

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



Erosión en Tierras Abiertas al Cultivo en la Concepción,
Municipio de la Huerta, Jalisco.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Ingeniero Agronomo con Orientación en Suelos

P R E S E N T A :

JOSE ANTONIO SAAVEDRA PALOMARES

GUADALAJARA, JALISCO. 1985

DEDICATORIA

A mis padres José y Rosa

Que, con su ayuda, consejos y desvelos
lograron concluir mis estudios.

A mis hermanos

Que de alguna forma colaboraron en
mi formación.

Pedro Arath

Lamberto Alonso

Aarón Ajazjá

Afra Icibel y

Alma Rosa

A los campesinos

Que de alguna manera tomaron parte en
la realización de éste estudio.

A mis familiares y amigos

A mis compañeros y maestros

Al futuro de México



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Junio 25, 1934.

C. PROFESORES

ING. ANTONIO DOMESTICO BALLESTRAS, Director.

ING. J. DOMESTICO BALLESTRAS, Asesor.

ING. ANTONIO DOMESTICO BALLESTRAS, Asesor.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"PROCESO DE TIENDEO Y ALICATA DEL CULTIVO EN LA CENOCOSI, MUNICIPIO DE LA BOBOTA, ZAPOTAN, JALISCO."

presentado por el PASANTE J. MATEO SANCHEZ D.
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRAJAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

hlg.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Febrero 19, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JOSE ANTONIO SAAVEDRA PALOMARES titulada,

"EROSION EN TIERRAS ABIERTAS AL CULTIVO EN LA CONCEPCION, MUNICIPIO DE LA HUERTA, JALISCO."

Damos nuestra aprobaci3n para la impresi3n de la
misma.

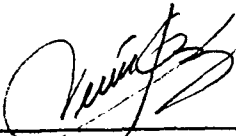
DIRECTOR.



ING. ARTURO CORTEL BALLESTEROS.

ASESOR.

ASESOR.



ING. J. JESUS GODINEZ HERRERA



ING. ADRIAN TORRES PEREZ



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

hlg.

Al contestar este oficio s3rvase citar fecha y n3mero



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

	Página
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
- Objetivo General	4
- Objetivos Particulares	4
- Supuestos	4
III. REVISION DE LITERATURA	5
3.1 Generalidades	5
3.2 Erosión	5
3.2.1 Definiciones	5
3.2.2 Tipos de erosión	6
3.2.3 Causas de la erosión	7
3.2.4 Resultados de la erosión	7
3.2.5 Control de la erosión	9
3.2.6 Métodos de reconocimiento de la erosión	9
3.2.6.1 Métodos Directos	9
3.2.6.1.1 Medición de pedestales	9
3.2.6.1.2 Marcaje de piedras	10
3.2.6.1.3 Clavos y rondanas	10
3.2.6.1.4 Corcholatas	10
3.2.6.1.5 Lotes de observación	11

3.2.6.2	Métodos Indirectos o Paramétricos	11
3.2.6.2.1	Erosividad de la lluvia	11
3.2.6.2.2	Fertilidad del suelo	12
3.2.6.2.3	Longitud de la pendiente	12
3.2.6.2.4	Inclinación de la pendiente	12
3.2.6.2.5	Manejo de cultivos o uso del suelo	12
3.2.6.2.6	Prácticas de conservación o cubierta vegetal	13
3.3	Antecedentes sobre Investigación en Conservación de Suelos en el Mundo	13
3.4	Antecedentes sobre Conservación de Suelos en México	14
3.5	Antecedentes sobre Investigación en Conservación de Suelos en México	16
IV.	MATERIALES Y METODOS	19
4.1	Descripción del lugar de Estudio	19
4.2	Material Utilizado	21
4.3	Metodología	22
4.3.1	Construcción de lotes	22
4.3.2	Determinar el efecto de la erosión	22
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	24
5.1	Cálculo del grado de Erosión	24
	- Textura	25
	- Textura de cada lote de escurrimiento	26
	- Textura del suelo erosionado	28

5.2	Determinar el efecto de la Erosión	28
	- Determinación de materia orgánica	28
	- Materia orgánica del suelo erosionado	30
	- Capacidad de intercambio cationico	30
VI.	CONCLUSIONES	33
VII.	SUGERENCIAS	34
VIII.	BIBLIOGRAFIA	36



**ESCUOLA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figuras	Página.
1.- Estado de Jalisco; localización del lugar de estudio.	20
Cuadros	
1.- Análisis mecánico del suelo antes del temporal de lluvias.	25
2.- Resultados de Textura en % y ton/ha, para cada lote de escurrimiento.	27
3.- Cuantificación en ton/ha/año de la Textura del suelo erosionado en cada lote de escurrimiento.	28
4.- Cuantificación de N.O. en ton/ha, antes y después del temporal de lluvias en cada lote de escurrimiento.	29
5.- Cuantificación de Materia Orgánica erosionada en kg/ha.	30
6.- Valores de la CIC/100 gr, de suelo para cada lote de escurrimiento, antes y después del período de lluvias.	31

RESUMEN

En el ejido de La Concepción, municipio de La Huerta, Jal. se realizó el presente trabajo con la finalidad de determinar la erosión y observar el efecto de ésta en la fertilidad del suelo.

Para lograr los objetivos del experimento se utilizaron, dos parcelas de escurrimiento con pendiente media de la zona de 15-30%. Una fué utilizada como testigo, sin alterar la cobertura natural, la segunda contaba con cultivo de Maíz, lo que se concluye de este trabajo es lo siguiente.

Las pérdidas de suelo fueron de .5095 ton/ha/año para la parcela utilizada como testigo, para el terreno con cultivo se estimaron 21.021 ton/ha/año.

La precipitación pluvial máxima en 24 hr, para el año de 1983 fué de 67.00 mm, y la media de 40.65 mm.

La precipitación pluvial media en 24 hr, calculada en los últimos cinco años es de 44.9 mm, por lo tanto, se puede esperar que para proximos años aumente el grado erosivo del suelo.

El coeficiente de escurrimiento calculado para el terreno utilizado como testigo fué de .1075 mientras que para el terreno cultivado aumentó a .2265

Con relación al efecto de la erosión en la fertilidad del suelo, fué determinada la correlación existente en el PH y CIC de la M.O.

