontera norte de México.

Para Ledesma (1995), la fortaleza de la economía campesina está, en que dispone de mano de obra familiar, la cual no es remunerada, lo que en principio ofrece una ventaja al campesino al permitirle producir con costos de producción más bajo, y mantener vigente los sistemas tradicionales dentro de un marco de intercambio desfavorable en el momento de acudir a los mercados.

Armando Bartra (s/f), menciona que la circulación que está implícita es una unidad económica, que simplemente vende sus excedentes para adquirir aquellos bienes de los que carece, y se expresa en la fórmula: Mercancía-Dinero-Mercancía, y un mercado basado en esta fórmula no puede ser, por sí mismo, el instrumento mecánico que socialice la producción. La socialización de la producción a través del mercado implica una circulación que se expresa en la fórmula: Dinero-Mercancía-Dinero incrementado, y tal circulación supone unidades de producción cuyo motor es la máxima ganancia.

En la economía capitalista, la mano de obra es una mercancía que se le paga al trabajador, y este produce bienes que se venden por dinero, con un valor acumulado que es parte de la ganancia. El empresario al trabajador solo le paga un salario, que este devenga en unas cuantas horas y el resto del tiempo de la jornada laboral, lo dedica a producir un excedente no retribuido en el concepto de salario.

En el caso de la economía campesina es diferente, pues la mano de obra familiar no es una mercancía en virtud de que no se retribuye y una vez obtenida la cosecha ésta se destina en primer término al autoconsumo y sólo los excedentes, cuando los hay, se destinan al mercado, obteniendo el productor dinero que se destina a la compra de mercancías que él no produce e insumos para su próxima siembra.

Bartra (1982), manifiesta que el proceso de industrialización de la economía mexicana ha requerido de aprovecharse de un sector amplio de minifundistas, lo que significa que el remanente de la producción agrícola

generado por ellos, ha sido significativo y por lo tanto necesario para el progreso del sector industrial y moderno de ahí que el sistema económico dominante procurará regenerar continuamente al sector rural, allí donde el proceso de expansión del capital tienda a eliminarlo.

Considerando el nivel de recursos con los que dispone el campesino, tenemos productores con diferentes posibilidades en la producción, de acuerdo a la superficie que siembran, a los niveles de participación de su familia en los trabajos y al nivel de participación en el mercado.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 1982), propone una tipología (clasificación) de los productores agrícolas, tomando como indicador la superficie que trabajan y la mano de obra que aplican, destacando enfáticamente que en el sector campesino, el trabajo es realizado por el productor y su familia y solamente existe una muy pequeña contratación extrafamiliar para algunas de las tareas de producción, conforme puede apreciarse en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tipología de productores agrícolas (CEPAL)

Categoría	Criterio de definición	Variable de clasificación
De infrasubsistencia	El potencial productivo de la unidad es insuficiente para la alimentación familiar. Tienen que alquilar su mano de obra para disponer de lo necesario para satisfacer las necesidades elementales	Superficie arable menor o igual a 4 ha, mano de obra familiar
De subsistencia	Lo producido rebasa el mínimo requerido para la alimentación de la familia, pero es insuficiente para generar un fondo reposición	Mayor de 4 y menor de 8 ha mano de obra preferentemente familiar
Estacionarios	La unidad es capaz de generar un excedente por encima de sus necesidades básicas, y éste es equivalente al fondo de reposición y a ciertas reservas para contingencias	Mas de 8 y menos de 12 ha, mano de obra externa y familiar
Excedentarios	La unidad genera excedentes suficientes para reproducir el fondo de reposición, reservas para contingencias y un fondo de ahorro e inversión	Superficie arable mayor de 12 ha, mano de obra asalariada.

Fuente: CEPAL, 1982.

Para la mayoría de los productores “el balance general al final del ciclo agrícola es de pérdidas al ofrecer al mercado productos más baratos por el hecho de no considerar el costo de la mano de obra familiar, rubro que representaría la mayor cantidad de gastos directos, si esta se tuviera que

pagar. Al no considerar esta erogación opta mejor por el costo de oportunidad de dedicarse a otras actividades más remunerativas fuera de la agricultura” (Ledesma, 1995).

“Para el campesino, la tierra y otros medios de producción disponibles, siempre son inferiores al óptimo requerido para una perfecta utilización de la energía familiar. La tierra al ser insuficiente, se vuelve un factor determinante y el volumen de la actividad agrícola se verá reducido en consecuencia. Si los miembros de la familia no encuentran empleo en la finca, ellos se dirigirán hacia otras actividades para completar el ingreso familiar, y la fuerte migración en la región frijolera es muestra de esto” (Ledesma, 1995).

2.3 El desarrollo rural regional

La región es el ámbito, contorno, territorio o lugar que señala un espacio de la superficie terrestre dotado de una gama de recursos naturales los cuales aprovecha el hombre para la regeneración biológica, económica, social y cultural de amplios grupos humanos.

Palacios (1983, citado por Ledesma, 1995), refiere la existencia de varios tipos de regiones. Una de ellas es la región natural definida exclusivamente a partir de elementos naturales, siendo la delimitación geográfica el criterio más antiguo basado en el papel determinante de los elementos físicos en la organización del espacio. Otro criterio de la regionalización es la región como una extensión del paisaje, concebida como el resultado de la acción de una sociedad sobre un medio natural definido.

Para Goyou (1981), el paisaje es todo lo que se puede ver a simple vista, desde los cultivos en los campos, las formas de las parcelas, la red de caminos, entre otros, lo cual expresa una descripción del medio natural y sociohistórico en la medida que se pueda aproximar a su entendimiento

con la ayuda de las ciencias auxiliares de la edafología, la historia, sociología y economía, entre otras.

Ledesma (1995), concibe que el término de región esta muy ligado a la idea de un espacio concreto de la realidad física, donde al interior de este espacio se deben cumplir ciertos requisitos de uniformidad o semejanza. La demarcación del espacio regional de manera invariable, se realiza a partir de algún factor o criterio único que le confiera un grado de suficiente homogeneidad a fin de distinguirla de otras áreas de un extenso espacio geográfico.

Para el autor ya citado, la región homogénea queda definida “como una unidad territorial determinada mediante un factor único que la caracteriza, que puede ser de diverso carácter y que procede de un elemento inconfundible que le estampa una peculiaridad determinante al paisaje”.

“La región identifica determinadas porciones homogéneas de la superficie terrestre definidas a partir de criterios específicos y preconcebidos de las ciencias naturales y de las ciencias sociales” (Palacios, 1983).

Un territorio puede ser definido en función de factores geográficos, pero la región cobra sentido solo cuando en ella se asienta un conglomerado humano que le otorgue forma, extensión, por lo que es vista como un determinado paisaje de la realidad que envuelve ciertos procesos sociales.

“En México se concibió al desarrollo rural como una inversión social capaz de competir con proyectos sociales alternativos o como una acción de beneficencia social. Esta última noción, que prevaleció durante la década de 1970, concibe al desarrollo rural como una gestión orientada a compensar a los pobres del campo por su situación de deterioro, en un momento caracterizado por la existencia de abundante presupuesto público” (Janvry, *et al.* 1989). Situación producto del auge económico del petróleo y del endeudamiento externo, esquema que se vio

desenmascarado, una vez que el auge paso, al reconocerse que no había tal riqueza petrolera y lo apoyos al campo se vieron disminuidos y el desarrollo rural tuvo que esperar mejores épocas, pues resulto que la beneficencia social no fue desarrollo.

Según Mata (1998), los Estados Unidos de América (E.U.A) en 1949, ofrecieron (impusieron) su colaboración a los pueblos “subdesarrollados”, inventando el concepto de “desarrollo” con la carga semántica de “apoyo”, “ayuda”, “servicio” para su mejoramiento socioeconómico de los pueblos, por lo senderos propios de cada país. Esto propició que en México se cancelara desde entonces el proyecto Cardenista, de construir un México de ejidos y comunidades industriales electrificadas, viviendo en buenas condiciones económicas, sociales y culturales, y donde la maquina coadyuvaría a realizar los trabajos pesados y no propiciar la sobreexplotación capitalista mediante la explotación y enajenación del ser humano.

Las intenciones de EUA quedaron en teoría, pues los verdaderos beneficios quedaron en los más ricos, pues el modelo de desarrollo sugerido o más bien impuesto, propiciaba el desarrollo de la planta industrial y el saqueo de los recursos naturales, en beneficio de los empresarios y dueños del capital nacional e internacional y los campesinos, solamente se convirtieron en aportadores de materias primas forestales y productos agropecuarios, destruyendo los esquemas Cardenistas, que anteriormente se habían dibujado en el país, de lograr un sector rural con tierra para los campesinos, trabajo organizado y cooperativo y el de disponer de los medios para trabajar. Iniciándose el crecimiento de las brechas de separación entre el campo y la ciudad, pues dentro del nuevo modelo el campo se vio rezagando, de las políticas de desarrollo del país (Mata, 1998).

“El propósito fundamental del desarrollo rural se encamina al mejoramiento del bienestar del campesino y su familia. El desarrollo rural debe entenderse como un proceso que conlleva una transformación en un

sentido positivo, de las condiciones de vida del ser humano que habita el espacio rural y que se materializa tanto en el nivel económico, como en el tecnológico y social” (Ledesma, 1995).

El desarrollo económico mexicano no ha sido equilibrado e inclusivo, sino asimétrico y excluyente y ante la falta de opciones, el sector tradicional de ha mantenido como principal reducto de la marginalidad. Y si muchos han emigrado a las ciudades, ha sido en busca del mal menor, más que atraídos por el purgatorio urbano, ahuyentados por el infierno rural (Bartra, 1991).

El argumento de la “funcionalidad” de los sectores campesinos al desarrollo global, cobro vigencia cuando el modelo de acumulación capitalista requirió que su papel estaría centrado en proveer mano de obra abundante para la expansión de la economía urbana, generar fuerza de trabajo agrícola asalariada para el desarrollo de las medianas y grandes unidades empresariales y , a partir de un proceso de crecimiento del número de unidades campesinas, generar una creciente reserva de mano de obra que rebaje el nivel global de salarios de la sociedad. Otro papel asignado a las unidades campesinas es el de producir alimentos destinados al consumo interno, que se supone tendrán precios reducidos por relaciones de intercambio desfavorables para los productores y bajos precios posibles por los mecanismos de autoexplotación de las familias campesinas que se derivan de su lógica estructural (Gómez y Pérez, 1981, citado por Grupo Esquel. 1989).

Ander (1976, citado por Jordan *et al.* 1989), menciona que el crecimiento de la comunidad visualiza la realización del desarrollo rural por medio de la participación voluntaria y activa de los miembros de la comunidad para fomentar la “auto ayuda”.

“El desarrollo rural, sin embargo, se sustenta en dos premisas fundamentales a saber: el crecimiento agrícola es la clave del desarrollo rural, y en segundo término, son las fuerzas sociales las que están

llamadas a cumplir un papel preponderante en la medida que las formas de organización y autogestión campesina son el dominante del desarrollo rural” (Rannan Weitz, 1984, citado por Ledesma, 1995).

Arvon (1987, citado por Mata, 1994), menciona las siguientes definiciones relacionadas con el proceso de autogestión: según Bpurder y Guillerm “La autogestión es una transformación radical, no solo económica sino también política, en el sentido que destruye la noción común de política para crear otro sentido de esta palabra, a saber, toma en sus manos, sin intermediarios y a todos los niveles a todos “sus asuntos” por todos los hombres.

Por otro lado mencionando a Rougemont (1987, citado por Mata, 1994), éste amplía el concepto de autogestión manifestando que “es en principio la gestión por parte de las comunidades de base, municipalidades y empresas, luego regiones, de las tareas de naturaleza estatal que a su nivel le son propias. Pero es también el ejercicio permanente de los poderes de decisión política y de control de aquellos que los ejecutan”. Autogestión se refiere al hecho de decidir nuestro destino de manera consciente y comprometida, poner las reglas del juego de todas las expresiones de la vida.

Definitivamente solo con la participación social, se logra el éxito de los programas y proyectos de desarrollo. Haciendo mención a Díaz (1985). “La participación conduce a la apropiación del desarrollo por el pueblo. Toda vez que él pueblo participa en el planeamiento y ejecución de una actividad o proceso, él se siente propietario del mismo y co-responsable de su éxito o fracaso”.

Analizando las declaraciones de la FAO (1993), los programas de apoyo al Desarrollo Rural, (como lo son actualmente Alianza para el Campo, PRODER,. PADER, PAPIR, PIASRE, PRODEFOR; PRODEPLAN, entre otros), promueven el desarrollo a través de un modelo convencional, donde se pone énfasis en el uso de factores externos y escasos, tales

como créditos, semillas, sementales de alto potencial genético, fertilizantes, plaguicidas, tractores, maquinaria, invernaderos, tecnologías de punta, entre otros, modelo que es inadecuado para las necesidades y posibilidades de la mayoría de los productores agropecuarios. Tampoco es posible para el gobierno ofrecer todos los factores antes mencionados a la totalidad de sus potenciales beneficiarios. Frente a esta real limitación, de poco sirve legislar en pro de la equidad si, debido al alto costo del modelo de desarrollo vigente, sencillamente no existen recursos en cantidad suficiente para transformar las buenas intenciones en realidades concretas, es decir , para cumplir las leyes inspiradas en los principios de justicia social.

Aunado a esta situación, los trámites para obtener estos apoyos, son complicados y como se ha observado a lo largo de los años, solo unos cuantos que ya conocen el camino, reciben estos beneficios.

De nueva cuenta haciendo referencia a FAO (1993), menciona que trabajos de investigación agropecuaria y numerosas experiencias de terreno han demostrado fehacientemente que para mejorar su producción y productividad ellos no necesariamente requieren adoptar desde el principio las llamadas “tecnologías de producto”, las que para ser aplicadas dependen de fertilizantes, plaguicidas, y otros insumos y equipos caros y escasos. Sino que la mayoría requiere de las llamadas “tecnologías de proceso” tales como rotación de cultivos, diversificación, densidad adecuada y fechas de siembra, eliminación de malezas, realización de labores y cosecha en el momento oportuno.

Estas tecnologías de proceso tienen la ventaja que para ser aplicadas no requieren de insumos externos y, consecuentemente están al alcance de los agricultores de escasos recursos. Al priorizar el uso de las “tecnologías de producto”, sin haber adoptado previamente las “tecnologías” de proceso, los insumos se desperdician y no producen los resultados que potencialmente podrían y deberían producir. Situación que

es observable en todo el campo zacatecano, donde encontramos infraestructura ociosa, implementos y maquinaria abandonada.

Por lo anterior, pudiera concluirse que el modelo de desarrollo del campo, que utilizó México durante muchos años, fue el de decirle al campesino como y que sembrar, pues solo si este cumplía las expectativas definidas, recibía los apoyos gubernamentales (crédito, seguro, semillas, fertilizantes y asistencia técnica), lo que en definitiva vino a propiciar el abandono de las técnicas tradicionales y a fomentar el monocultivo, que en el caso particular de Zacatecas y en su zona frijolera, fue el elemento decisorio para tener la actual problemática bien definida. No pudiéndose culpar al campesino, pues ese modelo, fue impuesto no solo por la dependencia federal normativa, sino a través de la visión desarrollista impuesta por los programas de desarrollo de las agencias de ayuda de EUA.

2.4 Marco legal e institucional para el combate a la erosión

El artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1991), establece que “el Estado define que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originalmente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ella a los particulares constituyendo la propiedad privada”.

Por otro lado, establece que la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de la conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

Este artículo constitucional, a diferencia de otras naciones, otorga al gobierno de México, facultades para normar y en caso extremo, obligar a la ciudadanía (pequeños propietarios, ejidatarios y comuneros), para que participen en los programas sustantivos, o en su caso realice labores de restauración, protección y conservación de recursos naturales. Siendo de utilidad pública evitar y disminuir la erosión de los suelos.

A continuación se hace referencia a las principales leyes reglamentarias al artículo 27 Constitucional que tienen relación a la conservación de los suelos.

2.4.1 Reglamento Interno de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Este Reglamento Interno, es publicado en el diario oficial de la federación el 21 de enero de 2003, en su artículo tercero define las áreas de apoyo y entre ellas a la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos.

En su artículo 32 otorga las atribuciones de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos para: “ejercer los actos de autoridad relativos a la aplicación de la política de aprovechamiento sustentable, conservación, protección y restauración de los recursos forestales y de los suelos, así como participar en la formulación de la misma, con las Direcciones Generales de Planeación y Evaluación, y del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables, operar mecanismos de coordinación entre la Federación y las entidades federativas, para apoyar la gestión institucional de éstas en la descentralización de los actos de autoridad en materia forestal y de suelos y formular y evaluar los programas de restauración para el rescate de suelos en zonas degradadas no forestales, así como evaluar los resultados de los programas de reforestación que ejecuten otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal” (SEMARNAT, 2003).

2.4.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente (LEGEPA), fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, en su artículo primero menciona que esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 Constitucional y que sus disposiciones son

de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; IV. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas. V. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

En su artículo 3o. Define algunos preceptos entre los que destaca el de ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales,.

Asimismo en su artículo 5o establece las facultades de la Federación en materia ambiental, destacando en su fracción XI que la regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

Por otro lado en su artículo octavo otorga a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento legal y las leyes locales en la materia, varias facultades a que se refiere el numeral 20 BIS de esta Ley, en los términos en ella previstos, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo, establecidos en dichos programas.

El artículo 78, establece que en aquellas áreas que presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos, la

Secretaría deberá formular y ejecutar programas de restauración ecológica, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban. En la formulación, ejecución y seguimiento de dichos programas, la Secretaría deberá promover la participación de los propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales, y demás personas interesadas.

El artículo 98 define varios criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, y en su fracción I que el uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; su fracción II, el uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva; su fracción III, los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos; su fracción IV, en las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural; su fracción V en las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y su fracción VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Por otro lado en su artículo 101 bis, menciona que en la realización de actividades en zonas áridas, deberán observarse los criterios que para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se establecen en esta Ley y las demás disposiciones que resulten aplicables.

Así mismo en su artículo 103, obliga a quienes realicen actividades agrícolas y pecuarias deberán llevar a cabo las prácticas de preservación, aprovechamiento sustentable y restauración necesarias para evitar la degradación del suelo y desequilibrios ecológicos y, en su caso, lograr su rehabilitación, en los términos de lo dispuesto por ésta y las demás leyes aplicables.

En su artículo 104 señala que la Secretaría (SEMARNAT), promoverá ante la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y las demás dependencias competentes, la introducción y generalización de prácticas de protección y restauración de los suelos en las actividades agropecuarias, así como la realización de estudios de impacto ambiental previos al otorgamiento de autorizaciones para efectuar cambios del uso del suelo, cuando existan elementos que permitan prever grave deterioro de los suelos afectados y del equilibrio ecológico en la zona.

2.4.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003, y establece en su artículo 33 los criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola, resaltando en su fracción V. “La protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales a fin de evitar la erosión o degradación del suelo” y en su fracción VI. “La utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación”.

Así mismo en su Artículo 117 se señala que La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan

sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

Finalmente esta Ley establece en su Artículo 127 que cuando se presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos en terrenos forestales o preferentemente forestales, la Comisión formulará y ejecutará, en coordinación con los propietarios, programas de restauración ecológica con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ellos se desarrollaban, incluyendo el mantenimiento del régimen hidrológico y la prevención de la erosión y la restauración de los suelos forestales degradados.

Por lo tanto estas leyes otorgan las facultades a la SEMARNAT para formular y realizar los programas de conservación del suelo.

2.4.4 Reglamento interno de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

El Reglamento Interno de esta institución federal, fue publicado en el diario oficial de la federación de fecha 10 de julio de 2001 y en su artículo 2º otorga a la SAGARPA el despacho de varios asuntos, entre los que destaca en su fracción XIII la obligación de “Participar junto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la conservación de los suelos agrícolas, pastizales y bosques, y aplicar las técnicas y procedimientos conducentes”.

En el artículo 16 otorga atribuciones a la Coordinación General de Ganadería destacando en sus fracciones XIV y XVII el “Fomentar y coordinar los estudios para el manejo y rehabilitación de agostaderos y pastizales, establecimiento de praderas y para el uso adecuado de otros recursos destinados a la alimentación animal, así como fomentar la re-vegetación de los potreros, a fin de evitar la erosión de los suelos y proteger los acuíferos. Así mismo, participar en la elaboración de estudios

y proyectos tendientes a la conservación del suelo y agua con fines pecuarios y cambio de uso del suelo, así como en el establecimiento de metodologías y lineamientos sobre la materia”.

Por otro lado, en el numeral 19 se otorga facultades a la Dirección General de Fomento a la Agricultura señalando en su fracción XII el “coadyuvar en la emisión de lineamientos para la ejecución de programas y proyectos de operación, conservación y construcción de obras de riego, drenaje, defensa, mejoramiento y conservación de suelos y pequeña irrigación, cuya implementación sea responsabilidad de particulares, otras dependencias o instancias de gobierno”.

Finalmente en el artículo 67 se definen las atribuciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, marcando en sus fracciones: III) “Generar conocimientos e innovaciones tecnológicas que contribuyan al desarrollo sustentable de las cadenas agroindustriales agrícolas, pecuarias y forestales en las regiones agro ecológicas que conforman el país, buscando el aprovechamiento racional y la conservación de los recursos naturales”, IV) “Desarrollar y promover la investigación de frontera para contribuir a la solución de grandes problemas de productividad, competitividad, sustentabilidad y equidad del sector agrícola, pecuario y forestal del país” y, XIV). “Coordinar la realización de estudios e investigaciones sobre el mejoramiento, uso y conservación del suelo y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios y forestales”.

Como es de notarse las obligaciones impuestas al ejecutivo en los anteriores preceptos legales, están dirigidos a todos los mexicanos y a aplicarse en todo el país.

2.4.5 Constitución del Estado de Libre y Soberano de Zacatecas

La Constitución Política local previene en su artículo 30, que todo individuo tiene derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado y sano que propicie el desarrollo integral de manera sustentable. Y agrega

que el Estado dictará, en el ámbito de su competencia, las medidas apropiadas que garanticen la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

2.4.6. Ley para la Sustentabilidad y la Protección Ambiental del Estado de Zacatecas

Aprobada el 19 de junio de 2003, éste ordenamiento legal, en su artículo 3º. Fracción II, establece que es de utilidad pública el establecimiento de “suelos de conservación”, (más no define el concepto de manera alguna).

Por otro lado, en el numeral 96 declara los criterios para la preservación, protección y aprovechamiento sustentable del suelo en el territorio del Estado, destacando en su ámbito de trabajo: “La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural” (Fracción III). Así como “La necesidad de prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida de la vegetación natural” (fracción V).

Cabe señalar como antecedente, que en esta legislación estatal se le da todo el peso específico al Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas (IEMAZ), y en la anterior Ley, el peso era para la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEDAGRO).

2.4.7 Bando de Policía y Buen Gobierno, del Municipio Libre de Miguel Auza

Este Ordenamiento establece, que se coordinará con otras instancias de

Gobierno y apoyará a las actividades agropecuarias procurando que se dé el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

2.4.8 Acciones Federales convenidas con el Gobierno del Estado

SAGARPA – Gobierno del Estado

En el caso de la Delegación Estatal en Zacatecas, no existe un área específica responsable de la conservación de suelos, ni un proyecto específico; sin embargo dentro de los Programas de la Alianza para el Campo, se realizan varias acciones que inciden en la reducción de la erosión, como se detalla en el cuadro siguiente.

Cuadro 2. Acciones SAGARPA-GODEZAC relacionadas con conservación de suelos, cosecha de agua en parcelas agrícolas y reforestación

LÍNEAS DE ACCIÓN	Unidad de Medida	1,999	2000	2001	2002	TOTAL
Unidades MIRZA	Obra			3	2	5
Establecimiento de praderas	Ha		270	240	2,625	3,135
Rehabilitación agostaderos	Ha	687	1,537	1,021	1,433	4,678
Cercos eléctricos	Km		286	185	18	489
Cercos convencionales	Km		8	116	193	317
Pileteadoras	Equipo	1,187	4,101	5,682	2,359	13,329
Implementos labranza Conservación	Equipo	716	928	529	106	2,279
Presas de gaviones	Obra	82	51	20	6	159
Pequeñas presas	Obra	17	22	21	17	77
Plantaciones de maguey	ha	437	580	1,063	1,115	3,195
Plantaciones de nopal tunero	ha		1,524	1,858	1,327	4,709
Plantaciones de nopal verdura	ha			58		58
Plantaciones nopal forrajero	ha				18	18
Plantaciones sábila	ha			18		18
Plantaciones pitayo	ha			16	10	26
Construcción de cortinas rompevientos	km	1,923				1,923

Fuente: SAGARPA. Delegación Zacatecas e Informes de Gobierno

SEMARNAT – Gobierno del Estado

La SEMARNAT siendo la dependencia federal responsable de las acciones de restauración del equilibrio ecológico en los diferentes ecosistemas del País, a través de la Comisión Nacional Forestal y en

colaboración con el Gobierno del Estado, desarrollan trabajos de propagación de árboles y arbustos en sus viveros forestales, así mismo dirigen trabajos de restauración de la cubierta vegetal, con las plantaciones de árboles, efectuando varias acciones para disminuir la erosión, mismas que se citan en el cuadro 2.

Cuadro 3. Acciones SEMARNAT-GODEZAC

LÍNEAS DE ACCIÓN	Unidad de Medida	1999	2000	2001	2002	2003	T O T A L
Reforestación	árbol	1,400,000					1,400,000
Re vegetación en zonas semiáridas	ha		3,000		8,800	8,965	20,765
Reforestación	ha		1,000				1,000
Conservación de suelo	ha			150	450	450	1,050

Fuente: Informes de Gobierno

2.5 El fenómeno de la erosión de suelos

Se puede conceptuar a la erosión como “El proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por los agentes del intemperismo” (Colegio de Postgraduados, CP, 1997).

Figueroa *et al.*, (1991) señala que “la erosión es un fenómeno compuesto por dos procesos: el desprendimiento de las partículas de suelo y su transporte por el agente erosivo. Cuando no existe suficiente energía para el transporte, se presenta un tercer proceso que es la sedimentación. Para el caso de la erosión hídrica, el agente más importante para el desprendimiento de las partículas es la gota de lluvia mediante el salpicamiento, efecto que se ve incrementado por los procesos naturales que ocurren de humedecimiento/secado, frío/calor congelamiento/deshielo, así como por los causados por el hombre (labranza) y por el pisoteo del ganado, provocando una superficie del suelo suavemente dividida y desnuda”.

“La lluvia también compacta la superficie del suelo bajando la tasa de infiltración y provocando el flujo superficial. El escurrimiento conforme incrementa su velocidad y se conduce en pequeños canalillos crea un desprendimiento y transporte de partículas. El proceso final es la formación de canales más amplios y profundos (cárcavas) los cuales ya no pueden ser borrados por las labores de labranza”.

Existe una relación entre la cantidad de lluvia y la cantidad de suelo erosionado, pero la correlación es baja debido a que una misma cantidad de lluvia puede producir cantidades muy diferentes de erosión. Los parámetros de erosividad asociados a las características físicas de la gota de agua, son la intensidad de lluvia, definida como la cantidad de agua precipitada en un tiempo dado, y el tamaño de las gotas.

Las gotas de lluvia son potencialmente más erosivas que el flujo concentrado del escurrimiento superficial. Dos terceras partes de la energía cinética (EC) se utilizan para el desprendimiento de las partículas de suelo formando un pequeño cráter y el resto para formar las gotitas de salpicamiento. El salpicado por lluvia es un proceso erosivo importante para la entrega de partículas de suelo al escurrimiento superficial (Figuerola *et al.* 1991).

La Organización Mundial para la Agricultura y Alimentación, FAO, 1978 manifiesta que en la naturaleza, el viento y el agua, han removido y transportado las partículas de suelo, esculpiendo los cauces de los ríos y arroyos, formando los deltas y transformando gradualmente panoramas enteros. Sin embargo, estos movimientos han sido lentos y graduales a lo largo de millones de años, guardando casi siempre un nivel de equilibrio entre la formación y la erosión del suelo. Los procesos erosivos están presentes en forma natural, son parte de la dinámica del planeta (erosión geológica). Sin embargo, con la participación del hombre éstos procesos se han visto incrementados, con la realización de sus actividades productivas primarias.

2.5.1 La erosión permisible

Figueroa (1993, citado por Ledesma 2004), refiere que la Tasa de Erosión Permisible (T) es la cantidad de pérdida de suelo tolerable, que permite igualar a la tasa de formación del suelo. Propone como primera aproximación para México, el valor T de $20 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ para el caso de la erosión hídrica y de $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ para la erosión eólica.

Si las propiedades del suelo (fertilidad, textura y profundidad) permanecen constantes a través del tiempo, se supone que la tasa de erosión esta en equilibrio con la tasa de formación de suelo (Figueroa *et. al.*,1991), y menciona que la pérdida de suelo permisible esta en función de las propiedades del suelo, su profundidad, la distribución de nutrientes en el perfil, su capacidad de retención de humedad y la tasa de renovación del mismo. La formación de suelo aunque relacionada no es equivalente a las tasas de mineralización. Estas últimas varían también entre diferentes materiales parentales y ambientales climáticos. El tiempo necesario para formar una superficie intemperizada, varía desde unos pocas décadas para areniscas, hasta 10^5 a 10^8 años para granitos.

Por lo tanto el concepto de pérdida del suelo tolerable, aunque adecuado desde un punto de vista de la productividad sostenida a largo plazo, no necesariamente llena los requisitos establecidos para prevenir o reducir los daños fuera de la parcela ocasionados por los sedimentos provenientes de la erosión.

2.5.2 La erosión acelerada

Se define como una tasa de erosión incrementada por sobre la erosión geológica por las actividades del hombre. La erosionabilidad de los materiales naturales se puede alterar mediante el disturbio de la estructura del suelo a través de su laboreo (Figueroa *et al.*,1991).

De acuerdo con Marshal y Holmes (1979), la labranza es cualquier manipulación física del suelo que cambie su estructura, resistencia oposición, con la finalidad de mejorar sus condiciones para la producción de cosechas. Manifiestan que los objetivos de la labranza incluyen: a) preparar una adecuada cama de siembra; b) controlar las malezas; c) mejorar las relaciones suelo-agua y suelo-aire; d) facilitar el crecimiento de raíces y, e) incorporar residuos de cosechas (citados por Gallegos,1989).

