



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Estudios Superiores
CUAUTITLAN**

**LA EROSION, UN PROBLEMA DE LA
PRODUCCION AGRICOLA**

**TRABAJO DE SEMINARIO
Que para obtener el título de
INGENIERA AGRICOLA
p r e s e n t a
SILVIA HERNANDEZ ORDUÑA**

Asesor: M.C.L. BERTHA REYES SANCHEZ

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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

FACT. 10 DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

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

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

Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual:
La Erosión, un problema de la Producción Agrícola.

que presenta la pasante: Silvia Hernández Orduña,
con número de cuenta: 7724279-4 para obtener el Título de:
Ingeniera Agrícola.

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

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 24 de junio de 1986

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>Primer Modulo</u>	<u>M.C. Laura B. Reyes S.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Primer Modulo</u>	<u>Ing. Raúl Espinoza Sánchez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Coor. Académico Sem.</u>	<u>M.C. Edvino J. Vega R.</u>	<u>[Firma]</u>

DEP/VOR/SEN

DEDICATORIA.

A mi madre:

Felix Ortuño

Por haberme enseñado el amor, la sinceridad y el respeto hacia todas las personas; así como la fuerza de las convicciones.

A mi padre:

Margarito Hernández Morales:

Por haberme enseñado la responsabilidad, la entereza y la firme convicción de que con el trabajo propio se logran los objetivos y los sueños.

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México las enseñanzas y la formación profesional que me brindo desde el Colegio de Ciencias y Humanidades, hasta hoy. El espíritu universitario siempre permanecerá conmigo.

Desde luego agradecer a los profesores: M.C. Laura Bertha Reyes Sánchez y M.C. Edvino J. Vega Rojas su constante apoyo y asesoría para la terminación de éste trabajo, así como su espíritu humano y confianza en los universitarios.

Finalmente quiero agradecer el apoyo brindado desde siempre, por parte de mis padres y a toda mi familia. Especialmente agradezco a mi compañero Baldomero Molina Bedolla, pues sin su amor, confianza y apoyo no me hubiera sido posible terminar mi carrera.

LA EROSION, UN PROBLEMA DE LA PRODUCCION AGRICOLA.

INDICE.

	Página.
1.- INTRODUCCION	5
2.- ANTECEDENTES	12
3.- OBJETIVOS	16
3.1.- Generales	
3.2.- Particulares	
4.- EL SUELO	17
5.- LA EROSION	22
5.1.- El Proceso de la Erosión	22
5.2.- La Erosión Hidrica	28
5.3.- La Erosión Eólica	33
6.- LAS CAUSAS DE LA EROSION	36
6.1.- El Crecimiento Demográfico.	40
6.2.- La Sobreexplotación de los Recursos.	41
6.3.- Formulación e implementación Inadecuada de Políticas, Estrategias, Programas y Proyectos en el Sector Agropecuario y Forestal.	43
6.4.- Marginación de los Sistemas Agrícolas Tradicionales.	54
6.5.- Falta de investigación, promoción y divulgación en el medio rural de prácticas de conservación del suelo.	58

7.-	LOS EFECTOS DE LA EROSION EN LA AGRICULTURA	59
8.-	ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION	70
8.1.-	Rotación de Cultivos.	70
8.2.-	Cultivos en franjas.	71
8.3.-	Incorporación de los residuos de cosecha.	71
8.4.-	Siembra al contorno.	71
8.5.-	Cultivo en callejones.	72
8.6.-	Establecimiento de franjas silvestres arbóreas y arbustivas en zonas extensas agrícolas.	73
8.7.-	Labranza de conservación.	75
9.-	CONCLUSIONES	79
10.-	BIBLIOGRAFIA	82
11.-	ANEXOS	85

I.- INTRODUCCION.