Los valores de CIC para el testigo variaron de 8.45 a 8.41 con un PH que va de 5.6 a 5.5 y un porcentaje de M.O. de 3.73 a 3.8

Para el suelo cultivado la CIC oscilo de 7.02 a .9312 con un PH que va de 5.5 a 5.1 y con valores de 3.17 a 1.93% de M.O.

De acuerdo a la gran cantidad de pérdidas de suelo por erosión y los resultados de CIC inferiores a 16, optimo para el desarrollo del Maíz. Se llega a la conclusión de que este suelo no es recomendable para cultivo de Maíz, debido a su baja fertilidad.

I INTRODUCCION

El ejido de La Concepción municipio de La Huerta, Jal. lugar donde se llevó a cabo el presente trabajo, cuenta con una superficie de 4,164-15-09 ha, distribuidas a 128 ejidatarios.

Los cultivos que se practican actualmente en esta parte del Valle de acuerdo a su importancia, son mencionados a continuación.

El cultivo principal en el temporal es el Maíz, que se siembra en la parte plana y lomeríos del valle; también se lleva a cabo el cultivo de praderas en tierras de tipo cerril.

En las tierras de humedad, los cultivos más generalizados son de Sandía, Maíz criollo y Sorgo.

Entre otros cultivos, se cuenta con la producción de Mango y Caña de Azúcar.

El tiempo para la realización de este estudio fué de un año, y se utilizó para cuantificar la erosión hídrica del suelo el método de lotes de escurrimiento. Teniendo como finalidad, cuantificar el grado erosivo del suelo, así como determinar su efecto en la fertilidad.

Es una necesidad para un país de recursos limitados, planear eficientemente los proyectos de inversión no solo bajo una justificación exclusivamente social, sino también considerando la preservación de los recursos naturales, que en cierto modo, son el

origen de muchos problemas en el futuro.

Debido a la fuerte presión demográfica y la creciente demanda de productos del campo en los últimos años, se ha hecho necesario optimizar todos los factores de la producción a fin de cubrir el déficit en la demanda de estos productos que repercuten en graves problemas de índole social y económico.

Por lo que se refiere a los insumos, (semillas, fertilizantes, insecticidas, etc.) en México se ha logrado cierto avance que permite incrementar el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, en lo relativo al uso del suelo, las prácticas inadecuadas de manejo y el desconocimiento de la mecánica de la erosión, han provocado un serio deterioro al suelo que afecta directamente a las plantas y demás factores de la producción.

Como una medida para atenuar la degradación del recurso tierra, el gobierno federal creó en 1947 la Dirección de Conservación del Suelo y del Agua. Sin embargo, la acción implacable de los agentes de la erosión, la tibia participación de los campesinos y la falta de investigación que genere información sobre las prácticas de conservación y manejo del suelo, han permitido que el proceso erosivo continúe a tal grado que en México, según estimaciones de la propia Dirección, el 80% de la superficie total se encuentra afectado en diferente grado por el proceso de la erosión.

Aunque se ha comprobado que la rotaciones de cultivos, las prácticas adecuadas de manejo y de incorporación de residuos orgánicos reducen hasta un 90% la erosión en áreas agrícolas, los sistemas tradicionales de monocultivo y el minifundio agrícola, dificultan la implementación de tales prácticas, por lo que el esfuer

zo de la Dirección de Conservación del Suelo y el Agua se ha enfocado principalmente al control de la erosión mediante prácticas mecánicas.

II OBJETIVOS

Objetivo General.

En el presente trabajo, se trata de buscar el grado erosivo del suelo en terrenos abiertos a la agricultura, con características similares a éste, en ésta zona dentro del Valle de La Huerta, Jal. Así cómo determinar el efecto de la erosión en la fertilidad del mismo, para que los campesinos conserven a largo plazo su sistema de producción y puedan lograr una disminución en el deterioro del suelo.

Objetivos Particulares.

- Determinar el grado de erosión por el método de lotes de escurrimiento.
- Determinar el efecto de la erosión en la fertilidad del suelo.
- Citar prácticas de cultivo para prevenir y reducir la erosión del suelo.
- Promover las prácticas de asociación en terrenos de ladera, Maíz-Pastizal en temporal.

SUPUESTOS

El método seleccionado para determinar la erosión, nos puede proporcionar el grado de perturbación de ésta zona, con lo que podemos inferir su manejo.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 GENERALIDADES.

Siempre ha existido erosión y siempre existirá. La superficie de la tierra es modelada por los procesos exogénicos y endogénicos. Los primeros tienden a nivelar, mientras que los últimos tratan de formar un nuevo relieve (1). Los principales agentes de la erosión son: el agua, el viento, los cambios de temperatura y los procesos biológicos. Los tipos de erosión que podemos encontrar se denominan: Geológica, normal o natural y Acelerada o inducida.

Debido a las dificultades en mayor o menor grado para delimitar las fronteras entre la erosión geológica y la inducida, se ha pensado en establecer límite máximo, aquel en el cual se mantiene un nivel alto de productividad por un largo tiempo; es decir que no se manifiesta un deterioro progresivo de ésta y el espesor del suelo. Esto se logrará cuando la velocidad de pérdida del suelo no sea mayor que la velocidad de formación del mismo (1).

3.2 EROSION.

3.2.1 Definiciones.

Actualmente es considerada uno de los problemas más críticos a los que se enfrenta el hombre, aunque en civilizaciones anteriores la manifestación de este fenómeno ha sido la causa de -

caída de muchos imperios florecientes (Lowdermilk, 1953) (5).

El manejo y conservación de los suelos es una ciencia muy reciente, no obstante existen evidencias de civilizaciones A.C. que construyeron obras hidráulicas para la conservación de suelos.

La definición clásica del proceso de erosión puede definirse como:

- El complejo proceso de separación y transporte de las partículas del suelo pendiente abajo, por la acción del impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía (Ellison, 1947; Smith y Wischmeier, 1962; Stallings, 1953; Bennett, 1939; Osborn, 1955; Glynn, 1957; citados por Meyer, (7).
- La remoción y pérdida del suelo de su lugar de origen y es ocasionada por la acción del agua, viento, temperatura y agentes biológicos (6).
- El proceso relativo al desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo, causados por el agua y el viento (2).

3.2.2 Tipos de erosión.

Foth et al (1975) reportaron dos tipos de erosiones: La Geológica y La Inducida o Acelerada (5). La primera ocurre como un proceso natural que origina nuevos suelos; la segunda es la que opera cuando el proceso de la pérdida es debido al mal manejo del suelo por el hombre.

