

22
Sej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION
AGRICOLA ACTUAL LA EROSION, ALGUNAS
ALTERNATIVAS PARA SU PREVENCION.

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
JUAN JUAREZ CAMACHO

ASESOR: M. EN C. EDVINO JOSAFAT VEGA R.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

258749

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZA DE MEXICO
CUAUTITLAN

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.



AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual. La Erosión.
Algunas Alternativas para su Prevención.

que presenta el pasante: Juan Juárez Camacho
con número de cuenta: 7320520 - 3 para obtener el Título de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 29 de enero de 19 98

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
--	M. en C. Edvino J. Vega Rojas	
Cuarto	Biol. Elva Martínez Holguín	
Cuarto	Ing. Guillermo Basanta Butrón.	

DEP/VOBOSEM

DEDICATORIA.

- A MIS PADRES:

SR. José Luis Juárez Mireles.
SRA. María Loreto Camacho de Juárez,
con mucho amor y respeto por sus
consejos, sacrificios y confianza para
lograr que mi sueño sea una realidad.

- A MI ABUELITO:

Juan Camacho Ferrer (Q.E.P.D.) Por su
fortaleza y apoyos mostrados hasta el
final.

- A MIS HERMANOS:

Jesús(Q.E.P.D.)
María de Los Angeles(Q.E.P.D.)
Luis Fernando
María Leonor
Sergio Antonio
Ana María
María Guadalupe, por su apoyo y confianza
para mi formación profesional.

- A MI ESPOSA:

Rosa Dorotea

y

- A MIS HIJOS:

Yoany Rocío
Yaneth Yazmín
Juan Antonio, quienes con cariño, coraje
y paciencia me motivaron para concluir mi
carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A todos los que iniciaron y los que actualmente forman parte de la Carrera de Ingeniería Agrícola de esta Facultad, quienes me proporcionaron los conocimientos básicos necesarios para hacer de mi un profesionalista.

Muy especialmente al profesor M. en C. Edvino Josafat Vega Rojas, por su constante apoyo, estímulo y comprensión para la elaboración del presente trabajo.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente tuvieron confianza en mi y colaboraron en la culminación de éste.

A tí tierra de mis amores, que estas lejos de mí
Algún día seremos mejores y volveré a tí

Gracias a tí Señor
Por darme valor para continuar
Te pido perdón
Pero voy a Triunfar.

¡ RECUERDAME !

Índice.

• INTRODUCCIÓN	1
• OBJETIVOS	2
• CAPITULO 1.	3
REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
1. La Erosión en México.	7
• CAPITULO 2.	12
EL SUELO	12
1. El Suelo y sus Características.	12
2. Evolución del Suelo.	14
• CAPITULO 3.	16
LA EROSIÓN	16
1.- La Erosión como un Problema Ambiental.	16
2.- La Desertificación.	16
3.- Procesos de la Desertificación.	17
3.1.- La Erosión Hídrica.	
3.2.- La Erosión Eólica.	
3.3.- El Exceso de Sales.	
3.4.- La Degradación Química.	
3.5.- La Degradación Física.	
3.6.- La Degradación Biológica.	
• CAPITULO 4.	
CAUSAS DE LA EROSIÓN	20
1.- La sobre explotación en los Recursos naturales	21
2.- Sistemas Agrícolas tradicionales Marginados	22
3.- Falta de Investigación y Divulgación en el medio rural de Prácticas de Conservación del suelo.	25

4.- Programas y Proyectos de Investigación.	25
5.- Crecimiento Demográfico.	26
• CAPITULO 5.	
EFECTOS SOBRE LA AGRICULTURA	28
• CAPITULO 6.	
ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	27
1.- Conservación del suelo por control de la vegetación.	31
<i>a)- Rotación de Cultivos</i>	33
<i>b)- Cultivos en Franjas</i>	33
<i>c)- Cultivo en Callejones</i>	33
2.- Conservación del suelo por el control del agua	34
2.1.- Características de la Precipitación.	35
2.2.- Cantidad de lluvia.	35
2.3.- Intensidad de la Precipitación	36.
2.4.- Tamaño de las gotas de lluvia.	36
2.5.- Formas de las gotas de lluvia.	37
2.6.- Velocidad terminal de las gotas de lluvia.	37
2.7.- Momento y energía cinética.	37
3.- Lucha contra la Erosión Eólica.	38
4.- Uso de Plantaciones forestales.	39
5.- Conservación del suelo por la modificación de sus propiedades.	40
6.- Empleo de abrigos para el arraigo de Quenopodios Leñosos.	40
7.- Uso adecuado de la Fertilidad.	41
8.- Uso de Terrazas.	42

9.- Labranza de Conservación.	43
Apartado A)	46
Apartado B)	49
• CAPITULO 7.	53
DISCUSIÓN	53
• CAPITULO 8.	55
CONCLUSIONES	55
• BIBLIOGRAFÍA	58
• ANEXO	61

INTRODUCCIÓN.

La preocupación constante de aprovechar al máximo las diferentes tierras de cultivo ya que son la base del sustento y seguridad del hombre, como su principal recurso natural, permiten ver que en todas las partes del mundo, la conservación del suelo depende del uso apropiado de las diversas clases de terreno y de tratar a cada una según sus necesidades particulares.

Siendo este el principio fundamental de la conservación de suelos y aguas en todo el mundo. Existe en toda América la necesidad de usar sabiamente el suelo y el agua no sólo para aumentar el rendimiento de frutos por hectárea, sino para legar a las generaciones del porvenir una economía sólida.

La conservación del suelo, tal como la practican los peritos agrónomos, es la ciencia de usar y tratar el terreno para aumentar su productividad conservando en él sus características naturales de fecundidad, para tener un optimo aprovechamiento. En esta investigación se establecen objetivos relacionados con algunas formas de prevenir la erosión. Se indican algunos factores que la ocasionan, como son las lluvias, el aire, la pendiente, el empobrecimiento del suelo debido a mal manejo de riegos, falta de fertilización y la degradación biológica entre otros.

Se mencionan alternativas o métodos que en determinado momento de ser llevados a la práctica evitarán que el suelo se siga erosionando y perdiendo cada día más, lo que en un futuro traerá problemas para generar alimentos. Algunos de éstos son :

La conservación del suelo por la modificación de sus propiedades; La conservación del suelo por el control de la vegetación; la hidrosiembra; El uso de plantaciones forestales; El control del agua; La lucha contra la erosión eólica; el empleo de abrigos para el arraigo de quenopodios leñosos, etc.

La elección adecuada del método dependerá de lo que se desee mejorar o prevenir la erosión del suelo, con la finalidad de no sólo evitarla sino de tener un suelo permanente y productivo por muchos años.

OBJETIVOS

- a) .- Describir algunos factores que afectan la erosión del suelo.
- b) .- Dar a conocer algunas alternativas o métodos que puedan ser utilizados para prevenir la erosión del suelo.
- c) .- Proponer la forma más adecuada para evitar la pérdida de suelo.

CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA.

Desglosando el tema central de este trabajo, se mencionarán algunos factores que afectan la erosión del suelo, así como algunas ideas o alternativas que dan para evitar la pérdida de la capa arable varios autores.

De todos los dones de la naturaleza, ninguno es más indispensable para el hombre que la tierra. Esta mezcla compleja de material 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 y con el agua, la tierra nutre a la vida vegetal y sustenta a todos los seres vivos.

Desde principios del mundo el suelo ha evolucionado continuamente. La lluvia y el viento han transportado sus partículas de uno a otro sitio, en su batir constante contra la superficie de la tierra. Este equilibrio favorable entre la erosión del suelo y la formación de nuevas tierras que prevalece bajo condiciones naturales, fue alterada 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 implementos rudimentarios, los primitivos agricultores y sus sucesores, aceleraron inconscientemente el grado de remoción del suelo. Para combatir una enfermedad se necesita conocerla previamente. El reconocimiento y el estudio de la erosión son las premisas de toda política de conservación del suelo.

Por lo cual es importante conocer algunos de los factores que intervienen en la erosión, como son :

1). La intensidad de la lluvia, 2). El tipo de suelo, 3). La pendiente, 4). La cubierta vegetal o los restos vegetales depositados sobre la superficie y 5). La permeabilidad del subsuelo.

Las huellas de la erosión las ve todo el mundo, pero no es tan fácil reconocer sus consecuencias presentes y futuras. Por lo cual tendremos que saber distinguir entre la erosión normal y la erosión acelerada y conocer lo que cada una de ellas significa.

La aceleración de la erosión debida a cambios producidos por el hombre, ha provocado formaciones terrestres erosivas y otras condiciones que son definitivamente anormales, como son las cárcavas o zanjas, los subsuelos descubiertos por la erosión laminar, los derrumbes, las carreteras socavadas, las represas y los cauces de los ríos obstruidos por sedimentos. Todo ello evidencia el desgaste del suelo, que ha hecho ya grandes daños y que amenaza destruir nuestras tierras agrícolas y nuestras fuentes de subsistencia si no se le detiene a tiempo.

Bennett (1974) en su obra menciona en primer término el resultado de la era del abuso de la tierra, o sea, la devastación causada por sistemas defectuosos de cultivo y explotación, que ha originado la erosión en todo el continente americano. En segundo término, presenta indicaciones prácticas para mejorar los sistemas de cultivo a fin de obtener un rendimiento mayor y constante protegiendo debidamente al suelo.

Fournier (1975) considera que para combatir una enfermedad lo primero que se debe de hacer es conocerla . En este caso, considera a la erosión, al empobrecimiento y a la degradación biológica del suelo como factores que se deben conocer para poder actuar adecuadamente y evitar sus efectos.

Así como de los pasos que se deben seguir y aplicar para realizar una conservación favorable del suelo. Así por ejemplo, es importante conocer la forma en que actúan los agentes erosivos como son la lluvia, el viento, la nieve y el hielo.

Harcharik (1973) indica que al ser la erosión consecuencia de la exposición de las partículas del suelo a las gotas de lluvia o al flujo superficial del agua, las medidas de lucha contra la misma centran su atención en cubrir las partículas superficiales del suelo y desviar o reducir la escorrentía superficial. La lucha contra la erosión de los suelos o su prevención constituye por lo menos un objetivo secundario en casi todos los esfuerzos de repoblación forestal, y en las zonas en proceso activo de erosión la lucha puede ser un proyecto de plantación.

Téllez (1985) señala que la práctica de la irrigación en muchas regiones del mundo, ha mostrado que el principal problema que frecuentemente acompaña a la misma en las regiones áridas es el de la salinización de los suelos. Además, hace mención del uso de mejoradores del suelo para trabajarlo adecuadamente.

Duchaufour (1984) indica que el suelo nace y evoluciona bajo la acción de factores del medio como son el clima y la vegetación, así como material mineral, los cuales al unirse más o menos íntimamente permiten la formación del suelo,

haciéndolo progresivamente más profundo diferenciándose estratos sucesivos de color, textura y estructura diferentes llamados horizontes. Cuando las actividades agrícolas no son las adecuadas tiende a perderse (erosionándose) la capa arable.

Sosa (1995), en su investigación señala que el Valle de México ha perdido el 73% de los bosques, el 99% de los lagos y el 71% de los suelos que, se encuentran en proceso de degradación avanzada. La problemática se agudiza al predisponer la pérdida del suelo por procesos acelerados de erosión, provocando la mínima capacidad de sostén y producción del sustrato.

Restrepo (1996) señala en su artículo que para evitar la erosión, los abonos verdes son un sistema a la vez seguro, económico, eficaz y sencillo de tener una reconversión de una agricultura convencional hacia una agricultura orgánica. Además, se combate la desertificación, al mejorar la fertilidad de los suelos y la eficiencia hídrica, disminuyendo el impacto de la erosión eólica e hídrica.