El exceso de pastoreo, que a la larga puede transformar la pradera en desierto, debido al pisoteo de las pesuñas de los animales; cuando la carga animal es demasiado alta, va compactando el suelo, lo que dificulta la captación de agua de lluvia y se presentan fuertes escurrimientos, provocándose erosión. Por otra parte el sobre pastoreo va modificando la composición vegetal del agostadero, al dirigirse la preferencia del ganado sobre ciertas especies, reduciendo en ellas su capacidad regenerativa y el resto, no apreciado ni consumido por el ganado va desplazando a las especies vegetales deseables. Esto y las prácticas agrícolas poco cuidadosas, han tenido efectos desastrosos en determinadas regiones del mundo. Algunos historiadores piensan que la erosión del suelo ha sido un factor determinante en el conjunto de causas que han provocado algunos desplazamientos de población, debidos a la sequía, y en la decadencia de algunas civilizaciones. Las ruinas de pueblos y ciudades encontradas en regiones áridas, como los desiertos de Mesopotamia, indican que hubo un momento en el que la agricultura fue una actividad generalizada por toda la zona.

2.5.3 Agricultura moderna y erosión

En las últimas décadas, la modernización de la agricultura ha venido acompañada por efectos perjudiciales para el ambiente. En efecto, la agricultura convencional, fundamentalmente caracterizada por laboreo intensivo y aportes externos para sustituir la materia orgánica agotada por los

productos cosechados y los efectos de prácticas como la quema y/o empacado de rastrojos, son aún frecuentes en todo el mundo. Todo ello ha producido claros efectos negativos en las calidades del suelo, agua y aire, en el clima mundial y en la biodiversidad a todos los niveles, abarcando asimismo el paisaje y los ecosistemas.

La practica de labranza mas ampliamente aceptada, conocida como “tradicional” o “convencional”, se basa en una serie de labores primarios dirigidos a romper la capa superficial del suelo en un sistema de terrones de tamaños diversos, seguida de labores secundarios a fin de pulverizar, suavizar y emparejar la superficie del suelo. Estas prácticas, se ejecutan uniformemente sobre todo el campo cultivo, y frecuentemente involucran una serie de labores sucesivas, cada una de las cuales resulta necesaria para corregir o completar la operación previa (Hillel, 1980). En este proceso, con frecuencia el agricultor trabaja en forma excesiva sus tierras y la estructura natural del suelo puede ser destruida (Phillips y Young, 1973, citado por Gallegos, 1989).

La estructura del suelo se define como el arreglo de la fase sólida y porosa del suelo (Marshall y Holmes, 1979 y Hillel 1980). Desde un punto de vista morfológico, la estructura del suelo se ha definido como el arreglo de las partículas elementales (arena, limo y arcilla) para formar unidades compuestas (agregados), separadas de las contiguas, y que tienen propiedades diferentes de las de una masa igual de partículas elementales sin agregación (USDA, 1972). La estructura del suelo afecta el crecimiento de las plantas a través de su influencia sobre el movimiento del agua y el aire en el suelo, la resistencia a la penetración por las raíces y las relaciones de temperatura del suelo, de manera que una buena estructura permite que los factores de crecimiento funcionen con óptima eficacia (Taylo y Aschroft, 1972 citado por Gallegos, 1989).

Las prácticas de manejo varían ampliamente dependiendo del tipo de suelo, región climática y tipo de cultivos. Los efectos de preparación de suelo sobre las propiedades físicas del suelo son también muy variados,

pudiendo ser éstos benéficos o perjudiciales según sean las condiciones que guarda el suelo al momento de realizar las prácticas (Baver et al., 1980, citado por Gallegos, 1989).

Durante la introducción al primer Congreso Mundial sobre Agricultura de Conservación. (2001), se estableció que la degradación del suelo debido a los procesos de erosión y compactación es probablemente el problema medioambiental más serio causado por la agricultura convencional.

Se estima que los daños directos producidos por la erosión sobre la producción agrícola aumentan en un 25% los costes de ésta, 53 euros ha.año⁻¹ (\$704.42 ha.año⁻¹). Además, si se suman los daños producidos en el lugar y fuera del mismo (on-site and off-site), los daños producidos por la erosión imputable a la agricultura, se estiman en 85.5 euros ha.año⁻¹ (\$ 1,136.03 ha.año⁻¹). Las prácticas de agricultura convencional deterioran la calidad de las aguas superficiales (primer Congreso Mundial sobre Agricultura de Conservación, 2001).

Según la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAF), para dar lugar al fenómeno de la erosión eólica, bastan velocidades del viento de 16 a 20 km.h⁻¹ y que el terreno este desprotegido de su cubierta vegetal protectora. Proceso que se incrementa si el contenido de humedad es bajo y si existe escasa compactación del suelo. Los vientos son ocasionados por diferentes gradientes de temperatura y humedad de las masas de aire, que ocasionan el movimiento de éstas, en forma ascendente (las frías y húmedas) y descendente (las calientes y secas), generando turbulencias que impactan la superficie de la tierra. La erosión eólica, reduce el valor de las tierras en que actúa y si los materiales que arrastra el viento son arenosos, se perjudicarán por lo general las tierras agrícolas donde éstos se acumulan. La erosión eólica no beneficia ni al lugar donde se origina, ni a aquél donde se depositan los materiales.

Para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (U.S.D.A., 1977). “De todos los dones de la naturaleza, ninguno es más indispensable para el hombre, que la tierra. Esta mezcla compleja de

materia animal, vegetal y mineral, que cubre el núcleo rocoso del globo terrestre a profundidades diversas, es uno de los cuatro elementos primarios indispensables para la vida. Junto con la luz solar, con el aire, el agua y el calor, la tierra nutre la vida vegetal y sustenta a todos los seres vivientes. Sin ella, nuestro planeta sería tan estéril como la luna”.

Según Covetto, (1992 citado por FIRA, 1996) el hombre inició la agricultura desde el momento en que fue capaz de sembrar una semilla y reproducirla, este fue un momento histórico que permitió que el ser humano dejara de ser nómada, pues la producción de sus alimentos aseguraba su subsistencia en una vida sedentaria.

Antes de la invención del arado, la preparación del suelo se limitaba a moverlo con algún implemento manual de piedra o de madera y arrancar a mano las malezas que crecían junto a las plantas de interés económico. Con el paso del tiempo el hombre fue buscando la manera de facilitar el trabajo que implicaba la producción de las plantas, hasta llegar a inventar el arado. Se cree que fueron los egipcios quienes inventaron el arado, que consistía en un palo en forma de gancho, arrastrado por un buey. Kocher. (1989 citado por FIRA, 2002).

A la llegada de los españoles, en América se incorporó el uso de los animales de tiro. En sustitución del trabajo humano por el trabajo animal, siendo un acto no homogéneo, pues solamente se aplicaba en las fincas apropiadas por los españoles (Masera. 1990).

Cuando crecieron las áreas agrícolas y se difundió ampliamente el uso de los animales de tiro, puede llamarse la primera revolución la mecanización agrícola.

Entre finales del siglo XIX y principios del XX, la presión por aumentar la productividad del trabajo la gran abundancia de tierras susceptibles de ser cultivadas y el desarrollo de los motores de combustión interna fueron determinantes para que en USA se inventaran los tractores agrícolas

(Williams. 1987, citado por Masera. 1990). Lo cual constituyo el segundo salto de la mecanización agrícola)

Aún a pesar de su antigüedad el arado sigue utilizándose en gran parte del mundo y constituye el orgullo y símbolo del trabajo de muchos agricultores. Esto explica porqué se siguen arando los suelos, aún a pesar del grave deterioro que esto ocasiona Covetto, (1992 citado por FIRA. 1996).

Desde la invención del arado, se ha justificado la preparación del suelo con base a en una serie de razones no del todo comprobadas científicamente, lo que motivo a Edward Foulkner a publicar en 1943 su libro “Plowman’s Folly” (locura del arador), en el cual afirmo que nunca nadie ha presentado una razón científica que justifique arar el suelo (citado por FIRA. 2002).

Nadie puede desconocer que la ciencia y la investigación han hecho grandes esfuerzos por lograr que los agricultores dispongan de una mejor tecnología para el uso y manejo de sus suelos. Existe un notable avance en conservación de suelos, genética, control de plagas y enfermedades, fertilización y riego. Empero todo este desarrollo tecnológico en favor de la conservación no se hace presente en el campo, observándose que los clásicos problemas que genera una agricultura intuitiva, originan serios trastornos en el manejo de los suelos y causan erosión, sedimentación, salinización y acidificación (FIRA. 2002).

Los agudos procesos erosivos que soportan la mayoría de los suelos agrícolas, ganaderos y forestales en el mundo, han tenido su inicio en la pérdida gradual de su contenido de materia orgánica debido a varios factores: Los más importantes son la deforestación, el sobre pastoreo, la quema de los residuos de cosecha y la labranza. En consecuencia, las herramientas que han contribuido inexorablemente a la pérdida de suelo y su contenido de materia orgánica han sido el fuego, el hacha y el arado (FIRA. 2002).

Por otra parte la mayor mineralización implica una emisión considerable de carbono a la atmósfera, por lo que las prácticas en las que se retiran los restos de corta “y los rastrojos de la cosecha” pueden reducir el contenido de materia orgánica en el suelo y contribuir, así, a incrementar la concentración de CO₂ atmosférico (Pérez *et al.* 1998).

El hombre tiene que trabajar la tierra para arrancar de ella productos, ya sea estableciendo cultivos agrícolas o aprovechando los pastos para criar ganado y cortar madera por diversas necesidades. Estas acciones modifican el entorno natural, agotando en la mayoría de los casos la cubierta vegetal protectora del suelo. Stephen. *et al.* (1982). Estas actividades las realiza el hombre como medio de sobre vivencia y progreso, la mayor parte de las veces rompiendo el equilibrio entre su génesis y pérdida del suelo. Este equilibrio favorable entre la erosión del suelo y la formación de nuevas tierras que prevalece bajo condiciones naturales, fue alterado casi desde el momento mismo en que el hombre empezó a cultivar la tierra para procurarse alimentos.

Al eliminar la vegetación nativa y roturar la superficie de la tierra con rudimentarios implementos, los primitivos agricultores y sus sucesores aceleraron inconscientemente el grado de remoción del suelo. Es probable, sin embargo que el cultivo de la tierra continuara por siglos antes de que reconociera la erosión como uno de los problemas de la humanidad. Solo la densidad de la población obligó a que se cultivaran las laderas empinadas y los terrenos inestables, fue que la gente empezó a constatar vagamente, que la tierra puede desgastarse con rapidez por la acción de la lluvia y del viento (U.S.D.A., 1977).

Gavande. (1982), menciona que “con los progresos obtenidos en el equipo agrícola en los últimos años, los agricultores han observado que pueden sembrar y obtener mejores cosechas, reduciendo al mínimo las labranzas y a la vez, incorporando los residuos de cosecha, ya que con ese manejo se reduce la erosión, se conserva la humedad, se reduce la

compactación al no tener que pasar la maquinaria varias veces y además se reduce el costo de mano de obra”.

Figueroa *et al.* (1992), manifiesta que las décadas 1970's y 1980's se caracterizaron por un interés creciente de los investigadores agrícolas sobre los fenómenos de erosión de los terrenos bajo cultivo por el agua y por el viento. Además de las consecuencias económicas de la erosión, el fenómeno tiene repercusiones sociales muy importantes. En aquellas zonas agrícolas con tecnología avanzada, muchos productores no se dan cuenta del problema erosivo al que se enfrentan ya que no se han observado disminuciones significativas en la productividad o el ingreso de los productores. Esto es consecuencia del hecho de que los avances en tecnología agrícola enmascaran las pérdidas de productividad ocasionadas por la erosión a través de la entrada masiva de los insumos energéticos a las fincas productivas.

Este no es el caso de las zonas con agricultura campesina o de subsistencia, ya que en estas, no se aplica un paquete tecnológico completo y la erosión provoca una continua disminución del potencial productivo del suelo y por consecuencia un incremento en la erosión que ha convertido muchas zonas marginales para la agricultura en eriales sin potencial productivo a futuro.

La erosión eólica no se consideraba como un fenómeno importante en México. Los trabajos de Amante (1985 y 1986), han evidenciado que para zonas áridas y semiáridas del país, este fenómeno es de mucha importancia, ya que es el problema dominante en la mayoría de los cien millones de hectáreas consideradas como deficientes de humedad en México. Se han estimado que en algunas partes de la Meseta Central del Altiplano Potosino Zacatecano, los daños por viento durante el año pueden ser tan altos como $140 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ (Amante 1985).

Las huellas de la erosión las ve actualmente todo el mundo, pero no es tan fácil reconocer sus consecuencias presentes y futuras.

Para percatarse de lo que está ocurriendo a las tierras agrícolas, se debe estudiar críticamente la erosión que ellas sufren. Teniendo que saber distinguir entre la erosión normal y la erosión acelerada y conocer lo que cada una de ellas significa. Esta última, debido a cambios producidos por el hombre, ha provocado formaciones terrestres erosivas y otras condiciones, que son definitivamente anormales, todo ello evidencia del desgaste del suelo, que ha hecho ya grandes daños y amenaza destruir nuestras tierras agrícolas y nuestras fuentes de subsistencia si no se le detiene a tiempo (Fynn, 1977).

La erosión del suelo es un factor fundamental en la degradación de tierras y tiene graves repercusiones en las funciones del suelo, tales como la capacidad del mismo para amortiguar y filtrar los contaminantes, el papel que cumple en los ciclos del agua y el nitrógeno, y su aptitud para suministrar hábitat y sustentar la diversidad biológica. Alrededor de 2.000 millones de hectáreas de suelo, equivalentes al 15 % de la superficie de tierra del planeta (una superficie más extensa que Estados Unidos y México juntos), se han degradado por causa de las actividades humanas. Los principales tipos de degradación del suelo son la erosión hídrica (56 %), la erosión eólica (28 %), la degradación química (12 %) y la degradación física (4 %). Entre las causas de la degradación del suelo se cuentan el pastoreo excesivo (35 %), la deforestación (30 %), las actividades agrícolas (27 %), la sobreexplotación de la vegetación (7 %) y las actividades industriales (1 %) (GACGC 1994, citado por GEO - 3).

2.6 Predicción de la erosión

Los esfuerzos para predecir la erosión hídrica citados por Figueroa *et al.* (1992), se remontan al análisis que realizó Cook (1936) para identificar las variables más importantes que influyen en la erosión por agua. En 1940, Zingg publicó su primera ecuación para calcular la pérdida de suelo de un terreno en función de la inclinación y longitud de la pendiente.

Posteriormente, Smith (1941) añadió a esa ecuación los factores por manejo de cultivo y practicas de conservación.

Browning *et al.* (1947) incorporó los factores de erosionabilidad y manejo del suelo y preparó tablas para calcular los valores correspondientes a diferentes suelos, rotaciones y longitudes de pendientes.

En 1948, Smith y Whitt presentaron una ecuación para estimar la erosión que denominaron “racional”, en la que contemplaron la pérdida promedio anual de suelo para un suelo arcilloso, con una rotación, longitud e inclinación de la pendiente y dirección del surcado. Así hubo otras investigaciones que incorporaron más y más variables.

Weischmeier y Smith en 1965, desarrollaron finalmente la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE por sus siglas en ingles) la cual cuantifica la erosión a través del producto de 6 factores que representan la erosividad de la lluvia y la esorrentía (R), la erosionabilidad del suelo (K), la inclinación de la pendiente (S), la longitud de la pendiente (L), las practicas de manejo de cultivo (C) y las prácticas de conservación de suelos (P).

Figuroa *et al.* (1991), realizaron una adecuación para México de la ecuación de predicción de la erosión de Wischmeier y Smith, ajustando los factores a las condiciones de nuestro País y elaborando nomogramas y un manual básico de capacitación.

2.7 Tipificación cartográfica de la erosión

Ledesma (2002), realizó un estudio fisiográfico para el Ejido Doroteo Arango, del Municipio de Fresnillo, Zacatecas con la caracterización de la erosión; desarrollando la estimación de pérdidas de suelo por la acción eólica e hídrica, utilizando la ecuación universal de predicción de la erosión, de Wischmeier y Smith, adecuada a las condiciones de México por Figuroa, *et al.*, (1991) para la predicción de la erosión y por medio de

digitalización de la restitución de fotografías aéreas, elaborando cartas de grados de erosión para el ejido. Así mismo, Ledesma (2004), realizó la caracterización de la erosión para el Municipio de Miguel Auza, Zacatecas donde determinó con mayor precisión los valores de los distintos factores que intervienen en la erosión y aplicar la ecuación universal para la predicción de pérdidas de suelo por erosión. Así mismo sobre la base de fotografías aéreas y muestreos de campo en el ejido Miguel Auza, elaboró cartas de caracterización de la erosión para el Municipio y colaborando el sustentante, en la realización de este trabajo, se obtuvo el material relacionado a la erosión dentro del ejido de Miguel Auza que se presenta.

2.8 Medidas para contrarrestar la erosión

Medidas culturales: Son aquellas acciones que el agricultor puede realizar como parte de su trabajo cotidiano y que van encaminadas a prevenir o reducir la erosión.

2.8.1 Agricultura tradicional

Muchas de las prácticas que realizaban los agricultores en el pasado estaban encaminadas a la sustentabilidad en el aprovechamiento de recursos, donde la mayoría de los procesos estaban basados en un conocimiento basto de la ecología de su entorno.

El Maestro Hernández X (1985), ofrece una definición de agricultura tradicional señalando que "Denominamos agricultura tradicional al uso de los recursos naturales basado: a) en una prolongada experiencia empírica que ha conducido a configurar los actuales procesos de producción y las prácticas de manejo utilizadas; b) en un íntimo conocimiento físico-biótico por parte de los productores; c) en la utilización apoyada por una educación no formal para la transmisión de los conocimientos y las habilidades requeridas; y d) en un acervo cultural en las mentes de la población agrícola.

Ésta se ha practicado por miles de años, en los diferentes ámbitos ecológicos y geográficos del mundo, por millones de gentes en todos los continentes menos el australiano. En la actualidad se sigue practicando en mayor o menor grado excepto en parte de Estados Unidos de América, Canadá, Argentina, Europa, URSS, Japón, Australia y gran parte de las regiones de riego del mundo. En donde hay una continua experimentación y modificación de prácticas, implementos, semillas y calendarios. La agricultura bajo condiciones aleatorias del medio, tiende a ser conservadora por el sentido de seguridad emanado de seguir prácticas con mayor probabilidad de éxito, tales como: a) uso de cultivos múltiples en lugar de monocultivos; y b) uso de heterogeneidad genética en lugar de genotipos uniformes.

Los procesos agrícolas tienen una racionalidad ecológica y muestran estrecha liga con la superestructura emanada de la cosmovisión particular de las sociedades. Puede servir para sistemas extensivos e intensivos de aprovechamiento, para autoconsumo y para producción comercial; puede adaptarse a diferentes formas de organización social; y puede adaptar "innovaciones modernas" según sus propios razonamientos (Hernández X., 1985).

Como Ejemplos de lo anterior se puede señalar: a) Roza-tumba-quema, Yucatán, México. b) Huamiles, El Bajío, Méx. c) Cultivos múltiples: Tanzania; Filipinas; Llanos de San Juan, Puebla, Méx. d) Escalonamiento de cultivos (P. lunatus, Cicer aretinum), Méx. e) Introducción de cultivos: Afrecha: Chile, Frijol. México: Cereales menores, alfalfa. Argentina: nopal forrajero. Oaxaca: Maguey "Agave pattoni" Zacapoaxtla: papa. f) Producción intensiva: Bali, arroz; Perú, arroz, maíz Cuzco Gigante; Oaxaca, Méx., riego con cántaro. g) Superestructura: Yucatán, México, "chaac chac", invocación de lluvia; Bali, Indonesia, cosecha de arroz."

Galeano (1997), manifiesta que con la llegada de los españoles toda la sabiduría y el conocimiento desarrollado por los indígenas comienza un proceso de pérdida, de alteración, de sustitución de valores y con ello la transformación de los ecosistemas. La riqueza en biodiversidad se ve mermada por la sustitución de los productos agrícolas aborígenes por los europeos. "Inicialmente las comunidades indígenas proveyeron de abastecimiento agrícola a los pobladores españoles. Estos no eran muchos, y casi todas las nuevas fundaciones del contorno indígena podía producir los excedentes necesarios para alimentarlos. A través del tributo se impuso también una transformación en las siembras de los indios, obligándolos a cultivar el trigo y la cebada en vez del maíz.

Esta última referencia, nos habla del cambio cultural impuesto que sufrió el indígena y en cierta medida nos define la raíz del problema erosión, cuando se dejó de aplicar en el cultivo de la tierra, la racionalidad en el manejo de recursos en el "nuevo mundo".

2.8.2 Rotación de cultivos

Esta práctica esta encaminada a que en un mismo terreno, periódicamente se cambien los cultivos, rotando los de establecimiento en surcos, por los de cobertera sembrados al voleo, y utilizando cultivos aportadores de nitrógeno (leguminosas) y luego extractores de nitrógeno.

Socorro (s/f), define la rotación como la sucesión de cultivos en el tiempo sobre la misma superficie durante un número determinado de años, al cabo de los cuales se repiten de nuevo los cultivos con el mismo orden o no. Así mismo manifiesta las grandes bondades de realizar la rotación de cultivos, citando algunas reglas básicas a saber:

a) Se deben utilizar cultivos de enraizamiento profundo después y junto a los de enraizamiento superficial. b) Rotar y asociar plantas de distintos sistemas y desarrollo de raíces, es decir plantas de baja y alta profusión de raíces, de sistemas pivotantes y fasciculados. c) Rotar y asociar

cultivos que cubran el suelo lo más posible en el espacio y el tiempo. d) Rotar y asociar cultivos que permitan un máximo aprovechamiento de la luz por el área foliar mediante la optimización del uso del espacio vital del suelo y el aire. e) Generar la máxima cantidad posible de biomasa resultante de la rotación y la asociación. f) Cambio secuencial y combinatorio de cultivos fijadores de nitrógeno y cultivos extractores de nitrógeno. g) Cambio secuencial y combinatorio de cultivos aportadores y esquilmanes. h) La siembra de cultivos de largo período inicial de crecimiento (estadio juvenil), debe hacerse después de cultivos con efectos represores de malezas. i) Instalar cultivos susceptibles a determinados patógenos, después y junto a aquellos que tienen un efecto represor sobre estos patógenos. j) No dejar descubierto el suelo dentro de dos cultivos principales. En lo posible completar el ciclo anual con rotaciones y asociaciones (relevos) de cultivos intermedios cortos (cobertura - abono verde). k) Establecer rotaciones mínimas por ciclos de 5 años.

2.8.3 Sistema de medidas fitotécnicas

De nueva cuenta Socorro (s/f), define el sistema de medidas fitotécnicas como el conjunto de labores de un ciclo de cultivo, más la determinación de acciones sobre el cómo concebirlas y realizarlas.

“El diseño de la tecnología del cultivo acorde a las condiciones concurrentes en el lugar es quizás la más efectiva práctica complementaria agrícola de bajos insumos, después del diseño o concepción de la explotación (finca)”.

“Las labores y actividades agrícolas se suceden unas a otras en un mismo campo de cultivo, pero a niveles de una finca diversificada, como la que hemos pregonado hasta aquí, como la más eficiente para la reducción de insumos y acercarnos a la agro ecología. Se realizan diferentes labores a diferentes cultivos en diferentes campos a una misma

vez. Tal situación requiere de la planificación para hacer un mejor uso de los recursos materiales, humanos y financieros”.

“La planificación de actividades y labores en espacio y tiempo, permite el mejor manejo de los recursos, más cuando esos recursos son escasos. Al sistema de medidas fitotécnicas de un cultivo, que en Cuba se llama "Carta Tecnológica", le acompaña la ficha de costos. Esa carta contiene las labores en orden cronológico de realización, sus especificaciones, descripción de insumos, cantidades por unidad de superficie, costos unitarios y totales, etc. Es una importante herramienta para la planificación del agricultor”.

Acciones que necesariamente repercuten en elevar la productividad, haciendo un uso eficiente de los recursos naturales y disponibles por el agricultor, y sobre todo reduciendo los efectos negativos sobre el ambiente y el suelo. La planeación en el medio rural, ahora se hace indispensable, ya que cada vez son más escasos los recursos disponibles por el campesino y en un marco de planeación, puede lograrse un nivel de eficiencia y ahorro, como sería la incorporación en el sistema de producción agrícola, de la labranza mínima.

2.8.4 Cultivos de cobertera y abonos verdes

Otra práctica que puede implementarse en las zonas agrícolas expuestas a la erosión hídrica y eólica, es la utilización de cultivos de cobertera para proteger el suelo y reducir su erosión.

Un cultivo de cobertura es definido por Pound. (1995), como "una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)" Aunque los cultivos de cobertura pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, la mayoría son leguminosas.

En regiones semiáridas, los cultivos de cobertura pueden jugar un rol importante en la conservación del agua y el control de la erosión eólica. Frecuentemente, ellos son establecidos durante la época lluviosa conjuntamente con el cultivo principal, por ejemplo maíz o sorgo. Especies tolerantes a la sequía, tales como *Canavalia ensiformis*, proporcionan cobertura al suelo por dos a tres meses después de que las lluvias han cesado, de otra forma el suelo permanecería desnudo hasta la próxima temporada de cultivo.

Cultivos de cobertura tales como *Stylosanthes hamata* y *Voandzeia subterranea* (maní Bambara), cumplen los dos papeles de cultivos de cobertura y alimentación humana/animal (Kiff *et al.* 1996, citado por Pound 1997).

Sin embargo, bajo condiciones más secas, podría desarrollarse una competencia por agua y consecuentemente una cobertura viva podría ser menos benéfica que un mulch muerto. (Cintra y Borges, 1988, citado por Pound 1997).

El mulch o pajote, es una película de materiales orgánicos o artificiales, utilizados como cubierta del suelo para diferentes propósitos (conservación de humedad, protección al suelo, aumento o disminución de temperatura superficial, incluso, barrera para evitar germinación de malas hierbas).

2.8.5 Cultivo en fajas

Figuroa, *et. al.* (1991), menciona que las fajas al contorno son una práctica en la que se alternan fajas de praderas con fajas de cultivos en hilera o de granos pequeños, la cual es más efectiva que el surcado al contorno por sí mismo. Las fajas al contorno alternadas, tienen la ventaja de que al incluirse cultivos tupidos permanentes, el suelo erosionado de las fajas bajo cultivo es retenido al entrar a las fajas con vegetación permanente.

2.8.6 Labranza mínima y labranza cero

La labranza mínima, se refiere a practicar agricultura, utilizando el menor

número posible de pasos de implementos agrícolas, con la finalidad de reducir la alteración de la estructura del suelo y los costos de cultivo. El agricultor con un mismo paso de arado, realiza dos o más operaciones sobre su parcela, a efecto de disminuir su compactación y la remoción del suelo. De hecho uno de los objetivos que se persiguen, es que la materia orgánica y la vida en el suelo no se afecte y de hecho las lombrices de tierra, son las encargadas de cooperar con la intención del agricultor, introduciendo los rastrojos vegetales que encuentran en la superficie y una vez que esta los consume como alimento y los excreta dentro del suelo, son un medio para desarrollar abundante vida bacteriana, hongos y otros muchos seres vivos, por otro lado el subir y bajar de las lombrices genera una serie de canales de aireación al suelo y en su momento funcionan como canales de infiltración del agua de lluvia.

La labranza cero se refiere a practicar agricultura, sin utilizar implementos que alteren al suelo, contempla la labor de siembra en forma manual o mecanizada, de tal forma que únicamente se realiza un escaso movimiento de tierra, suficiente para sembrar las semillas, procurando no perturbar el resto de la superficie. Logrando reducir el impacto sobre el suelo y reduciendo al mínimo los costos de preparación del terreno.

La labranza del suelo es entre todas las actividades agrícolas, la que más energía consume y la más contaminadora. Si no se labra el suelo, los campesinos pueden ahorrar entre el 30 y el 40 por ciento de tiempo, trabajo y combustible respecto a las formas de cultivo tradicionales. Las formas de labranza convencionales erosionan el terreno. La labranza cero es una alternativa respetuosa con el ambiente"(FAO, 2001).

2.8.7 Labranza de conservación

Para el FIRA la Labranza de Conservación, es un sistema de producción que

consiste en el uso y manejo de los residuos de la cosecha anterior de tal forma que cubra al menos el 30% de la superficie del suelo (mantillo), con la menor remoción posible del suelo.

El principio fundamental de la labranza de conservación es la cobertura o mantillo del suelo con los rastrojos de las cosechas de los cultivos anteriores, los cuales tienen un efecto decisivo en evitar la erosión, disminuir la presencia de malezas, preservar la fertilidad del suelo, siendo necesario para este nuevo sistema el uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de cero labranza, dispersadoras de rastrojos y el uso de herbicidas de bajo impacto ambiental. El manejo de la labranza de conservación implica un nuevo enfoque integral de la agricultura orientado a la competitividad y preservación de los recursos, partiendo de un cambio de mentalidad para dejar el viejo paradigma del arado.

Entonces se considera que la labranza de conservación, es un conjunto de técnicas utilizadas en la agricultura de conservación, con el fin de mejorar y hacer sostenible la producción agrícola mediante la conservación y mejora de los suelos, el agua y los recursos biológicos. Básicamente consiste en mantener una cubierta orgánica permanente o semi permanente del suelo (por ejemplo, un cultivo en crecimiento o una capa de rastrojo) para protegerlo del sol, la lluvia y el viento, y permitir que los microorganismos y la fauna del suelo se ocupen de “arar” y mantengan el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica. Aparte de la labranza cero, otros elementos importantes de la agricultura de conservación son la siembra directa, así como una rotación de cultivos diversos para evitar enfermedades y plagas.

La agricultura de conservación es principalmente atractiva para el campesino, porque permite una reducción de costos de la producción,

reducción de tiempo y trabajo, Para el campesino, la agricultura de conservación debiera serle interesante porque reduce los costes de producción, de tiempo y de trabajo particularmente en tiempos de ocupación intensiva como en los períodos de siembra y reduce en los sistemas mecanizados, el costo de inversión y el mantenimiento de maquinaria en el largo plazo (FAO, 2001).

La FAO (2001), en su labor de promoción menciona que los ingresos derivados de la agricultura de conservación son comparables a los de la agricultura intensiva moderna sólo que la primera es sostenible: "Los ingresos tienden a aumentar a medida que pasan los años mientras las variaciones en el nivel de ingresos desaparecen".

La Universidad de California (en su área de Agricultura y Recursos Naturales) cita en un trabajo sobre labranza mínima las palabras de un productor del Valle de San Joaquín en California: "En las granjas siempre estamos en búsqueda de ideas nuevas e innovadoras para reducir nuestros costos", apunta Prys. "Todo mundo sabe que los precios que obtenemos de nuestras cosechas no están subiendo. Lo único que podemos controlar son los costos de insumos. Cualquier cosa que podamos hacer para reducir el costo de los insumos significa que tendremos ganancias".

La labranza de conservación permite cosechar el agua de lluvia al evitar que esta compacte y erosione el suelo, ya que con la presencia de rastrojos sobre la superficie del terreno (2 t como mínimo/ha), permite que el agua se infiltre y esté disponible para cubrir las necesidades hídricas del cultivo en etapas críticas de desarrollo, reduciendo la pérdida de agua por evaporación (Valdez, 1998).