Entre los tipos de erosión inducida consideramos dos: La eólica y la hídrica. Ellison (1974) (5) definió a la hídrica como la -

que ocurre cuando las gotas de lluvia golpean la superficie desnuda del suelo, ocasionando el desprendimiento de partículas del mismo para ser transportadas por la escorrentía y a la eólica como el proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo ocasionado por la fuerza que el viento ejerce sobre la superficie del mismo.

3.2.3 Causas de la erosión.

Allison (1973) estableció que son muchos los factores que contribuyen en la pérdida del suelo, dependiendo básicamente del tipo de suelo, cobertura vegetal, pendiente del terreno y de la intensidad y frecuencia de la precipitación pluvial (5).

Ritchie et al (1974) dedujeron que las principales causas de la erosión inducida se relacionan con la destrucción de la vegetación natural, la introducción al cultivo de áreas con pendientes fuertes, el laboreo excesivo de los suelos sin considerar la topografía del terreno al sobrepastoreo y la tala inmoderada (5).

3.2.4 Resultados de la erosión.

Hasta fechas relativamente recientes cuando el hombre empezó a tomar conciencia del problema erosivo, dió principio en consecuencia a la investigación relativa de este fenómeno. Existía la creencia general de que la erosión se debía exclusivamente a la acción de las aguas escorrentías, por lo cual todos los intentos hasta aquel entonces efectuados para combatir la erosión se enfocó exclusivamente al control de escurrimientos, con resultados obviamente negativos; ya que luego se llegó a demostrar que el 15% del suelo

removido o erosionado era desprendido por el impacto de las gotas de lluvia, en tanto que las aguas de la escorrentía solo alcanzan a mover el 5% de dicha cantidad (Bennett, 1939) (5).

Una vez conocida la actividad más peligrosa de las gotas de lluvia desde el punto de vista de la erosión, su impacto sobre el suelo desnudo, se siguió profundizando en este aspecto; llegándose a tener datos tan alarmantes como los que presentaron Ekern y Muechelnin (1947) al decir que en un suelo, altamente erodable; se pueden desprender durante una lluvia torrencial alrededor de 250 toneladas de suelo por hectarea, alcanzando las gotas de salpicamiento alturas de 60 cm y distancias de recorrido lateralmente de 120 y 150 cm (5).

Tales datos confirmados posteriormente con metodología más moderna por Smith y Wischmeier (1955), sin embargo esto no quiere decir que la acción de las gotas de lluvia y su salpicamiento sea lo único a controlar en un suelo, ya que su acción se conjuga con la del escurrimiento para concluir el proceso erosivo (5).

Para enmarcar la magnitud de este fenómeno, Bennett (1955) estableció que tan solo en E.U.A. se pierden 90'000,000 de ton/año de los cinco nutrimentos principales que requieren los vegetales durante su ontogenia y que además este fenómeno erosivo no solo remueve los nutrimentos de las plantas, sino que se lleva a la vez el cuerpo entero del suelo, es decir arena, limo, arcilla, materia orgánica y microorganismos beneficios del mismo (5).

Stallings (1972) mencionó que la lluvia destruye la estructura del suelo y abate el contenido de materia orgánica del mismo al ser transportada por el escurrimiento. Por otra parte, Ortiz (1973) discutió el papel que juega la materia orgánica en la esta-

bilidad de los agregados del suelo (5).

3.2.5 Control de la erosión.

Las gramíneas cespitosas, son las que hasta ahora han dado mejores resultados en la protección de los suelos contra los agentes erosivos, Gard et al, 1943; Copley et al, 1944 (5).

En la literatura se reportan infinidad de cubiertas vegetales útiles para proteger al suelo de la erosión. Sin embargo, la vegetación arbórea no es muy adecuada para la protección del suelo, -- Suárez y Rodríguez (1962) (5) reportaron; que las gotas de lluvia al ser interceptadas por el follaje arbóreo adquieren mayor diámetro y velocidad; y al caer de una altura de más de dos metros recuperan el 95% de su energía cinética. De esta manera la cubierta vegetal inferior o la acumulación de hojarasca juega un papel importante en la protección del suelo. Este hecho fué corroborado por Mannering y Meyer (1963), con paja de trigo.

3.2.6 METODOS DE RECONOCIMIENTO DE LA EROSION

La resistencia que ejerce el suelo a la acción erosiva del agua, está determinada por diversas características o propiedades físicas y químicas del suelo, a continuación se mencionan los métodos directos e indirectos o paramétricos.

3.2.6.1 Métodos Directos.

3.2.6.1.1 Medición de pedestales.

Uno de los métodos de reconocimiento de la erosión consiste en

la medición de pedestales formados bajo piedras, troncos, raíces - etc. la altura del pedestal indica el espesor de la capa del suelo perdida por erosión.

3.2.6.1.2 Marcaje de Piedras.

Este método consiste en marcar con pintura líneas alrededor - de piedras grandes y fijas, señalando con ellas el nivel de la superficie del suelo. La medición periódica de la distancia del nivel de referencia a la superficie del suelo dará una idea de las - pérdidas de suelo ocurridas a través del tiempo.

3.2.6.1.3 Clavos y Rondanas.

En éste método se utilizan clavos de 30 cm de largo y rondanas con libertad de movimiento. Se colocan en áreas representativas de manera que la rondana descansa sobre la superficie del suelo y la cabeza del clavo la toque ligeramente. Las rondanas permiten registrar los cambios ocurridos en el área, tanto pérdidas como ganancias del suelo.

3.2.6.1.4 Corcholatas.

Se colocan 36 corcholatas en una superficie cuadrada dispuesta en cuadrícula con el corcho hacia abajo y se presiona suavemente hasta lograr que la parte superior quede al mismo nivel que la superficie del suelo para evitar que sean movidas por el viento, éste será nuestro nivel de referencia que se compara cada año con el nivel del suelo para obtener el espesor medio de la capa de suelo perdida por erosión.

3.2.6.1.5 Lotes de Observación.

Para cuantificar la erosión hídrica en una área determinada - se selecciona un sitio representativo de las condiciones del área y se ubica un lote de observación del proceso, de área conocida, a lo largo de la pendiente principal del terreno. Estos lotes deben estar confinados mediante láminas impermeables enterradas alrededor y que sobresalgan 20 cm sobre la superficie del suelo, estos métodos citados por Torres (6).