Kool (1996) señala que como resultado del uso creciente de los recursos del agua y la utilización mayor de estiércol fertilizantes, pesticidas y herbicidas, la calidad del agua del suelo está a menudo reducida por la filtración de agua contaminada o el aumento de la salinidad de la tierra. Por lo cual se necesitan estrategias para perfeccionar la protección de la calidad de recursos del agua en áreas agrícolas. Por tanto, es necesario introducir nuevos sistemas de manejo de suelos que permitan conservar estos recursos. Una de las alternativas de producción que ha demostrado su bondad en zonas de temporal es el sistema de labranza de conservación.

Este consiste en el no movimiento por movimiento de suelo por medios mecánicos, en proporcionar la cobertura del mismo con una capa de residuos orgánicos que reduzcan la erosión del suelo y la evaporación del agua. El control de plagas y malezas se realiza por medios químicos y todas las labores de cultivo se suprimen.

Springfield (1975) en su artículo señala que el establecimiento de arbustos por siembra directa está lleno de incertidumbres, especialmente en las zonas áridas y semiáridas. La estación de lluvias, en el que se supone es más probable que la humedad del suelo sea suficiente, las temperaturas son demasiado altas o demasiado bajas. Y a su vez, cuando las temperaturas son óptimas, la humedad del suelo es a menudo deficiente.

Sheng (1975) menciona que este método ha suscitado interés ya que se trata de un procedimiento rápido y económico para establecer una cobertura vegetal en taludes desnudos y márgenes. Siendo este un programa permanente usado para la conservación de los suelos.

1.- La Erosión en México.

Nuestro país es muy rico en recursos naturales porque cuenta con:

- 30 millones de hectáreas potencialmente agrícolas
- 80 millones de hectáreas dedicadas a la ganadería (1980)
- 10 000 kilómetros de litoral
- 500 000 km² de plataforma continental

- 1.6 millones de hectáreas de superficie estuarica aproximadamente.
- 12 500 km² de lagunas costeras
- 25 000 especies estimadas de plantas
- fauna igualmente diversificada
- 35 o más unidades medio ambientales diferentes
- más de 50 grupos étnicos (Toledo, 1985), con todo y esto la población mexicana esta mal alimentada y desnutrida debido principalmente a la planeación de los cultivos y a las diferentes políticas mal implementados.

Así por ejemplo, en 1995 se importaron 2 millones 800 mil toneladas de maíz amarillo considerando que nuestros pagos se realizan en dólares, esto significó una gran erogación en el sector agropecuario (Hernández Narro. 1996).

Las causas de la autosuficiencia alimentaria son diversas y varían en cada proceso productivo que generan los alimentos : agrícola, pecuario y pesquero.

En 1940, se implementó la llamada "revolución verde" en la producción agropecuaria, la cual se basaba en "modelos especializados" que requieren grandes cantidades de insumos terrenos e inversiones permanentes.

Sin embargo, estos modelos modifican las condiciones naturales con el objeto de implementar agrosistemas artificiales tratando de obtener mejores rendimientos. Esto ha ocasionado la implantación del monocultivo originando el desgaste y desequilibrio de los ecosistemas, desaprovechando su riqueza y diversidad ecológica y cultural.

Dando como resultado que el campo mexicano hoy enfrente problemas como los siguientes:

- 1.- *Falta de autosuficiencia alimentaria.*
- 2.- *Descapitalización.*
- 3.- *Altos costos de producción .*
- 4.- *Carteras vencidas.*
- 5.- *Intermediarismo.*
- 6.- *Bajos rendimientos (ton/ha)*
- 7.- *Deterioro y agotamiento de los recursos naturales.*
- 8.- *Disminución de las áreas agrícolas.*
- 9.- *Suelos erosionados en aumento.*
- 10.- *Pastizales y agostadores con sobrepastoreo.*
- 11.- *Aprovechamiento inadecuado del agua.*
- 12.- *Recursos pesqueros sobreexplotados.*
- 13.- *Contaminación del agua.*

Todo esto ha ocasionado que la capacidad alimentaria nacional tenga límites y se vea disminuída.

Siendo el suelo, la base fundamental para la producción agrícola, al sufrir erosión constituye un problema ambiental muy grave en nuestro país, ya que se estima que en el 85% de su superficie existe erosión hídrica y eólica, con una pérdida promedio de suelo de 2.75 ton/ha/año, R. Fiqueroa, 1995.

Por lo cual, es importante conocer el deterioro del suelo las causas que lo producen, el impacto en la agricultura, la pérdida de la productividad y lo que podemos hacer para solucionar esto.

México es un país que se encuentra situado entre los 14° 33' y los 32° 44' de Latitud Norte, paralelos en los que se encuentra el Trópico de Cáncer, que corresponde a la faja del mundo que contiene a los grandes desiertos . Esta situación en nuestro país se refleja en la falta de tierras aptas para la agricultura, debido principalmente a condiciones climatológicas adversas. Estas características determinan que en el país se tenga un 82.7% de superficie árida en diversos grados; correspondiendo un 52.1% a la superficie de clima árido y un 30.6% a la superficie de clima semiárido, por lo que se puede deducir que de las 196' 718,300 has que abarca el territorio nacional, 102' 490,234 corresponden a zonas áridas y 60' 195,600 a zonas semiáridas.

Por otro lado se tiene que de los 20 millones de Hectáreas que actualmente se cultivan, 14 millones pertenecen al régimen de temporal, de las cuales se estima que el 80% presenta condiciones de deficiencia de agua de lluvia.

Las áreas de temporal en México se clasifican como *temporal bueno* con una precipitación anual mayor de 800mm, lo cual permite obtener al menos una cosecha aceptable y correspondiente a un 20% de esa superficie; de *temporal deficiente*, aquellas con un precipitación anual de 500 a 800mm, que producen cosechas variables según las condiciones climáticas, representan un 17%; finalmente el 63% restante corresponde a un *temporal pobre* con menos de 500mm anuales de precipitación, condición ésta que representa bastantes riesgos para la agricultura y de la cual se obtienen cosechas deficientes.

Dadas las condiciones orogénicas y topográficas de la República Mexicana, otro problema no menos importante en la agricultura nacional es la erosión del suelo.

La erosión de los suelos constituye un fenómeno general que se ve favorecido por las condiciones climatológicas y edafológicas de gran parte de nuestro país, con estación lluviosa, en un periodo cuando no hay mucha cubierta vegetal topografía accidentada, etc.. La intervención humana con las prácticas irracionales de laboreo y las rotulaciones de suelos con alto riesgo de erosión han acelerado más aún este fenómeno.

En base a evaluaciones realizadas por la Dirección General de Conservación de Suelo y Agua, se estima que el 80% de los suelos del país se encuentran bajo diferente grado de erosión, lo cual ocasiona una disminución en la productividad y un aumento en el deterioro ecológico.

Siendo la erosión el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por los agentes del intemperismo (agua, viento), se comprende que siempre ha existido y existirá erosión, pues incluso la superficie terrestre actual no ha sido resultado de un sólo cataclismo modelador, sino el producto de cambios tan infinitamente lejos, que se hacen notables solamente después de un largo tiempo. La erosión es un factor en este proceso constante de cambios y en el caso específico de los suelos agrícolas es de vital importancia que tales cambios ocurran en forma muy lenta, de tal manera que se mantenga el nivel de productividad y espesor del suelo. Esto se logrará cuando la velocidad de pérdida del suelo no sea mayor que la velocidad de formación del mismo. Tomando en cuenta lo antes expuesto, es lógico pensar que la agricultura mexicana desarrollada bajo el sistema de labranza tradicional (consiste en el movimiento del suelo por medios mecánicos), está derrochando recursos que de por sí son escasos como suelo y agua.

CAPITULO 2. EL SUELO.

1. El Suelo y sus Características.

El suelo lo podemos definir como la capa superficial fértil de la corteza terrestre, constituida de material rocoso meteorizado y descompuesto, agua, aire, materia orgánica procedente de la descomposición vegetal, animal y de miles de formas diferentes de vida, que colaboran para su formación, principalmente microorganismos e insectos. Pineda, 1990.

El suelo está constituido por tres fases: la sólida, la líquida y la gaseosa. La parte sólida se encuentra a su vez formada por una parte mineral y una orgánica.

Fase Sólida.

Mineral	Orgánica
Arenas: de 2 a 0.02mm de diámetro Limos: de 0.02 a 0.002mm Arcillas: menores o iguales a 0.002mm y óxidos metálicos coloidales	Humus y Humina: menores ó iguales a 0.02mm

Las arcillas y los óxidos metálicos de fierro y aluminio por su tamaño constituyen la fracción coloidal orgánica.

Como partículas coloidales tienen las siguientes propiedades

- a). Poseen una superficie de contacto muy grande
- b). Adquieren cargas por Disociación y Absorción
- c). Tienen un potencial electrocinético.

Los coloides, al contacto con el agua adquieren la forma dispersa, las arcillas se expanden tomando una consistencia pastosa, después fluida y si la cantidad de agua es suficiente, se dispersan en el líquido dando una dispersión coloidal de arcilla.

Una partícula coloidal dispersa es una parte sólida (orgánica o inorgánica) cargada eléctricamente. Estas partículas, son responsables de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) del suelo, propiedad fisico-química primordial de éste en la nutrición vegetal, la cual crece al aumentar la superficie específica y al disminuir el tamaño de la partícula.

Las partículas coloidales al estar cargadas eléctricamente, ejercen atracción sobre los iones de carga contraria que se encuentran en el medio y también las moléculas de agua son atraídas por su estructura bipolar.

La arcilla y el humus como materia coloidal poseen la propiedad de absorber cationes nutrientes que mediante éste equilibrio ácido-base, la planta puede intercambiar y absorber a través de los pelos radicales de la raíz, en forma soluble, para iniciar así el proceso de nutrición vegetal, **Reyes, 1993.**

La presencia de las partículas de arcillas, óxidos metálicos, humus y humina como complejo organo-mineral, en el suelo agrícola, pecuario o forestal es de vital importancia, ya que como coloides permiten la nutrición vegetal, la formación de agregados que posibilitan el apoyo mecánico a las raíces de las plantas, la mejor penetración de la humedad y aereación, así como la posibilidad de la germinación y un desarrollo adecuado de las plantas.

Los agregados hacen al suelo más elástico y poroso, un suelo que drena mejor, absorbe más de prisa el agua, presentándose menos escurrimientos superficiales.

Un suelo con agregados, constituye un estructura porosa y granular, que permite el libre movimiento del aire y el agua. La presencia de agregados en el suelo, proporciona una estructura que hace a los elementos nutritivos estar listos o disponibles para la planta, así como la humedad necesaria para producir buenos rendimientos.

2. Evolución del suelo.

La evolución del suelo es el resultado de los constantes cambios geológicos de nuestro planeta, siendo a la vez producto de la degradación de material rocoso de los procesos químicos y biológicos de los elementos que los constituyen, así como de la deposición de materiales desprendidos de áreas de mayor elevación y arrastrados hasta él. La formación de los suelos es un proceso muy largo, este se forma a un ritmo de 1cm cada 100 ó 400 años, requiriendo de 3,000 a 12,000 años para que su profundidad sea suficiente para poder constituir tierras productivas (FAO, 1984) citado por Pineda, 1990.

En condiciones experimentales se ha encontrado que se pueden formar aproximadamente de 0.8 a 1.8 ton/ha/año de suelo, lo que representa una lámina de 0.0064 a 0.0144cm de profundidad, por ejemplo en áreas de pastizales la velocidad de formación del suelo es de 0.4 ton/ha/año (0.0032cm) y en áreas forestales de 1.79 ton/ha/año, es decir 0.01432cm de suelo (SARE, 1982).

Los suelos vírgenes de valles, praderas y bosques tuvieron una estructura óptima (cantidad y calidad de agregados) porosa y granular que permitía el libre movimiento de aire, agua y junto con los microorganismos llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica y agregan nutrientes disponibles al suelo siendo esto lo que le da un suelo virgen su alta productividad.

Ocasionando que los productores prefieran desmontar y sembrar en terrenos nuevos para aumentar su producción, antes que pensar y hacer algo para mejorarlos.