Conserva la humedad. Al estar cubierto el suelo con el mantillo, los rayos del sol se reflejan evitando que lleguen a la superficie, con lo cual la

humedad se conserva más tiempo. Por el mismo efecto la temperatura del suelo es menor que en la superficie desnuda.

Control de malezas. Normalmente cuando removemos el suelo, lo que hacemos es poner en condiciones de germinación a las semillas que se enterraron en el ciclo pasado y enterramos las que se produjeron en este ciclo, en estas condiciones es difícil reducir la población de malezas puesto que ciclo a ciclo sembramos maleza. Con el sistema de labranza de conservación no removemos el suelo por lo que las semillas enterradas no germinan y la población de las semillas en condiciones de germinación se va bajando paulatinamente. Por otro lado, el mantillo sombrea la superficie, por lo que no se presentan las condiciones para la germinación de estas semillas.

Materia orgánica. Para la manutención y/o mejoramiento de las propiedades productivas de los suelos, el factor que más influye es la materia orgánica. Esta da origen a la vida misma y es la naturaleza la que la construye con el transcurrir del tiempo. Es un elemento decisivo para preservar la fertilidad del suelo. Los rastrojos sobre el suelo le dan al agricultor una oportunidad para incrementar a mediano plazo el contenido de materia orgánica de su predio y hacerlo más productivo a un costo bajo por el hecho de devolverle a la tierra un gran porcentaje de los elementos que son extraídos por los cultivos.

“Aumenta la productividad agropecuaria. Aunque no esta del todo probado, hay indicios experimentalmente que al paso de los años, se registra un aumento en la productividad de tierras laboradas bajo C.A. probablemente debido a una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo” (Comerma *et al.* 1971 y FAO, 2001).

Los herbicidas son un componente importante en la C. A., particularmente en la fase de la transición, hasta el nuevo equilibrio de poblaciones de malas hierbas. Sin embargo, en vista de la importancia de la vida de la tierra para el sistema, los químicos de la granja, incluso el fertilizante, son

cuidadosamente aplicados y durante los años, las cantidades aplicadas tienden a bajar. En algunos casos el cultivo orgánico puede ser practicado dentro del armazón de C. A.” (FAO, 2001).

Para FIRA la labranza de conservación es una alternativa tecnológica que nos permite hacer frente a la actual problemática del sector que enfrentamos, ya que es un sistema:

Productivo

Rentable y

Conservacionista

Abate los costos de producción, incrementando los rendimientos, conservando los recursos suelo y agua.

Hasta el momento, la única zona donde el concepto aún no se adapta exitosamente es en zonas áridas con extrema carencia de agua y baja producción de materia orgánica. En estas áreas tanto humanos como animales compiten con los suelos por los residuos del cultivo (FAO, 2001).

Las tecnologías necesarias son a menudo limitadas: para probar C. A., las necesidades mínimas serán una sembradora de conservación, que podría no estar disponible en la localidad. Comprando un implemento de estos, sin conocer el sistema o incluso sin haberlo visto, es un riesgo que pocos granjeros toman. Los distribuidores de la maquinaria no desean promover C. A. Esto es en parte debido al costo del equipo, pero más pretenciosamente porque la adopción extendida de CA reducirá las ventas de la maquinaria, particularmente de tractores grandes (FAO, 2001).

2.8.8 Cortinas rompevientos y cercos vivos

En las zonas agrícolas de Europa, se establecieron desde tiempos inmemoriales las franjas silvestres, mas bien por sensibilidad que científicamente. Con investigaciones detalladas que se llevaron a cabo en

Alemania en los años 1950's se encontraron que las pérdidas áreas en total por las franjas silvestres se recompensaba por el aumento en la cosecha. Keopt (1975, 76) encontró un aumento en el rendimiento total de más del 20 %, sin embargo también hace la notación de aumento del 120 % en trigo, 112% en cebada, 110 avena, cultivos forrajeros 113 y verduras y frutas 130 %, descontando las pérdidas en espacio por las franjas.

Generalmente se acepta que una cortina rompevientos esté formada por 2 ó 3 hileras de árboles, para que den protección al sitio. Cinco hileras representan el mínimo que habrá de haber cuando se necesite la máxima protección; pero son mejores 7 hileras (Foster, 1997).

Así mismo menciona Keopt, (1975, 76) que en Estados Unidos, se entrevistaron a 331 granjeros en South Dakota después de un programa de cortinas rompevientos, siendo que un 80 % de ellos confirma un aumento en su producción. La conservación del suelo debe realizarse con la integración de los productores en las actividades de planeación, ejecución y control, a efecto de lograr éxito en los trabajos y establecer criterios de sostenibilidad en el manejo del recurso suelo.

Según el USDA la mayoría de los agricultores progresistas plantan fajas de arbolado protector para dos fines primordiales a saber: contener la erosión eólica y proteger sus cultivos.

En zonas de lluvia escasa, los árboles y arbustos han resultado para disminuir la evaporación de la humedad del suelo y el agua salvada de esta forma permanece para la producción de las cosechas (Hammond, 1965).

Fournier (1975), menciona que las cortinas también disminuyen la evapotranspiración de los vegetales; experimentos realizados en la extinta URSS en 1953 permiten a ciertos autores afirmar que las pérdidas de agua por evapotranspiración pueden reducirse al menos en un 20% al

abrigo de las barreras de árboles. Esta acción entraña un aumento de la acción fotosintética de las plantas, al permanecer los estomas abiertos una gran parte del día.

Todo esos efectos de la sombra resultan probablemente de la mejora del microclima con temperatura y humedad del aire y el suelo más favorables (citado por Castro, 1996).

2.8.9 Surcado al contorno

Esta practica siempre es recomendable para la conservación del suelo y del agua y consiste en el trazado de los surcos en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno, siguiendo las curvas de nivel (CP, 1977), su utilización tiene limitaciones cuando el terreno tiene topografía irregular y con grandes variaciones de pendientes (Foster, 1997).

La disposición de los surcos, rompe la continuidad de la pendiente, obstaculizando la esorrentía del agua de lluvia y favoreciendo su infiltración. Esta práctica de conservación de suelos y agua, es recomendable utilizarla en terrenos con pendientes moderadas, ya que en pendientes pronunciadas difícilmente logran su efecto protector, y al poco tiempo son de observarse la formación de canalillos y el rompimiento de los surcos, dando origen a la formación de cárcavas.

2.8.10 Terrazas

De acuerdo con el Manual de conservación de suelos del CP, (1987), las terrazas son los terraplenes formados entre los bordos de tierra, o la combinación de bordos y canales, construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno.

“Los objetivos que se persiguen con la construcción de las terrazas son el reducir la erosión del suelo, aumentar la infiltración del agua en el suelo, para que pueda ser utilizada por los cultivos, disminuir el volumen de escurrimiento que llega a las construcciones agua abajo, desalojar las excedencias de agua superficial a velocidades no erosivas, reducir el contenido de sedimentos en las aguas de esorrentía y mejorar la superficie de los terrenos, acondicionándola para las labores agrícolas”.

“Para que un sistema de terrazas sea efectivo debe usarse en combinación con otras practicas, tales como: surcado al contorno, cultivos en fajas, rotación de cultivos y un manejo del suelo ajustado a su capacidad de uso; además, se requiere de un sistema completo de manejo del agua, que debe incluir cauces empastados, desagües subterráneos, drenes y estructuras de desviación de los excedentes que forman las esorrentías”.

“La adaptación de las terrazas a una determinada localidad depende de varios factores, que se pueden presentar en forma aislada o conjunta y los cuales se exponen a continuación”:

“Al aumentar la pendiente, la construcción y el mantenimiento de las terrazas y las dificultades de laboreo incrementan el costo hasta un punto tal, que en ocasiones esos gastos sobrepasan a los beneficios que pudiera obtenerse en un tiempo razonable”.

A continuación se describen algunos tipos de terrazas y se realizan algunas observaciones sobre su utilización.

Terrazas de base angosta o de formación sucesiva

En este tipo de terraza, la sección transversal está constituida por un bordo, el cual no se siembra, sino que se debe proteger con vegetación permanente y tiene por objeto obstaculizar las aguas torrenciales, captando las partículas de suelo en suspensión y al paso del tiempo, este

bordo logrará formar una terraza rompiendo la continuidad de la pendiente del terreno (CP, 1977).

Terrazas de absorción

Este sistema es el denominado de terrazas a nivel, donde se busca retener el agua de lluvia, evitando que corra aguas abajo y las acumulaciones de agua se infiltran a lo largo de dichas terrazas, a través del perfil del suelo (CP, 1977).

2.8.11 Control de cárcavas

Las cárcavas causadas por los escurrimientos han alcanzado un tamaño tal, que ya no es posible su control con actividades normales, se hace necesario realizar medidas correctivas. El principal objetivo que se persigue, es disminuir la velocidad del agua de escorrentía, para reducir al máximo su poder erosivo y evitar de esta forma su crecimiento en profundidad y anchura (CP, 1977).

Para el control de la erosión a lo largo del cause de la cárcava, se requiere construir obras de control, estas estructuras se clasifican como temporales y permanentes, según sea el material empleado en su construcción. Con el uso de presas de control de azolves, se logra estabilizar en forma casi total el fondo de las cárcavas, se reduce la velocidad del agua y el deterioro de los taludes de la cárcava tratada. Las presas de carácter temporal regularmente tienen un metro de altura y las permanentes 5 m o más. Para su espaciamiento entre una y otras, debe tomarse en cuenta la pendiente del cause de la cárcava, de los sedimentos depositados, de la altura efectiva de las obras y de la finalidad que se persiga. Aunque el costo de las presas depende del material empleado en su construcción, éste generalmente es elevado (CP, 1977).

3 MARCO REGIONAL: el área de estudio

La región frijolera de Zacatecas se caracteriza por ser una amplia planicie, con escasos lomeríos y casi desprovista de vegetación natural. Cada año se cultivan del orden de 310,000 ha con frijol (0.41 % de la superficie total del Estado) y 100,000 ha de maíz y cereales en condiciones de temporal (SAGARPA, 2002). Siendo el ciclo de cultivo de 120 días, razón por la que gran parte del año se encuentran los suelos expuestos a la erosión, sin cubierta protectora. Esta situación los hace muy susceptibles a los agentes de deterioro, destacando la erosión del suelo causada por el viento, con las consiguientes consecuencias de pérdida de su productividad y afectación de otros factores. Como es el caso de una creciente desertización, llegando ya en varias ocasiones a la presencia de fuertes tolvánicas, invasión de dunas sobre las carreteras y caminos vecinales.

La Zona Frijolera, se localiza en la jurisdicción del Distrito de Desarrollo Rural "Río Grande", comprendiendo los municipios de Sombrerete, Juan Aldama, Río Grande, Saín Alto, Francisco R. Murguía, Chalchihuites y Miguel Auza, abarcando en conjunto una superficie del orden de 410,000 mil hectáreas. Habiéndose elegido el municipio de Miguel Auza y en particular al ejido Miguel Auza, para la realización del presente proyecto (ver figura No. 2)

3.1 El municipio de Miguel Auza

El municipio de Miguel Auza se localiza en la porción noroeste del Estado de Zacatecas, siendo sus coordenadas geográficas extremas los meridianos 103°13' 07" y 103° 46' 18" de longitud oeste y los paralelos 23° 22' 27" y 23° 56' 32" de latitud norte, con un rango altitudinal que varía de 1,890 a 2,570 msnm.. y abarca una extensión de 110,772.73 ha, de las cuales 72,967.27 ha (65.9 %) son terrenos de cultivo dedicados a la siembra de cultivos de temporal, destacando frijol y en menor proporción maíz, avena, cebada y durazno. El resto de la superficie está cubierta por pastizales naturales que ocupan una extensión de 22,341.20Has (20.2%) y pequeñas proporciones de Matorral inerme y subinerme (4.4%), Matorral espinoso (3.3%), Nopaleras (3.1%), Bosque de encino y pino (2.5%) y Chaparral (0.5%) y el Matorral Crasi-rosulifolios espinoso (0.04).

Perteneciente a la subprovincia denominada Sierras y Llanuras del Norte, estando comprendido en la Región y Cuenca Hidrográfica RH 36. Colinda al norte y oeste con el Estado de Durango, al este con el Municipio de Juan Aldama, y al sur con los Municipios de Sombrerete y Río Grande (figura No 3).

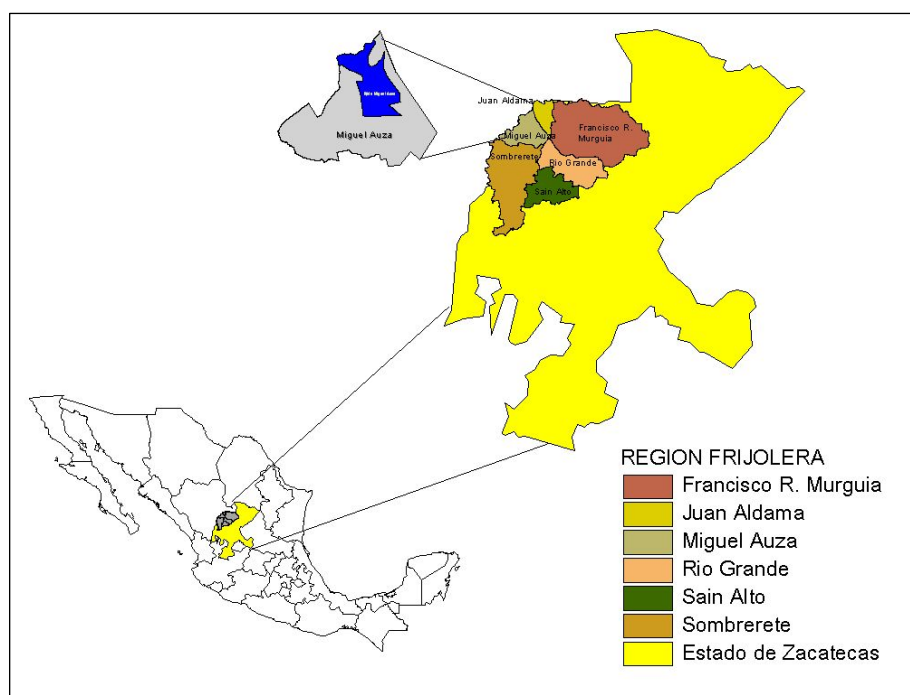


Figura 3 Localización del municipio y el ejido Miguel Auza
Fuente: Elaboración propia, basándose en trabajo de Ledesma
et. al. (2004)

3.1.1 Semblanza histórica del municipio Miguel Auza

El 29 de septiembre de 1554 llegan a la región los primeros españoles en su búsqueda de las riquezas mineras, llegando a un manantial llamado El Ojo de Agua y viendo que cercanamente se encontraban asentamientos indígenas, denominaron el lugar como “Valle de la Magdalena”. A principios del siglo XVIII cambia su nombre por San Miguel de la Alhambra gracias a la presencia de grupos judíos y árabes influyentes.

En 1824 es declarado Municipio Libre, siendo hasta 1870 cuando el nombre de San Miguel de la Alhambra, fue cambiado por San Miguel del Mezquital. En 1883 ya con una población considerable y con el desarrollo de importantes edificaciones, viene un auge en la industria, estableciéndose dos fábricas de cigarros: El Baluarte y Pabellón Mercantil, creándose fuentes de empleo y desarrollándose una industria artesanal de hilados, con la producción de cobijas de lana de gran calidad, que le dieron un sello distintivo en el ámbito nacional. En esta época trabajaron varias compañías mineras norteamericanas como la de Henri Guingalf, en sustitución a los mineros españoles que durante la Independencia se vieron afectados. Estas fábricas imprimieron al Municipio un considerable desarrollo y crecimiento de la población, convirtiéndose en un emporio económico en la región.

En 1912 es quemado el archivo municipal por Pablo Méndez, destruyéndose todo el acervo documental y gráfico existente hasta ese momento.

En 1917 y con base al artículo 27 Constitucional, empezó el primer intento por dotar de tierras a los peones de las haciendas. Los hacendados promueven amparos por lo que legalmente no se pudieron cumplir las

afectaciones. Ya para 1924 se inicia un nuevo intento, desoyendo los impedimentos legales y procediendo a cortar las líneas telegráficas, incomunicando a los hacendados, realizando en ésta forma las afectaciones y los primeros repartos agrarios.

Durante la Guerra Cristera, en el municipio se opuso una fuerte resistencia al movimiento antirreligioso encabezado por el entonces Presidente Plutarco Elías Calles, suspendiéndose por muy poco tiempo los ritos religiosos, debido a la gran oposición social y al levantamiento generalizado de la población en contra de estas medidas.

En 1935 el Municipio cambia de nombre de San Miguel del Mezquital por Miguel Auza como imposición del Gobierno Federal, según versión del Profesor Luis Antero Aguilar (abril de 1992).

La construcción de la Carretera Federal estuvo contemplada para que pasara por Miguel Auza. Aun a la fecha se denomina Carretera Federal No. 49 San Luis Potosí - Zacatecas – Miguel Auza – Torreón. Sin embargo, al decir de la gente hubo algo no muy claro y el ingeniero a cargo del tramo, cambió la construcción para que pasara por Juan Aldama, reduciéndose al paso de los años el movimiento comercial de Miguel Auza y por lo contrario su vecino registró un importante crecimiento comercial y de servicios, lo que hasta la fecha se aprecia en una rivalidad entre las dos cabeceras municipales.

3.1.2 Infraestructura y servicios disponibles

Vías de comunicación: Por el municipio pasa la Carretera Federal No. 49 San Luis Potosí - Zacatecas – Miguel Auza – Torreón, existiendo además una amplia red de carreteras estatales y caminos rurales que comunican a la mayoría de las comunidades con la cabecera municipal. La longitud total de la red carretera es de 74.3 km, siendo 13.0 km de carretera federal pavimentada, 27.0 km de carretera estatal revestida y 14.3 km de caminos rurales revestidos. (Últimamente se pavimentó la carretera a ex hacienda de La Honda (campos menonitas).

En Telecomunicaciones cuenta con administración telegráfica, 11 oficinas postales, (código postal 98330), servicio telefónico (Lada 498), además dispone de 5 aparatos para bajar señales vía satélite de televisión y con un canal local de televisión.

Educación: De la población de 6 a 14 años el 85.9 % sabe leer y escribir; de la población de 15 años y más, el 93 % es analfabeta. Por otro lado, se dispone de 3 escuelas de preescolar, 9 escuelas primarias, 2 escuelas secundarias y una media superior (Colegio de Bachilleres), así como una escuela de educación especial (niños con problemas de aprendizaje).

Salud: Los habitantes de la cabecera municipal disponen de un centro de salud tipo C de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) y la Unidad Médico Regional No. 30 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Agua potable: La cabecera municipal cuenta con 6 pozos profundos, con un volumen diario de extracción de 2,837 m³, los que permiten cubrir al 95 % de las casas habitación de esta cabecera municipal.

Energía eléctrica: A través de la Comisión Federal de Electricidad se da servicio al 97 % de la población del Municipio.

Drenaje y alcantarillado: El municipio dispone de 5 sistemas de drenaje y alcantarillado, no contando con planta de tratamiento de aguas residuales.

Otro tipo de infraestructura y servicios:

Dispone de dos bancos (Antes 3 con Banrural), 3 casas de huéspedes, 243 establecimientos comerciales (empleando a 401 personas), 46 bodegas (Buroconsa) con capacidad para 11,500 t, así como dos conos con capacidad de 1,500 toneladas.

Características de la población: La población que actualmente esta asentada en la cabecera municipal asciende a 12,366 habitantes, de los cuales 6,171 son hombres y 6,195 mujeres. En esta unidad la población

económicamente activa es de 2,289 personas. Más del 50 % de la población participa directamente en actividades agropecuarias no asalariadas, inmersas en un esquema de economía campesina.

3.1.3 Tenencia de la tierra

La superficie del Municipio de Miguel Auza en su mayoría es ejidal, encontrándose, encontrando también el régimen de colonia agropecuaria y pequeñas propiedades, el cuadro a continuación señala las principales localidades rurales.

Cuadro 4 Principales localidades rurales del Municipio de Miguel Auza

Ejidos	Colonias Agropecuarias	Campos Menonitas	
20 de Noviembre	20 de Noviembre	Campo 1	Campo 8
	Tierra Generosa	Campo 2	Campo 9
Manantial de la Honda	Manantial de la Honda	Campo 3b	Campo 10
	Juan Salas Fernández	Campo 4	Campo 11
Emilio Carranza	Delicias de López Velarde	Campo 5	Campo 13
	Emilio Carranza	Campo 6	Campo 16
Miguel Auza	Miguel Alemán	Campo 7	Campo 17
	José Ma. Morelos		

Fuente: elaboración propia en base a información del Ayuntamiento y plano del municipio

3.2 El ejido Miguel Auza

3.2.1 Semblanza histórica

La ahora Cabecera Municipal de Miguel Auza, pertenecía a la hacienda “La Honda”, la cual era un emporio ganadero ovino lanar. Se dice que disponía de varios millones de ovejas.

En 1918, Juan Salas Fernández, siendo un líder nato, en la plaza principal de Miguel Auza, reunió a un gran número de peones de la hacienda y les manifestó que habiendo triunfado la revolución, ya era tiempo para que los terrenos fueran repartidos entre los campesinos.

Lo anterior bajo vigilancia del hacendado, quien mandó gentes de su confianza para oyeran el discurso. Terminada la reunión se generaron una serie de acciones para infundir temor sobre los peones, que si bien afectaron la decisión de muchos, también obligo a que muchos de ellos tomaran con mas fuerza la causa del reparto agrario.

De esta primera reunión vinieron otras, pero realizadas al amparo de la noche, el primer grupo de campesinos interesados en la repartición de las tierras era del orden de 100 personas, número que a veces aumentaba o decrecía, debido al temor de los peones.

Consolidando el ideal, se organizaron y nombraron representantes para trasladarse a la capital del Estado y a la Ciudad de México.

Los amparos agrarios no se dejaron esperar, logrando el hacendado la protección judicial y la expedición de inafectabilidad; las represiones no dejaron de estar presentes, interviniendo grupos de choque pagados por el hacendado, realizando ahorcamientos, fusilamientos y encarcelamientos en contra los integrantes del movimiento.

Como medida de defensa estratégica, los peones se unieron más para hacer frente a estos ataques, observando que los grupos paramilitares venían de fuera, al llamado del hacendado, razón por la que organizaron la destrucción de las líneas telegráficas. Incomunicada la hacienda de “La Honda” y la región con el resto del Estado, y haciendo frente a los mensajeros que esta enviaba, impidió llevar las notificaciones de solicitud de apoyo.

Logrando en 1938 la afectación de la hacienda y realizándose la primera repartición agraria en el Ejido Miguel Auza. Con esta situación aumentaron sensiblemente el número de solicitantes de tierra. En los siguientes años, lograron las cuatro ampliaciones del Ejido, afectándose todas las haciendas de la región.

Es de resaltar que a los ex-peones de la hacienda, les repartieron 14 hectáreas de parcela agrícola, un número considerable de cabezas de ganado, con la intención de que continuaran la explotación ganadera, resultando que la mayoría de los animales fueran sacrificados y vendidos en pocos años.

Al modo de ver de los nuevos ejidatarios, la apertura de tierras para incorporarlas a la agricultura sería su principal actividad productiva.

En el periodo de 1947 a 1953 con participación de los ejidatarios, se construyó el Salón Ejidal, de acuerdo a información verbal de Don

Meldardo Gándara y un hijo de Don Lorenzo Rivas Morales Ex-Comisariados Ejidales.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Encuesta

Con la finalidad de realizar un diagnóstico del ejido Miguel Auza, que sirviera de base para establecer las relaciones que existen entre el problema de la erosión del suelo y los productores; se procedió a diseñar una encuesta preliminar, la cual se le aplicó a siete ejidatarios, efectuando las adecuaciones y ampliaciones. Finalmente la encuesta quedó integrada en seis secciones, con 30 preguntas cerradas y 41 preguntas abiertas; la encuesta fue bastante extensa, utilizando un promedio de 35 minutos de aplicación por productor (Ver encuesta en el anexo).

La primera sección comprende una serie de preguntas con relación a la unidad de producción familiar, número de integrantes, grado máximo de estudio, participación en la economía familiar, tipo de familia, dinámica familiar, actividades económicas, entre otras. La segunda sección se refiere a la migración y venta de fuerza de trabajo, interrogando sobre emigración, lugar, periodo temporal o definitivo, aportación a la familia y cada cuando. Con la finalidad de conocer sobre la venta de fuerza de trabajo en la localidad.

La tercera sección comprende los medios de trabajo y la parcela, preguntando métodos de siembra, implementos utilizados y la infraestructura de la que dispone, así como la superficie con que cuenta, tipo de suelo, que siembra y donde vende. La cuarta sección se dedica a definir el sistema de producción agrícola, interrogando sobre las labores que realiza, tipos de semillas, fechas de siembra, fertilización, control de plagas, formas de cosecha, rendimientos de cultivo, etcétera.

La quinta sección es relativa al sistema de producción pecuario y pregunta sobre cuantos animales tiene, razas, tipo de explotación, alimentación, sanidad, donde vende, entre otras. La sexta y última sección se refiere a la evolución histórica, preguntando desde cuando

tiene su parcela, presencia, causas y antecedentes de la erosión de su tierra, acciones realizadas, competencia, etc.

4.2 Levantamiento fisiográfico

Para evaluar las condiciones en que se encuentra la tierra, se utiliza el levantamiento fisiográfico, utilizando la metodología propuesta por Ortiz *et al.* (1984), con la finalidad de definir un marco de referencia geográfico, aportando información básica sobre el área de estudio, que en un futuro pudiera ser de utilidad en un programa de conservación de suelos.

Al realizar un levantamiento fisiográfico estamos efectuando una clasificación de tierras, y de acuerdo con Christian (1968, citado por Ortiz, *et al.* 1978), tierra se define como “un área sobre la superficie terrestre cuyas características abarcan todos los atributos razonablemente estables o cíclicamente predecibles de la biosfera, incluyendo a los de la atmósfera, del suelo, y geología subyacente, de la hidrología, de las poblaciones vegetales y animales y a los resultados de la actividad humana pasada o presente, en la amplitud en que estos atributos ejerzan una influencia significativa sobre los usos actuales y futuros de la tierra por el hombre”.

Para realizar este trabajo, en principio nos enfrentamos a ciertos problemas, los cuales pueden agruparse de acuerdo a Mabbutt (1968, citado por Ortiz, *et al.* 1978). Problemas de complejidad, el cual es originado por la amplia gama de propiedades que tienen las tierras para su estudio. Otro problema es el de extensión, debido a la dificultad para reconocer cual es el área de ocurrencia de una determinada clase de tierra y un tercer problema es el de asociación, donde un área de tierra no puede entenderse completamente en una localidad, ya que existen variaciones en su naturaleza, ya sea de valle, de bajíos, de ladera o de montaña.

En levantamientos fisiográficos el enfoque mas usado es el paisajista, ya que permite fácilmente reconocer en el terreno y en las fotografías aéreas, una geoforma determinada y explicar las causas de su naturaleza en la diferenciación del paisaje, permitiendo a simple vista reconocerlos. Por ejemplo un valle, es fácilmente identificable en la fotografía y en el terreno, pudiéndose definir su extensión y reconocer su naturaleza (por ejemplo de arrastres aluviales).

De acuerdo a la escala de trabajo, para los levantamientos de tierras, es necesario definir el área mínima cartografiable, que es la superficie más pequeña que puede ser legible o ser suficientemente grande para que pueda caber el símbolo que lo describe. De acuerdo a un criterio específico como el Holandés (0.25 cm^2), el Americano (0.40 cm^2) o el Inglés (1.0 cm^2). Por ejemplo, al utilizar el criterio Inglés de 1 cm^2 y utilizando una escala 1:40,000 cada cm^2 representa una área de 16 hectáreas (Ledesma, *et al.* 2004).

En los espaciomapas del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) en escalas 1:250,000 y en cartas 1:50,000, se delimitaron los grandes atributos fisiográficos o sistemas terrestres, basados en la topografía y drenaje natural, encontrando cierta correspondencia de las delimitaciones en las diferentes cartas temáticas (geológica, topográfica, edafológica y tipo de vegetación y uso del suelo), subdividiéndose el paisaje en grandes sistemas terrestres. Este término propuesto por Christian y Stewart en 1946, se refiere a áreas homogéneas con ciertas características diferentes entre una y otra. (Por ejemplo, es fácilmente reconocible una montaña de un valle).

Posteriormente, utilizando fotografías aéreas en escala 1:18,750, estos sistemas terrestres se subdividieron a su vez, en unidades más pequeñas denominada facetas, las cuales son una unidad básica de clasificación (propuestas por Beckett y Webster en 1960, citado por Ledesma, *et al.* 2004) y se definen como una porción de la superficie terrestre,

usualmente con una forma simple, sobre una misma roca o depósito superficial y con suelo y régimen de humedad, que son uniformes en toda su extensión o, alternativamente varían en una forma simple y en un mismo sentido. A manera de ejemplo, dentro de un valle, pueden identificarse tanto en la fotografía aérea y en el terreno, diferencias de tono, lo que nos indica que puede haber variaciones en cuanto al tipo de suelo y por ende la variación en la vegetación que sustenta, o el origen geológico de su composición.

Cabe aclarar que también existen unidades más pequeñas de clasificación que las facetas, las cuales son el elemento y la variable. El “elemento” es la unidad más pequeña del terreno que puede ser de interés y puede ser identificado en la fotografía aérea, y se refiere a que dentro de una faceta puede haber algún carácter menor, que diferencia dos o más porciones de terreno (por ejemplo dentro de una faceta en una mesa, puede tener uno o más cambios de sentido de la pendiente, por lo que se puede subdividirse en dos o más elementos). Ahora bien la “variable” es un carácter mucho menor que no es identificable en la fotografía, pero sí en el campo (por ejemplo dentro de un abanico aluvial, pudiera presentarse una variación en los tamaños de la grava que lo componen, característica que pudiera ser importante identificar con propósitos de ingeniería). Por lo tanto el “elemento” y la “variable” nos definen una mayor finura en la información, pero, para los fines de este levantamiento fisiográfico no se utilizaron.

La subdivisión de un territorio en sistemas terrestres, permite delimitar áreas de un tamaño adecuado para la planeación regional, cada una con su propio potencial de desarrollo. Pero su principal función en una planeación más detallada, es la de ayudar a la identificación de las facetas que lo integran y lo definen a cierto nivel de detalle.

Las facetas nos permiten reconocer los tipos de suelo predominantes en el sistema terrestre, su vegetación y su geología superficial. Y con el uso de las fotografías aéreas se identifican las áreas expuestas a erosión.

Es de resaltar que para estos trabajos de delimitación se utilizaron materiales con diferentes escalas, las pequeñas (1:250,000) nos permitieron identificar claramente los sistemas terrestres y las grandes (1:18,750) reconocer más detalles para identificar las facetas. A la hora de realizar su representación conjunta en un croquis sobre máscaras de acetato, se hizo necesario unificar las escalas con ayuda de un pantógrafo.