Durante los once años que llevo trabajando en la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, primero en el Area de Desarrollo Forestal, dentro del Sector Forestal de Villaflores, Chiapas y después en el Distrito de Desarrollo Rural "Istmo" en Oaxaca, como Ingeniera Agrícola siempre he observado el uso indiscriminado y repetitivo del suelo por parte de los productores; siempre la búsqueda de las Instituciones del Sector Agropecuario del aumento de los rendimientos mediante la implementación de "paquetes tecnológicos", maquinaria agrícola e insumos químicos, sin contemplar aspectos de conservación del suelo y agua. El planteamiento siempre es obtener el máximo de producción en el menor tiempo posible y también con el menor esfuerzo. He observado cómo los campesinos se "dejan llevar", por las indicaciones de los técnicos de las instituciones, aunque casi nunca estén convencidos del planteamiento tecnológico.

Nuestro país es muy rico en recursos naturales: 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 estuárica aproximadamente, 12 500 km² de lagunas costeras; y también poseemos una de las floras más ricas del mundo con casi 25 000 especies estimadas de plantas; una fauna igualmente diversificada; más de 35 unidades medioambientales diferentes y una tradición cultural representada por las grandes civilizaciones mesoamericanas de la antigüedad y la presencia

cultural actual de más de 50 grupos étnicos (Toledo, 1985), a pesar de todos estos recursos la población mexicana está mal y deficientemente alimentada, en tanto que el país se ha visto obligado, en el último decenio, a importar volúmenes cada vez mayores de alimentos (principalmente granos y leche). En 1995 se importaron 2 millones 800 toneladas de maíz, y para 1996 será necesario importar 4 millones de toneladas más, y por si fuera poco, se importará maíz amarillo, aunado a que en el mercado internacional los precios de estos productos se han incrementado en más del 50% y dado que nuestra moneda está a 7.5 pesos por dólar, esto significará una gran erogación que representa el 14% del renglón agropecuario. Hernández Narro, 1996.

Las causas de la pérdida de la autosuficiencia alimentaria son diversas y varían en cada uno de los tres procesos productivos que generan los alimentos: agrícola, pecuario y pesquero.

En el caso de la producción agropecuaria de nuestro país desde la década de los 40as se implementó la "revolución verde" basada en "modelos especializados", que requieren gran uso de insumos (fertilizantes, plaguicidas, riegos artificiales, maquinaria, etc), superficies extensas e inversiones permanentes. Tales modelos especializados modifican las condiciones naturales con el objeto de implementar agrosistemas artificiales, productores de una sola especie, ignorando ó perturbando por completo todos los recursos y elementos diversos de los ecosistemas.

Estos "modelos especializados" se contraponen totalmente con la diversidad ecológica existente en todas las Regiones de nuestro país, sus estrategias de acción (que se fundamentan en la explotación de un sólo cultivo -monocultivo- ó de un sólo recurso del ecosistema en donde se implanta), han ocasionado el desgaste y desequilibrio de los ecosistemas, desaprovechando su riqueza y diversidad ecológica y cultural, dando como resultado que el campo mexicano hoy enfrenta problemas como: la falta de autosuficiencia alimentaria (unque éste es un problema de todo el país), descapitalización, altos costos de producción (insumos y servicios), carteras vencidas, intermediarismo, bajos rendimientos (ton./ha.), etc., pero sobre todo se ha provocado un grave deterioro y agotamiento de los recursos naturales, suelo y agua. Las áreas agrícolas han dejado de expandirse y una gran proporción de las actualmente en uso están perdiendo su nivel de fertilidad; los pastizales y agostaderos del país se encuentran sobrepastoreados y erosionados y los recursos pesqueros (uno ó dos) sobreexplotados; imponiéndose así fuertes limitaciones en la capacidad de alimentación nacional. Los cuerpos de agua en el territorio nacional han sufrido sobreexplotación y creciente contaminación, restringiendo su uso futuro para la producción de alimentos y el crecimiento urbano. Los bosques que ayudan a estabilizar las fluctuaciones climáticas, recargar los mantos acuíferos y albergan una gran mayoría de la agrobiodiversidad del país, continúan disminuyendo.