El suelo es el ecosistema más importante para el hombre ya que lo utiliza para satisfacer sus necesidades, dándole un uso agrícola, pecuario, forestal, etc. aunque su manejo racional, irracional, adecuado, inadecuado, de sobreexplotación, etc. es lo que determina su grado de conservación o degradación.

CAPTULO 3. LA EROSIÓN.

1. La Erosión como un problema ambiental.

La Erosión se define como un proceso que involucra el desprendimiento del material del suelo, su transporte por agentes erosivos y finalmente su deposición. **Morgan, 1979.**

La erosión es considerada un problema ambiental debido al empobrecimiento del medio perturbado por influencias humanas, **Elaver, 1982.**

Dentro de los problemas de degradación ambiental se encuentran los siguientes:

- a). *La Desertificación*
- b). *Los Cambios y Variaciones de las comunidades*
- c). *La Pérdida o abatimiento de la Productividad de los Agrosistemas*
- d). *La Destrucción del Paisaje*
- e). *El deterioro de cuerpos de agua superficial*

Sabemos que, todos los problemas que ocurren en el medio ambiente son generados principalmente por la acción del hombre al planear inadecuadamente las actividades y también debido a la falta de una educación ambiental.

2. La Desertificación.

Es el proceso mediante el cual se incrementa la superficie de desiertos sobre la tierra, ya sea por procesos naturales ó bien por la intensificación de condiciones de explotación de los suelos por el hombre.

Este proceso ha disminuido o destruido el potencial productivo de los ecosistemas productores de alimentos y de fibras, en un momento en que es necesario incrementar la productividad para sustentar el desarrollo. **Pineda, 1990.**

3. Procesos de la Desertificación.

Los procesos de la desertificación relacionados con la degradación del suelo se agrupan en 6 categorías según la **FAO-PNUMA (1980)**. Estos son:

3.1. Erosión Hídrica, debido a:

- a). *Erosión por salpicadura.*
- b). *Erosión Laminar.*
- c). *Erosión en Cárcavas.*
- d). *Corrientes de tierra.*
- e). *Corrientes de fango.*

3.2. Erosión Eólica, que comprende:

- a). *La remoción y depósito de partículas del suelo por la acción del viento.*
- b). *Efectos abrasivos de las partículas móviles cuando son transportadas.*

3.3. El Exceso de sales, comprende:

- a). *La Salinización.*
- b). *Sodización o Alcalinización.*

3.4. Degradación Química, ocasionada por:

- a). *Procesos de lixiviación de bases y*
- b). *Formación de toxicidades diferentes por exceso de sal.*

3.5. Degradación Física debido a:

- a). *La Porosidad.*
- b). *La Permeabilidad.*
- c). *La Densidad aparente.*
- d). *La estabilidad estructural.*

3.6. Degradación Biológica.

Se debe a procesos que aumentan la velocidad de mineralización del humus.

Los problemas de desertificación que se están presentando a nivel mundial derivados de una mala planeación de las actividades humanas, han adquirido una importancia sin precedente por lo que se refiere a: La contaminación y la degradación ambiental de los ecosistemas, específicamente al problema de la erosión.

Según (Llerena Villalpando, 1992), el principal problema de la desertificación a nivel mundial y en especial el de la erosión continua, se han convertido en uno de los retos más difíciles que tiene la humanidad, principalmente debido a:

- a). Que las medidas que se están aplicando para su solución son insuficientes y en mucho menor proporción que su velocidad de avance.
- b). Que estos procesos siguen avanzado.
- c). El costo de las medidas correctivas aumentan año con año debido a que el área afectada cada vez es mayor, debido a que sólo son obras de infraestructura como terrazas, represas, zanjas y jagüeyes.
- d). El tiempo con que se cuenta cada día es menor.
- e). La posibilidad de que estos problemas ocasionen perturbaciones socioeconómicas cada vez es más probable.
- f). Si estos procesos no se detienen es un futuro próximo, la escasez de alimento y agua en el mundo aumentará considerablemente en pocos decenios.

Con todo lo anterior, la erosión es un problema de deterioro ambiental muy grave y permanente a medida que avanza se observan problemas socioeconómicos derivados de una falta de productividad ocasionando el abandono de muchas tierras.

Sin embargo, es posible realizar algunas actividades encaminadas a el mejoramiento o a la prevención del deterioro ambiental. Siendo el medio ambiente el lugar donde interactúan todos los organismos vivos, es necesario establecer un programa educativo en el cual participen todos de forma general, ya que de la participación acertada y adecuada de cada uno de nosotros dependerá el futuro de nuestro hijos.

En algunos lugares se han establecido programas de reciclaje de basura o de los materiales de desecho, permitiendo con esto que la basura sea separada y que en determinado momento si todos participamos en la colecta tendrían posibilidad de obtener ingresos al vender por separado, el vidrio, el papel, el aluminio, etc.

Recordemos que en algunas escuelas rurales y urbanas, se enseñaba a los niños a sembrar hortalizas en una pequeña parcela, a cuidarlas y a promover el amor y el cuidado a la naturaleza y a la tierra, que era donde se producían todas las hortalizas o productos para alimentarnos. Ojalá y regresemos a la explotación de los huertos familiares, donde puede participar toda la familia.

CAPITULO 4. CAUSAS DE LA EROSIÓN.

Sabemos que el agua de lluvia y el viento inciden en forma permanente sobre la superficie de la tierra y la relación natural con ésta es benéfica ya que su función en el desarrollo y reproducción de las plantas es vital. El campesino espera con ansia la llegada del temporal, ya que de esto depende su producción y su bienestar familiar, lo mismo sucede con el viento, pues sabemos de su acción polinizadora en algunos cultivos.

Sin embargo, la lluvia y el viento se han convertido en factores graves de la erosión pues el hombre ha dejado al subsuelo sin cubierta vegetal, sin protección y al descubierto del impacto de la lluvia y el viento, ocasionando que éstos arrastren las partículas más finas de limo, arcilla y humus hacia abajo y sean depositadas en el fondo de presas, lagos canales de riego, etc.

La erosión es un fenómeno natural, que junto con la formación del suelo no se puede evitar, ya que siempre ha existido, pero también en forma natural se presenta un equilibrio. Este es posible por la permanencia de vegetación en el suelo siendo la cubierta vegetal la capa protectora y regenerativa del suelo.

Cuando el hombre era nómada e iba de un lugar a otro para recolectar y alimentarse gracias a los productos que la naturaleza le proporcionaba en forma gratuita, éste tenía todas las posibilidades de regenerarse en forma natural, al impacto más grande del hombre sobre la naturaleza que hasta la fecha no ha sido posible detener. Los pueblos antiguos además de utilizar el suelo para obtener sus satisfactores, tenían una relación armoniosa con los recursos naturales, de forma que permitía su sustentación y conservación de la naturaleza.

1. La Sobreexplotación en los Recursos Naturales.

La sobreexplotación de los recursos naturales como: agua, suelo, vegetación, ocurre a un ritmo superior de su capacidad de recuperación ó explotación inadecuada de los recursos naturales.

Esto lo podemos observar con más frecuencia en el ecosistema bosque, que como tal, es un recurso renovable y sin embargo, por el impacto de las explotaciones forestales en nuestro país en donde los madereros que extraen la madera no son los dueños, sino arrendatarios de los bosques y sólo pagan un derecho de monte irrisorio para la riqueza que se llevan, por lo que no tienen ninguna actitud de conservación del recurso e implantan índices de derribo de árboles mayores al de la recuperación natural del bosque; además no reforestan provocando con esto no sólo terminar con la madera sino con todo el ecosistema.

La disminución de los bosques ha sido ocasionada por la explotación irracional del recurso, incendios forestales provocados, políticas forestales sujetas al ritmo de desarrollo del capitalismo, es decir tendientes a la maximización de las ganancias y minimizar los costos de aprovechamiento, a una falta de conciencia y cultura forestal entre los productores por lo que se espera en los próximos años una disminución de los recursos del bosque.

El proceso sistemático de forestación ha inducido y acelerado la erosión de los suelos, ya que no se han realizado las plantaciones que el caso requiere.

Debido a esto, cambia definitivamente el entorno y microclima de un bosque, ocasionando también la pérdida de especies endémicas de flora y fauna, que lo mismo que el ecosistema llega a ser irrecuperables por el tiempo que tarda en formarse.

2. Sistemas Agrícolas Tradicionales Marginados.

Muchas veces se habla de la necesidad de aprovechar los conocimientos de los campesinos e indígenas en la implementación de los programas y proyectos, sin embargo, en los hechos esto no sucede así.

Un análisis de los sistemas de producción tradicionales (campesinos o indígenas) desde una perspectiva ecológica, permite ver la tendencia de estos a realizar una producción en armonía con las leyes de la ecología; el productor campesino tiende a realizar una producción que no atenta contra la posibilidad de renovación de los ecosistemas.

En México, diversos estudios realizados entre grupos de campesinos e indígenas, muestran que existe todo un conjunto de conocimientos de carácter empírico sobre los ecosistemas y sus elementos (suelos, climas, plantas y animales), a partir de los cuales el productor diseña, adecua y aplica tanto tecnologías como estrategias de producción. Toledo, 1985. "Estos conocimientos, contra lo que podía suponer el sentido común dominante", no son informaciones desordenadas ni desligadas, unas de otras, sino que conforman verdaderos sistemas de clasificación que aunque tradicionales, son comparables con los sistemas taxonómicos modernos desarrollados por los científicos, siendo en ocasiones mejores.

Los campesinos e indígenas de México presentan ejemplos de todos tipos: los tzeltales de Chiapas son capaces de distinguir 1,200 especies de plantas (Berlín et al. 1981), en tanto que los mayas de la Península de Yucatán reconocen 900 y los Purépechas de Pátzcuaro alrededor de 500 (Caballero y Mapes, 1983). Uno de los rasgos más notables de los tarahumaras y purépechas es su conocimiento sobre los suelos, que está en estrecha relación con sus actividades agrícolas basándose en él para asignar los diferentes cultivos y fechas de siembra.

Los Chinantecos de la región de Ojitlán, Oaxaca, distinguen con base en el suelo, siete unidades básicas medioambientales, cada una de las cuales posee diferentes vocaciones y tienen diversos usos (Toledo, 1978). De 18 tipos de suelos reconocidos en el sistema FAO-UNESCO en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, los purépechas tienen nombre para 17 de ellos y reconocen los mismos horizontes edáficos que el investigador Barrera - Bascois, (1983). Los Huaves de San Mateo del Mar en Oaxaca, distinguen en un pequeño espacio peninsular 18 agrohábittats con base en la topografía y tipo de suelo (Zizumbo y Caolunga, 1980), citados por Toledo, (1985).

Según investigaciones de Toledo (1976), los mayas poseen 12 términos para asignar con lujo de detalle todo proceso mediante el cual la selva tropical húmeda convertida en área agrícola va restituyéndose a través de la sucesión ecológica. Esta diferenciación permite asignar a cada espacio una determinada práctica productiva, aprovechar toda una variedad de especies y obtener diferentes productos para llegar a conformar una verdadera estrategia de uso múltiple.

Siendo esto, una respuesta tecnológica a la compleja heterogeneidad de la naturaleza, fuente principal de la economía campesina que debe obtener la mayor parte de los productos requeridos para su subsistencia (alimentos, medicinas, materiales para vivienda, energía, instrumentos, etc).

En un estudio por demás polémico y crítico, realizado en el Valle de Mezquital , Hidalgo , **Johnson (1977)**, citado por **Toledo, (1985)**, demostró paso a paso la superioridad de la cultura indígena Otomí sobre las opciones de los técnicos y extensionistas del Estado. Esta superioridad se demuestra en la mayor variedad de terrenos con que el conocimiento y el trabajo de los Otomís transforman las condiciones del Valle.