Las recomendaciones sobre prácticas de conservación de suelo que actualmente están disponibles para los agricultores se basan - principalmente en los resultados de investigaciones realizadas en otros países. Sin duda el camino más seguro sería recomendar a los campesinos aquellas prácticas que han demostrado ser efectivas en las condiciones de producción que ellos mismos acostumbran a realizar. Pero debido a que es escasa la investigación realizada en -- México tomar este camino equivale a recomendar muy poco, y prácticamente nada en determinados casos.

De la ecuación universal de pérdida del suelo, de acuerdo con la formulación de Estados Unidos, son tomados los métodos paramétricos de erosión.

3.2.6.2 Métodos Indirectos o Paramétricos.

3.2.6.2.1 Erosibilidad de la lluvia.

Que por ser un proceso natural no es posible regular ó contro

lar directamente, pero indirectamente la vegetación puede amorti--
guar a la energía cinética con la que caen las gotas de agua al -
suelo desnudo, desprendiendo así las partículas finas y siendo --
arrastradas por la escorrentía (3).

3.2.6.2.2 Erodabilidad del suelo.

Es la facilidad ó dificultad que presenta un suelo a ser pre--
sionado, depende de; su estructura, textura, contenido de materia
orgánica, etc. De estos factores el que puede ser manejado es el -
contenido de materia orgánica, puesto que mejora las condiciones -
del suelo y ayuda a la retención de él (3).

3.2.6.2.3 Longitud de la pendiente.

Es también importante ya que al saturarse de humedad del sue--
lo, el agua de escurrimiento se acumula a todo lo largo de la mis--
ma, aumentando su volumen y velocidad, con ello sus daños (4).

3.2.6.2.4 Inclinación de la pendiente.

La erosión por el agua no es problema de zonas planas; tan só--
lo cuando la topografía de los terrenos se hace quebrada, las pér--
didas de suelo comienzan a adquirir importancia. El tamaño y la -
cantidad de material que el agua puede arrastrar o llevar en sus--
pensión dependen de la velocidad con que ésta fluya, la cual a su
vez es una resultante de la longitud y el grado de pendiente del -
terreno (4).

3.2.6.2.5 Manejo de cultivos ó uso del suelo.

Probablemente este es el factor que en mayor grado favorece el

progreso de la erosión; porque desafortunadamente una gran mayoría de campesinos y agricultores aplican técnicas y usos inadecuados, originando que el mayor porcentaje de esos suelos se encuentren -- gravemente dañados (4).

3.2.6.2.6 Prácticas de conservación ó cubierta vegetal.

La cubierta vegetal es la mayor defensa natural de un terreno contra la erosión. Toda planta desde la más minúscula hierba hasta el árbol más corpulento, defiende el suelo de la acción perjudicial de las lluvias en forma y proporción diferentes, a ello se debe la fertilidad de las tierras vírgenes (4).

3.3 ANTECEDENTES SOBRE INVESTIGACION EN CONSERVACION DE SUELOS EN EL MUNDO.

Las primeras investigaciones científicas sobre erosión fueron desarrolladas por el alemán Wolny entre 1877 y 1895 mediante pequeños lotes, para medir la erosión por efecto de la lluvia bajo diferentes tipos de vegetación y residuos de cosechas. Fuera de este trabajo el desarrollo de la investigación en conservación de suelos se desarrolló principalmente en Estados Unidos donde en 1907, a travez de su Departamento de Agricultura (USDA), declara una política oficial de protección a la tierra (7).

Los primeros intentos hechos en los E.U.A. para medir la escorrentía y erosión mediante parcelas de observación datan de 1915 y se establecieron con el propósito de evaluar el deterioro del suelo por el proceso de la erosión (7). En 1930 el USDA estableció -

las primeras 10 estaciones de investigación para estudiar el fenómeno de la erosión y los factores que lo producían.

Con la información obtenida, Smith (1941). Browning et al (1947) y Musgrave (1947) intentaron sistematizar el cálculo de las pérdidas de suelo mediante el análisis de los factores causantes, incluyendo en cada avance la concurrencia de más factores o afinados a medida que se incrementaba el conocimiento de éstos a través del estudio ordenado.

3.4 ANTECEDENTES SOBRE CONSERVACION DE SUELOS EN MEXICO.

Las primeras evidencias sobre la necesidad de conservar el suelo y el agua en México se manifestaron con los estudios de suelos hechos por la Comisión Nacional de Irrigación. En 1939 ante dicha Comisión el Ing. Lorenzo Patiño N. presentó el primer informe sobre la reducción de erosión para terrenos bajo cultivo en ladera, mismo que se presentó en el VI Congreso Científico del Pacífico -- celebrado en Berkeley Calif.

En 1941, en la primera Convención Nacional Forestal, el citado Ingeniero presentó la ponencia "La Conservación de los Suelos en México" que fué premiada y motivó que por acuerdo presidencial, el 25 de Marzo de 1942 se creara el Departamento de Conservación del Suelo dentro de la Dirección de Agrología de la Comisión Nacional de Irrigación.

En 1943, se establecieron los primeros Distritos de Conservación en Arroyo Zarco, Mex. y en Malintzin, Tlax., los cuales se utilizaron para adiestramiento en la Técnica de Conservación del Suelo a todo el personal con el que se inició este servicio.

En 1944, se crearon nueve Distritos más en los Estados de Jalisco, México, Hidalgo, Puebla y Michoacán.

En 1945, se formuló el proyecto de la Ley de Conservación del Suelo y el Agua con la finalidad de fomentar, proteger y reglamentar la conservación de estos recursos para la agricultura nacional, misma que fué publicada en el Diario Oficial en Marzo de 1946. En acato a la misma Ley, el Departamento de Conservación del Suelo pasó a ser Dirección dentro de la Comisión Nacional de Irrigación.

Desde su creación la Dirección de Conservación de Suelo y el Agua ha creado 24 delegaciones en diferentes entidades del país, dando preferencia a la atención de las zonas de agricultura de subsistencia en condiciones de temporal (7).

Desafortunadamente la labor de la citada dirección y muchas otras que han nacido en diferentes dependencias con similares objetivos han carecido de investigación de apoyo. Esta situación ha propiciado una diversidad de criterios de acción y ha dificultado presentar un frente común al avance de la erosión.

En base a lo anterior por iniciativa de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y con la coordinación del Colegio de Postgraduados de Chapingo, Mex., se elaboró el Manual de Conservación del Suelo y del Agua y conjuntamente se inició la investigación formal sobre estos aspectos.