Una de las más graves consecuencias de todo lo anterior es la Erosión de los suelos, que hoy por la magnitud que ha alcanzado, constituye el problema ambiental más grave de nuestro país (se estima que en el 85 % de la superficie del país existe erosión hídrica y eólica, con una pérdida promedio de suelo de 2.75 ton/ha/año) R. Figueroa, 1995.

En el caso de la producción agrícola y la situación actual de los campesinos del país existen muchas variables causales de carácter económico, político y social, pero creo que la forma de explotar los recursos naturales, entre ellos el suelo, está hoy provocando graves problemas de sostenibilidad de los sistemas productores de alimentos, poniendo en riesgo la alimentación de los mexicanos. Por ello me interesa conocer qué sucede con el deterioro del suelo, cuáles son sus causas, el impacto en la agricultura, la pérdida de la productividad, y por qué no detenemos el proceso de erosión.

Hasta ahora el ser humano ha podido (aunque con grandes desigualdades) producir los alimentos que consume; implementando sistemas agrícolas de producción inmediata, forzando la vocación agrícola de los suelos, devastando grandes áreas forestales, implementando una ganadería extensiva que ha desgastado gravemente miles de hectáreas aptas para la agricultura; sin respetar el equilibrio natural entre vegetación y suelo, etc. y sin prácticas de conservación, pero hoy se sabe que paralelamente se ha provocado el deterioro de los recursos naturales en que se sustenta la Producción Agrícola, Pecuaria y Forestal y que en muchos casos ha derivado en el decremento de la productividad y hasta en el abandono de dichas actividades.

La importancia de este trabajo la planteo como una pequeña aportación en el estudio y reflexión de los problemas de deterioro ambiental que hoy vive nuestro país, como profesionalista del ramo agropecuario en ejercicio, creo que es una responsabilidad opinar, divulgar y hacer algo para mejorar la forma y contenido de cómo los seres humanos nos apropiamos de los recursos naturales y de cómo llevamos a cabo las actividades agropecuarias, así como conocer cuáles son las repercusiones en los ecosistemas y qué podemos hacer para solucionar esto.

Por otro lado y en forma personal, este trabajo me ha permitido abrir una ventana en mi desempeño profesional, pues tanto en el Seminario de Titulación, como en el desarrollo de éste, en la lectura y búsqueda de información sobre la erosión del suelo es inevitable darse cuenta clara del daño que le hemos hecho a los recursos naturales que son el sustento de nuestra vida, considero que la mayoría de los profesionistas del sector agropecuario desconocemos la gravedad de las repercusiones causadas por las formas de hacer producir el campo, del desperdicio de recursos que hacemos y de las líneas de acción que reproducimos como técnicos, funcionarios o ejecutivos de las Instituciones y Secretarías Agropecuarias y Forestales, independientemente de que éstas sean ó no correctas. Personalmente creo que esto debe cambiar y ésta es una modesta contribución.

La principal limitación de este trabajo es que en gran parte es bibliográfico, su desarrollo está delimitado principalmente por el tipo y calidad de la información recopilada, así como por las observaciones y experiencias adquiridas en mi desempeño como Técnica.

Aunque no he desarrollado un trabajo de investigación de campo específicamente sobre erosión (lo que sería muy importante), el trabajo como técnica de campo, adscrita siempre a comunidades productoras me permite reflexionar la información teórica sobre erosión con respecto a la producción y exponer mi experiencia práctica.

Los datos que se exponen sobre el grado de erosión, superficie erosionada, índices, etc. son variables, según la fuente y autor, sin embargo todos coinciden en la gravedad del problema.