Por último, en un reciente estudio sobre campesinos de habla hispana México y Guatemala, **Williams y Ortiz - Solorio (1980)** concluye que... los datos de campo indican que la taxonomía campesina muestra divisiones de suelos científicamente medibles y estadísticamente válidas. La clasificación campesina refleja más precisamente las diferencias locales espaciales de la superficie de los suelos que una científica. Más aún la clasificación campesina es aplicada a nivel de parcela o fracciones de parcela, pues se conocen varias taxa en una hectárea.

Todo este conocimiento empírico de los campesinos e indígenas no sólo es ignorado por los sistemas de "planeación y desarrollo" del país, sino que es hecho a un lado y destruido, con la imposición de "modelos tecnológicos modernos" propiciando la desaparición de dichos sistemas tradicionales.

3. Falta de Investigación y Divulgación en el medio rural de prácticas de conservación del suelo.

Hace falta mucho en el aspecto de investigación sobre erosión, pero sobre todo en lo que se refiere a la vinculación entre ésta y la práctica en las unidades de producción, no existe una cultura formal, ni informal sobre la conservación de nuestros recursos y el cuidado al medio ambiente a nivel nacional.

Además, no existe un mecanismo técnico capaz de detectar y evaluar el problema de la erosión, que en cada estado y región llegue directamente al medio rural especialmente a la parcela del productor, que asegure la implementación de prácticas de conservación del suelo y del agua simples, rentables y socialmente posibles, económicamente viables y ecológicamente sustentables. **Oropesa Mota, 1995.**

4. Programas y Proyectos de Investigación Inadecuados

La formulación e implementación de Políticas, Programas y Proyectos hacia el sector Agropecuario y Forestal basadas en un Modelo Especializado, que fué impulsado en México desde la "Revolución Verde", basado en la producción de monocultivos y la implementación de "paquetes tecnológicos" con uso de maquinaria, gran diversidad de recursos naturales con los que cuenta casi cualquier región ó ecosistema de nuestro país, **Toledo, 1995.**

La aplicación de estos paquetes condicionan el financiamiento y la "asesoría técnica" sin tomar en cuenta las condiciones únicas de cada región, comunidad y parcela, con la finalidad de homogeneizar la producción a la mayoría de las unidades agrícolas en todo el país.

Llegando inclusive a la imposición del cultivo a sembrar, es decir, que las instituciones deciden qué cultivo apoyar con créditos o subsidios y si el campesino quiere recibir ese apoyo debe sujetarse a las normas establecida por la Institución.

Producir sólo un monocultivo, bajo una misma forma, sin desarrollar alternativas diversas y un uso inadecuado de todos los recursos con que cuenta un ecosistema, nos lleva necesariamente al deterioro o desaparición del sistema a mediano ó largo plazo. Ya que lo más importante para las Instituciones es el aumento de los rendimientos de determinado cultivo.

Las prácticas agrícolas en ocasiones son inadecuadas para la conservación del suelo. Además, las Instituciones no recomiendan prácticas de conservación del suelo y agua , aplicándose los paquetes como recetas, sin tomar en cuenta condiciones diferentes de cada comunidad. Así por ejemplo, no promueven la rotación de cultivos, cercos vivos, barreras rompe vientos, etc. Prácticas que no requieren de grandes inversiones, pero que pueden conservar el agua y el suelo agrícola.

5. Crecimiento Demográfico.

El crecimiento demográfico a pesar del esfuerzo realizado por el gobierno no ha sido suficiente para detenerlo, debido a un proceso de urbanización y al crecimiento de las ciudades, las cuales se expanden hacia sus alrededores, desplazando a la agricultura de tierras fértiles que son aptas para el cultivo.

El crecimiento urbano ocasiona la disminución drástica o total de la vegetación y el cambio de la forma de la superficie del suelo, provoca un cambio en todo el ecosistema porque las construcciones de vivienda y los servicios que requiere la población deterioran en forma permanente todos los recursos naturales del entorno.

La expansión urbana genera un cambio irreversible en el uso del suelo, ya que la cobertura vegetal es desplazada y sustituida por la cubierta asfáltica, misma que reduce considerablemente la infiltración. Además, los centros urbanos demandan cada vez mayores cantidades de agua que tienen que ser trasvasadas de cuencas vecinas provocando fuertes desequilibrios hidrológicos.

El otro aspecto es que ese crecimiento de la población provoca presión sobre el cambio de uso del suelo para incrementar la frontera agrícola y poder cubrir el déficit en la demanda de granos básicos. Es tan determinante este segundo aspecto, que ha hecho que se impulsen sistemas de producción inmediatos, que aseguren incrementos en los rendimientos y producción de alimentos rápidos y espectaculares, aunque estos sistemas atenten contra la conservación de los recursos naturales.

Tanto el crecimiento de ciudades, como la expansión y desarrollo industrial de las últimas décadas, han desplazado a la agricultura de tierras fértiles; de hecho en muchos casos se da una competencia entre el uso urbano, industrial y el agropecuario por el uso del suelo.

CAPTULO 5. EFECTOS SOBRE LA AGRICULTURA.

La erosión es un proceso natural que modela la superficie de la tierra, es un proceso continuo pero infinitamente muy lento, que el hombre ha acelerado drásticamente.

Siendo la erosión un problema ambiental, sus efectos provocan el deterioro del ambiente, dentro de estos tenemos (Pineda, 1990):

- a). *La destrucción o deterioro de la vegetación.*
- b). *La disminución de la fertilidad de la tierra y en consecuencia la disminución de la productividad.*
- c). *La disminución de la infiltración del agua, ocasionando una reducción en la recarga de mantos acuíferos subterráneos y propiciando el abatimiento de su nivel freático.*
- d). *La destrucción del hábitat de la fauna silvestre y en consecuencia la disminución de la población o extinción de algunas especies.*
- e). *Modificaciones del microclima, debido a la carencia ó disminución de la cubierta vegetal que protege al terreno de los efectos de la insolación y regula la temperatura y humedad del mismo.*
- f). *Azolves en obras hidráulicas de captación o en lagunas naturales, lo que provoca la disminución en la capacidad de almacenamiento de agua del país.*

g). *Inundaciones y desbordamientos de corrientes superficiales de agua debido al incremento de los volúmenes de escurrimiento, como consecuencia de la nula ó baja infiltración de los suelos.*

h) *Alteraciones de la calidad del agua, de las corrientes superficiales, debido a la presencia de sólidos sedimentables.*

i) *Arrastre y depositación del suelo sobre áreas cultivadas ocasionando la pérdida ó disminución de las cosechas.*

El suelo, no sólo es un componente de la producción agropecuaria, sino también un medio de vida frágil y complejo que debe tener protección y alimento para asegurar su productividad y estabilidad por largo tiempo. En el caso de las selvas, éstas crean su propio suelo a través de complejos procesos de transformación de la materia orgánica, pero no es posible reproducir su riqueza vegetal y fertilidad en cultivos agrícolas.

Los estudios realizados por diferentes investigadores indican que la erosión ocasionada por el agua ocurre en el 63% (124 millones de hectáreas) del territorio nacional de los cuales 57 millones de hectáreas presentan erosión severa o muy severa. En cuando a la erosión eólica, se presenta en el 94% del país (184 millones de has), Estrada Beng, 1995. Demostrando con esto que el viento provoca más erosión que el agua y como en muchos lugares se presentan los dos tipos de erosión se hace más grave este problema. Datos del Instituto Nacional de la Investigación Autónoma de Chapingo, el Colegio de Posgraduados, El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, principalmente.

CAPITULO 6. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.

Existen muchas alternativas ó técnicas posibles para disminuir, detener o evitar la erosión. Sin embargo , debe existir posibilidad, conciencia, disposición y sobre todo determinación para llevarlas a cabo.

Las primeras causas del proceso erosivo y sus consecuencias son la forma en cómo se llevan a cabo las actividades humanas que se relacionan con el suelo (*agrícola, forestal, recreativo, urbano, etc*), es decir las formas de producir bienes de consumo primario, fundamentales en la Políticas, Programas y Proyectos e inclusive Leyes que el gobierno establece para "conseguir el mejor desarrollo y bienestar económico social y político de los ciudadanos de México".

Por lo cual, primero se tiene que tomar conciencia del grave problema de la erosión, de sus verdaderas causas y efectos, también es necesario que los profesionistas agropecuarios y forestales, las instituciones de estudio e investigación, pero sobre todo los productores y campesinos del todo el país así como los funcionarios que toman las decisiones dentro del sector agropecuario y forestal conozcan bien el proceso de la erosión, su verdadera dimensión y consecuencias para la sostenibilidad de los sistemas productores de alimentos y luego, que se tomen las decisiones necesarias e implementar las alternativas existentes.

Con todo esto, es necesario plantear alternativas productivas por parte de todos los sujetos participantes en la producción agropecuaria y forestal, para determinar el proceso de la erosión y conservar el suelo, el agua y todos los recursos naturales, ya que su uso y manejo debe ser integral.

De forma general en este trabajo sólo se mencionan algunas alternativas que si se aplican adecuadamente permitirán prevenir la erosión. Estas son las siguientes:

1. Conservación del suelo por el control de la vegetación.
2. Conservación del suelo por el control del agua.
3. La lucha contra la erosión eólica.
4. El uso de plantaciones forestales.
5. Conservación del suelo por la modificación de sus propiedades.
6. Empleo de abrigos para el arraigo de quenopodios leñosos.
7. Uso adecuado de la fertilidad.
8. Uso de terrazas.
- 8.9. Labranza de conservación.

A continuación se indican aspectos y características de cada una de ellas :

1. Conservación del suelo por el control de la vegetación.

La vegetación. es con toda evidencia un factor primordial de la conservación del suelo. Mantenido de forma permanente, asegura la protección de las superficies más susceptibles de ser gravemente dañadas por el ataque hídrico.

Por otra parte, el hombre cuando explota el suelo para producir vegetales, puede manipularla y disponerla de tal manera que aseguren una protección contra la erosión y buena productividad del mismo.

Para la conservación del suelo por medio de la vegetación se requiere del uso de prácticas vegetativas, que consisten en la utilización y manejo de plantas ó cultivos con la finalidad de proteger el suelo del efecto erosivo de la lluvia y el viento, evitando su arrastre ó transportación. Estas, son menos costosas ya que la mayoría consiste en le manejo adecuado de la vegetación de interés económico. Algunas de éstas prácticas son:

- a). *Rotación de cultivos.*
- b). *Cultivos en franjas.*
- c). *Cultivos en callejón.*
- d). *Cultivos de cobertura.*
- e). *Manejo de pastizales.*
- f). *Manejo de bosques y selvas.*

Las prácticas vegetativas, las podemos considerar como alternativas viables, fáciles de implementar, económicas y que cualquier campesino puede llevarlas a cabo en su parcela, muchas de ellas están basadas en los sistemas de producción tradicionales, ya que producen sus alimentos y conservan los recursos naturales, basándose en el uso de casi todos los elementos del agrosistema de que se trate, es decir, respetan y utilizan adecuadamente la diversidad existente en los agro sistemas.

Descripción de algunas prácticas que permiten detener y disminuir el proceso erosivo.

a). *Rotación de Cultivos.*

Esta práctica permite la rotación de plantas con diferentes requerimientos nutricionales, profundidades en sus sistema radicular, los cuales incorporan o mantienen una cubierta vegetal evitando la erosión y mejorando el control de plagas y enfermedades.

b). *Cultivos en Franjas.*

Es una práctica que permite la siembra en franjas alternadas con plantas con distintos hábitos de crecimiento y requisitos nutricionales. Por ejemplo una franja de maíz seguida con una de frijol, (ver anexo A).

c). *Cultivo en Callejones.*

La agricultura tradicional que se practica en suelos de laderas, presenta una disminución paulatina en los rendimientos, debido a que el proceso de roza y quema de vegetación aunado a las labores de cultivo empobrece y degrada rápidamente los suelos, ya que la combustión y erosión ocasiona la pérdida de materia orgánica, dando lugar a una reducción de nutrientes, principalmente nitrogenados.