4.2.1 Etapas del levantamiento fisiográfico

Delimitación de unidades fisiográficas mayores o sistemas terrestres, en hojas de acetato (máscaras) sobre una imagen de satélite Landsat TM en escala 1:250,000. Transferencia de los linderos desde la imagen de satélite a la máscara de acetato sobre el mosaico fotográfico. De escala 1:75,000 en la imagen Landsat y de este transferirlos al mosaico aerofotográfico con escala 1:18,750.

Rectificación de los linderos de las unidades fisiográficas mayores.

Delimitación de las Facetas sobre el mosaico de fotografías aéreas, partiendo de la asociación de los elementos patrones como: forma de la tierra o relieve, erosión, drenaje, vegetación, rasgos culturales y tono fotográfico. Ello permite reconocer una misma forma del paisaje facilitando el trazo de las unidades fisiográficas menores.

4.3 Metodología para la evaluación de la erosión hídrica

Para evaluar las condiciones en que se encuentra la tierra y con el propósito de diagnosticar el proceso de erosión hídrica, en primer lugar se generó un modelo de la predicción de la erosión hídrica mediante la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo de Wischmeir y Smith (1978), modificada por Figueroa, *et al.* (1991) a través de la

aplicación de procesos de análisis espacial sobre las variables implicadas en formato digital.

4.3.1 Estimación de la erosión hídrica mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

La estimación de la erosión hídrica mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), permite establecer la erosión potencial o máxima tasa de erosión hídrica anual por hectárea, bajo ciertas condiciones del clima, suelo, pendiente, cobertura vegetal y manejo del suelo. La EUPS se desarrolló como un método para predecir la pérdida anual promedio de suelo para la erosión en canalillos, bajo un uso específico de la tierra. El modelo matemático para la estimación de la erosión hídrica esta dado de la forma siguiente:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

donde:

A= Promedio anual de pérdida de suelo en $ton.ha^{-1}.año^{-1}$.

R= Factor de erosividad de la lluvia en $Mj.mm.ha^{-1}.hr^{-1}$.

K= Factor de erosionabilidad del suelo en $ton.ha.hr.Mj^{-1}.mm^{-1}.ha^{-1}$.

L= Factor de longitud de la pendiente (adimensional)

S= Factor de grado de la pendiente (adimensional)

C= Factor de manejo del cultivo (adimensional)

P= Factor prácticas mecánicas de control de la erosión (adimensional)

Según Wishmeier (1976, citado por Kirkby. 1984), la EUPS puede utilizarse adecuadamente para:

- 1 Predecir la pérdida anual de suelo de una pendiente en un campo con condiciones específicas para uso de la tierra.
- 2 Servir como guía en la selección de sistemas de cultivo y manejo, y de prácticas de conservación para suelos y pendientes específicas.

- 3 Predecir el cambio en la pérdida de suelo que resultaría de un cambio en las cosechas de conservación sobre un campo específico.
- 4 Determinar como pueden aplicarse o alterarse las prácticas de conservación para permitir un cultivo más intensivo.
- 5 Estimar las pérdidas de suelo en áreas con un uso del suelo distinto del agrícola y
- 6 Obtener estimaciones de pérdida de suelo para que los conservacionistas determinen las necesidades de conservación.

Para obtener la cartografía de las tierras erosionadas Ledesma et al. (2004) recomienda utilizar el programa de cómputo IDRISI que permite introducir los valores de los factores de la EUPS ($R^*K^*L^*S^*C^*P$) automatizando la obtención de los distintos grados de la erosión y editarlas posteriormente con el programa ArcView y construir el Sistema de Información Geográfico para el monitoreo y evaluación de las acciones de conservación de suelos.

4.3.2 Delimitación de las unidades cartográficas

La cartografía de la erosión hídrica se apoyó de un marco geográfico de referencia cuyas entidades elementales base son consideradas como unidades cartográficas. Dichas unidades agrupan una diversidad ecológica bajo un espacio homogéneo caracterizado por atributos específicos, los cuales pueden ser naturales e inducidos como son: topografía (pendiente y forma del terreno), clima, vegetación, geología, suelos, escurrimientos superficiales, y uso de la tierra (cultivos, agostaderos, minas, zonas urbanas, etc.). Las unidades cartográficas fueron delimitadas con base en la metodología del levantamiento fisiográfico, que se ha utilizado en México

(Ortiz Solorio y Cuanalo de la Cerda, 1984) considerando sistemas terrestres y facetas.

Una vez delimitadas las unidades cartográficas referidas se determinó la existencia de erosión hídrica y eólica en la faceta cartografiada. En ellas se evaluó el grado, la velocidad y la extensión de la tierra afectada. El resultado de la estimación mediante la UEPS fue un símbolo para cada uno de los procesos de erosión hídrica. Estos símbolos fueron colocados en las unidades cartográficas correspondientes, combinando el grado de degradación y la extensión relativa para indicar la severidad del proceso de degradación.

4.3.3 Fotointerpretación de la erosión hídrica

Teniendo ya delimitadas los diferentes Sistemas Terrestres y Facetas, sobre las

cartas temáticas del INEGI, se procedió a realizar un trabajo de transferencia de escalas, pasar de una escala 1:50,000 a 1:18,500 con ayuda de un pantógrafo. Esta última escala es la de las fotografías aéreas utilizadas (del mes de marzo de 1997). Delineando las unidades cartográficas menores, sobre hojas de acetato (máscaras), posteriormente se procedió a fotointerpretar el material fotográfico, identificando las aéreas sujetas a erosión hídrica y eólica.

Para el presente estudio en el Ejido Miguel Auza, se utilizaron los rangos sugeridos por la FAO (1997) para la erosión hídrica:

4.3.4 Interpretación de la información

Para el presente estudio en la región frijolera se utilizaron los rangos sugeridos por la FAO (1997) para la erosión hídrica:

Muy leve. La tasa de pérdida anual de suelo promedio es menor a 5 ton.ha⁻¹año⁻¹.

Leve La tasa de pérdida anual de suelo promedio es del rango de 5 a 10 $\text{ton.ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

Medianamente leve. La tasa de pérdida anual de suelo promedio es del rango de 10-15 $\text{ton.ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

Media. La tasa de pérdida anual de suelo promedio es del rango de 15-20 $\text{ton.ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

Medianamente fuerte. La tasa de pérdida anual de suelo promedio es del rango de 20-25 $\text{ton.ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

Fuerte. La tasa de pérdida anual de suelo promedio es del rango de 25-30 $\text{ton.ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ y

Muy fuerte. La tasa de pérdida anual de suelo promedio es mayor a 30 $\text{ton.ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

La interpretación de la clasificación de la severidad de la degradación hídrica de acuerdo con GLASOD (Evaluación Global del Estado de la Degradación de Suelos Inducida por el Hombre), es la siguiente:

a) No Manifiesta o Nula (Nm) cuando no hay señales de degradación actual por erosión hídrica y todas las funciones bióticas originales están intactas, por lo tanto, esta tierra se considera estable.

b) Muy Leve (mL) cuando el terreno es útil para uso con sistemas de explotación locales, aunque con la reducción de la productividad agrícola natural. La restauración de la productividad total es posible mediante modificaciones al sistema de manejo en el proceso productivo y las funciones bióticas originales aún permanecen intactas.

c) Leve o Ligera (L) cuando las características del terreno son las mismas que la anterior.

d) Moderado (M) cuando el terreno aún es apto para uso con sistemas agrícolas locales, pero con una gran reducción en la productividad agrícola y se requieren grandes cambios estructurales para restaurar la productividad (terrazas, barreras rompevientos, etcétera, en terrenos erosionados) y donde las funciones bióticas originales están parcialmente destruidas.

e) Severo (S). El terreno no es recuperable a nivel parcelario. Se requiere de trabajos de ingeniería mayores y por lo tanto más costosos para la restauración de los terrenos. Las funciones bióticas originales están prácticamente destruidas, por lo que se requiere alcanzar la funcionalidad estructural del agroecosistema.

f) Extremo (E) cuando el terreno es irrecuperable e imposible de restaurar. Las funciones bióticas originales están completamente destruidas. El terreno se ha convertido en una zona sin vegetación y sin uso, considerándose como tierra miscelánea. Es decir, sin ningún uso.

5 RESULTADOS

5.1 Tipificación de productores

A pesar de que existen varios elementos adversos, los campesinos siguen sembrando frijol bajo condiciones de temporal, este hecho está ligado por un lado al apego que tienen a la tierra y por otro a que a pesar de ser conscientes de las dificultades que enfrenta su actividad agrícola debido a las condiciones erráticas de las lluvias (zona semiárida), a las dificultades que enfrentan por la comercialización de sus productos obteniendo un muy bajo precio por su cosecha, así como al bajo poder adquisitivo para la tecnología e insumos por los que atraviesan, los campesinos se enfrentan a desfavorables condiciones de trabajo local no agrícola. Los pocos trabajos que hay son muy mal pagados y la otra alternativa es la emigración que implica riesgos diversos.

Haciendo referencia a la tipificación de productores de la CEPAL citada en el Capítulo de 2, los niveles de clasificación propuestos posiblemente se apliquen a las condiciones centrales del país, que se caracterizan por presentar una superficie predial atomizada, siendo que en la zona frijolera del Estado de Zacatecas, el promedio de la superficie que sustentan los productores en el nivel de subsistencia es del orden de 6 a 12 ha, por lo

que a continuación se adapta la información obtenida en las encuestas. Ver cuadro 5 Tipificación de los productores de frijol.

Cuadro 5 Tipología de los productores de frijol

Tipo de productor	Tamaño del predio (ha)	Número de encuestados	%	Superficie promedio De la U.P.	Superficie de frijol en 2003	Porcentaje de participación
Campesino de subsistencia	< 12	43	66.15	9.21	396	34.35
Campesino excedentario	> de 12 < 50	18	27.69	21.72	391	33.91
Empresarios	> 50	4	6.15	91.50	366	31.74
Suma:		65	100		1,153	100.00

Fuente: Elaboración propia con información de encuestas de campo.

La estructura social de la producción de frijol en la región frijolera del Estado es predominantemente campesina, siendo que la tipología de productores elaborada para el Ejido Miguel Auza, tomando como base una muestra de 65 ejidatarios, se reconocieron tres estratos de productores: de subsistencia, campesinos excedentarios y empresarios agrícolas, habiendo sido tipificados tomando como base el criterio del tamaño de la superficie sembrada.

Para iniciar este análisis, retomamos la información vertida en las reseñas históricas establecidas en el marco regional, donde se describió que el ejido, se crea como parte de la afectación de la hacienda (La Honda). Al desaparecer la hacienda, la mayor parte de la infraestructura productiva y el equipo, fue retirado o inutilizado, habiéndose repartido parcelas a los peones, esta tierra fue incorporada a la agricultura de cultivos básicos, desmontando los pastizales que otrora cubrían la mayor parte de los terrenos de la hacienda. Por lo tanto de origen los ejidatarios eran gente humilde, que su único bien era un pedazo de tierra de temporal.

Las instancias de gobierno en el periodo Cardenista, promovieron la organización de los productores, en un esquema de trabajo organizado y cooperativo, dueños de los medios de producción y con una visión de lograr constituir estructuras productivas autosuficientes. Concluido el Cardenismo, el gobierno influenciado por los grupos capitalistas

nacionales y el particular punto de vista de los EUA, fomento el individualismo de los productores, afectando las incipientes organizaciones de campesinos, dejándolos a su suerte.

Este cambio de política obedeció ante todo a querer alejarse de cualquier esquema con tintes democráticos, igualitarios y participativos, que al promover la organización de los campesinos pudiera representar a mediano o largo plazo un obstáculo o peligro para el control económico y político de los grupos campesinos por parte del estado. No era deseable para la clase dominante, que los campesinos descubrieran en la organización colectiva una fortaleza y medio para enfrentar a los acaparadores y a las autoridades (muchas de ellas corruptas). Por ello era deseable sembrar discordias entre los productores beneficiando a los más dispuestos a alinearse con las políticas de estado y favorecer con ello la concentración de la riqueza en unos cuantos.

Las políticas gubernamentales para elevar los niveles de producción de la agricultura, crearon una serie de estructuras institucionales para atender el campo, promoviendo el uso de maquinaria e insumos y otorgando apoyos a los productores, desde una visión de control político. Por lo cual los agricultores si querían hacerse beneficiarios de los apoyos y de los créditos, debían en principio afiliarse a una organización emanada del gobierno, o sea la liga de comunidades agrarias y sindicatos campesino, convertida en la confederación nacional campesina (C. N. C.), sembrando los cultivos y cumpliendo el paquete tecnológico que se les indicaban, propiciándose el abandono de las prácticas agrícolas tradicionales y favoreciéndose el monocultivo del frijol. En este esquema, el Banco de Crédito Rural (BANRURAL), otorgaba créditos; la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA), aseguraba los cultivos; Fertilizantes Mexicanos (FERTIMEX) y Productora Nacional de Semillas (PRONASE), les vendía los fertilizantes y semillas; la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG y luego SARH), le prestaba la asistencia técnica y finalmente la Comisión Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), les compraba la producción a los precios de garantía

establecidos, otra vez por el gobierno, fijados mas que por un sentido de economía, por una visión mediatizadora y de control político.

Todo este esquema estaba plagado de vicios y corrupción de los funcionarios y propiciando la corrupción de los agricultores.

La agricultura tradicional que producía diversos cultivos para satisfacer las necesidades tanto de las familias productoras como de las poblaciones cercanas y que se basaba en la combinación de cultivos en una misma parcela, en la rotación para evitar el agotamiento de la tierra y en el uso de técnicas de cultivo y técnicas de lucha contra malezas y plagas, siendo desplazada hasta reducirla a una mínima expresión y ello para que los ejidatarios pudieran recibir los “apoyos” gubernamentales, encaminando su producción obligatoriamente al monocultivo impuesto por el gobierno .

Resultando carteras vencidas, individualismo exacerbado de los productores, coyotaje en la comercialización de la producción, desequilibrio entre las relaciones campo – ciudad (producción-consumo), así como deterioro de los recursos naturales de las comunidades.

Y por otro lado aumento de las dificultades de las familias campesinas que ahora eran presa fácil del sistema de mercado, donde necesariamente deben comprar los productos que antes ellos producían, además de las mercancías más sofisticadas que debido a la publicidad y a las “orientaciones técnicas” que reciben ahora consideran como indispensables para el trabajo y que además el poseerlas les otorga un determinado estatus distinguido dentro de su comunidad, ejemplo de ello es la compra de maquinaria en forma excesiva.

Las condiciones climáticas y en especial la distribución de la temporada de lluvias errática es la que imprime el nivel de productividad de la unidad campesina. El otro factor determinante es la fertilidad decreciente del suelo y la poca aplicación de fertilizantes.

Los campesinos de subsistencia corresponden al 66.15%, o sea que 43 de los 65 encuestados, se ubican en esta categoría y tienen una superficie promedio de área de siembra de 9.21 hectáreas y abarcando en su conjunto el 34.35% de la superficie estudiada que fue de 1,153 ha. Siendo que este tipo de productores, son los más sensibles a las afectaciones por fenómenos climáticos que merman la producción, pues su parcela al afectarse por meteoros atmosféricos (sequía, granizada, helada), los lleva a no obtener ningún producto que vender y cuando más, a cosechar frijol para su autoconsumo familiar.

Este grupo de campesinos necesariamente debe realizar otros trabajos complementarios para poder subsistir: trabaja como jornalero en las tierras de campesinos adinerados, hace trabajos artesanales y eventuales de diverso tipo o bien complementa su sustento con recursos monetarios de parientes que emigraron a E. U. como braceros.

Los campesinos excedentarios alcanzan el 27.69% que corresponde a 18 de los 65 encuestados, los cuales tienen una superficie promedio de 21.72 ha que corresponden al 33.91% de la superficie. Encontrando que en general adicionan su área de cultivo, por siembras al partido y renta. Estos productores tienen en general menores niveles de pérdida y de riesgo económico, pues en caso de siniestro de alguna parcela, tienen otra que no se afectó permitiéndoles obtener alguna cosecha.

A pesar de tener una situación un poco más holgada, este grupo de campesinos tiende a empobrecerse sobre todo en los años con muy poca precipitación pluvial. En menor medida, al igual que el grupo anterior, se apoyan con las remesas de dolares.

Finalmente el 6.15% de los ejidatarios tienen el nivel de empresarios agrícolas, lo que significa que cuatro de los 65 productores concentran una superficie de cultivo promedio casi de diez veces mas, que la superficie de la parcela de los productores de subsistencia. Teniendo una

superficie promedio de 91.50 abarcando un total de 366 ha, acaparando el 31.74% de la superficie total estudiada. Tierra que han comprado o que rentan en cada nuevo ciclo agrícola.

Este grupo representa a los más favorecidos por las políticas de gobierno. Aquellos que poco a poco han ido acaparando más tierra y que además se han ido enriqueciendo con el uso de la fuerza de trabajo de asalariados temporales que contratan para labores en sus tierras.

Los productores excedentarios y empresarios se ubican por la o las superficies que sustentan en condiciones menos desfavorables, si bien un predio se pierde, otro puede compensar la cosecha y el de subsistencia no tiene esa opción.

Por otro lado, estos productores con el nivel de empresarios agrícolas, tienen posibilidades y relaciones, para lograr ventas favorables de su cosecha, como sucedió en la temporada pasada, donde a decir de varios ejidatarios, ellos sí lograron colocar su frijol al precio de \$5.00 a \$5.70 por kilogramo, en los centros de compra oficiales (GODEZAC/SAGARPA) y a las integradoras de frijol, aunque la norma de compra era, que solo se compraría el frijol de 20 ha por productor. Esta situación se da porque estos individuos en general se engarzaron en el aparato estatal e incluso en muchas ocasiones ellos o sus allegados ocupan puestos políticos dentro del sistema o son funcionarios de nivel medio o bajo, pero con acceso a información y contactos privilegiados.

Hubo muchos pequeños agricultores que tuvieron que vender al menos parte de su cosecha a los compradores locales y regionales (coyotes), recibiendo entre \$2.00 y \$3.50 por kilogramo. Y muchos, también tuvieron que rentar sus folios de PROCAMPO, para que otros llevaran su grano, a las integradoras.

5.2 Sistemas de producción

5.2.1 Sistema de producción agrícola

Como quedará establecido en un punto siguiente, en el ejido existe bastante maquinaria agrícola y una amplia variedad de implementos (muchos de ellos de diseño y construcción local), por lo cual la producción agrícola es dependiente en gran medida de la mecanización; desde la preparación del terreno, hasta la cosecha, utilizan su tractor y únicamente el control de malas hierbas sobre el surco, se realiza con mano de obra.

El paquete tecnológico se aplica en forma por demás incompleta debido a los altos costos de muchos de los insumos, a la limitación de recursos disponibles por el productor y a que los rendimientos de los cultivos, las semillas criollas son utilizadas por casi todos los ejidatarios, las épocas y la densidad de siembra varían, sin embargo la mayoría siembra a partir del 24 de junio; pocos son los que aplican fertilizantes y los que lo hacen, aplican dosis insuficientes a los requerimientos del cultivo y a las condiciones de fertilidad de sus suelos.

El control de plagas y enfermedades en la mayor parte de los casos no se realiza.

Como ya se mencionó anteriormente y se analizará en el subcapítulo de maquinaria agrícola e implementos de labranza, a diferencia de otras regiones del país, en el ejido y en general como se observa en la zona frijolera, la cantidad de maquinaria agrícola existente, define una agricultura altamente mecanizada, realizándose con relativo poco esfuerzo, la mayoría de los trabajos de la parcela; lo que permite a la mayoría de los ejidatarios, disponer de tiempo para realizar otras actividades productivas o emplearse como asalariados, esto último pareciera una situación ventajosa, pero en realidad hace que en la región haya mano de obra disponible en abundancia, por lo que emplearse barato, o emigrar a otras regiones y al extranjero, es el pan de todos los días.

Es de resaltar que mientras los productores de EUA invierten 0.7 jornales por hectárea, en Zacatecas se aplican 20 jornales/ha, lo que define altos costos de producción

Según información de la SAGARPA, el Estado de Zacatecas ocupa el primer lugar nacional en cuanto a superficie cultivada de frijol, en el año 2003 con 666,695 ha establecidas y primer lugar en producción de esta leguminosa, con 451,561 t, participando en el cultivo del frijol cerca de 70,000 unidades de producción. Sin embargo registra un rendimiento promedio en temporal de 0.632 t.ha^{-1} situación que manifiesta los bajos niveles de productividad por unidad de superficie, debido principalmente a los bajos niveles de fertilidad de sus suelos y a que el productor limitado de recursos económicos, aplica un paquete tecnológico incompleto, sobre todo en cuanto al uso de fertilizantes, y uso de semillas criollas. Seguramente los más determinante es que el monocultivo de frijol, ha mermado el potencial productivo del suelo, dado el bajo contenido de materia orgánica, la presencia de hongos micorrícicos sintetizadores de nitrógeno en el suelo, es relativamente bajo y por las condiciones de degradación causadas por la erosión hídrica y eólica.

Aunado a esta situación, para el productor existen serios problemas para la comercialización de su grano, los mercados de frijol están distantes y es obligado a utilizar los canales de comercialización dispuestos por los intermediarios (coyotes) y por el gobierno. En el primer caso, enfrenta el problema de los bajos precios ofrecidos por los intermediarios (\$2,000.00 a \$3000.00/t) y en el segundo, el burocratismo, la corrupción y la ineficiencia de los centros de acopio oficiales y de las integradoras de frijol; hace que los costos de transporte, las largas filas de los camiones de carga en los centros, los costos por demora y por otro lado los requisitos que le imponen a su frijol (contenido de humedad, % de mezclas y basuras), lo desalientan y se ve forzado a vender al intermediario. Lo peor de todo es que ya gastó, no vendió y al final se tiene que conformar con lo que le paga el coyote y éste, le renta el folio

del PROCAMPO y con éste inexplicablemente si vende al centro de acopio o a la integradora, recibiendo \$5,000.00 por tonelada.

Se sabe que algún osado, ha hecho el esfuerzo directamente de acudir a los mercados de Guadalajara o México y se ha encontrado que en el trayecto, fue detenido por cualquier pretexto e infraccionado, si logra llegar, se topa con la voracidad de los bodegueros de las centrales de abasto y al final, encontró que su frijol no vale y que su sacrificio y esfuerzo se fue a la basura, por lo que para el futuro, tendrá que conformarse con el ofrecimiento del coyote o de a tiro, buscar otra forma de mal ganarse la vida.

5.2.3 Sistema de producción pecuario

La mayor parte de los productores centran su sustento en la agricultura y sólo unos cuantos mantienen hatos de ganado vacuno, ovino y caprino. La mayoría tiene ganado criollo, utiliza el baño garrapaticida una vez al año, vacunan su ganado y utilizan el agostadero casi todo el año.

Es de resaltar que la mayoría de los ejidatarios tienen en sus casas cerdos y aves de corral gallinas para autoconsumo, situación que no quedo manifiesta en la información captada en la encuesta realizada, probablemente por no representar una actividad económica para los ejidatarios.

Unos cuantos tienen ganado vacuno de ordeña estabulado, suministrándoles como alimento paja de frijol y rastrojo de maíz, suplementándolos con alfalfa y grano de cebada y avena. Vendiendo la leche fresca, la mayor parte de las veces al menudeo, o vendiéndola a los menonitas para la elaboración de quesos.

A continuación se presenta un gráfico de la actividad pecuaria en la figura 5

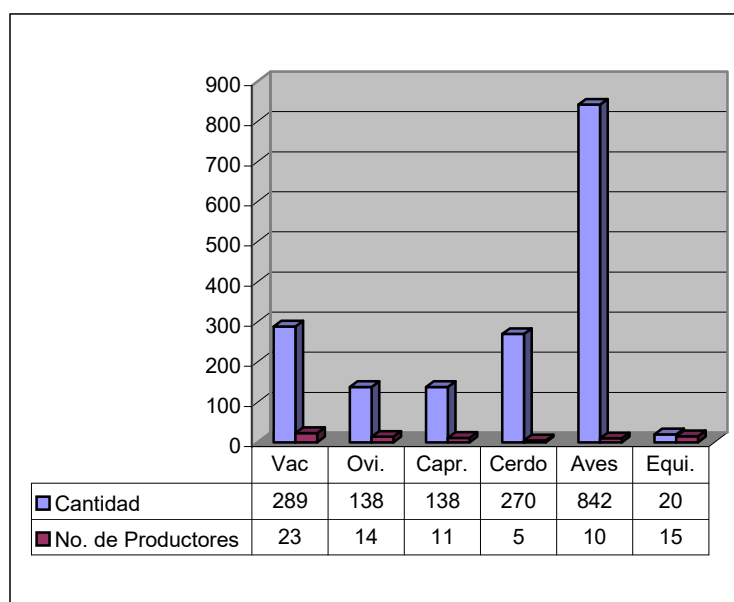


Figura 5 Actividad pecuaria, por tipo de ganado
Fuente: Elaboración propia con información de encuestas

Para el productor promedio, el disponer de ganado es tener una especie de ahorro, pues es costumbre y que en caso de necesidad, venderlo para sufragar algún gasto urgente. De los 23 ejidatarios que manifestaron tener ganado en la encuesta, 16 básicamente los destinan a autoconsumo y de los ganaderos, 22 reconocieron utilizar el agostadero más de ocho meses.

El agostadero del ejido se distribuye en dos porciones: la primera que se ubica en el municipio de Miguel Auza y la otra en el estado de Durango, siendo que la primera es la que está más cercana a los centros de población y concentra la mayor cantidad de la ganadería del ejido, mostrando serios problemas de sobre-pastoreo, a continuación en el cuadro se informa la actividad pecuaria del ejido.

De los 65 ejidatarios entrevistados, 23 (35.4%) tiene ganado vacuno, 14 (21.5%) tiene ovinos, 11 (17%) caprinos, 5 (7.7%) porcinos, 10 (15.4%) aves y 15 (23)% equinos (incluye caballos, asnos y mulas),

La compactación, debido al tránsito de los animales, causa una disminución en la cantidad de macroporos, reduciendo la infiltración de

agua y el crecimiento radicular, aumentando también la actividad de los microorganismos desnitrificadores y por ende, reduciendo la disponibilidad de nitrógeno. El resultado neto de todo esto es el efecto adverso en el crecimiento de la vegetación, lo que dificulta el establecimiento de los sistemas agrosilvopastoriles (Myhr *et al.*, 1990; German y Jacques, 1990; Wolkowski, 1990; Ferrero, 1991; mencionados por Bezkorowajnyj *et al.*, 1993).

O sea que la compactación causada por el pisoteo de los animales, hace que el aire del suelo disminuya y esto favorece por un lado la pérdida de las bacterias aeróbicas que sintetizan nitrógeno de la atmósfera y lo acumulan en el suelo, haciéndolo disponible a la planta y por el contrario con el pisoteo y la compactación se propicia la proliferación de bacterias anaeróbicas desnitrificantes en el suelo, las cuales al consumir el nitrógeno reducen la disponibilidad de nitrógeno para las plantas (Verduzco, 1976).

5.3 Maquinaria agrícola e implementos de labranza

El campesino en su afán de aprovechar las primeras lluvias para la siembra, busca realizar la preparación de su parcela a la brevedad y le es en general difícil esperar, a conseguir oportunamente un tractor prestado o rentado, para realizar esta tarea, por lo que optó por adquirir un tractor propio, para salvar esta situación. De hecho, el inicio de la temporada de lluvias en el campo, representa que el campesino y su familia, dejen de hacer cualquier actividad, para dirigirse a la parcela a realizar los trabajos de siembra; labor que para ellos, no puede esperar y disponer de un tractor es fundamental. Pues sembrar temprano (o sea al inicio del temporal de lluvias), es una forma de buscar la seguridad de que el cultivo complete su ciclo agrícola, antes de las heladas tempranas y se manche su frijol.

Ya sea con los apoyos de gobierno, con los recursos que obtiene su familia en el extranjero y lo poco que pueda sacar de su labor, la

adquisición de un tractor es parte de su necesidad, y el que sea el más grande y que tenga la mayor potencia, es parte del estatus. El que cincuenta y cinco productores, dispongan de cuando menos de un tractor, nos indica que en la zona frijolera y en el ejido, existe una marcada sobre-mecanización (ver cuadro 6).

Cuadro 7 Maquinaria e implementos agrícolas en el Ejido Miguel Auza

	Tractor propio	Arado	Rastra	Sembradora	Cultivadora	Cortadora	Parveadora	Trilladora
No. De productores	55	54	53	50	50	39	24	2
%	84.6	83.1	81.5	76.9	76.9	60.0	36.9	3.1

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de encuestas.

Nota: Seis productores manifestaron tener más de un tractor, no consignando esto en el cuadro.

El 84% de los productores entrevistados tienen tractor propio, 83% dispone de arado (de discos), 81% de rastra, 77% tiene sembradora y cultivadora, el 60% cortadora, 37% parveadora y el 3% trilladora. Cabe mencionar que la mayoría de los tractores tienen una potencia superior a los 60 caballos de fuerza (HP), potencia demasiado alta, tomando en cuenta la superficie promedio de los productores (poco más de 9 ha), lo que define que existe una sub-utilización de la misma.

Es de resaltar que 25 de los entrevistados manifestaron tener pileteadoras y cinco disponer de arado de cinceles.

Para las empresas productoras de maquinaria agrícola, los campesinos representan un gran sector de posibles consumidores y dichas firmas no vacilan en propalar todas las supuestas bondades de sus productos y sobre todo inyectar la percepción de que poseerlas otorga un estatus superior a sus propietarios. La competencia entre las empresas las lleva a ligarse a instancias gubernamentales que favorezcan mediante programas de estímulos o créditos, la compra de maquinaria e implementos agrícolas. No importa si después los campesinos las

subutilizan o las tengan descompuestas. Para ellos venderlas representa su ganancia su único objetivo.

5.4 Acciones locales contra la erosión

Según los resultados de la encuesta, algunos productores realizan alguna o varias prácticas complementaria de conservación de suelos, conforme se representa en la figura 3 y se detalla en el cuadro x.