3.5 ANTECEDENTES SOBRE INVESTIGACION EN CONSERVACION DE SUELOS EN MEXICO.

En 1974 se inició de hecho la investigación formal sobre la conservación de suelos en México al seleccionarse la cuenca hidrográfica del río Tezcoco con fines de estudio (7).

La ventaja que se le observó a esta cuenca es que incluye amplia diversidad de ecosistemas, gran variedad en el uso del suelo y por su localización geográfica, es representativa de los principales problemas sociales del país.

El primer estudio que se estableció en la cuenca del río Tezcoco tuvo como objetivos evaluar las pérdidas del suelo y nutrientes en relación con el uso del suelo y explicar el fenómeno de la erosión con base en las causas que lo propician en los diferentes ecosistemas de la cuenca.

En los resultados preliminares de este trabajo se observó que las mayores pérdidas de suelo corresponden a las zonas altamente degradadas y de cultivo, y que éstas pérdidas disminuyen conforme a la alteración de los ecosistemas naturales (7).

Con base en los resultados naturales anteriores, se iniciaron estudios de observación para el manejo de las zonas altamente degradadas y su reincorporación a la productividad mediante plantaciones de nopal y pastizales principalmente (7).

En las áreas agrícolas, se establecieron experimentos sobre prácticas de labranza y manejo de residuos orgánicos en diferentes cultivos y se inició la evaluación de suelos y algunos tipos de secciones transversales de terrazas (7).

Como puede observarse al comparar el desarrollo de nuestra

investigación con la del resto del mundo, en México se está experimentando con los factores atenuantes de la erosión mientras que los causantes de ella se manejan en segundo término considerando básicamente las experiencias generales en otros países.

La razón de este procedimiento es precisamente la necesidad de información sobre la bondad de diferentes prácticas mecánicas y vegetativas de conservación del suelo y del agua. Para el estudio de los factores responsables de la erosión a nivel nacional, se requiere de la proliferación de cuencas de estudio como la del río Tezcoco y consistencia en la información meteorológica de apoyo.

En un estudio efectuado en 4 diferentes suelos donde el contenido de nitrógeno total fluctuaba entre 1,021 y 2,969 ppm y el fósforo total de 363 a 2,969 ppm, se realizó un experimento para observar las pérdidas sufridas bajo un tratamiento con fertilizante, 168 Kg. N/ha y 56 Kg. P/ha, en comparación con un testigo sin fertilizante, utilizando el simulador de lluvia con una intensidad de 6.35 cm/hora a tres duraciones de tormenta 30, 45 y 60 minutos (7).

Las pérdidas de nitrógeno total en promedio para los cuatro suelos y las tres duraciones de tormenta fueron de 8.912 Kg/ha para el tratamiento con fertilizante y 6.368 para el testigo, lo cual representó una pérdida de nitrógeno aplicado que varió 0.8 a 5.9%.

En las parcelas sin fertilizante la mayor parte de nitrógeno se encontró en los sedimentos, en tanto que en las parcelas fertilizadas la proporción de nitrógeno nítrico y amoniacal en solución fue mayor en comparación con la de los sedimentos.

Por lo que se refiere al fosforo total, las pérdidas fueron de 2.389 y 1.420 Kg/ha para el tratamiento con fertilizante y el testigo respectivamente, lo que significó una pérdida de fosforo aplicado de 2 al 8%.

A diferencia del nitrógeno, se observó que el 85% del fosforo proveniente de la parcela fertilizada se encontró en los sedimentos, las formas inorganicas solubles no representaron una pérdida significativa.

Las principales conclusiones fueron que las pérdidas de fertilizantes se reducen al incorporarlas al suelo y que un control efectivo de la erosión es la mejor forma de reducir las pérdidas de fósforo y en menor proporción las del nitrógeno, al estar estas relacionadas a los sedimentos.

Por otra parte al analizar las corrientes de drenaje de cuencas agrícolas y forestales, Taylor, et al (7) observaron que la concentración de nitrógeno nítrico en la escorrentía de la cuenca agrícola era ligeramente menor de 2 ppm en tanto que la del fósforo fué de 22 pp billón.

Al analizar los escurrimientos generados en diferentes ecosistemas, Figueroa (7) concluyó que las máximas aportaciones de nutrimentos y otros iones solubles provinieron de terrenos agrícolas y zonas degradadas altamente intemperizables.

Las pérdidas de nutrimentos por lixiviación también son importantes según se observa en los resultados de Logan y Schwab (7) quienes reportan para maíz bajo labranza tradicional pérdidas de 20.16 kg N/ha/año, 0.56 kg P/ha/año y 2.24 kg K/ha/año.

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del Lugar de Estudio.

Se encuentra localizado en la Costa sur del estado de Jalisco, pertenece al Valle de La Huerta, Jal. en el ejido de La Concepción municipio de La Huerta, latitud $19^{\circ}30'57''$ Norte, longitud $104^{\circ}30'48''$ Oeste, con una altitud de 350 m, sobre el nivel del mar. fig. 1

Dentro de los cultivos que se practican actualmente en éste ejido, de acuerdo al orden de su importancia son mencionados los siguientes.

En el ciclo Primavera-Verano (temporal) es un gran porcentaje de las tierras localizadas en la parte plana del valle, en las que se realizan siembras de Maíz.

En las tierras de lomeríos ó tipo cerril los cultivos principales son los de Maíz y Praderas.

Para el ciclo Otoño-Invierno (tierras de humedad) los cultivos que se llevan a cabo en ésta parte del valle son: Sandía, Maíz criollo y Sorgo.

Otros cultivos importantes son la producción de Caña de azúcar, las huertas de Mango y cómo asociación el desarrollo agropecuario.