Ante ésta situación y en particular en los suelos de ladera en Papantla, Ver. (Melchor 1993), se cultiva maíz asociado con los cítricos durante la etapa productiva de éstos, es necesario enfrentar el desafío de ofrecer otras opciones a dichos sistemas tradicionales, en suelos de ladera.

Una de ellas es el cultivo en callejones que asocia en espacio y tiempo cultivos agrícolas con, árboles leguminosos los cuales proporcionan abono vegetal al cultivo intercalando reciclando así los nutrientes y propiciando condiciones favorables para los procesos biológicos del suelo, además sirven como barrera natural para controlar la erosión del suelo e incorporar nitrógeno fijado biológicamente (Kang et al, 1987), (ver anexo B).

2. Conservación del suelo por el control del agua

Para aplicar correctamente ésta alternativa, es necesario conocer los efectos que ocasiona el agua en forma de lluvia, así como la escorrentía.

La erosión hídrica es el proceso que consiste en la separación, transporte y depositación del suelo por el agua. La separación es el proceso por el cual se produce, aflojamiento, separación y disgregación de los agregados de la masa del suelo. El transporte es el proceso por el cual las partículas y/o agregados del suelo se mueven a través de la pendiente del terreno. La sedimentación es el proceso por el cual los materiales del suelo transportados son depositados al disminuir la capacidad de transporte del flujo de agua (Páez y et al, 1992).

El proceso de la erosión involucra dos fases principales que es el desprendimiento de las partículas del suelo de la superficie del mismo y el transporte de las partículas desprendidas.

No puede existir una erosión acentuada si no están presentes ambos procesos, es por eso que la cantidad de erosión hídrica que se presenta en un momento dado, depende de cuatro factores principales:

- 1). Clima, principalmente la precipitación
- 2). La capacidad de infiltración y la velocidad de transmisión del agua.
- 3). La topografía, particularmente la inclinación, la longitud y la forma de la pendiente, y
- 4). La cobertura vegetal, viviente o de residuos.

2.1. Características de la precipitación.

La erosividad de la lluvia es la capacidad que tiene ésta para producir erosión, basadas en sus principales características como es el diámetro de la gota de lluvia, su velocidad terminal, salpicamiento, escorrentía, duración, frecuencia e intensidad.

2.2. Cantidad de lluvia.

Existe una relación directa entre la cantidad de lluvia y la cantidad de suelo erosionado, pero en términos estadísticos la correlación entre los dos es pobre, la misma cantidad de lluvia puede, en diferentes ocasiones provocar cantidades disímiles de suelo erosionado, por lo que es necesario medir otros parámetros de la lluvia a fin de descubrir la habilidad de la precipitación para provocar erosión.

2.3. Intensidad de la precipitación.

El método generalmente adoptado para relacionar las pérdidas de suelo con algún parámetro de lluvia, consiste en medir la intensidad de lluvia (cantidad de agua precipitada por unidad de tiempo) y obtener los valores del parámetro a partir de relaciones previamente determinadas entre la intensidad de la lluvia y el parámetro. La razón de hacer esto es porque: primero, los aparatos capaces de medir el momento o la energía cinética del impacto de una gota, están sujetos a errores debido a influencias externas, tales como la turbulencia del aire cerca y la adhesión de las gotas de agua (Hudson N, 1965), y segundo las técnicas disponibles para la medición de las gotas de lluvia (con el cual se pueden calcular los parámetros de la lluvia) no permiten un registro continuo del tamaño de las gotas. La intensidad de la lluvia sin embargo, es registrada continuamente.

2.4. Tamaño de las gotas de lluvia.

El tamaño de las gotas de lluvia se ha medido utilizando muchos métodos y para diferentes tipos de lluvia.

Aunque pueden esperarse variaciones considerables en el tamaño de las gotas en una localidad dada, debido a la influencia de la fricción de las gotas de lluvia (Mason y Andrews, 1960) el tamaño superior de las gotas parece ser de 5mm de diámetro, ya que las gotas mayores se rompen al caer en un gran número de gotas pequeñas.

2.5. Formas de las gotas de lluvia.

La forma de las gotas de lluvia cuando golpean la superficie de la tierra no es esférica debido a la diferencia en la presión del aire creada por la gota al caer, (Blanchard, 1948). Por otra parte, el cambio de las gotas de lluvia es importante desde el punto de vista de la erosión, ya que afecta la velocidad de las gotas (Laws, 1941) y la fuerza de impacto por unidad de área en el suelo (Ekern, 1953). Sin embargo, las gotas alcanzan una forma estable después que han alcanzado su velocidad terminal.

2.6. Velocidad terminal de las gotas de lluvia.

Cuando un cuerpo cae libremente bajo la fuerza de la gravedad, se acelera hasta que la resistencia por fricción del aire iguala la fuerza gravitacional, y a partir de ese momento continúa descendiendo a esa velocidad. Esta velocidad se conoce como velocidad final y depende del tamaño y de la forma de un cuerpo. En la lluvia natural, el aire puede aumentar o disminuir la velocidad de la gota. Un viento horizontal aumenta la velocidad final en forma proporcional al coseno del ángulo de inclinación de la lluvia con respecto la vertical.

2.7. Momento y la energía cinética de las gotas de lluvia.

El momento y la energía cinética de la lluvia es importante en los estudios de erosión, debido a que ésta es un proceso que involucra trabajo y mucha de la energía requerida es utilizada.

La energía de las gotas de lluvia se calcula de una manera indirecta utilizando las relaciones intensivas de lluvia-tamaño de gotas, velocidad final de gotas y masa de las mismas. Algunos autores (Ellison, 1994 y Bisal, 1960) han relacionado las pérdidas de suelo por salpicamiento con la velocidad final de las gotas y la intensidad de la lluvia. La erosionabilidad de un suelo puede conocerse mediante la medición de las pérdidas de suelo bajo condiciones controladas, o por el aislamiento de ciertas propiedades de los suelos como son los índices de erosionabilidad.

Cuando se conoce como influye el agua en la erosión es posible implementar un manejo adecuado para evitar que ésta se siga incrementando.

3. Lucha contra la Erosión Eólica.

La Erosión Eólica puede manifestarse en cualquier lugar siempre que se den ciertas condiciones favorables. Esta puede darse cuando:

- a). El suelo es mullido, seco y desmenuzado.
- b). La superficie del suelo es llana y suficientemente extensa en la dirección del viento, y
- c). El viento es lo suficientemente fuerte como para provocar un movimiento de las partículas del suelo.

El viento, junto con la lluvia y la pendiente tienden a aumentar la erosión del suelo, cuando se trata de la capa arable, esta disminuirá hasta llegar a perderse. Una forma adecuada para su control es mantener una cubierta vegetal.

4. Uso de Plantaciones Forestales.

Hace mucho tiempo se ha reconocido la importancia de la plantación de árboles de diferentes especies para rehabilitar o prevenir la erosión del suelo. Existen especies que son utilizadas como barreras rompe vientos ya que logran que este rompa su curso o que se desvié, con lo cual pierde fuerza evitando la erosión. Para este caso se sugiere utilizar plantas que aporten beneficios no sólo para evitar la erosión sino también para los campesinos.

Así por ejemplo, la Leucaena leucocephala, es una leguminosa muy interesante, es una planta de usos múltiples; sirve como barreras vivas, proporciona leña y es alimento para el hombre, el ganado y las aves de corral y también puede ocuparse como fertilizante verde.

La Leucaena es un árbol que crece extraordinariamente rápido. En seis meses puede alcanzar el doble de la estatura de un hombre. Es considerada tal vez la mayor fuente de alimento, leña y fertilizante orgánicos combinados en una sola planta.

Otra Planta es el Cajanus, conocido como *guandul* o *pigeon pea* en muchos países es una planta con muchas posibilidades, se puede producir en lugares hasta de 1,400 metros de altura, siendo utilizada como alimento para el hombre y el ganado.

5. Conservación del suelo por la modificación de sus propiedades.

El hombre, mediante métodos culturales apropiados, puede modificar el estado estructural del suelo, con la finalidad de aprovecharlo mejor en la producción de alimentos, incorporando los residuos de cosecha ó aplicándose estiércol.

Cuando ocurre la formación de agregados éstos posibilitan el apoyo mecánico a las raíces de las plantas, la mejor penetración de la humedad y aereación, así como la posibilidad de la germinación y un desarrollo adecuado de las plantas.

Los agregados hacen al suelo más elástico y poroso, un suelo que drena mejor, absorbe más de prisa el agua , presentándose menos escurrimientos superficiales, proporciona además una estructura que hace a los elementos nutritivos estar listos o disponibles para la planta. Siendo entonces también un alternativa adecuada para prevenir la erosión.

6. Empleo de abrigos para el arraigo de quenopodios leñosos.

El establecimiento de arbustos por siembra directa está lleno de incertidumbre, especialmente las zonas áridas y semiáridas. Si se quieren mejorar las posibilidades de éxito se debe manipular el microambiente para darle condiciones más óptimas a las semillas si éstas son aplicadas.

El establecimiento de coberteras o abrigos señalan aumentos en los rendimientos de las cosechas. Los beneficios que de ello se derivan se ha atribuido a la conservación de la humedad al reducir la evaporación y la escorrentía, la protección contra la erosión, el aumento de la infiltración, la supresión del desarrollo de la malas hierbas, mejora de la fertilidad del suelo y temperatura. Por todo lo anterior y por el interés que ha despertado, es posible utilizar ésta alternativa en las zonas que presentan problemas de erosión.

En las zonas áridas, el empleo de quenopodios leñosos, permite disminuir y prevenir la erosión, además de que si son aplicados en época de lluvia, hay más probabilidades de que las plantas se desarrollen mejor.

7. Uso adecuado de la fertilidad.

Para tener un buen rendimiento en la cosechas, se sugiere utilizar las formulaciones adecuadas previo análisis del suelo. Cuando no ocurre esto, al aplicar fertilizantes en grandes cantidades con la finalidad de aumentar los rendimientos, en ocasiones resulta contraproducente porque puede ocurrir un aumento en la salinidad del suelo.

Las altas concentraciones de sales inorgánicas en el medio de crecimiento retardan el desarrollo de muchas plantas, dependiendo de la naturaleza de las sales presentes, el estado de crecimientos y la tolerancia a las sales o mecanismos de evitación en los tejidos de las plantas, llegando a ocasionar erosión en el suelo.

Las buenas prácticas agrícolas, en general y un buen programa de fertilización, en particular , contribuyen a evitar la erosión.

La figura 1 muestra que una pequeña cantidad de fertilizante de tipo normal, 220 kilogramos de un abono de fórmula 5-10-5 por año, redujo la pérdida de suelo de 6,527 kg/ha, a sólo 3,097kg/ha.

Sistema de cultivo	Pérdida de agua %					Pérdida de suelo kg./ha.			
	2	4	6	8	10	2000	4000	6000	8000
maíz continuamente sin fertilizante	9.50%					6527			
maíz continuamente con 224kg/ha de fertilizante 5-10-5.	6.40%					3097			

Fig.1. Una aplicación moderada de fertilizante redujo las pérdidas de agua y de suelo en el cultivo continuo de maíz en este experimento de Nueva York. Según John Lamb "Experiments in the Control Of Soil Erosion in Southern New York". Cornell Uni. Expt.Sta.Bul.811,1994.

8. Uso de Terrazas

Para controlar o resolver el problema de la erosión inducida es necesario además de conocer la dinámica de los suelos en el área del problema, analizar y conocer la situación ambiental en la que se encuentran las áreas erosionadas en cada región. El uso de terrazas, siendo una práctica mecánica, consiste en el movimiento de la tierra y en la construcción de obras con el objeto de disminuir los escurrimientos superficiales y el transporte de sedimentos, utilizando para ello , implementos agrícolas, equipo especial o mano de obra; siendo las prácticas más caras y más utilizadas en los proyectos de recuperación y conservación por parte de la extinta Dirección de Conservación de Suelo y Agua de la S.A.R.H.