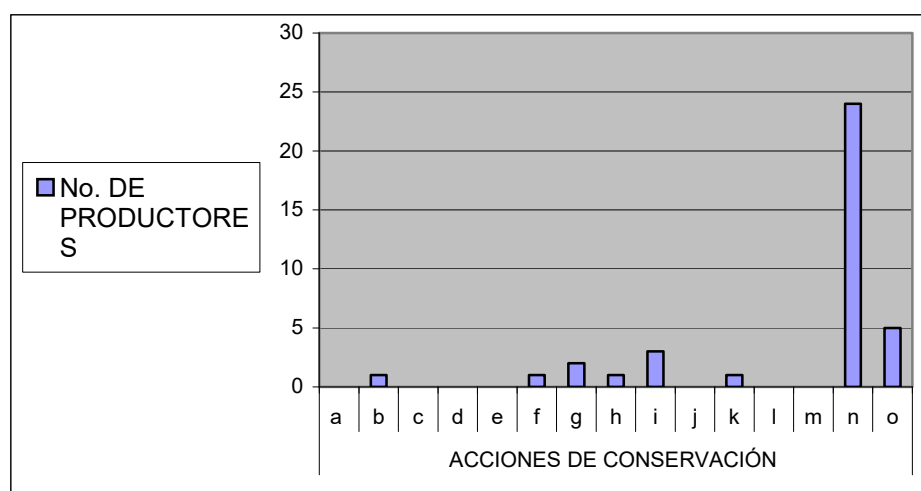


Figura 6 Productores practicantes de acciones de conservación
Fuente: Elaboración propia en base a información de la encuesta

Cuadro 8 Acciones y productores practicantes de conservación

Acción en gráfico	Acción de conservación de suelos	No de productores practicantes	Acción en gráfico	Acción de conservación de suelos	No de productores practicantes
A	Agricultura tradicional	0	I	Cortinas rompevientos	3
B	Rotación de cultivos	1	J	Cercos vivos	0
C	Medidas fitogenéticas	0	K	Surcado al contorno	1
D	Cobertera y abonos verdes	0	L	Terrazas	0
E	Cultivo en fajas	0	M	Control de cárcavas	0
F	Labranza cero	1	N	Pileteo	25
G	Labranza mínima	2	O	Arado de cinceles	5
H	Labranza de	1			

	conservación	
--	--------------	--

Fuente: Elaboración propia en base a información de la encuesta

La mayoría de los productores del ejido, realiza el volteo de sus tierras en los primeros meses del año, lo que hace que el terreno en sus parcelas, presente una superficie rugosa, confiriéndole cierta resistencia a la erosión causada por el viento; anteriormente el volteo lo realizaban a principio de la temporada de lluvias, por facilitarse más la entrada del arado. Al paso del tiempo han visto que la misma es una medida para reducir sus pérdidas de suelo. Por otra parte, la mayoría de los campesinos, no siembran en el sentido de la pendiente.

Sin embargo hay mucho por hacer en el ejido, ya que las perdidas de suelo por la erosión eólica, alcanzan su máxima expresión en el periodo febrero-abril, llegando a cerrar la carretera federal Fresnillo-Torreón, por problemas de visibilidad, causado por la enorme cantidad de partículas de suelo acarreadas por el aire y durante la temporada de lluvias es cotidiano ver la presencia de canalillos de escorrentía, con la consiguiente presencia de erosión hídrica, y en algunos lugares del ejido con pendiente, ya son visibles algunas cárcavas.

5.5 Grado de estudios de los productores y la conservación de suelos

Tomando como base las encuestas realizadas a 65 ejidatarios, nos permite considerar que sí existe una relación sensible y directa entre el nivel de educación del productor y su grado de comprensión del problema de erosión, pues aparte de tener conocimiento de algunas prácticas de conservación, ha emprendido ya alguna acción para reducirla. Ver cuadro 7.

Lo anterior, sobre todo es apreciable en los niveles en que el productor rebasó la educación primaria, pues pareciera que tiene mayores elementos para evaluar la situación de sus tierras.

Cuadro 9 Grado de estudio y su relación con la conservación de suelos

Total entrevistado	¿Sabe de conservación o ha hecho alguna práctica?	Entrevistados por grado de estudios									
		Analfabeta	%	Primaria Incompleta	%	Primaria	%	Secundaria	%	Otro	%
		3	100	25	100	27	100	6	100	4	100
No. de respuestas positivas	Sabe lo que es labranza de conservación	2	66.7	6	24	13	48.2	5	83.3	4	100
	Agrega estiércol a su parcela	1	33.3	3	12	11	40.7	6	100	3	75
	Sabe que son las cortinas rompevientos	3	100.0	18	72	22	81.5	6	100	4	100
	Ha hecho conservación	0	0.0	6	24	21	77.8	5	83.3	4	100

Fuente: Elaboración propia en base a datos de las encuestas levantadas.

Nota: El grado de estudios "otro", se refiere a educación preparatoria, comercio y profesor

Por ejemplo: En el caso de los productores con un nivel educativo medio (secundaria y otro) el 83% y 100 % de ellos tiene conocimiento de algunas medidas de conservación de suelos y han pasado a tomar algunas medidas para reducir la erosión, como lo es en la preparación de la parcela, utilización de arado de subsuelo cada 2 ó 3 años, para romper la capa del paso de arado el uso de una reja de cinceles en vez del arado de discos, para disminuir el volteo de sus tierras; o han establecido cortinas rompevientos. En estos casos el 100 y 75% respectivamente, agregan periódicamente estiércol a sus parcelas.

De los 27 productores con primaria terminada, 13 de ellos (48%) saben lo que es la labranza de conservación, 11 (41%) agrega estiércol a su parcela, 22 (81%) sabe lo que son las cortinas rompevientos y 21 (78%) ha realizado alguna actividad de conservación.

De los 25 productores con primaria incompleta, 6 (24%) saben de labranza de conservación, 3 (12%) agregan estiércol a su parcela, 18 (72%) saben de las cortinas rompevientos y solo 6 (24%) han realizado alguna actividad de conservación.

Con relación a los 3 productores analfabetas, de ellos 2 (67%) saben de labranza de conservación. 1 (33%) agrega estiércol a su parcela. Tres (100%) sabe de cortinas rompevientos y ninguno de ellos ha realizado labores de conservación en su parcela.

Es de resaltar que todos los agricultores tienen un conocimiento empírico del que hacer para reducir la erosión, únicamente que la mayor parte de

ellos carece de los recursos para hacerlo y otros están esperando que alguien de fuera de la comunidad venga a solucionar el problema.

Es innegable que el nivel de preparación académica de los productores agrícolas influye determinantemente en su accionar. En la medida que están informados más profundamente sobre los diferentes factores que inciden en el trabajo agrícola y que son conscientes de sus posibilidades de influir favorablemente en dicho proceso, estos campesinos emprenden acciones concretas que finalmente redundan en beneficios palpables. Este es el caso de sus trabajos de conservación de los suelos.

Entre los campesinos con menor estudio y que en mínima parte aplican prácticas de conservación de suelos, se concentran también las cosechas más raquíticas y con ello la mayor pobreza. Este círculo vicioso se agranda en forma continua y se profundizan los problemas.

No hay dinero suficiente para insumos necesarios, se siembra como se puede, los suelos se agotan cada vez más. La erosión avanza y el revertirla se vuelve una labor cada vez más difícil.

En la medida que para el estado la producción alimentaria autosuficiente sea revalorada, deberán emprenderse acciones de orientación y educación masiva que permita a los campesinos superar las desviaciones y deformaciones que actualmente privan en el campo mexicano y emprender programas concretos regionales, adaptados al entorno y necesidades locales y nacionales que poco a poco rescaten los conocimientos ancestrales, incorporen los mejores avances científicos y tecnológicos y lleven a la agricultura a desarrollarse como un trabajo digno, rentable y gratificante, una columna en el desarrollo económico nacional.

5.6 Caracterización físico-natural del ejido Miguel Auza

5.6.1 Sistemas terrestres y facetas

En el Ejido Miguel Auza encontramos cuatro sistemas terrestres y 14 facetas, con superficies, representadas en la figura 7 y que se mencionan en el cuadro 10

Cuadro 10. Superficies (ha) e importancia relativa (%) de los sistemas terrestres y facetas

No.	Sistema Terrestre	Clave de la Faceta	Superficie (ha)	% en relación al Sistema Terrestre
1	Bajadas de Miguel Auza	Baj2-1	974.25	7.42
2	Bajadas de Miguel Auza	Baj2-2	5,723.50	43.56
3	Bajadas de Miguel Auza	Baj2-3	490.75	3.74
4	Bajadas de Miguel Auza	Baj2-4	5,148.75	39.19
5	Bajadas de Miguel Auza	Baj2-5	382.75	2.91
6	Bajadas de Miguel Auza	Baj2-6	8.50	0.06
8	Bajadas de Miguel Auza	Baj2-8	410.00	3.12
		SUBTOTAL	13,138.50	100.00
10	Llanura de la Honda	Lla2-2	5,761.00	86.25
11	Llanura de la Honda	Lla2-3	918.50	13.75
		SUBTOTAL	6,679.50	100
13	Sierra de Miguel Auza	Sie15-1	1,686.75	67.48
14	Sierra de Miguel Auza	Sie15-2	755.50	30.23
15	Sierra de Miguel Auza	Sie15-3	57.25	2.29
		SUBTOTAL	2,499.50	100.00
19	Sierra de los Cerros Gigantes	Sie7-2	329.25	100.00
		SUBTOTAL	329.25	100.00
		TOTAL	22,646.75	100.00

Fuente: elaboración propia a partir de la interpretación de pares estereoscópicos de fotografías aéreas Esc. y de la carta de Fisiografía del INEGI

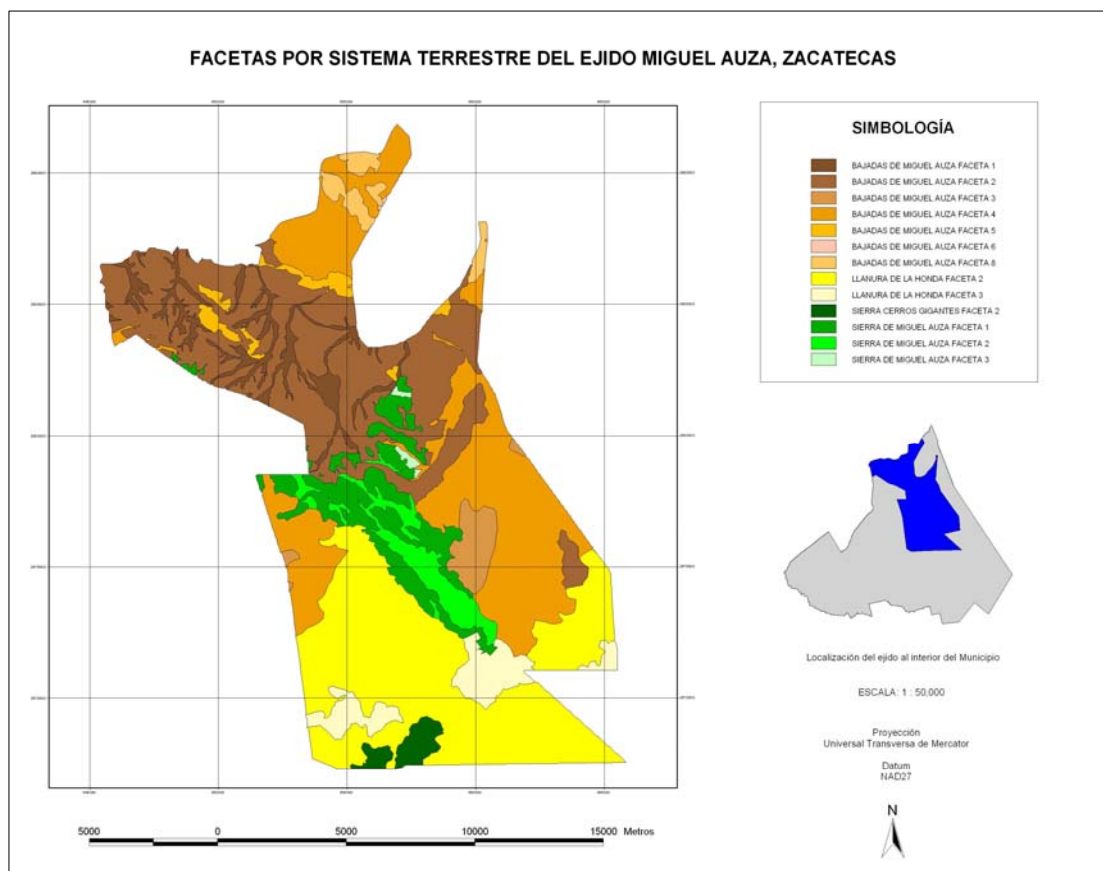


Figura 7 Facetas por sistema terrestre
Fuente: Elaboración propia, en base a trabajo de Ledesma, *et al.* (2004)
Nota: Ver ampliación en el anexo

5.6.1.1 Sistema terrestre “Bajadas de Miguel Auza”

Se refiere a un terreno de bajadas aluviales, con superficie total de 13,138.50 ha y rangos altitudinales entre los 1,960 y 2,200 msnm, con características de geología, suelos, vegetación y uso actual, definidas en las diferentes facetas que la componen y que a continuación se describen:

a) La faceta clave Baj2-1, la cual abarca una superficie de 974.25 ha y esta formada por el cauce de diferentes arroyos estacionales, ubicados en un rango altitudinal entre los 2,020 y 2100 msnm, con pendiente promedio del 3.4%, su geología esta formada por arrastres aluviales, suelos (XI+Xk)

Xerosol lútico asociado con Xerosol cálcico y dedicadas a agricultura de temporal de cultivos anuales, principalmente maíz y frijol. La vegetación natural que aun se encuentra en ciertas porciones es la de pastizal natural.

b) La faceta Baj2-2, llanura aluvial, abarca una superficie de 5,723.50 ha, con rangos altitudinales entre los 2,030 y 2,140 msnm, con pendiente sensiblemente plana, con un promedio del 1.6%, roca conglomerados, suelos (E/2) Rendzinas de textura media, dedicados a la agricultura de temporal.

c) Faceta Baj2-3, Llanuras aluviales, con superficie de 490.75 ha, su geología está formada por arrastres aluviales, en un rango altitudinal entre 2,120 y 2,150 msnm, con pendientes promedio del 1%, suelo (Hh/2) Feozem háplico de textura media, dedicado a agricultura de temporal con una amplia gama de cultivos, destacando frijol y cereales (maíz, avena, cebada y sorgo).

d) Faceta Baj2-4, llanuras aluviales, con superficie de 5,148.75 ha, con geología formada por arrastres aluviales, con un rango altitudinal de 1,960 msnm y pendiente promedio del 1.6%, encontrando algunos topoformas: Loma de la Cruz y Cerro del Buey; suelos (Vc+Yk) Vertisol crómico asociado con Yermosol cálcico, La vegetación natural, esta formada por matorral inerme, así como pastizales naturales.

e) Faceta Baj2-5, serranías y lomeríos, con superficie de 382.75 ha, con rango altitudinal entre los 2,030 y 2,130 msnm, pendiente promedio del 9%, suelos (I+Hh/2) Litosol asociado con Feozem háplico, con uso pecuario, la vegetación es nopalera y pastizal natural. Encontramos los siguientes cerros el Acocote, La Plata, La Cantera, y Ruedas.

f) Faceta Baj2-6, su topoforma es de un abanico aluvial, abarcando una superficie de 8.50 ha, estrato rocoso Ígnea intrusiva ácida (granito), con un rango altitudinal 1,980 a 2,010 msnm, con pendiente promedio del 10%, suelos (Re+I) Regosol eútrico asociado con Litosol, con uso pecuario, la vegetación es de nopalera y pastizal natural. Encontrando las

siguientes topoformas: Loma alta (1,990 msnm) Mesa Las Minas (2,010 msnm).

g) Faceta Baj2-8 Llanura aluvial, con superficie de 410.00 ha. Geología formada por lutitas y areniscas, pendiente promedio del 7%, suelos (E+Xh) Rendzina asociada con Xerosol háplico, uso agrícola de temporal y la vegetación es de pastizales y matorral subinerme.

5.6.1.2 Sistema terrestre “Llanuras de la Honda”

La llanura de la Honda es una planicie de origen aluvial, con una posición fisiográfica de llanura de piso rocoso o cementado de topografía plana o casi plana, con moderadas variaciones de elevación. La pendiente del terreno varía de 0 a 2 % de tipo llano o casi llano sobre residuos aluviales de reciente formación. Sobre este sistema terrestre se manifiesta el menor problema de erosión hídrica. Este sistema terrestre es una importante zona productora de frijol. Con superficie total de 6,679.50 ha y rangos altitudinales, características de geología, suelos, vegetación y uso actual, definidas en las diferentes facetas que la componen y que a continuación se describen:

a) Faceta Lla2-2 Llanura aluvial, con superficie de 5,761 ha, estrato geológico formado por aluvión, pendiente promedio del 1%, suelos (Hh+E/2, Hh/2 y Hh+Xh) Feozem háplico asociado con Rendzina de textura media, Feozem háplico de textura media y Fezem háplico asociado con Xerosol háplico, uso agrícola de temporal, la vegetación natural está formada por pastizal natural.

b) Faceta Lla2-3 Llanura aluvial, con superficie de 918.50, con estrato geológico de conglomerados, pendiente promedio de 1.4%, con elevación entre los 2100 y 2150 msnm, suelos (E/2 y E+Hh/2) Rendzina de textura media y Rendzina asociado con Feozem háplico, uso agrícola de temporal, vegetación de pastizal natural y matorral subinerme.

5.6.1.3 Sistema terrestre “Sierra de Miguel Auza”

El sistema terrestre Sierra de Miguel Auza es una sierra baja. Esta constituida por una formación montañosa de escarpes rodeando pequeños valles ínter montanos, con estrato geológico de rocas ígneas

extrusivas ácidas representadas por riolita y toba ácida. En una pequeña proporción se encuentran rocas calizas. Con superficie total de 2,499.50 ha, y un rango altitudinal entre los 2,250 y 2,600 msnm.

a) Faceta Sie15-1 terreno escarpado, con superficie de 1,686.75 ha, geología formada por riolitas asociadas con toba riolítica (R+Tr), con pendiente promedio del 5% El suelo predominante es Litosol eútrico sobre terreno de montaña y lomeríos, de textura media, someros, con bajo contenido de materia orgánica. La vegetación natural de matorral subinerme, espinoso y nopaleras, con uso de suelo en actividades pecuarias.

b) Faceta Sie15-2 con una topoforma de sierra baja, estrato geológico de conglomerado, con pendiente promedio del 12%, con suelo del tipo Litosol eútrico, de textura media y someros, superficie de 755.50 ha, vegetación predominante de matorral subinerme de uso pecuario.

c) Faceta Sie15-3 terreno escarpado, con superficie 57.25 ha, estrato geológico geología formada por riolitas asociadas con toba riolítica, con pendiente promedio del 15%, suelos tipo Litosol eútrico de textura media, con vegetación de matorral subinerme de uso pecuario.

5.6.1.4 Sistema terrestre “Los Cerros Gigantes”

El sistema terrestre Sierra de Cerros Gigantes (Sie 7) es una sierra baja, el estrato geológico es de rocas ígneas extrusivas ácidas, representadas por riolita y toba ácida, además conglomerados conformados por fragmentos de roca volcánica. Con superficie de 329.25 ha y un rango altitudinal entre los 2250 y 2400 msnm, con pendientes entre el 25 y 55%, encontrando porciones con pendiente muy pronunciada.

a) Faceta Sie7-2 Terreno montañoso, con superficie de 329.25 hectáreas, estrato geológico formado por conglomerados, con pendiente promedio del 60%. El suelo predominante es Litosol eútrico de textura media,

someros, con bajo contenido de materia orgánica. El tipo de vegetación es principalmente de pastizal natural y matorral subinermes y nopalera. El uso del suelo es pecuario. En las áreas de pastizal natural se tienen fuertes problemas de erosión hídrica, debido al sobre pastoreo.

5.7 Geología

A continuación se encuentra una relación de los tipos de rocas encontrados en el Ejido Miguel Auza (Cuadro No. 5 y figura X), haciendo su descripción y tomando como base los trabajos de López (1983 y 1993).

Cuadro 11 Tipos de rocas del Ejido Miguel Auza

Tipo de rocas	Clave	Superficie (ha)	Porcentaje al total (%)
Aluvión – Suelos	al	12,992.00	57.43
Conglomerado – Sedimentaria	cg	6,991.00	30.90
Ígnea intrusiva ácida (granito)	lgia	4.75	0.02
Lutita-arenisca – Sedimentaria	La	412.75	1.82
Residual – Suelos	Luar	166.75	0.74
Riolita/Toba Riolítica – Ígnea	R-Tr	2,035.25	9.00
Toba Riolítica – Ígnea	Tr-I	19.50	0.09
S u m a s :		22,622.00	100.00

Fuente: Elaboración propia en base a la carta geológica INEGI

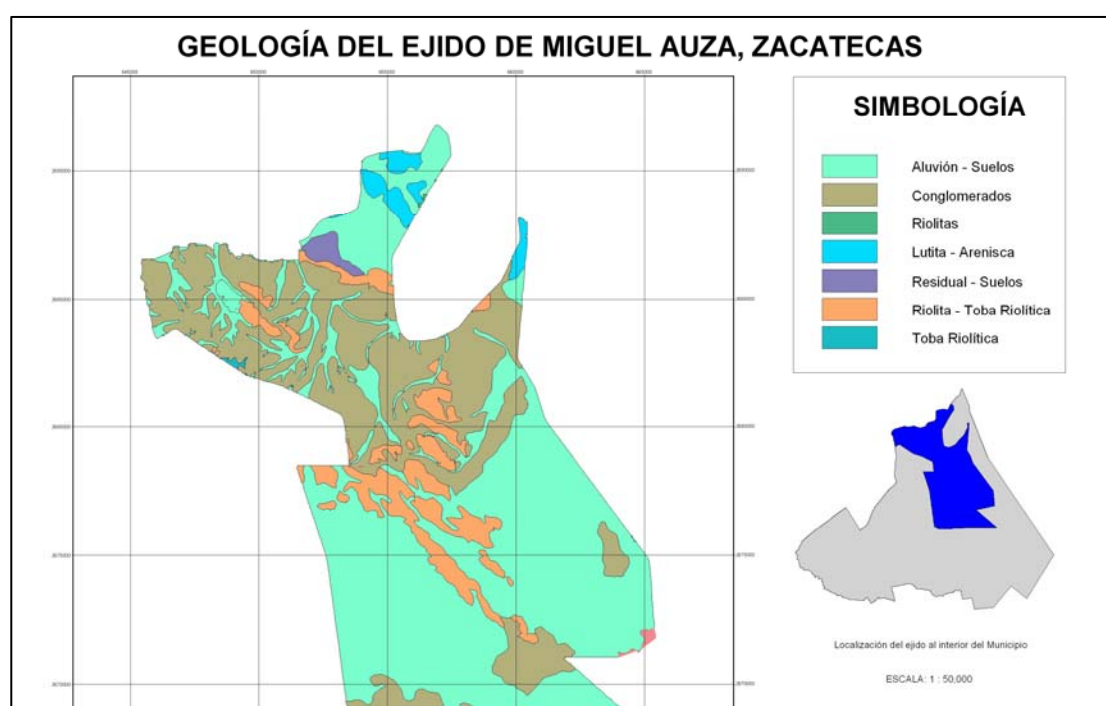


Figura 4 Geología del Ejido Miguel Auza

Fuente: Elaboración propia, tomando información de carta geológica del INEGI.

Nota: Ver ampliación en el anexo.

5.8 Suelos

En el Ejido Miguel Auza, encontramos 8 tipos de suelos y sus asociaciones con otros tipos, así como la superficie que cada uno de ellos abarca en el ejido, se detallan en el cuadro No 7 y se representan en la figura No. 5.

A continuación se encuentra una descripción somera de los tipos de suelos presentes en el Ejido Miguel Auza, de acuerdo a Fitz (1987).

a) Rendzinas

Derivación del nombre de la palabra polaca *rzedzic* = ruido; connotativa del ruido

que hace el arado sobre un suelo delgado y pedregoso.

Características Generales: Suelos con un horizonte A mólico que contiene o que esta de inmediato sobre material calcáreo con un equivalente de carbonato de calcio de mas del 40%; carente de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad de la superficie; carente de las características que son de diagnostico para Vertisols; sin salinidad elevada. Como estos suelos se forman debido a la presencia de grandes cantidades de caliza en el material materno, están distribuidos en una amplia gama de climas y pueden sostener muchas comunidades vegetales.

Cuadro 12 Tipos de suelo y superficies

Tipo de suelo principal y asociaciones	Clave	Superficie (ha)	%	Superficie total por tipo principal (ha)	Porcentaje por tipo principal (%)
Rendzinas	E	7,199.00	31.82	8,965.25	39.63
Rendzinas-Feozem háplico	E-Hh	466.75	2.06		
Rendzinas-Litosol	E-I	1,086.00	4.80		
Rendzinas-Xerosol háplico	E-Xh	213.50	0.94		
Feozem háplico	Hh	1,455.25	6.43	9,334.50	41.26
Feozem háplico-Rendzina	Hh-E	1,842.25	8.14		
Feozem háplico-Litosol	Hh-L	65.75	0.29		
Feozem háplico-Vertisol crómico	Hh-Vc	6.50	0.03		
Feozem háplico-Xerosol háplico	Hh-Xh	4,435.75	19.61		
Feozem lúvico-Feozem háplico	HI-Hh	947.50	4.19		
Feozem lúvico-Xerosol lúvico	HI-XI	581.50	2.57		
Castañozem lúvico	KI	366.25	1.62	366.25	1.62
Litosol-Rendzinas	L-E	169.25	0.75	2,422.00	10.71
Litosol-Feozem háplico	L-Hh	2,247.75	9.94		
Litosol-Regosol calcárico	L-Rc	5.00	0.02		
Regosol calcárico	Rc	34.25	0.15	472.50	2.09
Regosol calcárico-Xerosol háplico	Rc-Xh	55.75	0.25		
Regosol calcárico-Xerosol lúvico	Rc-XI	225.75	1.00		
Regosol eutrítico	Re-I	156.75	0.69		
Vertisol crómico	Vc	37.00	0.16	649.50	2.87
Vertisol crómico-Feozem lúvico	Vc-Hh	67.75	0.30		
Vertisol crómico-Xerosol lúvico	Vc-XI	463.75	2.05		
Vertisol crómico-Yermosol calcárico	Vc-Yk	81.00	0.36		
Xerosol háplico	Xh	8.25	0.04	379.50	1.68
Xerosol háplico-Xerosol calcárico	Xh-Xk	6.25	0.03		
Xerosol lúvico	XI	92.75	0.41		
Xerosol lúvico-Vertisol crómico	XI-Vc	219.00	0.97		
Xerosol lúvico-Xerosol calcárico	XI-Xk	53.25	0.24		
Yermosol calcárico-Xerosol lúvico	Yk-XI	32.50	0.14	32.50	0.14
S u m a s :		22,622.00	100.00	22,622.00	100

Fuente: elaboración propia en base a la carta edafológica de INEGI.

Datos analíticos: Tal vez las características físicas más importantes de estos suelos sea su escasa profundidad, la textura de media a fino y la estructura de granular a bloques pequeños subangulares, bien desarrolladas. Unidas esas características permiten la infiltración rápida de la humedad, lo cual puede ocasionar secamiento y en algunos años se puede presentar un periodo de sequía.

Clima: Dado que el material materno es el factor que controla estos suelos, se les encuentra casi en cualquier tipo de clima, fuera de las zonas muy frías o muy áridas.



Figura 9 Tipos de suelos del Ejido Miguel Auza

Fuente: Elaboración propia, tomando como base carta edafológica del INEGI

Nota. Ver ampliación en el anexo.

Utilización: Su escasa profundidad y alta permeabilidad imponen fuertes limitaciones. A menudo la primera impide el uso de implementos grandes, mientras que la segunda puede causar sequía aun en un medio húmedo. El contenido elevado de calcio puede inducir deficiencias de micro elementos al reemplazarlos en los sitios de intercambio. A pesar de las deficiencias anteriores, estos suelos tienen una fertilidad natural elevada y son muy apreciados por los agricultores, pero cuando son muy someros o se encuentran en pendientes pronunciadas se les dedica a la forestería, aunque a veces la calidad de los árboles resulta mala.

b) Regosols

Derivación del nombre de la palabra griega *rhegos*= cobija, manta; connotativa del manto de material suelto situado sobre el centro duro de la tierra.

Características generales: Suelos procedentes de material no consolidado excluyendo depósitos aluviales recientes, sin horizontes de diagnóstico (A menos que estén enterrados por 50 cm o más de material nuevo) mas que un horizonte A ócrico; carentes de propiedades hidromórficas de los primeros 50 cm de profundidad; carentes de las características que son de diagnóstico para Vertisols y Andosols; sin salinidad elevada; cuando tienen textura gruesa, carentes de laminillas de acumulación de arcilla, de las características de horizontes B cámbico u óxico o de material álbico, que son características de los Arenosols.

Tienen una amplia gama de texturas y ocurren en todas las zonas climatológicas y, por tanto constituyen la etapa inicial de formación de un gran número de suelos, principalmente Podzols, Luvisols, Cambisols, Chernozems, Castanozems, Xerosols y Yermosols. El horizonte A ócrico se forma con rapidez pero con frecuencia es una fase transicional aun horizonte Amólico o únvico.

c) Feozem háplico

Derivación del nombre del griego *phaios* = negruzco y de la palabra rusa *zemlja* = tierra.

Características generales. Suelos que tiene un horizonte A mólico; carentes de un horizonte cálcico, un horizonte gypsico o concentraciones de cal suave pulverulenta dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carente de un horizonte B nátrico y un horizonte B ócrico; carentes de las características que son diagnósticas para Rendzinas, Vertisols, Planosols y Andosols; sin salinidad elevada; carentes de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad cuando no hay presente un

horizonte B argílico; carentes de revestimientos decolorados en las superficies estructurales de los pedos cuando el horizonte A mólico tiene en húmedo una croma de 2 o menos a una profundidad no menor de 15 cm.

Datos analíticos. Una proporción elevada de estos suelos se ha desarrollado en loess y por tanto dominan en ellos partículas < de 60 micrómetros de diámetro. La cantidad máxima de arcilla ocurre en el horizonte medio en donde son comunes los valores del 30 al 40% y son de 10 a 20% mas elevados que en el horizonte superior.

Los valores del pH muestran un patrón fluctuante que pueden deberse en parte al cultivo, a diferencias en la composición del material materno o a procesos pedogénicos. En la superficie los valores pueden ser > de 7 pero disminuyen a alrededor de 5 a 7 en el horizonte medio, coincidiendo con el máximo de arcilla.

La materia orgánica disminuye en forma constante de alrededor de un 5% en el horizonte superior entre 1 y 2% de la parte baja del horizonte medio, el cual puede contener 3% de materia orgánica en su parte superior, lo cual es elevado para un horizonte medio pero es una característica distintiva de muchos miembros de esta clase, y es la que produce el color oscuro.

Hidrología. Los Feozems se desarrollan en condiciones aeróbicas en donde hay a través del suelo movimiento libre del agua. Dado que se desarrollan donde la evapotranspiración excede la precipitación muestran falta de humedad durante la parte media o final de la estación de crecimiento, situación que conduce al desarrollo de una comunidad natural de gramíneas.

Vegetación. En muchos casos las comunidades naturales están dominadas por gramíneas altas.