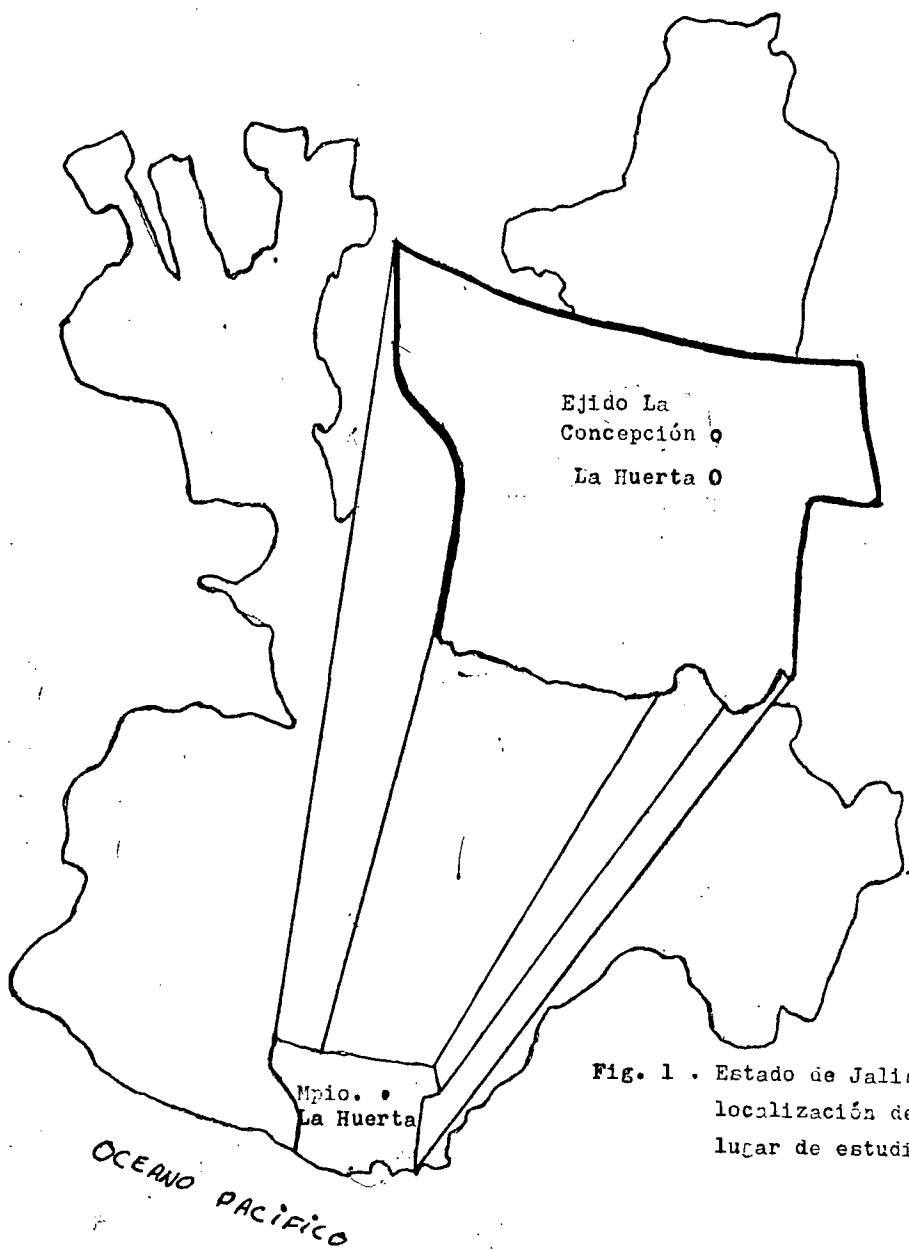


Fig. 1 . Estado de Jalisco,
localización del
lugar de estudio.

La precipitación pluvial de esta zona varía de 742.5 mm --
 cómo mínima hasta 1391.0 mm máxima; teniendo una media de 1105.5
 mm anualmente, tiene un promedio anual de 96 días despejados, -
 los vientos dominantes provienen de dirección sureste (SE) con
 velocidad de 4 km/hora; la temperatura máxima y mínima promedio
 anual es de 32.8 y 17.6°C respectivamente.

Las formas geológicas del paisaje se presentan como: Cerros,
 Lomerios y Valle, cuenta con un tipo de vegetación de Selva medi
 ana Sub-caducifolia y Selva secundaria Sub-caducifolia, el suelo
 de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO es un Feozem Haplico, -
 clase textural media en 30 cm superficiales del suelo; origen de
 rocas clase Igneas, tipo extrusiva acida (grano fino) como Rioli
 ta y obsidiana.

4.2 Material Utilizado

- 40 m de madera (tablas de 35 cm de ancho) usadas para delimitar el área de estudio.
- 2 tambos con capacidad de 200 lt cada uno.
- Una regla necesaria para medir la altura del escurrimiento -
 acumulado y poder calcular su volumen.
- Botes con capacidad de un litro, para tomar las muestras de
 cada tambo.
- Estufa necesaria para evaporar el agua de cada muestra tomada,
 quedando el sedimento erosionado.

4.3 Metodología

4.3.1 Construcción de lotes.

- Se seleccionó una área representativa de la zona para estimar la pérdida por erosión.
- Se ubicaron dos lotes de 2x10 m a lo largo de la pendiente principal del terreno y se delimitaron mediante madera; la cual se enterró 10 cm y sobresalió 25 cm del nivel del suelo.
- En la parte baja de cada lote se colocó un tambo con capacidad de 200 lt necesario para captar el escurrimiento.
- Después de cada lluvia se midió el volumen de escurrimiento captado en cada tambo, posteriormente se revolvió el agua dentro del tambo, y antes de que los sedimentos se acentaran se tomó una muestra de un litro de cada tambo.
- Una vez tomada la muestra se llevó al horno de la estufa para evaporar el agua, quedando el sedimento escurrido, por medio de cálculos de sedimento y el volumen escurrido se obtuvo la cantidad total del suelo erosionado.
- Se sumó el total de pérdidas de suelo, y en kg multiplicado por 500 dió como resultado la pérdida por erosión en kg/ha/año.

4.3.2 Determinar el efecto de la Erosión.

Para determinar el efecto de la erosión en la fertilidad del suelo hubo necesidad de calcular la Capacidad de Intercambio Cationico de la Materia Orgánica.

Para obtener los resultados de este objetivo planteado fué necesario utilizar la formula siguiente; la cual determina la - correlación existente en el PH y CIC de la Materia Orgánica.

$$Y = -59 + 51 \cdot (X)$$

Donde:

Y= Capacidad de Intercambio Cationico

X= PH

V RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Cálculo del grado de Erosión.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la pérdida del -- suelo erosionado para el testigo fué de .5095 ton/ha/año y en el terreno abierto a la agricultura se estimaron pérdidas de 21.021 ton/ha/año, con una precipitación pluvial de 996.72 mm total en el año de 1983.