Algunas de las prácticas mecánicas (Pineda,1990) son:

- a). *Terrazas de banco o bancales.*
- b). *Terrazas de base ancha.*
- c). *Terrazas Individuales.*
- d) *Terrazas de canal amplio.*

Para nuestro caso, el tipo de terraza a implementar dependerá de las características del terreno y de lo que se desee cultivar. Las terrazas se empiezan a construir de abajo hacia arriba. De este modo, la capa superficial del terreno que ocupara la siguiente terraza podrá aprovecharse para cubrir ésta con buena tierra.

La utilización de terrazas se recomienda en terrenos con pendientes pronunciadas. Su uso permitirá el cultivo de hortalizas, granos básicos y árboles frutales.

Se puede considerar, esta alternativa como la más adecuada para utilizar toda la mano de obra posible, donde intervenga toda la familia ó comunidad con el objetó de disminuir los costos y promover el amor y trabajo hacia la naturaleza.

9. Labranza de conservación.

La labranza de conservación es un sistema ó secuencia de operaciones que reducen la pérdida de suelo y agua y optimizan el aprovechamiento de la energía en comparación con el sistema convencional , mediante el uso principalmente de un mantillo o cubierta de residuos vegetales.

El sistema de labranza de conservación comprende a los siguientes sistemas:

- a). *Labranza cero.*
- b). *Labranza entre surcos.*
- c). *Labranza en franjas.*
- d). *Labranza con cubierta retenedora de humedad.*
- e). *Labranza mínima.*
- f). *Labranza reducida.*

Las ventajas e inconvenientes del sistema de labranza de conservación se resumen en seguida:

Ventajas.

1. Reduce la erosión del suelo por el agua y el viento, ya que protege a la superficie de la acción de las gotas de lluvia, mejora la infiltración del agua y disminuye los escurrimientos superficiales.
2. Se incrementa la eficiencia en el uso del agua.
3. Reduce los requerimientos de energía y con ello los costos de producción.
4. Puede usarse en terrenos de altas pendientes, donde las prácticas de labranza tradicional no son aceptables.
5. Las fechas de realización de las operaciones de siembra y cosecha pueden seleccionarse y optimizarse ampliamente.
6. Mantiene o mejora los rendimientos.

Desventajas

1. La alta incidencia de insectos, enfermedades y roedores demanda un incremento en las tasas de pesticidas.
2. Se requiere de alta habilidad en el manejo del sistema ya que se necesita un incremento en el uso de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes; así como cambio de variedades.
3. Se requieren máquinas sembradoras especiales, que puedan sembrar en suelos cubiertos de residuos y con una capa superficial compactada.
4. Las bajas temperaturas del suelo pueden retardar el establecimiento del cultivo.

Estudios realizados indican que el uso de labranza cero requiere menos tiempo y permite trabajar una mayor superficie siendo este sistema económicamente más atractivo . En las figuras 1 y 2, se presentan terrazas de banco y acequias de ladera.

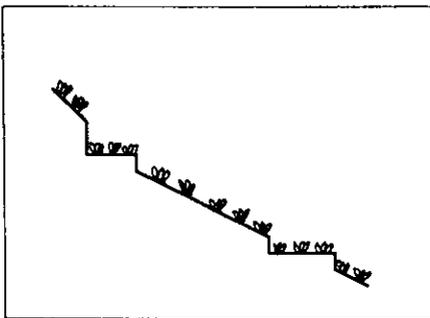


Fig.1 Acequias de ladera más simples y económicas que las terrazas de banco.

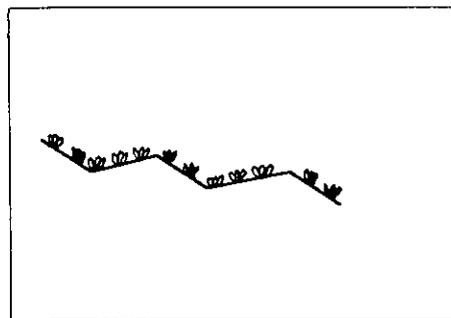


Fig.2 Terrazas de banco, su objetivo es detener el agua de lluvia y permitir que se filtre lentamente.

Apartado A)

" LA IMPORTANCIA DE LAS FRANJAS SILVESTRES ARBÓREAS ARBUSTIVAS, EN ZONAS EXTENSAS AGRÍCOLAS".

Wurck, SP. Werner.

Instituto Mexicano de Tecnología del agua (IMTA).

Objetivo.

La finalidad de este documento es, mostrar la utilidad potencial que puede tener una franja silvestre dentro de un área extensa agrícola, tanto para el cultivo agrícola como para el medio ambiente en general.

Es necesario considerar este aspecto en el diseño de futuros proyectos de desarrollo agrícola.

Además es importante incluir este principio en el manejo, conservación y reestructuración de zonas agrícolas existentes con diversos problemas.

Existe muy poca información en español sobre este tema. Falta información; por esto es un trabajo muy útil para productores, técnicos, ingenieros agrónomos, planificadores regionales y urbanos y público en general.

Podría ser la base para estudios e investigaciones útiles en un futuro próximo.

Antecedentes.

Las grandes extensiones agrícolas compactas casi siempre llevan consigo muchos problemas. En muchas partes del mundo, en todas las zonas climatológicas donde existe en alguna forma agricultura se tienen las siguientes experiencias:

Si se quieren desarrollar grandes extensiones compactas con cultivo agrícola, para un supuesto aprovechamiento "óptimo" del espacio se confronta con un conjunto de impactos ambientales negativos como son:

- Cambios microclimáticos, especialmente disminución de humedad relativa atmosférica y aumento de vientos, resultando en un aumento de evaporación y así el,

- Desecamiento acelerado de suelos: muy perjudicial en zonas de temporal, aumentando el requerimiento de agua en zona de riego.

- Erosión eólica.

- Otras formas de degradación de suelo.

Mayor vulnerabilidad de proliferación de plagas, y así la necesidad de mayores gastos en insumo y todos los problemas derivados de la contaminación por el uso mayor de plaguicidas. Para amortiguar estos impactos negativos a unos de ellos, se han desarrollado y comprobado varias tecnologías y prácticas; de las cuales destaca el establecimiento y conservación de franjas silvestres arbóreas - arbustivas.

Se comprobó a nivel mundial, que el aprovechamiento óptimo de espacios no es una simple maximización de superficies agrícolas, aunque aparentemente las condiciones climáticas están ideales para este fin.

El óptimo consiste en el establecimiento de un conjunto de diversos ecosistemas que se benefician mutuamente en forma simbiótica, en estos se deben ubicar de manera inteligente las unidades agrícolas, adaptando su tamaño y frecuencia a las condiciones locales.

EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS EN VARIOS PAÍSES.

ALEMANIA.

En las zonas agrícolas de Alemania se establecieron desde tiempos inmemorables las franjas silvestres, más bien por sensibilidad que científicamente.

En el norte del país se establecen estas franjas que tienen aproximadamente 10-20m de anchura y una frecuencia de cada 150-200m E-W y cada 1000m N-S (Tischler, 1980).

Con las investigaciones detalladas que se llevaron a cabo en esta parte del país en los años 50's se encontraron que las áreas perdidas en total por las franjas silvestres se recompensan por el aumento en la cosecha (Thran, 1954).

Kaminsky, 1967; observó que hay un bajo rendimiento en el campo de la zona inmediata a la franja provocada por la competencia entre los nutrientes y el agua, y por los efectos de la sombra. Pero también encontró que el rendimiento total es mayor, por el aumento de la producción en el área que sigue.

Koepf, 1975, 76; encontró un aumento en el rendimiento total de más de 20%. De cualquier manera, la política oficial de la República Democrática Alemana durante la colectivización en los años 50's durante los años 60's y hasta comienzo de los 70's en el oriente del país consistía en el establecimiento de grandes unidades de producción agrícola, se removieron orillas de campo, franjas silvestres, hasta bosquillos menores, para hacer los campos más grandes que sea posible.

México.

Desde tiempos inmemorables los mayas de Yucatán mantienen en sus campos de cultivos (milpas) franjas silvestres, llamadas "T'oclc'he".

Con la colonización del trópico húmedo Mexicano, por pobladores del Altiplano durante el presente siglo, así como de desmontes masivos, de selvas para establecimientos de praderas y sistemas agrícolas, la **CETENAL** (Comisión de Estudios del Territorio Nacional) señaló desde 1975 con base en estudios previos, que no se harán desmontes masivos compactos sino que se preservará la vegetación original en áreas mayores y en franjas. Estas recomendaciones nunca se llevaron a cabo.

Apartado B)

Se expone el trabajo de Melchor M.J.I (1993) como ejemplo de cultivo en callejones.

EL CULTIVO EN CALLEJONES: UNA ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA AGRICULTURA TRADICIONAL EN SUELOS DE LADERA, EN PAPANTLA VER.

José Isidro Melchor Marroquin
INIFAP - CIRGOC.

Introducción.

En la región de Papantla, Veracruz, la actividad agrícola ocupa el segundo lugar con una superficie de 87,000 ha. de las que el 69% se dedican al cultivo de los cítricos en el resto de la superficie anterior se desarrollan otros cultivos como maíz, frijol, caña de azúcar y hortalizas entre otros (DDR-003,1989).

Por otra parte la topografía en esta región se caracteriza por lomeríos cuyas pendientes varían de 5 hasta 60% en los que por la importancia económica el cultivo de los cítricos se ha expandido, provocando que los básicos se realicen en terrenos marginales, con bajos rendimientos, cuya media regional es de 800 kg/ha lo cual hace que sea una agricultura de subsistencia.

En efecto la agricultura tradicional que se practica en suelos de ladera, presenta una disminución paulatina en los rendimientos, debido a que el proceso de roza y quema de la vegetación, aunado a las labores de cultivo, empobrece y degrada rápidamente los suelos y que la combustión y erosión ocasiona la pérdida de materia orgánica, dando lugar a una reducción de nutrientes, principalmente nitrogenados.

Ante esta situación y dado que el cultivo del maíz se asocia con los cítricos durante la etapa reproductiva de éstos es necesario enfrentar el desafío de ofrecer otras opciones a dicho sistema tradicional, en suelos de laderas.

Una de ellas es el cultivo en callejones que asocia en espacio y tiempo cultivos agrícolas con árboles leguminosos los cuales proporcionan abono vegetal al cultivo intercalando los nutrientes y propiciando condiciones favorables para los procesos biológicos del suelo e incorporar nitrógeno fijado biológicamente (Kang et al,1987).

La racionalización de la asociación de cultivos y árboles fue sugerida como una forma de mejorar el sistema tradicional de corte y quema en el trópico húmedo por **Jurion y Henry (1969)**. Así, estudios realizados posteriormente muestran resultados favorables en los que se han evaluado especies como la Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium y Cajanus cajan para conservar el suelo y sostener el rendimiento del cultivo (**Kang y Wilson, 1981**).

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio que forman parte de un proyecto más amplio, están dirigidos a determinar la influencia de las barreras de G. sepium sobre el control de humedad del suelo y su efecto en el crecimiento de naranjo valencia (Citrus sinensis), así como elevar y sostener el rendimiento de maíz V-524 en relación a su producción regional.

Materiales y Métodos

El estudio fué establecido en 1990 en el municipio de Papantla, Ver,. Desarrollándose en un terreno de ladera con 40% de pendiente y abarca una superficie de 2,300m², el suelo del sitio es de una textura franco arcillosa.

El clima corresponde al tipo Awl(e) con una temperatura media anual de 23°C y precipitación media anual de 900 a 1950mm.

El experimento se conduce bajo un diseño completamente al azar con seis tratamientos y ocho repeticiones. Los tratamientos consisten en :

Maíz unicultivo, con cero labranza; Maíz en asociación con naranjo en unicultivo; repitiéndose estos mismos tratamientos pero con la integración de barreras ó hileras de G. sepium, propagadas por semilla en siembra directa ó establecidas en curvas de nivel con una separación de 6m entre hilera, dedicándose dicho espacio para el cultivo de maíz y naranjo.