Muchas son las causas de los bajos niveles de productividad y rendimientos en la producción agrícola, pero sin duda una de las más importantes por su magnitud es la Erosión de los suelos. Aunque la erosión es un fenómeno que puede ocurrir por la acción de las fuerzas naturales como la lluvia y el viento, existen otros factores causantes y aceleradores de dicho deterioro, como son las diversas actividades agropecuarias, la deforestación, la expansión de los asentamientos humanos, las actividades recreativas, así como la pobreza en que viven los pobladores del campo, etc. Es decir son las actividades humanas y sobre todo la forma en que se realizan lo que incide directamente en alterar el recurso tierra. Prácticas agrícolas tradicionales que con sabiduría permitieron un uso racional de los recursos han pasado al segundo plano o son sustituidas por tecnologías modernas, la deforestación, el uso indiscriminado de insumos, la aplicación combinada de estos y otros elementos reducen decididamente y en distinto grado la calidad y fertilidad de los suelos, así como los rendimientos de los cultivos.

El tema de este Trabajo es LA EROSION, UN PROBLEMA DE LA PRODUCCION AGRICOLA, para explicar este fenómeno, planteo el siguiente orden de exposición:

- 1.- Primeramente exponer qué sucede en el suelo con las partículas que más se erosionan, cuál es su función y que pasa cuando ya no existen en el plasma del suelo.
- 2.- Cómo es el proceso de erosión, dentro de los problemas ambientales, cómo se le define; y cuáles son los elementos que intervienen en su desarrollo y aceleración.
- 3.- Descripción de las dos clases de erosión: la Hídrica y la Eólica, los elementos que la propician y por qué se han convertido en fenómenos inducidos.
- 4.- Cuáles son las causas que originan la erosión inducida y qué factores propician el proceso de erosión.
- 5.- Exposición de los efectos de la erosión en el ambiente y especialmente en la productividad Agrícola.
- 6.- Planteamiento de algunas alternativas de solución, basadas en los trabajos el uso de los recursos naturales y experiencias de trabajo de los campesinos de México.
- 7.- Exposición de las conclusiones.

2.- ANTECEDENTES.

México por las características orográficas de su territorio, en donde el 75% de la superficie presenta un relieve accidentado con pendientes mayores del 25%. (Enriquez Rubio, 1992) con regímenes de precipitación de alta energía erosiva prácticamente en todo el territorio y debido a la disminución acelerada de la cubierta vegetal natural por el cambio de uso del suelo y el crecimiento de la frontera agrícola se a favorecido el potencial erosivo de la lluvia y el viento, teniendo el fenómeno de la Erosión prácticamente en todo el territorio nacional.

"El 80% de la superficie del país está afectada por diferentes grados de erosión que van desde pérdidas de un 25% hasta el 100% de la capa arable, con una tasa de erosión promedio a nivel nacional medida en la desembocadura de los ríos de 2.8 ton. de suelo por hectárea anualmente, sólo por erosión hídrica, lo que significa una pérdida de 535 millones de toneladas de suelo por año, de las cuales el 31% (160 millones de toneladas de sedimentos al año) se depositan en las obras de almacenamiento hidráulico. Si consideramos que esta erosión es sólo una fracción de la que se genera a nivel parcela, ya que importantes volúmenes son depositados en el trayecto de ésta a la desembocadura de los ríos, se estima que los valores de erosión generados a nivel parcela serían de más de 40 ton/ha/año." Enriquez Rubio, 1992.

Por lo que respecta a la erosión eólica, ésta se localiza principalmente en la zona norte del país donde se conjugan los

factores naturales para su expresión: vientos fuertes, suelos erosionables y secos, así como poca cubierta vegetal. Sus valores absolutos sobrepasan con mucho a las pérdidas hídricas, pudiendo ser potencialmente hasta de 70 ton/ha/año como es el caso de las planicies del desierto de Altar en Sonora. *

Para atenuar los efectos de la erosión, el Gobierno Federal promulgó en 1946 la Ley de Conservación del Suelo y Agua en nuestro país, simultáneamente creó la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua del mismo nombre, con el objeto de promover y establecer las prácticas de conservación del suelo y agua que permitieran la preservación de estos recursos y el arraigo de los productores en el campo.