Tomando en por ciento las 21.021 ton, erosionadas del suelo cultivado, las .5095 ton, del testigo equivalen unicamente a un 2.42%; cómo se puede observar, el testigo se erosionó menos cantidad que el terreno cultivado, esto fué debido a la protección de la cobertura vegetal; además en el terreno cultivado al efectuarse la labranza, se altera la estructura del suelo y por lo tanto se acelera el grado de erosión, disminuyendo la permeabilidad y aumentando la escorrentía.

La precipitación pluvial máxima en 24 hr, para el año de - 1983 fué de 67.00 mm, y la media para éste mismo año de 40.65 mm. La media en 24 hr, en los últimos cinco años es de 44.9 mm, por lo tanto se puede esperar que para próximos años aumente el grado erosivo del suelo.

Según cálculos de escurrimientos superficiales el coeficiente de escurrimiento varía de 0.0 a 1.0 dependiendo de las características del suelo y la precipitación pluvial, de acuerdo a és tas características el coeficiente de escurrimiento cálculado pa

ra el terreno utilizado como testigo fué de .1075 y para el terreno cultivado fué de .2265

- Textura.-

La textura del suelo se refiere a la proporción de Arena, Limo y Arcilla, es una característica muy importante de acuerdo a lo que a continuación se menciona.

Los suelos arenosos (textura gruesa) tienen una predominancia de macroporos y manifiestan un movimiento bastante rápido del aire y del agua. En los arcillosos (textura fina) predominan los microporos, estos tienen una mayor retención de humedad, poseen mayor capacidad de adsorción de nutrientes, usualmente son más fértiles.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos del análisis mecánico realizado en los lotes de escurrimiento (testigo y suelo cultivado) antes de iniciar el temporal de lluvias.

Cuadro 1. Análisis mecánico del suelo antes del temporal de lluvias.

	Arena %	Limo %	Arcilla %
Testigo	43.28	28.00	28.72
Cultivo	47.28	30.00	22.72

Cómo se puede observar, los resultados del cuadro anterior no demuestran porcentajes extremos relacionados con Arena, Limo ó Arcilla; por lo tanto, se clasifica de acuerdo al Triángulo de Textura como un suelo Franco ó Migajon.

- Textura de cada lote de escurrimiento.

Se realizaron análisis de suelos a la profundidad de .20 m, antes y después del periodo de lluvias; dentro de cada lote de escurrimiento, de estos resultados, se obtuvo el porcentaje de textura de cada muestra, de la cual se calcularon ton/ha de arena, limo y arcilla; utilizando la fórmula de, Densidad aparente.

$$D \text{ ap.} = \frac{P}{Vt} ; \quad P = Vt (D \text{ ap}) ; \quad Vt = 1 \text{ ha (p)}$$

- D ap. = 1.25 g/ml
- P = Peso del suelo seco
- Vt = Volumen total
- 1 ha = 10, 000 m²
- p = Profundidad de la muestra

En el cuadro 2 se presentan los porcentajes y ton/ha de la textura de ésta área de estudio.

Cuadro 2. Resultados de Textura en % y ton/ha para cada lote de escurrimiento.

Testigo	%	ton/ha	%	ton/ha	%	ton/ha
Antes de la lluvia	43.28	1082.00	28.00	700.00	28.72	718.00
Despues de la lluvia	45.44	1136.00	29.56	739.00	26.00	650.00
Cultivo						
Antes de la lluvia						
Despues de la lluvia	45.44	1136.00	30.56	764.00	24.00	600.00

Cómo se puede observar en el cuadro 2, el testigo despues del periodo de lluvias presentó un mayor porcentaje de Arena y limo, que aumentó a la cantidad de 54 y 39 ton/ha respectivamente, mientras que en la arcilla ocurrió lo contrario; disminuyó el %, y éste dio origen a 68 ton/ha, menos que antes del período de lluvias.

En el terreno cultivado disminuyó el porcentaje despues del período de lluvias, ésta disminución fué de 46 ton/ha. Con respecto de limo y arcilla se registró un aumento en el porcentaje; éste incremento fué de 14 y 31.72 ton/ha respectivamente.

- Textura del suelo erosionado.

En base a la cantidad de suelo erosionado, dentro de cada lote de escurrimiento, se realizó un análisis de suelos; en el cual fué determinada la textura, las pérdidas cuantificadas en ton/ha, se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Cuantificación en ton/ha/año de de Textura del suelo erosionado en cada lote de escurrimiento.

	Arena	Limo	Arcilla	Total ton/ha
Testigo	.1288	.2446	.1361	.5095
Cultivo	5.3143	10.090	5.6170	21.0213

Estos resultados demuestran las ton/ha de suelo erosionado en cada lote de escurrimiento, el testigo registró .509 ; mientras que el terreno cultivado ascendió a 21.021 ; se puede observar que el de mayor erosión fué; el cultivado, debido a que no cuenta con una cobertura vegetal, aparte de los efectos de labranza.

5.2 Determinar el efecto de la Erosión

- Determinación de materia orgánica.

Se realizó un análisis de suelo antes y despues del temporal de lluvias, necesario para determinar el porcentaje de Mate-

ria Orgánica contenida en el suelo a .20 m, de profundidad.

En el cuadro 4 se observan las cantidades de M.O. en ton/ha para cada lote de escurrimiento, estas fueron calculadas en base al peso del suelo y al porcentaje de materia orgánica.

Cuadro 4. Cuantificación de M.O. en ton/ha, antes y después del temporal de lluvias en cada lote de escurrimiento.

	M.O. antes de la lluvia ton/ha.	M.O. después de la lluvia ton/ha.
Testigo	93.25	95.00
Cultivo	79.25	48.25

Cómo se puede apreciar, en el lote utilizado como testigo se registró una acumulación de 1.87% de materia orgánica después del periodo de lluvias, mientras que en el terreno cultivado se originaron pérdidas de un 51.75% en el mismo periodo. Al comparar los resultados de este cuadro se determinó que; en el testigo existe 16% más de materia orgánica, que en el terreno con cultivo. Esto se debe a que, el testigo por contar con una cubierta vegetal natural hace que los agentes erosivos disminuyan su acción; lo que no sucede con el suelo cultivado, que se encuentra más expuesto a estos agentes.

- Materia orgánica del suelo erosionado.

En base a las muestras de suelo erosionado, en cada lote de escurrimiento, se realizó un análisis para determinar el porcentaje de materia orgánica contenida en cada muestra, y así poder cuantificar la M.O. erosionada.