La unidad experimental para el caso del maíz consiste en parcelas de 48m, la siembra se efectúa con esparcimientos de 60cm entre surcos y 40cm entre plantas, depositando cinco granos por golpe, para el caso del naranjo, el cual se estableció también en curvas de nivel con una separación de 6m entre hileras y 5m entre plantas.

Las variables de evaluación son, el contenido de humedad del suelo, a la profundidad de 0 - 30cm, con el método gravimétrico realizando muestreos mensuales en la parte superior media e inferior de la ladera; el diámetro del patrón e injerto del naranjo y el rendimiento por cada ciclo de cultivo de maíz.

Resultados y Discusión.

Producción de maíz

Se está utilizando la variedad de maíz V-524 que es de porte bajo y apto para condiciones de ladera; los ciclos de cultivo son Otoño - Invierno (O-I) y Primavera - Verano (P-V), habiéndose realizado hasta la fecha dos ciclos O-I y un ciclo P-V. A el cultivo se le ha aplicado el paquete tecnológico de cero labranza y se obtuvieron los siguientes rendimientos de maíz (cuadro 1)

Cuadro 1. Rendimiento de maíz V-524 para cuatro patrones de cultivo en un suelo de ladera, Papantla, Ver.

(CIRGOC-INIFAP.1992).

Tratamiento (ton/ha)	Rendimiento Medio	Duncan
maíz-naranja	1.471	a
maíz-naranja-gliciridia	12.60	b
maíz	1.115	c
maíz-gliciridia	1.073	d

C.V. = 11.32% Rendimiento en grano limpio y 14% de humedad

Se aprecia que tales rendimientos superan desde 300 a 650 kg. a la media regional, que es de 800kg/ha. Por otra parte el análisis de varianza mostró diferencias significativas para el primer tratamiento en relación a otros, que fueron estadísticamente iguales.

Así, es posible practicar la asociación maíz-cítricos-gliciridia y pueden esperarse rendimientos aceptables en comparación con el tratamiento de maíz en unicultivo, cuyo bajo rendimiento se atribuye a que en el suelo no se presentan condiciones favorables para el maíz. Así mismo para el caso de la asociación maíz-gliciridia que presentó el rendimiento más bajo, se considera que puede ser debido a la influencia de las hileras de *G. sepium* sobre el surco de maíz adyacente a éstas, lo cual aún falta por confirmar; sin embargo, es importante señalar que a mediano plazo en los tratamientos con barreras, el suelo podrá presentar mejores condiciones para los cultivos asociados, dado que se están incorporando los residuos vegetales producidos por la poda de las barreras de *G. sepium*.

En términos generales, se espera mejorar las condiciones nutrimentales del suelo, para lo cual se están procesando las muestras de suelo correspondientes, así como estimar la influencia de las barreras en el control del proceso erosivo.

Desarrollo del Naranja Valencia.

El diámetro del patrón se toma 20 cm de altura a partir de su base y para el injerto se obtiene abajo de la primera ramificación; así en la evaluación inicial no se encontraron diferencias de crecimiento entre tratamientos; sin embargo para la segunda evaluación en el tratamiento con barreras (cb) el patrón y el injerto presentaron un mayor desarrollo, cuyas diferencias fueron estadísticamente significativas en relación al tratamiento sin barreras (sb) cuadro 2.

Cuadro 2. Desarrollo inicial (I) y posterior (II y III) del diámetro (en cm) de Naranja Valencia con y sin barreras de *G. sepium* en el suelo de ladera de Papantla, Ver. (INIFAP-CIRGOC.1992).

Tratamiento	Injerto			Patrón		
	I	II	III	I	II	III
con barrera	0.54	1.11	1.82	0.93	1.64	1.76
sin barrera	0.50	0.9	1.08	0.91	1.42	1.61

Significancia al 0.5% de Student.

Significancia al 0.01% de Student.

Las diferencias observadas en el desarrollo del naranja pueden atribuirse a la disponibilidad de agua en el suelo ya que los promedios de contenido de humedad obtenidos indican que éste fue mayor en el tratamiento (cb), lo cual reafirma que las barreras de *G. sepium* contribuyen a una mayor retención e infiltración de agua en suelos de ladera durante la época seca, que generalmente es de abril a julio y en el que la disponibilidad de agua en el suelo es una limitante para el desarrollo del naranja.

Conclusiones.

Los resultados obtenidos hasta la fecha, indican que es factible asociar cultivos de maíz y cítricos con barrera de *G. sepium* en suelos de ladera, ya que los rendimientos de maíz obtenidos superan a la media regional bajo cultivo tradicional, así mismo se considera que éstos tratamientos pueden ser sostenibles, dado que se está aportando materia orgánica y es de esperarse que se mejoren las condiciones de fertilidad del suelo.

CAPITULO 7. DISCUSIÓN.

Los agricultores siempre se quejan del tiempo; o es demasiado húmedo o es demasiado seco. Desde hace miles de años, han drenado las tierras húmedas y han regado las secas, pero hasta épocas recientes no han aprendido a usar el agua donde cae, de modo que los beneficie lejos de perjudicarlos.

Para lograr tener éxito en cualquier explotación agrícola es preciso tener un amplio conocimiento sobre manejo agrícola.

Analizaremos algunos de los factores que ocasionan la erosión del suelo indicando una forma adecuada de corregirlo o de disminuir sus efectos sobre el suelo.

Por ejemplo, la intensidad de lluvia tiende a lavar el suelo ocasionando la pérdida de nutrientes en el mismo. Para evitar esto, se puede utilizar una cubierta vegetal o usar los restos vegetales que permitirán además de retener los nutrientes mejorar el suelo.

El tipo de suelo, cuando este no está bien nivelado puede llegar a provocar encharcamiento si éste no presenta una adecuada permeabilidad, si las lluvias son intensas y el suelo se compacta con facilidad (esto ocurre en suelos arcillosos). Por el contrario, si el suelo presenta una buena permeabilidad, tendrá el agua una filtración rápida.

Para evitar la erosión por la acción del viento, se sugiere mantener el suelo cubierto con algún cultivo que en un momento dado puede ser incorporado al mismo como un mejorador (para estos casos se recomienda una leguminosa que aportará nitrógeno al suelo).

El uso de barreras rompevientos (plantaciones forestales) también ayuda a la conservación del suelo, para esto se recomienda colocar especies diferentes que permitan desviar las corrientes de aire hacia arriba para que este pierda fuerza y no afecte a los cultivos.

Para el control del agua, se recomienda que el suelo presente una pendiente adecuada lo que permitirá un escurrimiento idóneo para evitar encharcamiento y que esto llegue a ocasionar por ejemplo, pudrición de la raíz.

La falta de fertilidad o manejo inadecuado, tienden a ocasionar la erosión del suelo, debido a que las plantas al no tener nutrientes disponibles en el suelo, perderán fuerza o simplemente los cultivos se perderán.

Se recomienda, un análisis del suelo previo a la explotación del mismo, con lo cual se estará en posibilidades de aplicar el que necesiten las plantas en cantidades apropiadas para una asimilación completa en dosis adecuadas.

Si ésta , se combina con abonos verdes se tendrá un sistema seguro, económico eficaz y sencillo para tener una reconversión de una agricultura convencional hacia una agricultura orgánica.

El uso de terrazas se recomienda en lugares con pendiente pronunciada, con la finalidad de evitar la pérdida de suelo. Sin embargo, las diferentes alternativas consideradas pueden dar buenos resultados si se aplican correctamente.

CAPITULO 8. CONCLUSIONES.

De acuerdo al análisis realizado, se llega a las siguientes conclusiones que no deben ser limitativas, para que sean consideradas otras que por su importancia y buenos resultados obtenidos en diferentes regiones donde se han aplicado, han dado excelentes resultados:

1. La elección adecuada del método o alternativa dependerá de lo que se desee mejorar o prevenir la erosión del suelo, con la finalidad de no sólo evitarla sino de tener un suelo permanente y productivo por muchos años.

2. La agricultura tradicional es una de las bases fundamentales para dar viabilidad a las nuevas propuestas de la agricultura orgánica o agroecológica.

3. Los agricultores de más edad conservan en la memoria la agricultura tradicional, preservándola desde antes de la incorporación de la Revolución verde como una parte de su historia y formación cultural.

4. La transferencia y difusión de una tecnología agroecológica no debe entenderse como un proceso tecnicista para el cambio de un paquete a otro, debe ser más bien una propuesta nueva de vida y de transformación que parta de la iniciativa de los propios productores y difundido en las comunidades rurales con problemas de erosión.

5. Los centros educativos, técnico-agropecuarios y estaciones experimentales del estado requieren de capacitación y actualización frente a la propuesta agroecológica de técnicas y prácticas tradicionales, pues carecen del conocimiento técnico, ambiental, económico, social y cultural para implementarlos.

6. En las laderas existe necesidad de implementar sistemas de conservación de bosque y suelos que permitan proteger las cuencas hidrográficas deterioradas. Se requiere que las entidades que trabajan por la conservación de las cuencas y la protección de los bosques se interesen por la recuperación de los bosques nativos de cada ecosistema.

7. Se sugiere adecuar en cada localidad para reproducir la diversidad de especies vegetales ,frutícolas, forrajeras y alimenticias del bosque nativo regional.

8. Implementar sistemas de producción agroforestales con especies arbóreas nativas u otras especies adaptadas que a porten alimentos, energía, forrajes, medicinas, cercas vivas y materia orgánica al suelo.

9. Debido a que la erosión del suelo empobrece su calidad y su capacidad para producir buenas cosechas y en ocasiones provoca su pérdida total; así como algunos pesticidas tardan mucho tiempo, a veces años , en degradarse y al ser transportados no sólo contaminan la atmósfera sino también el agua y alimentos.

Considerando lo anterior se recomienda.

a) Conservar una cubierta vegetal en las áreas de cultivo:

1. haciendo rotación de cultivos.
2. Conservando el rastrojo sobre la tierra.
3. Dejando crecer, en la temporada entre cosecha y siembra la hierba silvestre en la milpa.

b) Proteger el suelo de la erosión:

1. Usando barreras de árboles que detengan o desvíen el aire.
2. Dejando cercas de vegetación natural para detener la tierra acarreadas por el aire.

c) Evitar el uso de pesticidas y un exceso de fertilizantes sintéticos:

1. Haciendo policultivos, al sembrar por ejemplo frijol, maíz y calabaza en un mismo terreno al mismo tiempo.
2. reduciendo la posibilidad de ataque de insectos y
3. usando fertilizantes naturales como guanos, gallinazas o estiércol.

d) establecer una educación ambiental adecuada a cada zona con la finalidad de que todos los estudiantes estén involucrados en el cuidado y prevención de la pérdida del suelo por la erosión.

BIBLIOGRAFIA.

- ACEVES, Navarro, E. 1979. El ensalitramiento de los suelos bajo riego (identificación, Combate y Adaptación) Colegio de Posgraduados. Chapingo. México.
- ARELLANO, Monterrosas, J. Artículo "Degradación del Suelo y Agrodiversidad en Chiapas". Jornada Ecológica. 5 de enero 1996.
- BECERRA, Moreno. Artículo "El hombre es correponsable del aumento de la erosión". Jornada Ecológica 5 de enero de 1996.
- BENNETT, Hug, H. 1965. Elementos de Conservación del Suelo. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. 427 p.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS A. 1996. Manual de Conservación de Suelos. Primera Edición. Limusa. México. 332 p.
- DUCHAUFOR, PH. 1984. Edafología. Edafogénesis y Clasificación. Primera Edición. Masson, S.A. España. 493 p.
- ENRIQUEZ, Rubio, E. 1993. El Programa de Conservación del Suelo y Agua de la S.A.R.H. Ponencia presentada en la Primera Reunión Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y Agua en Montecillo, Estado de México
- ESTRADA, Beng. Artículo "El precio que pagamos por la erosión de los suelos en México", Jornada Ecológica. 5 de enero 1995.
- FAO, Dirección de Fomentos de Tierras. 1978. La erosión eólica y medidas para combatirla en los suelos. Segunda impresión. FAO. Italia. 96 p.
- FOSTER, Albert, B. 1990. Métodos Aprobados en Conservación de Suelos. Sexta reimpresión. Edit. Trillas. México. 411p.
- FOURNIER, F. 1975. Conservación de Suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 254p.
- GARCIA, Gilberto. Trabajo de Seminario. "La Contaminación de suelos por Plaguicidas". FESC. UNAM. 1995.
- GONZALEZ, Nelson. Folleto. Una tierra para Siempre. FAO. PNUD. 1995
- HARCHARIK, D. 1975. Plantaciones Forestales para la Rehabilitación de Tierras Erosionadas. FAO.
- HERNANDEZ, Narro, L. Artículo "Notas sobre Agricultura y TLC: Dos años después". La jornada del CAMPO. 3 de abril de 1996.
- HERNANDEZ, Silvia. Trabajo de Seminario. "La Erosión, un Problema de la Producción Agrícola". FESC. UNAM. 1996.