Topografía. Estos suelos están confinados de manera casi exclusiva a situaciones de planas a ligeramente onduladas y casi están por completo ausentes en pendientes de moderadas a pronunciadas.

Utilización. Estos suelos tienen una fertilidad natural elevada y producen buenas cosechas, las cuales a menudo pueden aumentarse con la aplicación de fósforo y cuando se practican cultivos intensivos es necesario aportar más fertilizantes y cal. Tradicionalmente, estos suelos se han utilizado para el cultivo de granos, como el maíz, trigo y avena, practicándose en la actualidad otros como el de soya. La utilización de las cosechas varía de un lugar a otro. A veces se les usa en forma exclusiva para consumo humano, mientras que en otras se le destina a uso forrajero. Tanto la erosión por el viento como por el agua presentan un serio peligro y todo el tiempo se deben practicar métodos de control.

d) Castañozem lúvico

Derivación del nombre de la palabra latina *castaneo* = castaño y la palabra rusa *zemlja* = tierra connotativa de suelos ricos en materia orgánica pardo a castaño.

Características generales. Suelos que poseen un horizonte A mólico con un croma cuando húmedos, de más de 2, a una profundidad de cuando menos 15 cm; con uno o más de los siguientes: un horizonte cálcico o gypsico o concentraciones de cal suave pulvurulenta en los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte B nátrico; carentes de las características que son de diagnóstico para Rendzinas, Vertisols, Panosols y Andosols; carentes también de salinidad elevada; y carentes de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm cuando no hay presente un horizonte argílico.

Datos analíticos. Una proporción elevada de Castanozems tienen textura uniforme en la unidad pedológica y esta dominada por partículas < que 50 micrómetros indicando la naturaleza loessica del material materno.

Existen unos cuantos de estos suelos en que el contenido de arcilla alcanza su máximo en la parte inferior del horizonte superior.

El contenido de materia orgánica varia de tres a seis por ciento en la parte superior del suelo con una razón C/N de 8 a 12, que indica un grado elevado de humificación. Los valores del pH por lo general, están mas arriba de la neutralidad, aumentando de 7 en la superficie a 8 en la acumulación de carbonato. En el horizonte superior la capacidad de intercambio catiónico varia de 20 a 30 me por ciento y usualmente esta saturado por cationes básicos, de los cuales el calcio es dominante, seguido en cantidad por magnesio, potasio y sodio. De ordinario los carbonatos están ausentes o presentes en cantidades pequeñas en los 60 cm superiores del suelo, pero pueden encontrarse en cantidades grandes si el material materno era rico, habiendo de 10 a 20% más carbonato en el horizonte de acumulación que en material subyacente. Las sales solubles se encuentran presentes en cantidades muy pequeñas y nunca exceden del 0.1%.

Clima. Esos suelos se encuentran de modo predominante en condiciones de estepas de latitudes medias.

Vegetación. La principal comunidad de plantas la forman pastizales de altura mediana.

Topografía. Estos suelos se encuentran en sitios que varían de planos a ligeramente ondulados y están ausentes o mal desarrollados en pendientes pronunciadas. Por lo general no se encuentran en depresiones que tienden a ser salinas.

Distribución. Los Castanozems ocupan áreas bastante grandes en las regiones semiáridas del mundo.

Utilización. La baja precipitación impone fuertes restricciones en la utilización de estos suelos. Por lo general se les utiliza para cultivar granos en forma extensiva, pero a menudo ocurren sequías en la porción

más seca de la zona climática en que los cultivos de secano son bastante comunes. Cuando es posible regarlos esos suelos han resultado ser muy fértiles para una diversidad de cultivos como maíz y hortalizas. La erosión eólica es un riesgo constante, de tal modo que siempre se deben tener en operación métodos preventivos.

e) Litosols

Derivación del nombre de la palabra griega *lithos* = piedra, connotatividad de suelos con roca dura a muy poca profundidad.

Características generales. Suelos que están limitados en profundidad por roca continua dura coherente dentro de los 10 cm de profundidad de la superficie. Se presentan principalmente en zonas montañosas pero pueden ocurrir en otras áreas como en superficies planas de roca dejadas desnudas por el hielo o en inselbergs.

f) Vertisol Crómico

Derivación del nombre de la palabra latina *verto* = voltear, connotativa del volteo hacia debajo de la superficie del suelo.

Características generales. Suelos que después de haber mezclado los 20 cm superiores, tienen 30 % o más de arcilla en todos los horizontes a una profundidad no menor de 50 cm que desarrollan grietas en la superficie del suelo hacia las cuales, en algún periodo (a menos que el suelo se riegue) tienen cuando menos 1 cm de ancho a una profundidad de 50 cm; que a alguna profundidad entre los 25 y los 100 cm de la superficie tienen uno o más de los siguientes micro relieves gilgai, slickensides intersectantes, o agregados estructurales en forma de cuña o paralelepípedos. Son suelos de color oscuro que tienen una textura uniforme, fina o muy fina y un contenido bajo de materia orgánica, pero tal vez su propiedad más importante es la dominación de la arcilla en la fracción del látice de arcilla expandente, `por lo general montmorillonita, que ocasiona que estos suelos al secarse se encojan y agrieten. De una

manera típica ocurren en zonas áridas y semiáridas, debajo de gramíneas altas o de bosque espinoso.

Datos analíticos. Por lo general, en estos suelos el contenido de arcilla es uniforme en toda la unidad pedológica, siendo >35%, pero en muchos casos pasa del 80%. Aunque la mineralogía de la fracción de arcilla es algo variable en forma dominante está constituida por montmorillonita o materiales mixtos en capas que tienen una gran capacidad de expansión y contracción después de mojarse y secarse, dando cambios de volumen del 25% al 50%. En cierto número de casos, puede haber presente mica y caolinita, pero las cantidades de estos minerales son bastante pequeñas.

El contenido de materia orgánica puede ser de hasta 5% en la superficie, pero, por lo general no es mayor de 1 a 2% con una razón C/N que en ocasiones es amplia, pero usualmente es de 10 a 14. Como es de esperarse, de la composición y contenido de arcilla, la capacidad de intercambio catiónico es elevada y varía de 25 a 80% me por ciento, con alto grado de saturación de bases, que con rareza es inferior al 50%.

Climas. Los Vertsols se desarrollan en una gama de climas que abarca el marítimo, de la costa occidental, continental húmedo, tropical húmedo-seco y tropical de estepa. Al parecer sus mayores extensiones se encuentran en zonas de desiertos tropicales y de latitudes medias y en estepas, en donde la lixiviación es mínima; acumulándose en el suelo cationes básicos que proporcionan condiciones para la formación de montmorillonita. En éstas condiciones la precipitación varía de 250 a 750 mm y hay estación seca bien definida en 4 a 8 meses de duración.

Vegetación. Como las mayores extensiones de estos suelos se encuentran en zonas tropicales semiáridas, las comunidades vegetales predominantemente las forman gramíneas altas o bosques espinosos de acacia. En algunos casos se considera que las comunidades de gramíneas son secundarias después del bosque o son un clímax de

incendio. En condiciones húmedas, como en partes de Java en estos suelos hay bosques de teka.

Topografía. Los Vertisols se desarrollan principalmente en sitios planos o de pendiente suave, por lo general en terrazas, planicies o fondos de valles. Ocasionalmente ocurren en crestas bajas y lisas, pero nunca en pendientes mayores del 8°.

Distribución. Los Vertisols ocurren principalmente en zonas áridas, semiáridas y Tropicales húmedo-secas, pero también se encuentran en otras partes.

Utilización. El grado en que se utilizan esos suelos depende mucho del desarrollo de la tecnología local. Por lo general, en zonas tropicales, la vegetación natural de gramíneas es pastada, pero a menudo se hace en forma ligera debido a la escasez de agua, de tal manera que se tienen que practicar una ganadería trashumante, en especial si hay periodos de sequía.

En donde se practican cultivos arables, resulta esencial la conservación de la humedad mediante el mejoramiento de la infiltración y la reducción de pérdidas por evaporación y transpiración excesivas. Si hay una provisión adecuada de agua buena, normalmente se riega. Tal vez el ejemplo clásico de ello sea el de Gezira en Sudán. Por otra parte, donde la humedad es un factor limitante serio, se practica la agricultura de secano.

Los Vertisols son muy susceptibles a todas las formas de erosión. Aun en pendientes de 5% o menos pueden desarrollarse zanjas profundas en un periodo muy corto. Una forma característica de erosión es la de deslizamientos, durante los cuales un área considerable se mueve como una unidad independiente abajo, al deslizarse los horizontes superiores sobre las capas inferiores.

g) Xerosols háplico

Derivación del nombre griego *xeros* = seco, connotativa de suelos de zonas áridas.

Características generales: Suelos que ocurren en un régimen de humedad árido, que tienen un horizonte A ócrico débil y uno o más de los siguientes: un horizonte B cámbico, un horizonte B argílico, un horizonte, cálcico, o un horizonte gypsico; carentes de otros horizontes de diagnóstico; carentes de las características que son de diagnóstico para Vertisols; sin salinidad elevada; sin permafrost dentro de una profundidad de 200 cm desde la superficie.

Datos analíticos. Un horizonte A ócrico, por lo general, contiene una mayor cantidad de arcilla que el horizonte subyacente y a menudo contiene menos limo y arena fina pero cantidades mayores de arena gruesa y de grava. El contenido de materia orgánica varía de 1 al 2%; la razón C/N distintiva es menor de 10 y con frecuencia de 8. Cuando el material materno contiene carbonatos, el contenido puede pasar del 10%, aumentado a un máximo de más del 12 al 15% en el horizonte cálcico y disminuyendo luego en el material materno. En consecuencia, los valores del pH varían de 7.0 a 8.0 en la superficie hasta un máximo de 8.5% en el horizonte cálcico.

La capacidad de intercambio catiónico en el horizonte A ócrico varía entre 10 y 25 me por ciento, disminuyendo con la profundidad alrededor de 8 a 0 por ciento y hay una saturación completa del complejo de intercambio, siendo el calcio el ión dominante.

Debido a que con frecuencia la cubierta de vegetación es escasa, la superficie del suelo está expuesta a deflación y arrastres rápidos. Ambos procesos ocasionan una remoción del material fino, dando como resultado una concentración de grava en la superficie. Sin embargo, algunas de las diferencias en textura pueden ser aumentada por intemperización in situ.

Clima. Estos suelos están restringidos a las zonas áridas del mundo que ocurren tanto en latitudes medias como en zonas tropicales.

Vegetación. Aunque la mayoría de las especies de plantas que crecen en esos suelos tienen adaptaciones que les permiten desarrollarse en zonas áridas, el carácter de las comunidades es muy diferente.

Topografía. Estos suelos tienden a estar restringidos a condiciones planas o ligeramente onduladas. En pendientes moderadas o pronunciadas, la erosión reduce el desarrollo de los suelos, de tal manera que las formaciones principales son Litosols, Regosols y Rankers.

Distribución. Los Xerosols están confinados a las partes áridas del mundo.

Utilización. En condiciones naturales la única forma de uso de la tierra es el pastoreo rústico de vacunos y aun éste es un sistema precario debido a la incertidumbre de disponer de una provisión adecuada de agua para los animales. Por lo general, esos suelos resultan muy fértiles si se riegan, pero ello puede resultar difícil o imposible por la falta de agua. Usualmente en las áreas de Xerosols hay muy pocos ríos y las aguas artesianas con frecuencia tienen un contenido elevado de sales que las hace inapropiadas para riego o consumo doméstico.

h) Yermosols

Derivación de la palabra española *yermo* = desierto; connotativa de zonas muy secas.

Características generales. Suelos que ocurren en un régimen de humedad árido, con un horizonte A ócrico muy débil y uno más de los siguientes: Un horizonte B cámbico, un horizonte B argílico, un horizonte cálcico, un horizonte gypsico; carentes de otros horizontes de diagnóstico;

sin las características que son de diagnóstico para Vertisols; sin salinidad elevada; carentes de permafrost dentro de los primeros 200 cm de profundidad desde la superficie. Cuando ocurren en lugares antiguos, la forma actual de Yermosols con frecuencia ha sido sobrepuesta a una gama previa de suelos en extremo variada, los cuales van de débil a fuertemente intemperizados. Tal vez las mejores zonas para su observación sean las regiones áridas de Australia Occidental y de África del Sur, en donde muchos de los Yermosols empezaron su desarrollo en condiciones mucho más húmedas.

5.9 Vegetación y uso del suelo

De acuerdo a la cartografía elaborada por el INEGI, la carta de vegetación y uso del suelo ubica que en los terrenos del Ejido Miguel Auza se desarrollan en forma natural, seis tipos de vegetación que se mencionan en el cuadro 13 y se representan en la figura 10.

A continuación haciendo mención a los trabajos de Miranda (1963) y de Rzedousky (1986) se incluye una somera descripción de los tipos de vegetación encontrados en el Ejido Miguel Auza.

Cuadro 13 Vegetación y uso del suelo para el Ejido Miguel Auza

Uso del suelo o tipo de vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje de acuerdo al total (ha)
Agricultura	12,916.75	57.03
Crasi-rosulifolios espinoso	17.00	0.08

Matorral espinoso	1,945.00	8.59
Matorral inerme y subinerme	2,074.50	9.16
Nopalera	1,205.50	5.32
Pastizal	4,488.00	19.82
S u m a s :	22,646.75	100.00

Fuente: Elaboración propia en base a cartografía del INEGI

a) Agricultura

De acuerdo a los trabajos de caracterización realizados para el Ejido Miguel Auza, tenemos un total de 12,916 hectáreas de terreno dedicado a las actividades agrícolas, donde en su mayoría se desarrolla agricultura de temporal, resaltando los cultivos de frijol y maíz, y en menor medida, avena y cebada. Estas parcelas se ven desprovistas de vegetación durante la temporada de secas (noviembre-junio), expuestas a la erosión causada por el viento.

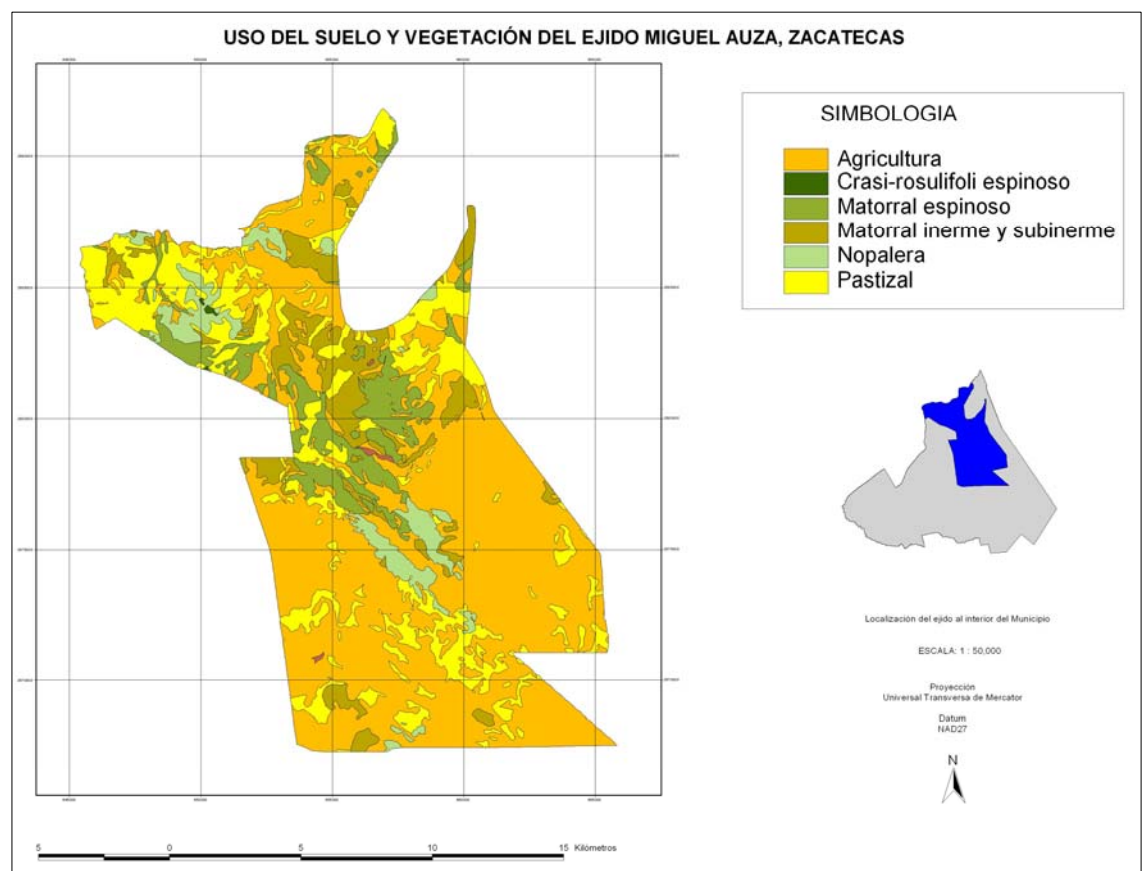


Figura 10 Vegetación y uso del suelo del Ejido Miguel Auza

Fuente: Elaboración propia, basándose carta de vegetación y uso del suelo INEGI.

Con recursos enviados por los emigrantes, hace algunos años se dio un fuerte impulso en la región para establecer huertos de durazno, los cuales prosperaron con algunas deficiencias (escaso riego, poda deficiente y algunas plagas), sin embargo su producción no encontró mercado y los intermediarios que acudían a la zona pagaban precios muy bajos por la fruta, lo que motivó su abandono en la mayoría de los casos, para volverlas a incorporar a la producción de frijol.

b) Matorral crasi-rosulifolio espinoso

En el Ejido Miguel Auza encontramos únicamente 17 ha cubiertas por éste tipo de vegetación, a continuación hacemos su descripción de acuerdo a Miranda *et al* (1963), estos matorrales consisten en agrupaciones de plantas de hojas en roseta, carnosas y espinosas, como por ejemplo los magueyes, se encuentran en suelos francamente rocosos (a veces en los arenosos) de las zonas áridas y semiáridas (a veces en las subhúmedas) de todo México, hallándose más difundidas en el centro y norte.

c) Matorral espinoso

El ejido Miguel Auza tiene 1,945 ha de matorral espinoso, teniendo como representantes diferentes huizaches (*Acacia spp*, *Mimosa spp*, etc.), citando a Miranda *et al.*, (1964) quien menciona que el matorral espinoso es una asociación muy compleja constituida por numerosas especies de arbustos espinosos, con hojas pequeñas. Generalmente se halla mezclado con el matorral inerme perennifolio y cubre así varias extensiones de las llanuras de las zonas áridas, mezclándose con casi todas las agrupaciones que existen en ellas.

Ocupa las llanuras aluviales “bajadas” y a veces pedimentos y penetra en conos de deyección, donde se mezcla con matorral alto subinerme y menos en laderas suaves en competencia con agrupaciones de crasirrosulifolios. Su altura (generalmente de 0.50 a 2.00 m) y su densidad es también extraordinariamente variable.

d) Matorral inerme y subinerme

En el ejido, encontramos 2,074.5 hectáreas cubiertas por matorral inerme y subinerme, siendo el tipo vegetal natural más importante dentro del ejido en cuanto a la superficie que ocupa; así mismo se encuentran como los más importantes representantes del matorral inerme (sin espinas): la gobernadora (*Larrea tridentata*) y la hojaseñ (*Flourensia cernua*); y del matorral subinerme (con espinas) se encuentran la uña de gato y los huizaches, (de los géneros *Acacia spp*, *Mimosa spp*, etcétera).

Según Miranda *et al.* (1963) el matorral inerme es una agrupación que pura o mezclada con el matorral espinoso alcanza enorme difusión en las zonas áridas del norte de la República y es una de las más características de la misma. Aunque según varios autores este tipo de vegetación no se ha distinguido como una agrupación independiente. Se halla constituida ordinariamente por una agrupación uniforme de gobernadora, con altura y densidad variable, según las localidades; la altura varía de 0.80 a 2.00 m. Su mejor desarrollo lo alcanza por lo regular sobre suelos finos o con grava de las “bajadas” de declive muy suave donde hay, durante las lluvias fuertes cierta inundación laminar de corriente lenta con deposición, pero sin rápido arroyamiento de las aguas ni estancamiento de las mismas. El matorral subinerme o espinoso de hojas pequeñas es una agrupación muy compleja, constituida por numerosas especies de arbustos espinosos, generalmente se halla mezclado con el matorral inerme perennifolio y cubre así vastas extensiones de las llanuras de las zonas áridas de las altiplanicies, mezclándose con casi todas las agrupaciones que existen en ellas. Ocupa las llanuras aluviales “bajadas” y a veces “pedimentos” y penetra en conos de deyección donde se

mezcla con matorral alto subinerme, y menos en laderas suaves en competencias con agrupaciones de crasi-rosulifolio.

e) Nopalera

En el Ejido Miguel Auza, encontramos 1,205.5 ha del ejido cubiertas por nopalera, donde destacan las especies comúnmente conocidas como nopal duraznillo, nopal chaveño, nopal tapón, nopal coyote, etcétera (*Opuntia spp.*).

Haciendo mención a Miranda *et al.* (1963), son asociaciones de diversas especies de nopal (*Opuntia spp.*) que alcanzan su mejor desarrollo sobre suelos en parte derivados de rocas ígneas, en climas BS (sobre todo BSk); en los climas más secos (BW) en cambio tienen muy escasa difusión o faltan casi completamente. En parte se desarrolla sobre suelos someros de roca andesítica o de estratos pizarrosos y en parte invade suelos profundos, rojizos arenosos arcillosos con grava, de declives suaves de lomas bajas. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22° C.

f) Pastizal

En el ejido encontramos 4,488 ha cubiertas por pastizal. Según Rzedowski (1986), las comunidades vegetales en que el papel preponderante corresponde a las gramíneas se reúnen aquí convencionalmente bajo el nombre de pastizal o zacatal. El conjunto de ésta manera delimitado incluye biocenosis diversas, tanto en lo tocante a su composición florística, como a sus condiciones ecológicas, a su papel en la sucesión, a su dependencia de las actividades humanas y aun a su fisonomía. Mientras la presencia de algunas está determinada claramente por el clima, muchas otras son favorecidas, al menos en parte, por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre y sus animales domésticos. Según Miranda *et al.* (1963), la distribución y extensión de los pastizales quedan definidos por condiciones climáticas

caracterizadas por precipitaciones pluviales más cercanas a los límites superiores de las regiones semiáridas (es decir precipitaciones pluviales de 400 a 700 mm, media anual) y por condiciones edáficas en las partes bajas de las cuencas cerradas con concentraciones más o menos prolongadas de agua durante el año, caracterizadas por la presencia de abundantes cantidades de sales.

5.10 Clima

Con la finalidad de disponer de información climática representativa de la zona de estudio, se hizo necesario acudir a la Estación Climatológica más cercana al área, que correspondió a la de Juan Aldama, cuya ubicación geográfica corresponde a las coordenadas geográficas 28°18' de Latitud Norte y 103° 28' de Longitud oeste, con una altitud de 2,037 msnm.

Se encuentra que es un tipo de clima BS₁ k w(w) (e), que forma parte del grupo de climas secos; siendo el menos seco de los BS, con un cociente P/T (precipitación/evaporación) mayor a 22.9, templado con verano cálido, temperatura media anual de 18.7 °c, la del mes más frío entre -3 y 12.3 °C y la del mes más caliente mayor a 18 °C. El régimen de lluvias es de verano y el porcentaje de lluvia invernal menor al 5 % de la precipitación anual.

5.10.1 Temperatura promedio anual

La determinación de la temperatura promedio mensual, se obtuvo de los registros de la Estación climatológica antes descrita y los datos que se expresan, corresponden a los promedios de un periodo de 16 años.

Cuadro 14 Temperaturas promedio mensual y anual en la zona.

Mes	Temperatura media mensual °C	Mes	Temperatura media mensual °C
Enero	12.3	Julio	23.3
Febrero	14.1	Agosto	22.6
Marzo	16.6	Septiembre	21.9
Abril	19.4	Octubre	19.4
Mayo	22.5	Noviembre	15.6
Junio	24	Diciembre	12.9
Temperatura Promedio Anual 18.7 °C			

Fuente: Elaboración propia con información de la estación climática de Juan Aldama, Zac.

5.10.2 Días con heladas

Se analizó un periodo de 24 años (1974-1998), obteniendo los siguientes dato descritos en el cuadro 15.

Cuadro 15 Días con presencia de heladas

Concepto	Periodo	Ene.	Feb	Mzo.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Total	1974-1998	276	161	48	9	1	0	0	0	0	2	96	206
Año con menos heladas	1990	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
Año con más heladas	1998	24	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	11

Fuente: Elaboración propia tomando como base datos de la estación climatológica de Juan Aldama, Zac.

5.10.3 Precipitación promedio anual

Se realizó ésta estimación tomando como base la información promedio anual correspondiente a un periodo de diez años, misma que se refiere en el cuadro 16.

Cuadro 16 Precipitación Promedio mensual y anual

Mes	Pp. (mm)	Mes	Pp. (mm)
Enero	9.1	Julio	77.6
Febrero	8.9	Agosto	72.5
Marzo	6.6	Septiembre	116.2
Abril	0.0	Octubre	21.4
Mayo	10.3	Noviembre	8.6
Junio	50.0	Diciembre	5.6
Precipitación Promedio Anual		386.8 mm	

Fuente: Elaboración propia tomando como base datos de la estación
Climatológica de Juan Aldama, Zac.

d) Complementario a lo anterior, tenemos la información reportada por Ledesma, *et al.* (2004) para el Municipio de Miguel Auza, tomando como base los datos de las estaciones meteorológicas de Sombrerete y de la Colonia González Ortega.

Cuadro 17 Datos climáticos de la estación meteorológica de la Colonia González Ortega, Sombrerete, Zac

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom anual	Prom jun-oct
Temp. Mínima °C	4.7	5.3	7.3	9.1	11	11.8	11.4	10.9	10.9	8.9	6.1	5.2	8.5	10.8
Temp. Máxima °C	21.5	22.9	25	27.7	29.6	29.1	27	25.4	25.5	24.8	23.5	21.8	25.3	26.9
Temp. Media °C	13.1	14.1	16.1	18.4	20.3	20.4	19.2	18.1	18.2	16.8	14.8	13.5	16.9	18.9
Precipitación (mm)	8.3	5.4	1.4	8.1	20.6	53.8	103	127	82.1	28.2	22.4	17.7	477.5	414.3
Evaporación (mm)	108	126	179	196	211	182	175	143	130	130	110	104	1792.8	969.9
ETP (mm)	86.3	101	143	157	169	146	140	114	104	104	88.2	83	1434.2	775.9
0.5 ETP (mm)	43.2	50.4	71.5	78.5	84.3	72.8	69.9	57.1	51.9	52	44.1	41.5	717.1	388

Fuente: Ledesma *et al.* 2004

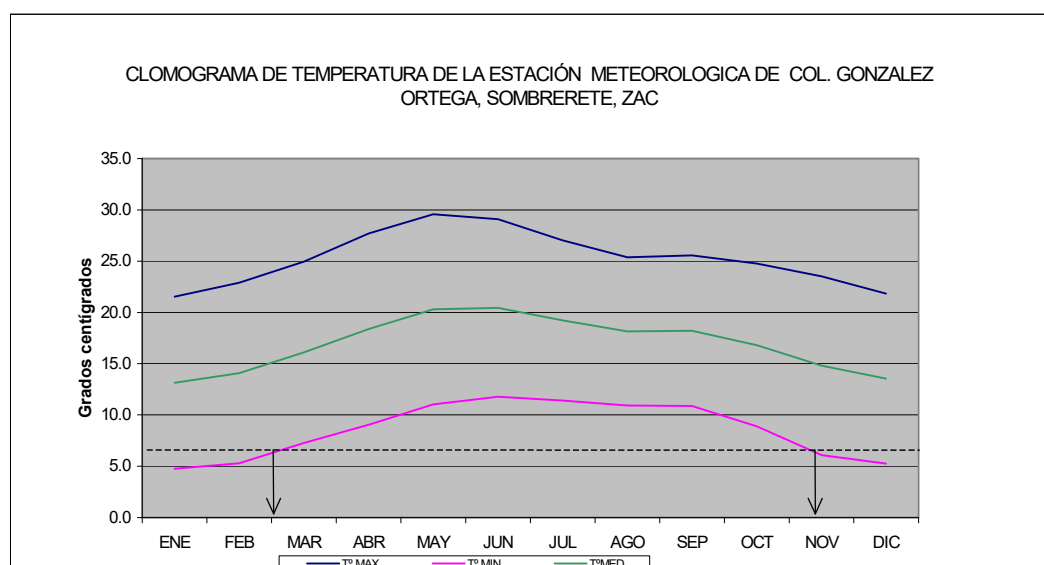


Figura 11 Temperaturas mínima, máxima y media promedio mensual de la estación meteorológica Col. González Ortega, Sombrerete, Zac.
Elaborado por Ledesma, *et al.* (2004)

Según cálculos Ledesma *et al.* (2004), para la estación de la Colonia González Ortega, el comienzo del temporal de lluvias, se establece a partir del 25 de Julio y desde esa fecha inicia el periodo de crecimiento que se establece cuando la precipitación rebasa al 0.5 ETP y se prolonga hasta el 15 de Septiembre. Dentro de este lapso no se presenta período húmedo alguno, es decir en ningún momento la lluvia es mayor a la ETP, como se observa en la Figura: 12

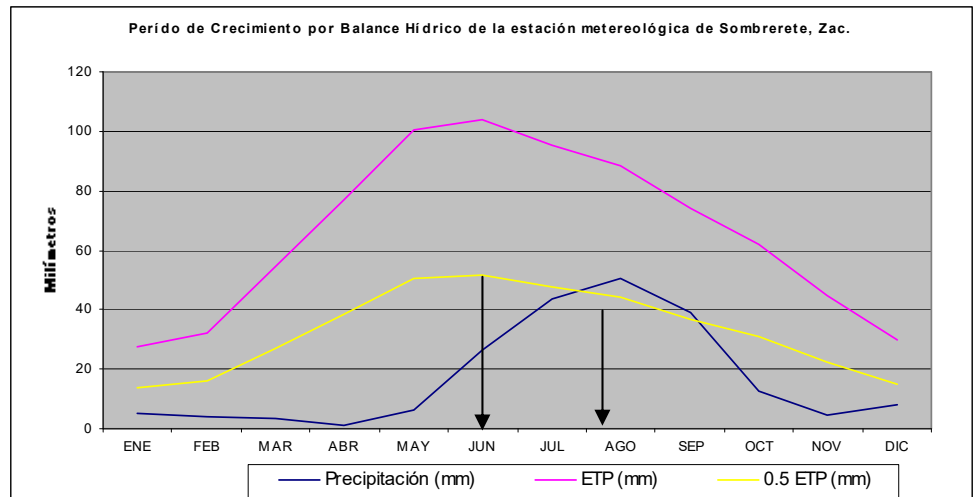


Figura 12 Período de crecimiento por balance hídrico de la estación meteorológica de la Col. González Ortega, Sombrerete, Zac.