En el cuadro 5 se muestran los resultados de M.O. erosionada, en kg/ha.

Cuadro 5. Cuantificación de Materia Orgánica erosionada en kg/ha.

	M.O. erosionada kg/ha.
Testigo	22.527
Cultivo	929.167

Los resultados del cuadro 5 indican que, en el terreno cultivado existe un mayor grado de erosión de materia orgánica, debido a que los agentes erosivos actúan más directamente.

- Capacidad de Intercambio Cationico.

En diversos estudios de suelos se ha observado que, la capacidad de intercambio cationico influye en la fertilidad del suelo, para que cualquier cultivo presente un desarrollo optimo.

Los miliequivalentes de cationes adsorvidos por 100 gr, de

suelo, es lo que se llama; Capacidad de Intercambio Cationico, y entre más alto es el contenido de Arcilla y de Humus en un suelo, mayor será la capacidad de intercambio.

El humus, es el grado de acidez ó de alcalinidad del suelo, expresado en terminos de PH, es lo que se denomina "reacción del suelo".

Dependiendo de la reacción del suelo (PH), se determinó la correlación existente en el PH y CIC de la Materia Orgánica, por medio de la fórmula siguiente:

$$Y = -59 + 51 (X)$$

Donde:

Y = Capacidad de Intercambio Cationico.

X = PH del suelo.

En el cuadro 6 se encuentran los resultados obtenidos de la CIC/100 gr, de suelo, para cada lote de escurrimiento, antes y despues del periodo de lluvias.

Cuadro 6. Valores de la CIC/100 gr, de suelo para cada lote de escurrimiento, antes y despues del periodo de lluvias.

	Testigo	Cultivo
Antes de las lluvias.	8.45	7.02
Despues de las lluvias.	8.41	.9312

Cómo se puede observar, los valores del testigo antes y ³²des-
pues del periodo de lluvias permanecen más ó menos constantes, -
mientras que en el terreno cultivado el valor de la Capacidad de
Intercambio Cationico en la muestra obtenida despues del perio-
do de lluvias, disminuyó en un 87%. La causa principal fué debi-
do a los valores bajos del PH y la Materia Orgánica.

VI CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llegó a la siguiente conclusión.

- 1.- El método establecido para evaluar las pérdidas por erosión funcionó adecuadamente para lograr los objetivos propuestos.
- 2.- Las pérdidas de suelo por erosión fueron de: .5095 ton/ha/año para el suelo utilizado como testigo, y de -- 21.021 ton/ha/año para el terreno abierto a la agricultura. Lo cual nos demuestra, que la cobertura vegetal natural protege al suelo de los agentes erosivos.
- 3.- El coeficiente de escurrimiento para el suelo con cobertura vegetal natural fué de .1075 y para el suelo cultivado aumentó a .2265; por lo tanto, estos valores pueden ser empleados en forma general en ésta zona, -- con características similares a estos suelos, mien---tras no se cuente con mayor información.
- 4.- Los valores de CIC para el testigo variaron de 8.45 a 8.41 y para el suelo cultivado de 7.02 a .9312, lo cual demuestra que se registró una disminución.

El valor óptimo de CIC para el desarrollo del Maíz es 16, de acuerdo a los valores obtenidos en éste trabajo, se llega a la conclusión de que, en los suelos donde se llevó a cabo el estudio no es recomendable para éste - cultivo, debido a su baja fertilidad.

VII SUGERENCIAS

- 1.- Lograr que los campesinos comprendan las consecuencias futuras, que puede traer el problema de la erosión.
- 2.- Buscar la forma de repetir estudios similares en diferentes partes del país, y en ésta zona, para determinar hasta que grado se están erosionando los suelos en México.
- 3.- Tratar por medio de Instituciones Gubernamentales, de que se oriente a los campesinos, lo mejor posible para realizar sus prácticas agrícolas, y con ésto lograr prevenir y reducir la erosión del suelo.
- 4.- Unas de las alternativas para el problema de la erosión pueden ser:
 - Prácticar el sistema de producción llamado mínima labranza, el cual consiste en lograr un control de malezas sin tener que perturbar el suelo, o sea, por medio del control químico, así como en la siembra directa utilizar un arado ó azadon sin tener que recurrir a los métodos usuales de preparación.
 - El uso de plantas para conservación y mejoramiento de suelos. Esta práctica se basa en la incorporación de abonos verdes al suelo, de cualquier materia vegetal aún no descompuesta, con la finalidad de mantener ó elevar la fertilidad ó de protegerlo contra la erosión.

- Promover prácticas de asociación Maíz-Pastizal o implantación de prederas, donde las pendientes del terreno sean muy pronunciadas, ya que ésta zona es agrícola y ganadera.
- 5.- Difundir los resultados de éste trabajo a los campesinos de la zona, a través de las instituciones gubernamentales.

VIII BIBLIOGRAFIA.

- 1.- COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1977. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Edit. Colegio de Postgraduados Chapingo, México. p. 3,4,7.
- 2.- COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1982. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Edit. Colegio de Postgraduados Chapingo, México. p. 5.
- 3.- DIAZ MALDONADO ERIC ROBERTO A. 1983. Erosión hídrica en el Bosque de La Primavera, Jal. Efecto de la cubierta vegetal y la lluvia. Tesis. Escuela de Agricultura. U. de G. México. p. 38.
- 4.- GOMEZ MARTINEZ JUAN FRANCISCO. 1983. Pérdida del suelo por erosión hídrica en la zona forestal de La Primavera, Jal. Influencia de la topografía y características del suelo. Tesis. Escuela de Agricultura. U. de G. México. p. 13, 15-17, 19,20.
- 5.- RAMÍREZ VALENCIA JAIME ROGELIO. 1978. Conservación del Suelo y Agua mediante coberturas vegetales y prácticas mecánicas en la Sub-Región TEOCALTICHE, JAL. Tesis. Escuela de Agricultura. U. de G. México. p. 3-6, 13.

- 6.- TORRES RUIZ EDMUNDO. 1981 Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. Edit. Diana. México. p. 45, 51,52.
- 7.- TRUEBA CARRANZA ALEJANDRO. 1981. Evaluación de la eficiencia de cuatro prácticas mecánicas para reducir las pérdidas Suolo y Nutrimentos por erosión hídrica en terrenos agrícolas de temporal. Tesis. Colegio de Postgraduados de Chapin~~g~~go. México. p. 2-9, 13-15, 31-35.