- HUDSON, Norman.1973. Soil Conservation.Second Printing. Coronell University Press. Great Britain.320p.
- JIMENEZ, García,c. Trabajo de Seminario "La Importancia de la Labranza de Conservación en la Agricultura Sustentable".FESC.UNAM.1995.
- KOOL, J. La estrategia de optimización para proteger la calidad de recursos de agua en áreas agrícolas. Congreso Internacional de Irrigación y Desagüe. El Cairo. Egipto.1996.
- LAMB, John.1994. Experiments in the Control of Soil Erosion in Southern New York. Cornell University. 811p.
- MELCHOR, Marroquin, José. Artículo "El cultivo en Callejones: una estrategia para mejorar la agricultura tradicional de suelos de ladera, en Papantla, Ver." Ponencia presentada en la Primera Reunión Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y el Agua. Montecillo, Edo de México.1993.
- MORGAN, R.P.C.1979,Soil Erotion.Longman.London
- OROPEZA, Mota.Artículo "México, uno de los países más afectados por la erosión del suelo. Jornada Ecológica. 5 de enero de 1995.
- PINEDA, Velázquez,A. Tesis "Análisis y Alternativas de Restauración Ecológica para áreas con Degradación Ambiental por Desertificación y Erosión en Tlaxcala".FESC.UNAM.1990.
- RESTREPO, J.Elementos básicos sobre agricultura orgánica en Centroamérica. C EDECO.Avances de Investigación. San José, Costa Rica.
- REYES, Sánchez.L.B.Las Arcillas. Material elaborado para la asignatura de Química.FESC.UNAM.1993.
- SHENG, T.La hidrosiembra en Jamaica: procedimiento, ejemplo y perspectivas.FAO.1975.
- SOSA, P.Tesis. "La Agricultura Sustentable, una Alternatiuva para el Distrito Federal". UNAM.1995.
- SPRINGFIELD,H.Artículo "Empleo de abrigo para el arraigo de quenopodios leñosos: ejemplo de aplicación en zonas áridas".FAO.1975.
- STALLINGS, J.H.1981.El Suelo, su Uso y Mejoramiento. Ed.Continental. México.463p.
- TELLEZ, J.L.1985.Determinación del tipo de suelo y formulación de un programa para la rehabilitación de suelos con problemas de salinidad. México.

- TEUSCHER, Henry y Alder R.1982. El Suelo y su Fertilidad. CECSA.México.510P.
- THOMPSON, 1952.Soil and Soil Fertility.Mc Graw-Hill Book Co.N.Y.319p.
- TOLEDO, Víctor M.,J.Carabias,C.Mapes y C.Toledo.1985. Ecología y Autosuficiencia Alimentaria. Ed.Siglo XXI. México.
- WOLSTAD, Aase. Folleto. Mejores cultivos en terrazas. FAO-PNUD.1985.
- WRUCK, SP,Warner. Artículo "Importancia de la franjas silvestres arbóreas-arbustivas en zonas extensas agrícolas" Ponencia presentada en la Primera Reunión del Manejo y Conservación del Suelo y Agua. Montecillo. Edo de México.1992.

LEYES CONSULTADAS.

- Legislación y Acuerdos sobre Protección Ambiental en el Estado de México.1992.1a. Edición.Gobierno del Estado de México.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.1988. Diario Oficial de la Federación.
- Leyes y Códigos de México. 1990. Edit. Porrúa. 10a Edición, México.

ANEXO.

-Ley de Protección al Ambiente del Estado de México.

La recuperación del equilibrio ambiental ha llegado a ser una de las grandes preocupaciones de nuestro tiempo.

Los pueblos y los gobiernos de todo el mundo enfocan su atención a la necesidad de impedir o al menos de atenuar, los males causados a la naturaleza por la emisión de contaminantes que degraden la calidad del aire, el agua y el suelo, con daños irreversibles a la vida en todas sus formas.

La atmósfera, los recursos forestales e hidráulicos, los terrenos aptos para la agricultura, así como las áreas verdes e indispensables para mantener la salud de la población y, en fin, la mayoría de los elementos vitales necesarios para la conformación de nuestro habitat se han convertido en áreas erosionadas e improductivas, cubiertas por humo o invadidas por toneladas de concreto.

La ley de Protección al Ambiente del Estado de México es la acción más patente del interés en favor de la naturaleza. En ella se considera como problema prioritario dar solución a la restauración ecológica y protección ambiental, con la generación tanto de medidas preventivas, como correctivas, sin distinción de zonas geográficas ni dimensiones municipales.

El **Título Tercero**, conformado por dos capítulos establece las bases de la política ambiental, el reordenamiento, impacto y riesgo ambientales, la promoción de la cultura ambiental a través de la educación, capacitación, difusión, investigación y aprovechamiento de la ciencia y la tecnología.

En el **Título Quinto, Capítulo III** Prevención y Control de la Contaminación del Suelo.

Artículo 55. Para prevenir restaurar y controlar la contaminación del suelo quedan sujetos a la normatividad aplicable los residuos:

- I. Sólidos de origen doméstico, comercial y de servicios;*
- II. Hospitalarios no peligrosos;*
- III. De origen industrial;*
- IV. De origen Agropecuario, y*
- V. De Agroquímicos.*

Artículo 56. Para la prevención restauración y control de la contaminación del suelo, la autoridad correspondiente normará:

- I. La racionalización de la generación de residuos sólidos;*
- II. La separación de los residuos sólidos; para facilitar su reuso y/o reciclaje;*
- III. Los sistemas de manejos y disposición final de los residuos sólidos en los centros de población,*
- IV. El uso de agroquímicos, y*
- V. Las descargas de aguas residuales.*

En el Título Sexto, en el capítulo de sanciones, se incluye un catálogo de prohibiciones sobre actos, actividades o hechos que impliquen impacto o riesgo ambientales, señalándose como sanciones el apercibimiento, la amonestación, sanción económica, suspensión, clausura, arresto administrativo, retención de vehículos y cancelación de permisos concesiones y asignaciones que podrán ser impuestas, atendiendo a la gravedad de la responsabilidad en que se incurra, la circunstancia socioeconómica del infractor, los antecedentes de éste, la reincidencia y el monto del beneficio, daño o perjuicio económico que se cause.

LEY PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

La vida de la población humana se desarrolla gracias a la concurrencia de factores naturales permanentes e inmutables que guardan una situación de equilibrio desde el punto de vista físico, químico y biológico. Tales factores son: el suelo fértil, del que se obtienen productos de diversa naturaleza y que se aprovechan en diversas formas; el agua que cumple una función vital en los ciclos biológicos de los mismos animales y vegetales; la flora que se sustenta del suelo y dá productos diversos y la fauna que ayuda a alimentar al hombre y le proporciona bienes de distinta naturaleza .

El equilibrio físicoquímico-biológico se altera cuando el hombre, en forma irracional, trata de obtener productos de la tierra sin tomar en cuenta la conveniente restitución de elementos que haga factible su explotación permanente, requiriendo de una legislación para lograrlo.

Esta ley en el **Capítulo Segundo** del Suelo, señala en el:

Artículo 7.- Por sus usos agroeconómicos los suelos se clasifican en:

- I. Forestales;*
- II. Praderas;*
- III. Agrícolas;*
- IV. Incultos productivos;*
- V. Explotables y*
- VI. Eriales.*

Artículo 8. Son suelos forestales los ocupados por especies arbóreas y arbustivas no cultivadas, cualquiera que sea el estado de explotación o de conservación en que se encuentren y comprenden los grupos siguientes:

- I. Los que están cubiertos por bosques o especies arbustivas explotables o explotadas.*
- II. Los que habiendo sido explotados se encuentran en proceso de recuperación natural o artificial, y*
- III. Los que habiendo sido explotados irracionalmente se encuentran desprovistos en su mayor parte de vegetación, y sean susceptibles de reforestación artificial.*

Artículo 9. Son suelos de praderas los que, en lo general, se encuentran libres de árboles, matas o arbustos, cubiertos de vegetación herbácea y se destinan a la producción de forrajes o al pastoreo y se dividen en dos grupos:

- I. De praderas naturales, en los que crecen espontáneamente las plantas forrajeras, sujetas tan solo a labores de protección para asegurar indefinidamente su uso;*

II. De praderas artificiales, cuya vegetación está construida por un número limitado de especies forrajeras, a veces una sola vez sembradas y cultivadas por el hombre y destinadas a la producción de forrajes o al pastoreo.

Artículo 10. Son suelos agrícolas los que el hombre sujeta a las prácticas de laboreo recomendadas por las ciencias agronómicas para obtener productos útiles de las plantas que en ellos cultiva, independientemente de los ciclos de estas, y se dividen en dos grupos:

I. Los ocupados por plantas con ciclos de vida inferiores a un año; y

II. Los ocupados por vegetales con ciclos de vida superiores a un año, que reciben el nombre de plantaciones.

Artículo 11. Son suelos incultos productivos los ocupados en más de un 50% por plantas silvestres no arbóreas, cuya parte o productos son útiles al hombre y pueden ser motivo de explotación económica.

Artículo 12. Son suelos explotables los que se encuentran desprovistos de vegetación o están cubiertos por vegetación silvestre inadecuada para su aprovechamiento económico actual, o que por sus condiciones físicas o químicas, de acceso o de otra naturaleza, no son explotados, pero pueden serlo.

Artículo 13. Son eriales los suelos que carecen de toda posibilidad de aprovechamiento agrícola, ganadero o forestal, en plazos previsibles.

- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Actualmente el país se enfrenta simultáneamente al reto de proseguir su modernización, adoptando los cambios estructurales que garanticen el crecimiento en el largo plazo y, a la vez, el de prever los impactos que tendrá su crecimiento sobre los recursos naturales y el ambiente.

En el **Título Segundo Capítulo Primero**, se hace mención especial respecto de las áreas de protección de recursos naturales y comprenden las reservas forestales nacionales, zonas protectoras forestales, zonas de restauración y propagación forestal y zonas de protección de fuentes de abastecimiento de agua.

En el **Título Tercero Capítulo Segundo**, se establece la obligación para quienes realicen actividades agrícolas y pecuarias de llevar a cabo prácticas de conservación y recuperación para evitar deterioro de los suelos y del equilibrio ecológico, y se prevé la promoción de prácticas para la protección y recuperación de los suelos en las actividades agropecuarias.

LEY DE ASENTAMIENTOS HUMANOS.

En el **Capítulo V. De la tierra para el desarrollo urbano y la vivienda.**

En el Artículo 48 señala que las áreas y predios de un centro de población cualquiera que sea su régimen jurídico, están sujetos a las disposiciones que en materia de ordenación urbana dicten las autoridades conforme a la ley.

Las tierras que se encuentran en explotación minera, agrícola o forestal o que sean aptas para estos tipos de explotación, deberán utilizarse preferentemente en dichas actividades, de las que sólo podrán retirarse para ser incorporadas al proceso de urbanización de acuerdo con la legislación especial sobre esas materias.