Cuadro 18 Horas frío de la estación meteorológica de Col. González Ortega

Col González Ortega, Sombrerete, Zac.	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temp. Media (°C)	13.1	14.1	16.1	18.4	20.3	20.4	19.2	18.1	18.2	16.8	14.8	13.5

Damota: $N = 485.1 - 28.52 T_m$ Ene: $485.1 - 28.52 (13.1) = 111.49$ Feb: $485.1 - 28.52 (14.1) = 82.97$ Nov: $485.1 - 28.52 (14.8) = 63.00$ Dic: $485.1 - 28.52 (13.5) = 100.08$ $N = 357.54$	Weinberger: $N = 2124.85 - 125.23 T$ $N = 2124.85 - 125.23 [(13.5 + 13.1) / 2]$ $N = 459.29$
--	--

Fuente: Ledesma, *et al.* (2004)

Ledesma, *et al.* (2004) refiere que el promedio de las Horas Frío entre ambos métodos es de 408.41 Horas Frío para las condiciones de las tierras agrícolas de Miguel Auza ubicadas en las Bajadas de Miguel Auza, Llanura de la Honda y Valle de Sombrerete.

A continuación se hace referencia a Ledesma *et al.* (2004), con la información climática de la estación meteorológica de Sombrerete, Zac.

Cuadro 19 Datos climáticos de la estación meteorológica de Sombrerete, Zac

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom. Anual	Prom may-oct
Temp. Mínima °C	2.9	3.4	6.3	9.6	12.4	13.7	11.9	13.3	12.6	12.6	6.2	4	12	12.8
Temp. Máxima °C	18.8	20.7	23.9	27	28.6	28.4	28	25.3	24.2	25.9	22.8	19.1	31.5	26.7
Temp... Media °C	10.8	12.1	15.2	18.5	20.6	21.2	20.1	19.3	18.4	19.3	14.5	11.4	16.6	19.8
Precipitación (mm)	15.3	11.7	9.9	3.9	19.3	78.7	131	152	116	37.6	13.3	24.6	613.1	534.4
ETP (mm)	27.7	32	54.3	77.2	101	104	95.5	88.4	73.9	61.9	44.7	30	790.4	524.2
0.5 ETP (mm)	13.9	16	27.2	38.6	50.3	52	47.8	44.2	37	31	22.4	15	395.2	262.1

Fuente: Ledesma, *et al.* 2004

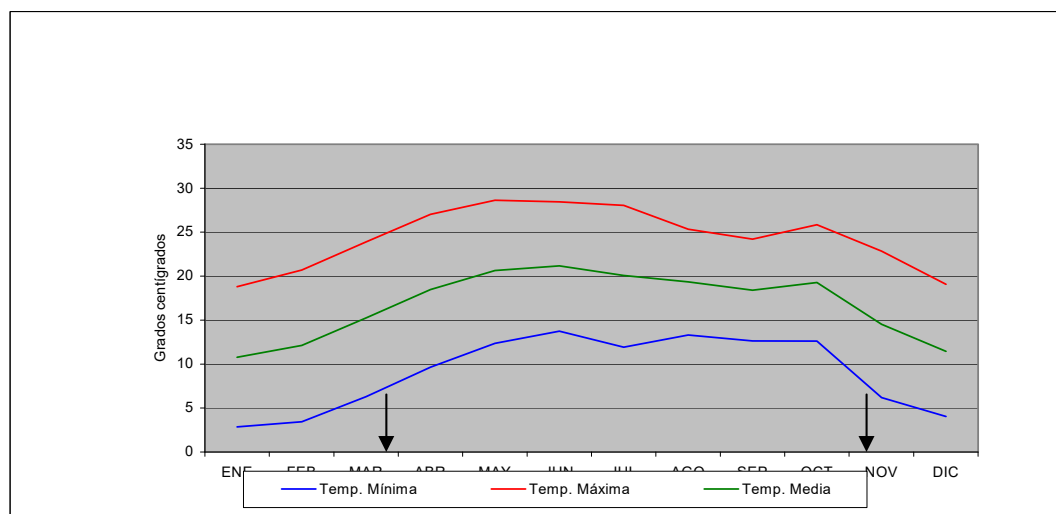


Figura 13 Temperatura mínima, máxima y media promedio mensual de la estación meteorológica de Sombrerete, Zac.. Elaborado por Ledesma *et al.* (2004)

5.10.4 Periodo de crecimiento

Según Ledesma *et al.* (2004), el inicio del periodo de crecimiento comienza cuando la precipitación iguala a la mitad de la ETP. Para los valores reportados de la estación de Sombrerete, Zac., el arranque del temporal se establece a partir del 1 de Junio. Desde esa fecha comienza el periodo de crecimiento que se establece cuando la precipitación rebasa al 0.5 ETP y se prolonga hasta el 28 de Julio. Dentro de este lapso se presenta un período húmedo cuando la lluvia es mayor a la ETP, estableciéndose un período húmedo del 28 de Junio al 4 de Septiembre como se observa en la figura siguiente:

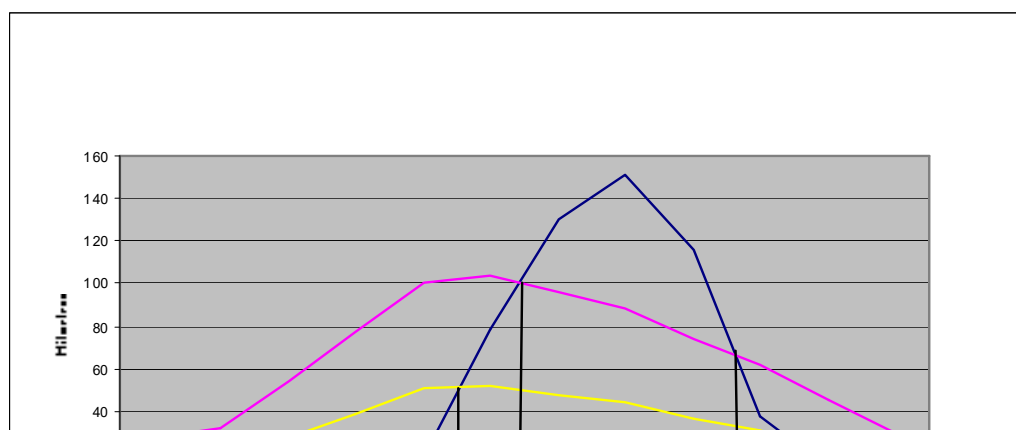


Figura 14 Período de crecimiento por balance hídrico de la estación meteorológica de Sombrerete, Zac. Fuente Ledesma *et al.* (2004)

5.10.5 Horas frío

Cuadro 20 Horas frío de la estación meteorológica de Sombrerete

Sombrerete, Zac.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. Media (°C)	10.8	12.1	15.2	18.5	20.6	21.2	20.1	19.3	18.4	19.3	14.5	11.4
Damota: $N = 485.1 - 28.52 T_m$ Ene: $485.1 - 28.52 (10.8) = 177.08$ Feb: $485.1 - 28.52 (12.1) = 140.01$ Nov: $485.1 - 28.52 (14.5) = 71.56$ Dic: $485.1 - 28.52 (11.4) = 159.97$ $N = 548.62$					Weinberger: $N = 2124.85 - 125.23 T$ $N = 2124.85 - 125.23 [(11.4 + 10.8) / 2]$ $N = 734.78$							

Fuente Ledesma, *et al.* (2004)

El promedio de las Horas Frío entre ambos métodos es de 641.71 Horas Frío para las condiciones de la Sierra de Santa Maria, que se localiza al suroeste y fuera del Ejido Miguel Auza, Zacatecas (Ledesma, *et al.* 2004).

5.10.6 Hidrología

El Estado de Zacatecas abarca cuatro regiones hidrológicas, correspondiendo el área que nos ocupa a las cuencas endorreicas de los Río Nazas – Aguanaval, las cuales se localizan entre los paralelos 22° 40' y 26° 35' de latitud oeste y a los meridianos 103°30' y 106° 20' de longitud oeste. Constituye una amplia zona cerrada dentro de la Mesa del Norte.

La superficie del ejido es cruzada por varios arroyos intermitentes estacionales, que solo llevan agua en la época de lluvias

Es de resaltar que por la condición climática predominante en la región, la evaporación excede a la precipitación, razón por la cual no hay posibilidades de alimentar corrientes permanentes en la zona, únicamente encontramos arroyos intermitentes y estacionales.

5.11 Evaluación de la erosión hídrica

A continuación se presentan los valores estimados para cada uno de los factores de la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS)

5.11.1 Factor erosividad de la lluvia (R)

La erosividad de la lluvia se define como la capacidad potencial de la lluvia para causar erosión, y la manera de medir este factor es a través de los índices de erosividad (IE), que representan la medida de la capacidad erosiva del agua. El índice propuesto por Wischmeier (1959), citado por Figueroa *et al.* (1991), conocido como el factor EI_{30} , es el producto de la energía cinética total de la lluvia (E) por la intensidad máxima en 30 minutos (I_{30}). De esta manera el EI_{30} mide el efecto de la erosión por salpicamiento. El salpicamiento y la turbulencia del flujo se combinan con el escurrimiento para remover del terreno las partículas separadas y este proceso es conocido como erosión laminar.

Para la República Mexicana, Cortés, citado por Figueroa *et al.* (1991) formó 14 regiones con referencia a la erosividad de la lluvia. Para cada región se generaron mediante análisis de regresión ecuaciones que permiten la estimación del factor R en función de la lluvia anual para cada región del país. Para el caso de la región de estudio, y de acuerdo al mapa de Cortés, la zona frijolera de Zacatecas se sitúa en la IV región de su carta de EI_{30} , donde la ecuación de regresión respectiva de tipo cuadrático, esta dada por los siguientes términos:

$$Y = 2.8959X + 0.002983X^2 \quad (R^2 = 0.92)$$

donde:

$Y = EI_{30}$ anual ($MJmm.ha^{-1}hr^{-1}$)

$X =$ Lluvia promedio anual (mm)

En el cuadro 1 se pueden observar los resultados obtenidos por Ledesma *et al.*

(2004) para el factor R estimado mediante la ecuación de regresión mencionada.

Cuadro 21 Estimación del Índice de Wischmeier de la erosividad de la lluvia (EI_{30})

ESTACION METEOROLOGICA	MUNICIPIO	COORDENADAS X LATITUD NORTE	COORDENADAS Y LONGITUD OESTE	PRECIPITACIÓN ANUAL	INDICE EI_{30}
Juan Aldama	Juan Aldama, Zac.	103° 24'	24° 18'	411.632 mm	1697.4873 MJ^*mm/ha^*hr
San Marcos	Cuencame, Dgo.	103° 30'	24° 16'	428.628 mm	1789.3064 MJ^*mm/ha^*hr
Ramón Corona	Cuencame, Dgo.	103° 37'	24° 8'	449.347 mm	1903.5696 MJ^*mm/ha^*hr
González Ortega	Sombrerete, Zac.	103° 25'	23° 58'	434.881 mm	1823.5212 MJ^*mm/ha^*hr

Fuente: Ledesma *et al.* 2004

5.11.2 Factor erosionabilidad del suelo (K)

El término erosionabilidad del suelo, señala la susceptibilidad de un suelo particular a ser erosionado. El factor K se define como la tasa de pérdida de suelo por cada unidad adicional de EI_{30} cuando permanecen constantes e iguales a 1 la longitud (L) y grado de la pendiente (S), la cobertura vegetal o manejo del cultivo (C) y las prácticas mecánicas de conservación (P). El factor K se expresa en $t.ha.h.ha^{-1}MJ^{-1}mm^{-1}$.

Wischmeier et al. (1971) elaboró un nomograma que permite evaluar el factor K usando cinco parámetros: % de limos + arenas muy finas; % de arena; % de materia orgánica; tipo de estructura y permeabilidad del suelo. Cuando no se dispone de datos necesarios para utilizar el nomograma, se puede calcular el factor K mediante la metodología propuesta por FAO (1980, citado por Figueroa *et al.* 1991). La FAO propone calcular el factor K a partir de la textura superficial y de la unidad de suelo a la que pertenece según la clasificación FAO/UNESCO. De acuerdo a la carta edafológica 1:50,000 clave F-13-B-15 que cubre la totalidad de Sombrerete, las unidades de suelo son las siguientes. En el cuadro 2 se enlistan los tipos de suelos y las asociaciones de suelos dentro de Val 3. Los valores correspondientes al factor K (erosionabilidad del suelo) se presentan a continuación en el cuadro 2 para cada unidad de suelo dentro de Val 3.

Cuadro 22 Valores del factor de erosionabilidad del suelo (K)

Tipo de suelo principal y asociaciones	Clave	Superficie (ha)	%	Factor K
Rendzinas	E/2	7199.00	31.82	0.02000
Rendzinas-Feozem háplico	E-Hh/2	466.75	2.06	0.02000
Rendzinas-Litosol	E-l/2	1086.00	4.8	0.03400
Rendzinas-Xerosol háplico	E-Xh/2	213.50	0.94	0.03370
Feozem háplico	Hh/2	1455.25	6.43	0.01300
Feozem háplico-Rendzina	Hh-E/2	1842.25	8.14	0.02000
Feozem háplico-Litosol	Hh-L/2	65.75	0.29	0.02000
Feozem háplico-Vertisol crómico	Hh-Vc/2	6.50	0.03	0.03770
Feozem háplico-Xerosol háplico	Hh-Xh/2	4435.75	19.61	0.03770
Feozem lúvico-Feozem háplico	HI-Hh/2	947.50	4.19	0.01300
Feozem lúvico-Xerosol lúvico	HI-XI/1	581.50	2.57	0.02500
Castañozem lúvico	KI/2	366.25	1.62	0.04000
Litosol-Rendzinas	L-E/2	169.25	0.75	0.02000
Litosol-Feozem háplico	L-Hh/2	2247.75	9.94	0.02200
Litosol-Regosol calcárico	L-Rc/2	5.00	0.02	0.02000
Regosol calcárico	Rc/2	34.25	0.15	0.02000

Regosol calcárico-Xerosol háplico	Rc-Xh/2	55.75	0.25	0.03770
Regosol calcárico-Xerosol lúvico	Rc-Xl/2	225.75	1	0.03700
Regosol eutrítico- Litosol	Re-l/2	156.75	0.69	0.03400
Vertisol crómico	Vc/3	37.00	0.16	0.02600
Vertisol crómico-Feozem lúvico	Vc-Hh/3	67.75	0.3	0.20300
Vertisol crómico-Xerosol lúvico	Vc-Xl/3	463.75	2.05	0.02600
Vertisol crómico-Yermosol calcárico	Vc-Yk/3	81.00	0.36	0.02600
Xerosol háplico	Xh/2	8.25	0.04	0.07900
Xerosol háplico-Xerosol calcárico	Xh-Xk/2	6.25	0.03	0.07900
Xerosol lúvico	Xl/3	92.75	0.41	0.02600
Xerosol lúvico-Vertisol crómico	Xl-Vc/2	219.00	0.97	0.07900
Xerosol lúvico-Xerosol calcárico	Xl-Xk/2	53.25	0.24	0.07900
Yermosol calcárico-Xerosol lúvico	Yk-Xl/2	32.50	0.14	0.07900
S u m a s :		22,622.00	100	1.15880

Elaboración en base a información de Ledesma *et al.* (2004)

5.11.3 Factor longitud e inclinación de la pendiente (LS)

La erosión del suelo aumenta conforme la longitud del terreno (L), en el sentido de la pendiente, aumenta y la inclinación de la superficie (S) se hace mayor. La longitud de la pendiente (L) se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial hasta el punto donde la pendiente decrece de tal manera que empieza a existir sedimentación o, hasta donde el agua de escorrentía entra a un canal bien definido, terraza o zanja de desviación.

El factor L se define como: $L = (\lambda/22.1)^m$

donde:

λ = longitud de la pendiente en metros

m= exponente que depende de las interacciones entre la longitud con la inclinación, propiedades del suelo, tipo de vegetación y prácticas de conservación.

En el cuadro 3 se enlistan los cuatro rangos de inclinación de la pendiente que fueron considerados para el cálculo del factor S en el Valle de Sombrerete.

Cuadro 23 Rangos del factor longitud e inclinación de la pendiente (LS)

Rango de pendiente	Superficie ha.	%	Observación	Uso aparente
0 a 2 %	62966.15	56.843	Sensiblemente plano	Agricultura
2 a 5 %	31425.33	28.369	Suavemente inclinado	Agricultura
5 a 15 %	11850.59	10.698	Pendiente inclinada o moderadamente escarpado	Agricultura
15 a 25 %	2698.46	2.436	Relieve suavemente escarpado	Pecuario
> 25 %	1832.23	1.654	Escarpado	Pecuario

Fuente: Ledesma et al. (2004)

5.11.4 Factor cubierta vegetal (C)

En el cuadro 5 se presentan los valores del factor C de cobertura vegetal, los cuales fueron fotointerpretados con pares estereoscópicos de marzo de 1997, en escala 1:75,000. En la superficie estudiada del ejido, la agricultura abarca 12,916.75 ha, básicamente en un esquema de monocultivo de frijol. y el área utilizada como agostadero abarca 9,730 ha de terrenos cubiertos con matorrales y pastizales (crasi-rosulifolios espinoso, matorral espinoso, matorral inerme y subinerme, nopalera y pastizal). En el cuadro se muestran los valores de la cubierta vegetal (C) y el uso actual del suelo.

Cuadro 24 Valores de cubierta vegetal (C)

Uso del suelo o tipo de vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje de acuerdo al total (ha)	Valor de C	Uso actual
Agricultura	12,916.75	57.03	0.14 – 0.46	Agricultura
Crasi-rosulifolios espinoso	17.00	0.08	0.01	Pastoreo
Matorral espinoso	1,945.00	8.59	0.01	
Matorral inerme y subinerme	2,074.50	9.16	0.01	
Nopalera	1,205.50	5.32	0.04 -0.14	
Pastizal	4,488.00	19.82	0.03 -0.04	
S u m a s :	22,646.75	100		

Fuente: Elaboración propia por fotointerpretación de fotografías aéreas y basando valor de C en Ledesma et al. 2004

5.11.5 Valores de la tasa de erosión hídrica potencial (a)

En el cuadro se presentan los grados de erosión hídrica potencial y en la figura se hace su representación en el mapa obtenido mediante la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS).

Cuadro 25 Grados de erosión hídrica en el Ejido Miguel Auza

Grado de erosión	Perdida de suelo (tonha ⁻¹ año ⁻¹)	Superficie (ha)	%
No manifiesta o nula	< 5	10,828.50	47.81
Leve	> 5 a 10	3,436.50	15.17
Medianamente leve	> 10 a 15	1,860.75	8.22
Media	< 15 a 20	1,158.25	5.11
Medianamente fuerte	< 20 a 25	822.00	3.63
Fuerte	< 25 a 30	645.75	2.85
Muy fuerte	> 30	3,895.00	17.20
S u m a s (Superficie total estudiada):		22,646.75	100.00

Fuente: Elaboración propia en base a datos digitales de Ledesma, *et al.* (2004)

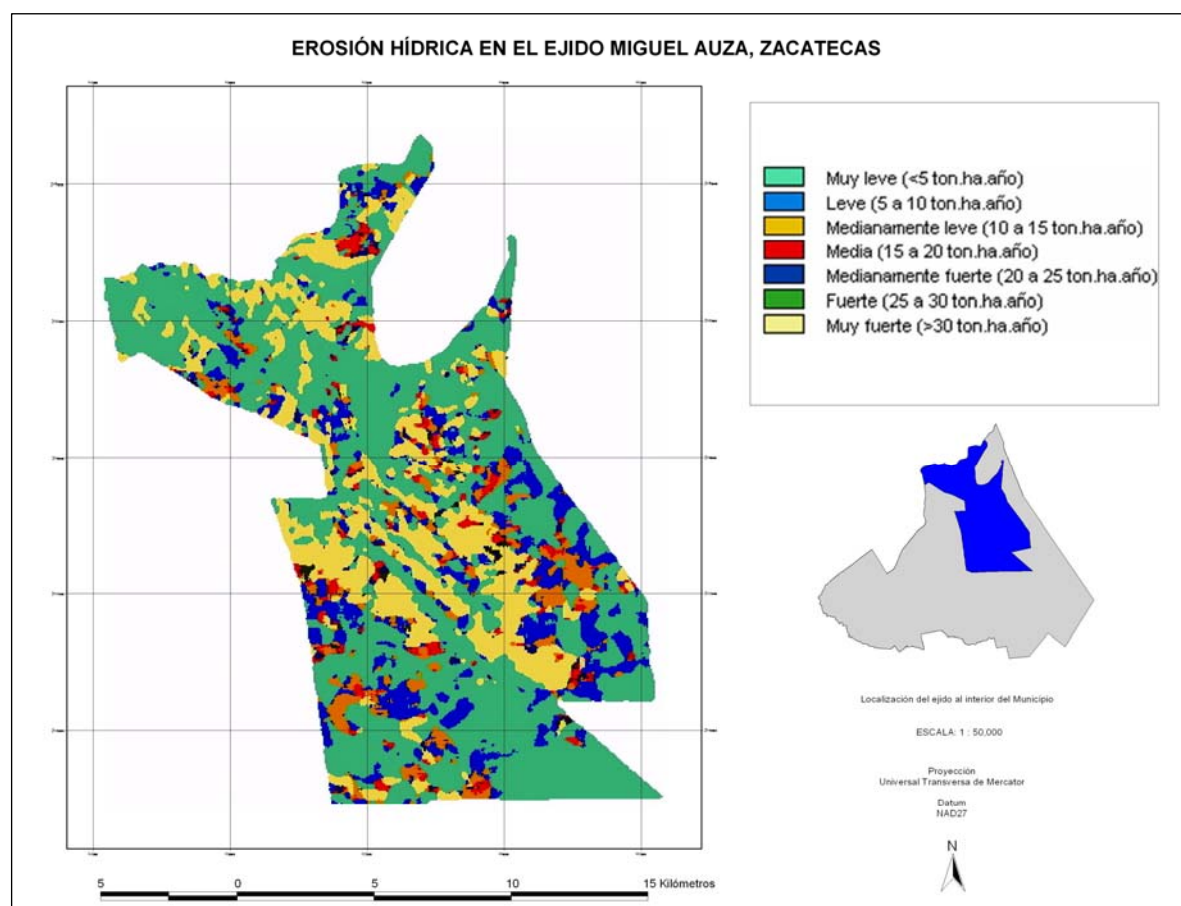


Figura 15 Mapa de erosión hídrica potencial en base a EUPS
Fuente: Elaboración propia en base a valores digitales de Ledesma et al. (2004)
Nota: Ver ampliación en el anexo

Para la evaluación de la erosión potencial realizada en el presente estudio, se utilizaron los seis rangos sugeridos por la FAO (1997) para la erosión hídrica: muy leve (menor a 5 ton/Ha/año), leve (5-10), medianamente leve (10-15), media (15-20), medianamente fuerte (20-25), fuerte (25-30) y muy fuerte (mayor a 30), mismos que se describen a continuación:

No manifiesta o nula (< de 5 tonha⁻¹año⁻¹)

Se refiere a aquellos terrenos donde no es apreciable evidencia de erosión o cuando presentan pérdidas de suelo de 5 ton.ha⁻¹año⁻¹, este grado de erosión puede considerarse como no manifiesta, ya que la pérdida de suelo por concepto de la erosión hídrica, en éste caso es considerada como permisible, ya que queda equilibrada con la tasa anual de formación de suelo en el predio. Estos terrenos aún sustentan vegetación natural (destacando pastizales y matorrales), ésta situación abarca 10,828.50 ha del ejido.

Leve (>5 a 10 tonha⁻¹año⁻¹)

En este caso tenemos 3,436.50 ha que corresponden a terrenos agrícolas con un alto nivel de productividad, pues sus condiciones físico-biológicas están intactas, sin embargo ya empiezan a dar muestras de su erosión y pérdida de su potencial productivo. Con la modificación del sistema de producción (reducción de labranza, surcos al contorno, adiciones de materia orgánica, rotación de cultivos, entre otras), están en condiciones de recuperarse.

Medianamente leve (>10 a 15 tonha⁻¹año⁻¹)

Estos suelos ya muestran evidencias claras de erosión, su potencial productivo va a la baja, pues sus condiciones físico-biológicas ya se encuentran parcialmente afectadas. En este caso tenemos 1,860.75 ha, que corresponden a terrenos agrícolas, que tienen un nivel de productividad bastante reducido, por que sus condiciones físico-biológicas están destruidas (daños en la estructura y composición del suelo, encontrando una clara disminución de partículas de arcillas y limos, muy bajo contenido de materia orgánica) y ya muestras evidencias de canalillos e inicio de cárcavas. Su recuperación es posible haciendo un cambio estructural en el sistema de producción, reduciendo al máximo la labranza, realizando pequeñas obras (bordos al contorno, terrazas de formación sucesiva, corrección y cabeceo de cárcavas), cambiar los cultivos de surcos por cultivos de cobertera, entre otras prácticas.

Media (> 15 a 20 tonha⁻¹año⁻¹)

Estos terrenos, ya se clasifican de baja producción agrícola, por su bajo nivel de productividad, pues ya perdieron la mayor parte de las partículas finas, teniendo ahora una textura gruesa, ya no conservan la humedad, los nutrientes escasean y sus rendimientos están por debajo de la media de la zona. En este caso tenemos 1,158.25 hectáreas del ejido, que su recuperación exige un cambio completo del sistema de producción y la realización de medidas correctivas bastante drásticas y caras. Aún pueden utilizarse en agricultura, pues tienen remedio, tarea que requiere de mucho trabajo para elevar su potencial productivo y se hace necesario reducir al máximo su labranza, con cultivos de cobertera y una vez cosechados dejar buena parte de la paja, para proteger al suelo durante la temporada de secas, cuando no hay cultivo.

Medianamente fuerte (de 25 a 30 tonha⁻¹año⁻¹)

Esta condición es semejante a la anterior, pero con niveles más bajos de productividad, pues el suelo está al límite de agotar su potencial productivo, su recuperación demanda de un mayor esfuerzo y la aplicación de grandes cantidades de recursos, que el propietario del terreno, a veces ya no está en condiciones de aportar para su corrección. El sistema de producción exige cero labranza, cultivos de cobertera, rastrojos en el terreno, adición de materia orgánica, excluir completamente la entrada del ganado y realizar en forma permanente obras de corrección. En este caso tenemos 822 ha del ejido.

Fuerte (25 a 30 tonha⁻¹año⁻¹)

En estos suelos ya ha sido destruido su potencial productivo, ya no es posible realizar agricultura a niveles ni de subsistencia; desde el punto de vista del productor lo más barato es su abandono, pues exige demasiadas inversiones para su recuperación y él ya no está en condiciones de erogarla. En estos casos lo más conveniente sería, además de construir obras, sembrar en lo posible las especies forestales que antaño vegetaban para su recuperación, sería conveniente excluir estas áreas del pastoreo cuando menos unos 5 años, para que la naturaleza ayude a restaurar las condiciones naturales. Tenemos en este caso 645.75 ha del ejido.

Muy fuerte (<30 tonha⁻¹año⁻¹)

En esta situación tenemos 3,895 ha que necesariamente tienen que abandonarse a cualquier actividad agrícola, no únicamente desde el punto de vista de escasa productividad y económico, sino desde una visión ecológica, que demanda de acciones de gobierno para su recuperación, su abandono agrícola necesariamente tiene que ir emparejado a labores de recuperación y sobre todo de restauración de una cubierta vegetal protectora. En condiciones de terrenos con mayores niveles de pérdida de suelos, es una tarea que debe estar contemplada en los planes de gobierno para su atención, pues toda acción correctiva a estos niveles

demandaría de la participación de los tres niveles de gobierno (Municipal, Estatal y Federal), para aportar los recursos y los trabajos necesarios para esta gran obra.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

6.1 Predicción de pérdidas de suelo

Con la metodología utilizada se encontro que de las 22,646.75 hectáreas estudiadas en el Ejido Miguel Auza, 10,828.50 ha (47.81%), no presentan erosión hídrica, estando cubiertas por vegetación natural (pastizal, nopalera, matorral inerme y subinerme), las cuales están siendo aprovechadas como agostadero, con cargas animal altas, pero aun no están deterioradas y el suelo conserva sus características naturales (estructura y actividad biológica).

En este caso seria recomendable, promover la construcción de potreros, con la finalidad de distribuir adecuadamente la carga animal y respetar los índices de agostadero, reduciendo la presión sobre la vegetación y el suelo.

Por otro lado, también es deseable realizar un manejo adecuado de los agostaderos a fin de controlar especies invasoras no deseables, como gatuños y alcaparra.

Así mismo, encontramos 3,436.50 hectáreas (15.17%) y 1,860.75 ha (8.22%) de terrenos que presentan erosión leve y medianamente leve respectivamente, superficies que ya dan muestra de presencia de erosión y de afectación de su potencial productivo, por la pérdida del estrato superior del suelo, por que están siendo utilizados para agricultura de cultivos de secano.

En estos terrenos es necesario implementar acciones de control de la erosión, que por el daño actual, pudieran restaurarse con relativa facilidad y baja inversión.

Se sugiere realizar el establecimiento de cultivos agrícolas, sobre un trazo de curvas a nivel y en terrenos con pendiente suave, construir terrazas de formación sucesiva siguiendo las curvas de nivel, pastizando los bordos y de ser posible plantarlos con nopal y maguey.

Asimismo, incorporar el uso de pileteadoras, a efecto de disminuir la erosión por canalillos, favorecer la infiltración y realizar cosecha de agua (ver fotografías 1, 2, 3, y 4).



acii construcción y bajo costo, que han sido adoptadas ya por muchos campesinos del Estado y se han convencido de sus ventajas en relación a la “cosecha” de agua y a la reducción de la erosión por canalillos en terrenos con ciertos niveles de pendiente.

Por otro lado, existen 1,158 ha (5.11%) de la superficie del ejido que presentan erosión hídrica “media”, los cuales deben incorporarse a un programa de rotación de cultivos, alternando cultivos de cobertera con los de hileras y en este caso incluir el uso de pileteadoras. Asimismo,

debieran realizarse el trazo de terrazas de formación sucesiva como en el caso anterior.

Finalmente, existen 822 ha (3.63%), 645.75 (2.85%) y 3,895 (17.20%) que presentan grados de erosión medianamente fuerte, fuerte y muy fuerte, las cuales sumándolas, superan el 23% de la superficie estudiada del ejido, entrando a la denominación de tierras misceláneas, las cuales ya no son aptas para agricultura. Siendo en estos casos muy costosa su rehabilitación.

Es aconsejable promover en principio la pastización de estos terrenos, a fin de reintegrar una cubierta vegetal permanente, excluyendo estas superficies del pastoreo, por lo menos durante dos años a efecto de restituir su estabilidad superficial. Posteriormente, y de preferencia dentro del periodo de exclusión, sería importante promover su reforestación con especies nativas.

6.2 Erosión

Las causas principales de la erosión en terrenos del ejido, son el uso exagerado de maquinaria durante el ciclo agrícola; el generalizado monocultivo de frijol; el que las parcelas se encuentran desprovistas de una cubierta vegetal protectora, por más de 200 días del año, estando expuestas a la acción del viento; la costumbre de meter ganado en las parcelas durante la temporada de secas que consume prácticamente cualquier rastrojo dejado en el ciclo de cultivo anterior, entre otras.

Razón por la que se hace urgentemente necesario, emprender un programa de capacitación y sensibilización, para promover medidas de conservación de suelo, las cuales en principio pudieran iniciarse, demostrando a los ejidatarios las bondades de la labranza mínima, que con su adopción pueden tener un ahorro significativo en los costos de preparación de su parcela, lo que redundaría en su economía y a la vez se reduciría la erosión. Es de resaltar que de acuerdo a las experiencias

en zonas áridas, es muy difícil aplicar labranza de conservación, en virtud a que tanto el campesino como el ganado, rivalizan por aprovechar los esquilmos agrícolas.

A continuación se citan algunas otras acciones de conservación, que por ser económicas, pudieran estar al alcance del agricultor promedio:

Establecimiento de cortinas rompevientos y cercos vivos. Hay muchas experiencias en el ámbito mundial, que hablan de los buenos resultados que se consiguen en el control de la erosión eólica, con la construcción de cortinas rompevientos en áreas agrícolas y rurales. Los cercos vivos también son una acción alternativa y pudieran ser atractivos para la mayoría de los campesinos, pues solamente constan de una a dos líneas en su establecimiento, lo que representa que afectan menos superficie, siendo éste uno de los argumentos limitativos, para su adopción.

En los agostaderos estas plantaciones, también traerían atractivos para el campesino; haciendo mención al dicho coloquial, “los árboles son el sombrero del ganado”, premisa que es cierta, si consideramos que un animal expuesto a las inclemencias del clima se debilita; el ganado a la acción de la insolación, gasta energía a través de la sudoración para compensar su temperatura y durante la temporada de frío, el ganado gasta energía en calentarse. En ambos casos, la pérdida de energía repercute en una baja en la producción y en la economía del campesino.

Rotación de cultivos. Cada año los ejidatarios se convencen más que el monocultivo de frijol no les es rentable, ya hay algunos ejidatarios que han realizado plantación de nopal tunero y manifiestan que ese cambio les ha traído beneficios, labor que está siendo imitada por varios campesinos. Además a diferencia de otras localidades, las tierras ejidales colindan con los campos menonitas, donde se desarrolla ganadería estabulada, la cual demanda de grandes volúmenes de forrajes (realizando su adquisición en la Comarca Lagunera). Razón por la que una rotación de cultivos, incluyendo cebada, avena o sorgo, bien pudiera ser atractivo para los ejidatarios y a la vez con estos cultivos de cobertera se protegería el suelo.

Establecimiento de cultivos en fajas.- Esta acción también sería posible promover, ya que de esa manera se protegería el suelo, realizando siembras en fajas alternas de frijol y gramíneas, que como en el caso anterior, también tienen demanda local.

Terrazas de formación sucesiva. Con algo de capacitación y con ayuda de su tractor, el agricultor pudiera construir este tipo de terrazas sobre todo en terrenos agrícolas que tienen algún grado de pendiente, son económicas, pues basta pasar al arado de discos 2 a 6 veces (dependiendo del tipo de suelo y su profundidad), para levantar los bordos y es relativamente fácil coleccionar semillas de pastos nativos, para establecer sus semillas sobre los bordos para estabilizarlos, además de que está al alcance casi de cualquiera, conseguir pencas de nopal o hijuelos de maguey, para plantarlos en los bordos, ya que casi en todo el estado vegetan en forma silvestre.

Sabedores de que la erosión sólo es un efecto de la crisis por la que atraviesa el campesino, es importante hacer un llamado a su conciencia y convencerlo de trabajar para evitar el deterioro de sus tierras, ya que a pesar de lo que dicen muchos intelectuales, el campesino seguirá siendo agricultor; pues los ejidatarios al menos en esta localidad (y prácticamente en toda la región frijolera), tiene un marcado apego a su tierra, pues es de observarse que la mayoría de los ejidatarios, aunque se vayan a trabajar de braceros, regresan a su parcela antes de la temporada de lluvias, o mandan dinero a sus familiares, para realizar la siembra y raras son las parcelas que se quedan sin sembrar.

6.3 Uso de la maquinaria agrícola

Como ha quedado establecido en el Ejido Miguel Auza, existe un uso exagerado de maquinaria agrícola e implementos de labranza, habiendo contado hasta 14 intervenciones en un ciclo agrícola para el cultivo de frijol, utilizando el tractor, desde la siembra hasta la cosecha.

Siendo normal que el agricultor en el ejido lo utilice al menos 12 veces, realizando labores de preparación (arado, cruza, viga para desterronado, rastreo y borra huella), siembra, dos cultivos, piqueada, corta del frijol, pavo o alomilladora y cosecha.

Lo que ocasiona que el suelo, una vez terminada la cosecha, quede completamente “desmenuzado” y “desnudo” en su superficie. Desprotegido así de una cubierta por los ocho próximos meses, se hace fácil pasto de la erosión eólica.

Las necesidades de investigación agrícola básica, se hacen presentes en toda la región frijolera. Ya que las variedades de frijol utilizadas son criollas, de hábito de crecimiento postrado, dificultándose los intentos de mecanización en la operación de cosecha, haciéndose indispensable realizar el mejoramiento genético, incorporando materiales parentales de hábito erecto (como lo son la mayoría de las variedades utilizadas en EUA), lo que permitiría utilizar la trilladora, la cual facilitaría, por un lado las labores de cosecha y por otro ayudaría a reducir al menos dos intervenciones del tractor agrícola, e indirectamente se coadyuvaría a evitar el uso de la perniciosa barra de corte.

La utilización de la barra cortadora de frijol, es quizás el implemento más dañino, pues su uso se da al final del ciclo de cultivo, dejando al suelo superficial suelto, y una vez realizada la cosecha, desnudo (sin una cubierta protectora). Esta práctica fue motivada por un esfuerzo del agricultor, para mecanizar la fase del corte del frijol y reducir la mano de obra. Labor que antaño se hacía arrancando manualmente la planta de frijol, con un alto consumo de jornales y bajo rendimiento.

Según los ejidatarios, este implemento fue diseñado y fabricado artesanalmente en los campos Menonitas (quienes sufren semejantes problemas de erosión en sus terrenos agrícolas, únicamente con la variante que ellos si practican la rotación de cultivos en forma periódica, con cultivos de cobertera).

Por otro lado, existe la costumbre de introducir el ganado a las parcelas a partir del mes de enero, estos consumen cualquier resto de paja o rastrojo, dejado durante la cosecha anterior. Lo que motiva a que el suelo quede completamente desnudo; por otra parte, el pisoteo del ganado destruye el encostramiento que pudiera haberse formado con las aguas-nieve (que suelen presentarse a fines o a principio del año), quedando de nueva cuenta el suelo suelto en su superficie y en riesgo de erosionarse.

Pero no todo es malo, hay algunos productores que han dejado de sembrar frijol y se han aventurado a plantar nopal y empiezan a recibir sus frutos y lo mejor, hay algunos que ya los están imitando. El problema será cuando saturen el mercado local de tuna y nopalito, y entonces, volverán al frijol, si no hay alternativa.

Otros dejaron de voltear sus tierras con el arado, utilizando ahora un implemento construido en la zona, que es una reja de clavos (soleras de 25 a 30 cm) y también observan que su cosecha no desmerece en comparación con los que si la voltean y que para desgracia de ellos, gastan más.

Esta decisión que han tomado de reducir sus costos de producción, definitivamente es una estrategia propia, que les puede dar seguridad, pues ahorran aproximadamente el 30 % de los gastos de cultivo, conservando además su tractor y reduciéndolos gastos de combustibles, mantenimiento y reparación, lo que a su vez representa una ventaja competitiva con el resto de los agricultores que continúan haciendo el volteo o barbecho.

La vieja costumbre de aplicar e incorporar estiércol a las tierras, esta de nuevo en boga, y cada vez hay más imitadores, lo que necesariamente habla de un cambio verdadero y positivo para el suelo y recursos asociados.

6.4 Marco legal e institucional

Habiendo analizado el marco legal e institucional, que tiene relación con el problema de la erosión, se desprende que existen los preceptos legales e institucionales para hacer frente al problema de la erosión, sin embargo como producto de la encuesta, los productores reconocen que las acciones institucionales son reducidas e insuficientes. Y cuando existen, la mayor parte de las veces, éstos enfocan la atención del problema desde una visión tecnológica y no social.

Creer que la tecnología es la única clave para solucionar los problemas, es buscar la mayor parte de las veces soluciones caras y que no son accesibles para los productores y cuando estas son apoyadas financieramente por el gobierno, solo logran llevar sus beneficios a pequeños grupos y no al problema que se pretendía atacar en beneficio de todos.

Promover un programa de conservación de suelos en una región con problemas de degradación (agua, vegetación, fauna o cualquier otro recurso), su concepción y planeación, debe basarse y construirse sobre la participación de los dueños y poseedores del recurso, ya que los agricultores son los actores principales de la causa y la solución de la degradación. Son las personas claves en decidir no solo los usos que se imponen a la tierra, sino el que hacer cotidiano en el campo. Por lo tanto su implementación debe contemplar en forma sustantiva acciones sencillas, novedosas y probadas, que a la vez que ayuden a disminuir los efectos de la degradación, incidan en elevar la productividad de la parcela, este incentivo favorecerá en principio la cooperación social, cumpliéndose esta premisa el programa logrará una amplia participación de los productores y conforme avancen los trabajos, se motivara su apropiación de las medidas propuestas.

Ejemplo de esto es el programa de la SAGARPA, que promueve desde hace algunos años, el uso de pileteadoras, implemento por demás económico y de fácil utilización, que con su uso, los agricultores logran cosechar grandes volúmenes de agua de lluvia en sus parcelas, lo que repercute en que sus cultivos no sufran del estrés de sequía y aumenten su producción. Además de lograr el propósito del programa, disminuir la escorrentía del agua de lluvia y la erosión del suelo, se está beneficiando en forma directa a los productores, pues mejoran su ingreso familiar y su economía. Por lo cual la aceptación de este programa, esta en franco crecimiento, pues no solo se esta deteniendo la erosión, sino que se está modificando el manejo de la tierra.

En este enfoque los técnicos y especialistas, deben clarificar al agricultor que los beneficios

Otro ejemplo exitoso (aunque bastante caro), son las unidades MIRZA (manejo integral de recursos de zonas áridas), proyecto con el que han logrado organizar a los ganaderos, reestructurar y reglamentar el uso de los agostaderos y destinar una porción de éstos a los trabajos de construcción de cercos para la exclusión de ganado, terrazas y plantaciones a nivel, logrado frenar la erosión y promover el uso sustentable de recursos naturales, demostrándole al campesino las bondades de la exclusión del ganado, para propiciar la recuperación de los agostaderos, los cuales, una vez en condiciones, podrán ofrecer mayores ventajas y elevar su productividad, lo que repercutirá en beneficio de los productores y sus familias. Haciéndose necesario ampliar los trabajos de divulgación de esos resultados y promover visitas para los productores de la región, con la finalidad de sensibilizarlos sobre las bondades de estas medidas para atacar los problemas de erosión.

No así en el caso de las sembradoras de precisión, los cuales son equipos de muy alto costo y que por falta de capacitación a los productores, estos equipos se están subutilizando y en los casos en que estas disponen de computadoras integradas, se han visto por demás subutilizadas.

Por otro lado, para el presente año, se han importado y distribuido para el estado, semillas de frijol negro, presentándose graves afectaciones de antracnosis, tizones y royas, dadas las condiciones de precipitación y alta humedad ambiental y trayéndose una variedad no validada a las condiciones del estado.

En el caso de la SEMARNAT y el Gobierno del Estado, han elevado sensiblemente los niveles de producción de los viveros oficiales, con fuertes produciendo anualmente más de 3 millones de árboles, utilizando contenedores de 70 a 100 cm³ de capacidad, utilizando como sustrato

mezclas de turba, agrolita y vermiculita y agregando fertilizantes y micorrizas adecuadas, logrando elevar los niveles de productividad de los viveros, reduciendo sensiblemente los periodos de producción y eficientando el consumo de agua de riego. Como característica general de la planta producida, se logra un desarrollo vegetativo y radicular adecuado, pero en general se observan deficiencias en la lignificación del tallo.

Esta planta al ser llevada y establecida en campo, presenta bajos niveles de supervivencia, debido a que los suelos donde se plantan, están bastante degradados y presentan bajos niveles de materia orgánica, por lo que pierden fácilmente su contenido de humedad, debilitándose los árboles plantados, por estrés causado sequía. Además que la planta recibe un choque de alcalinidad, pues el sustrato donde son producidos tiene un pH neutro y la mayor parte de los terrenos del semidesierto tienen pH cercano a 8.

Este año la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), ha realizado la siembra aérea de semillas peletizadas (con resinas higroscópicas, fertilizantes y promotores de crecimiento), en varias localidades del Estado, siendo un año en el cual se han presentado condiciones de humedad extraordinarias, este trabajo pudiera fracasar, en virtud a que el método no fue validado a las condiciones edáficas del Estado, por lo que se presume una escasa supervivencia.

Haciéndose necesario retomar los trabajos de reforestación, en principio utilizando las especies adecuadas, con un cepellón de mayor volumen y efectuando los trabajos de reforestación con una amplia participación de los productores.

7. CONCLUSIONES

Definitivamente se puede concluir que sí hay una relación directa entre el nivel educativo de los productores y la conservación de suelos y de otros recursos asociados; Conocimiento, quizás como parte de la explicación de su problemática cotidiana y sus acciones de tratar de frenar o corregir los fenómenos erosivos, tienden a ser más frecuentes.

Para varios productores el problema de la erosión pareciera serles ajeno, y tal parece, que ya están hechos a la idea de adaptarse a sus efectos.

Cualquier cambio en el entorno agrícola del productor, que se requiera implementar para la conservación de suelos o para disminuir la erosión, tiene necesariamente que contemplar un beneficio a corto plazo para el productor, ya sea que este cambio, represente una economía en el establecimiento del cultivo o redunde en un aumento en la producción, amen que es imprescindible que él participe activamente en los trabajos promovidos por las instancias de gobierno y obtenga su pago por los jornales realizados.

En el Ejido Miguel Auza la producción, la mayor parte de los años, se ve afectada a causa de la escasez de precipitación, y al estrés de sequía que sufre su cultivo. Haciéndose necesarias acciones para aumentar la cosecha de agua en las parcelas y para conservar la humedad del suelo.

El campesino aparte de producir alimentos y entrar en el juego de subsidio campo-ciudad, indirectamente trabaja para captar carbono de la atmósfera, situación que a él no pareciera beneficiarle, pero que sí reviste grandes beneficios a todos y requiere de especial atención.

Los campesinos en general han dejado los sistemas tradicionales de aprovechamiento de los recursos naturales, abandonando la práctica ancestral de cultivos combinados (maíz, frijol, calabaza, haba, etc.), práctica que permitía el aprovechamiento del suelo de una manera sostenible al propiciar una mejor distribución de los sistemas radicales a diferentes niveles de profundidad del suelo, según el hábito de crecimiento de los cultivos a asociar. Este abandono de las prácticas “tradicionales” fue motivado por el sistema de producción impuesto por las diferentes instancias del gobierno, ya que se condicionaba el otorgamiento de crédito, seguro agrícola, semillas y fertilizantes, solo para ciertos cultivos, lo que al paso del tiempo obligo al productor a no realizar siembras de cultivos asociados.

En muchas zonas del Estado, es raro ver a un campesino utilizando la yunta, utiliza en forma generalizada los tractores agrícolas (entre más grandes mejor). Pareciera que se ha creado una cultura en la utilización de los recursos naturales renovables, donde el satisfacer las necesidades es más importante que conservar, no importa mucho si se agota el suelo, si desaparece la fauna silvestre, o si ya no hay leña que aprovechar en la localidad.

El monocultivo de frijol, en su momento le permitió al campesino sobrevivir. El esquema auspiciado por el gobierno fijaba un precio de garantía, le otorgaba crédito, seguro y asesoría, le subsidiaba semillas, fertilizantes y se encargaba de venderlo. En los últimos años, en los que los subsidios a la producción casi han desaparecido, en donde no hay precio de garantía y ya no es fácil acceder a créditos agropecuarios, ni al aseguramiento por el gobierno, el campesino aplicó la estrategia, de recortar el paquete tecnológico, redujo o dejó de utilizar fertilizantes y poco a poco se ha dado cuenta que el monocultivo de frijol ya no es como

era antes. Sin embargo, sigue sembrándolo por tradición o pareciera tener miedo al fracaso, por lo que se resiste al cambio.

Definitivamente se requiere de una modificación estructural en la forma de cultivar la tierra. Algunos campesinos ya lo han visto, sin embargo las inercias siguen dominando. Algunos buscan cultivos alternos, probando avena, cebada, nopal, durazno y aunque las cosechas pueden tener mejores rendimientos, el bajo precio y sobre todo la incertidumbre de mercado domina, para continuar con el monocultivo de la leguminosa.

El futuro de la zona frijolera de Zacatecas está drásticamente dibujado para el campesino, mientras que en el Ejido Miguel Auza y en varias partes del país, los jornales empleados para cultivar frijol es de 15 a 30 jornales/ha, los agricultores americanos utilizan 0.7 jornales/ha, y están a ojos vistos, interesados en seguir produciendo no solo frijol negro, sino cultivar frijoles pintos, viendo que en unos cuantos años, el déficit de producción de México, será una ventana importante de mercado para su producción. Ya que para el país y en especial para Zacatecas, será muy difícil ampliar la frontera agrícola actual y si está se realizara, sería lapidando muchos recursos naturales. El crecimiento demográfico que registra México, define una demanda de frijol cada vez más insatisfecha lo que obligara a establecer un sistema de agricultura sustentable, con cultivos de alternativa y realizar la reconversión productiva de muchas tierras hacia la ganadería.

8 LITERATURA CITADA

Ago, Hideo. A. Kessler 1996. El enfoque de planificación participativa para enfrentar la degradación de tierras en América Latina. FAO, Redes de Cooperación Técnica. Santiago de Chile, p 1-15
[//www. rlc.fao.org/redes/redlach/bol3.htm](http://www.rlc.fao.org/redes/redlach/bol3.htm).

Amante O., A. 1993. Control de erosión eólica con barreras rompevientos de nopal (*Opuntia spp.*). Manejo y conservación del suelo y el agua. J. F. Ruiz, F. (editor) Montecillo, Edo. Mex. pp. 420-426

Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos. 2003. Madrid España, <http://www.aeac-sv.org/html/agricultura.html>

Bennett Hugh, H. (1965). Elementos de conservación de suelos. México Fondo de cultura económica pp 57-79, 81-99, 187-228 y 360-379.

Bezkorowajnyj, P.G., A.M. Gordon,. and R.A. McBride. 1993. The effect of cattle foot traffic on soil compaction in a silvo-pastoral system. Agroforestry Systems, Dordrecht, 21(1). pp.1-10.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 1982. Economía Campesina y Agricultura Empresarial (tipología del agro mexicano) Capítulo 3 Editorial Siglo XXI México M.D. R.P.

Colegio de Postgraduados. (1977) Manual e Instructivo de Conservación del Suelo y Agua. Chapingo México. p 1-558

Comerma J.A., Larralde A.R. y Soriano J. 1971. Aumento de la productividad agrícola a través de los trabajos de conservación de suelos. CIDIAT Mérida Venezuela. Agronomía Tropical 23(1). Caracas, Venezuela. "Primer Seminario Latinoamericano FAO/PNUD "Evaluación Sistemática de los Recursos de Tierras y Aguas". México 8-14 Nov. 1971. pp. 95-113.

Del Amo R., S. Ramos P., J. M. 1994. Desarrollo Sostenible. Pronatura, A. C. México, D. F. 48 p

Departamento de Agricultura de los EE.UU. de A. Servicio de Conservación de suelos (1977) Manual de Conservación de Suelos (A.I.D) Editorial LIMUSA. México. pp 1-69.

Díaz, B. J. E. 1985. Algunos Principios de la Participación. Participación y Sociedad. Editorial Búsqueda, primera edición. Buenos Aires, Arg. pp. 73-77

Esquel, Grupo. 1989. Campesinos y pequeños productores: Enfoques y Definiciones en la Perspectiva del Desarrollo Rural. Seminario La Economía Campesina: Crisis, Reactivación y Desarrollo. Fausto Jordan (Compilador). Colección de Investigación y Desarrollo No. 19. San José de Costa Rica. pp. 29-37

FAO. 1993. Desarrollo Agropecuario. De la dependencia al protagonismo del agricultor. Serie de Desarrollo Rural No. 9. pp. 27-36.

FAO. 2001. Las formas de labranza convencionales erosionan el terreno. Conferencia Internacional sobre Agricultura de la Conservación. (Madrid, 1-5 octubre 2001)

FAO. 2002. Conservation Agriculture Matching Production with Sustainability
http://www.fao.org/ag/AGS/AGSE/agse_s/general/OBJECT.htm

FAO. 2002. Labranza de conservación ¿fin del arado?
<http://www.fao.org/noticias/2000/000501-s.htm>

FAO and ECAF. 2001. World Congress on Conservation Agriculture: a Worldwide Challenge Organised by the Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), and the European Conservation Agriculture Federation (ECAF). Madrid, Spain
http://www.ecaf.org/Congress/Latest_news.htm

FAO. 2001. Labranza cero, cuando menos es más
<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0101sp1.htm>

FAO. 2001. La labranza cero es una alternativa respetuosa con el ambiente. Conferencia Internacional sobre Agricultura de la Conservación. Comunicados de prensa 01/59.

FAO. 1996. Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación del suelo Roma. pp 39-73

FAO. 1995. Dimensions of need: An atlas of food and agriculture. Rome. p. 16-98.

Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAF).
<http://www.ecaf.org>

Figueroa S. B., A. Amante. O., T. H. Cortés , G., L. Pimentel, J., C. J. Osuna, C. J. M., Rodríguez, O. J. M., Morales, F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. pp. 3-6 y 9-13, 23-32

Fynn, C. 1977. Manual de Conservación de Suelos. México, LIMUSA, p. 322

FIRA. 1996. La labranza de conservación para una agricultura sustentable. Boletín informativo No. 281. 28 p.

FIRA. 2000. La labranza de Conservación en México y apoyos de FIRA para su adopción

<http://www.agecon.okstate.edu/isct/labranza/guizar7novelo.doc>

FIRA. 2002. El cultivo del maíz y sorgo en labranza de conservación en la región del bajo. Boletín técnico. pp 1-14.

Foster A. B. (1997) Métodos aprobados en conservación de suelos. Editorial Trillas, México pp 709-729.

Galeano, G. A., 1997 Identificación y recuperación de practicas ancestrales y tradicionales con la comunidad campesina de cerrito Santander, Colombia. pp 16 y 17.

Galindo Cáceres Jesús. 1998. Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación. Addison Wesley Longman de México. pp 33-73.

Gallegos, V., C. 1989. Comportamiento de algunas propiedades físicas de un suelo laboreado bajo cuatro niveles de humedad en la Región del Llano, Ags. Tesis de Maestría en Ciencias Especialista en Edafología C. P. Montecillo Estado de México pp 4-13

García de M. Enriqueta. 1986. Apuntes de Climatología. México 5ª edición p 1-152

GEO3: Global Environment Outlook 3 (s/f)
[www. Rolac.unep.mx/geo/geo3/Spanish/fig65](http://www.Rolac.unep.mx/geo/geo3/Spanish/fig65)

Gobierno del Estado Libre y Soberano de Zacatecas. 1999-2003. 1º al 5º Informe de Gobierno.

Hernández, X. E. 1985. ¿Qué es la tecnología tradicional? Agricultura tradicional y desarrollo. <http://www.laneta.apc.org/pasos/txolo3.htm> pp

Hinrichsen, D., Robey, B., and U. D. Upadhyay. 1998. Soluciones para un mundo con escasez de agua. Population Reports, Serie M, No. 14. Baltimore,

Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program, septiembre de 1998.

http://www.jhuccp.org/pr/prs/sm14/sm14chap6_1.shtml

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 1998. Primer Foro "Agua, Suelo y Clima" Uruguay noviembre de 1998. <http://www.iica.org.uy/b03-5.htm>

January, A., R. Mars, D. Runsten, E., Sadovlet y C. Zabin. 1997. Impacto de la Crisis en la Economía Campesina de América Latina y el Caribe. Pp 108-111

Jordan, F., C. De Miranda, W. Reuben. Y S. Sepúlveda. 1989. Políticas y Programas de Desarrollo Rural. Seminario La Economía Campesina: Crisis, Reactivación y Desarrollo. Fausto Jordan (Compilador). Colección de Investigación y Desarrollo No. 19. San José de Costa Rica. pp. 239-247.

Kirkby, M. J., 1994. Erosión de Suelos. Editorial UTEHA. México. pp. 35-42.

Klusmann, C.K. 1988. Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. Plant Research Development, Tübingen, 27 :92-104.

Ledesma, M.J.C. 1995. Elementos para la definición de una propuesta de desarrollo rural en la franja frijolera de Zacatecas-Durango (El caso de la Unión de Ejidos Gral. Guadalupe Victoria de Durango). Tesis de Maestría p. 134.

Ledesma, M.J.C. 2003. Estudio básico para la elaboración de la cartografía de tierras erosionadas y ordenamiento territorial en la franja frijolera de Zacatecas (Estudio de caso Municipio de Sombrerete) CRUCEN, Zacatecas

Ledesma, M., J. C. 2001. Estudio de Diversificación Productiva para el Ejido Doroteo Arango, Municipio de Sombrerete. CRUCEN Zacatecas

Ledesma, M.J.C. 2003. Estudio de Diversificación Productiva, Municipio de Sombrerete. CRUCEN Zacatecas

Ley General de Desarrollo Sustentable. Diario Oficial de la Federación, febrero 2003.

Ley Estatal de Equilibrio del Ecológico y la Protección al Ambiente. Zacatecas Diario Oficial del Estado, marzo de 1990.

Masera, C. O. 1990. Crisis y Mecanización de la Agricultura Campesina. El Colegio de México. pp. 23-31.

Mata, G., B. 1994. Agricultura Campesina y Autogestión. Seminario de Agricultura Campesina. Martínez S., T., J. Trujillo S., F. Bejarano G. (Compiladores). C. P. Montecillo, Estado de México. pp. 99-110

Mata, G., B. 1998. Hacia Otro Modelo de Desarrollo Rural. Seminario Desarrollo Rural Sustentable. Experiencias, enfoques y perspectivas. Pedroza, S. A., J. Ruiz, T. y L. Alaníz, G. (Editores). URUZA Bermejillo Dgo. pp. 89-95

Molina G. J. (1991). Simposio Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México. C. P. México pp 1-158

Norman, D. Douglas, M. 1996. Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación del suelo. Serie FAO. Gestión de sistemas de explotación agrícola. Roma. pp. 12-22.

Ortiz. S., C. H. E. Cuanalo, C. 1978. Metodología del Levantamiento Fisiográfico. Colegio de Postgraduados. pp 13-73.

Pérez-Batallón P., Ouro G, Merino A. y Macías F., 1998. Descomposición de materia orgánica, biomasa microbiana y emisión de CO² en un suelo forestal bajo diferentes manejos selvícolas. Universidad de Santiago de Compostela Edafología. Volumen 5.
<http://edafologia.ugr.es/revista/tomo5/a83r.htm>

Portal C. J. et al., 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Editorial Mundi Prensa. Madrid pp 589-639 y 709-724

Pound. Barry 1997. Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América. Natural Resources Institute, Chatham, Kent ME4 4TB, UK pp 7-9 <http://www.lead.virtualcenter.org/es/ele/conferencia1/Pound7.htm>

Preciado. R., S., 1994. Mensajes de Inauguración. "Cooperación Social para el Desarrollo Sostenible de los Ecosistemas Forestales, 5º Simposium Bial México-Estados Unidos. Guadalajara, Jal. pp 5-8.

Ramírez, M. H. 1994. Sostenibilidad: ¿Cuánto? Cooperación Social para el Desarrollo Sostenible de los Ecosistemas Forestales, 5º Simposium Bial México-Estados Unidos, 1994. Guadalajara, Jal. pp. 19-23.

Rodríguez. 1987.

SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. México D. F. pp 389-390.

SAGARPA. 2003. Delegación Zacatecas. Costos de producción de frijol 2003.

SAGARPA. 2004. Delegación Zacatecas. Resumen de información de producción de frijol 2003.

SAGARPA. Delegación Zacatecas 2003. Resumen de información de producción de frijol 2002.

SAGARPA, 2001 Reglamento Interior. Diario Oficial de la Federación del 10 de julio 2001.

Sampat A. Gavande. 1982. Física de suelos. Editorial LIMUSA. México. pp 245-252 y 257-277.

SEMARNAP/INEGI, 1999 Estadísticas del Medio Ambiente, México 1997/Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1995-1996, INEGI, México, 1998.

www.semarnat.gob.mx/sniarn/suelos/cifras.shtml

SEMARNAT, 2003. Reglamento interior, Diario Oficial de la Federación, 21 de enero de 2003

Socorro C. A.R. (s/f). Prácticas fitotécnicas y complementarias de bajos insumos Cuba

http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloVII_practicas.htm

Stephen H. Spurr y Burton V. Barnes (1982) Ecología Forestal. AGT Editor. México. pp. 192-210

S.P.P., 1981. Síntesis Geográfica de Zacatecas. México pp 11, 105-116

Universidad de California Agricultura y Recursos Naturales. (s/f) La labranza con miras a la conservación es la tecnología del momento en la agricultura de California <http://ucanr.org/spanish/spstories/tierra.shtml>

Valdez Díaz, L.E. (s/f) Efectos de la labranza de conservación sobre la dinámica del agua dentro del potencial productivo de los cultivos. INIFAP, Fundación Produce Jalisco México.

www.funprojal.org.mx/proyectos/agricultura/48/17rlabranza.htm

Velásquez, M., A., H. de los Santos. P., T., Llanderal, O. 1994. Bases Científicas de la Sostenibilidad "Cooperación Social para el Desarrollo Sostenible de los Ecosistemas Forestales, 5º Simposium Bienal México-Estados Unidos, 1994. Guadalajara, Jal. Pp. 10-18.

Verduzco, G. J., 1976. Erosión Pobreza Mexicana. SAG, México 4ª. Edición p 20

Wruck Sp. W. 1993. La importancia de franjas silvestres arbóreas-arbustivas en zonas extensas agrícolas. Memoria del Primer Congreso Nacional sobre Manejo y Conservación del Suelo y Agua pp. 296-322.