En 1985 con la reestructuración del Gobierno Federal desaparece la Dirección General de Conservación de Suelo y Agua con lo que prácticamente se suspenden los apoyos oficiales en materia de conservación de estos recursos.

En los 38 años de existencia de la Dependencia, los programas se enfocaron a la realización de obras de conservación, cubriendo una superficie de sólo 3.2 millones de hectáreas, lo cual además de constituir un avance muy limitado considerando que la superficie agrícola del país es de alrededor de 21 millones de hectáreas, generó un programa dependiente exclusivamente de la inversión federal y resultó ser una estrategia demandante de presupuesto cada vez más elevado para la construcción de obras de infraestructura de protección.

Entre los más importantes logros de la extinta Dirección General está la activación de la investigación y el estudio en materia de conservación del suelo y agua; así como la formulación del inventario nacional de áreas erosionadas que sustentan las cifras oficiales y ubica las áreas afectadas del territorio nacional con diferentes niveles de erosión.

Desde 1991 y en acato a las instrucciones de modernización del Ejecutivo Federal, se retoma la conservación del suelo y el agua por parte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a través de un programa no dependiente de presupuestos federales, autosostenible y que permita fortalecer la producción agropecuaria, como una acción rentable y permanentemente sostenible, mediante el planteamiento de una estrategia que se sustenta más en la incorporación de prácticas de conservación integradas a los sistemas de producción, como parte inherente de los mismos y no en la construcción de obras de infraestructura de protección, las que deben considerarse sólo como un complemento en apoyo a los proyectos de producción-conservación.

Esta estrategia, como otras que recientemente se impulsan en el Sector Rural, pretenden transferir la responsabilidad de la conservación del suelo y el agua a los campesinos y se plantea que sólo con apoyo gubernamental y a través de la reorientación de algunas políticas y programas, se pueda cambiar las formas de producción agrícola, que permitan una relación más ecológica entre el hombre y el suelo, para así, detener el proceso erosivo en nuestro país.

Sin embargo, el problema de la erosión se hace más grave debido a la falta de conocimiento sobre éste, por parte de productores, técnicos, funcionarios y directivos del Sector Agropecuario. Durante el tiempo que he trabajado como técnica en la Secretaría de Agricultura he aprendido que el manejo del suelo es fundamental para la producción, sin embargo la preparación del terreno se realiza como una receta y los ajustes que se hacen (en la mayoría de los casos) sólo dependen de los recursos económicos con que cuenta el productor al momento de realizarla. Existe una separación entre las Políticas declaradas de querer conservar los recursos naturales (en este caso el suelo) y los Programas y Proyectos de Producción que se implementan en el campo.

3.- OBJETIVOS.

3.1.- General:

- 3.1.1.- Conocer el proceso de la erosión y sus alcances.**
- 3.1.2.- Discutir el fenómeno de la Erosión como un factor que influye en la productividad y rendimiento de la Agricultura.**

3.2.- Particulares:

- 3.2.1.- Describir el proceso de Erosión, y su impacto en la agricultura.**
- 3.2.2.- Conocer las causas que permiten que la lluvia y el viento erosionen tan gravemente el suelo.**
- 3.2.3.- Exponer los efectos de la erosión en la agricultura y su impacto en los rendimientos.**
- 3.2.4.- Exposición de algunas alternativas para disminuir el proceso de erosión.**

4.- EL SUELO.

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:

Mineral: Arenas: de 2 a 0.02 mm. de diámetro
Limos: de 0.02 a 0.002 mm.
Arcillas: menores o iguales a 0.002 mm.
Y los óxidos metálicos coloidales

Orgánicas: Husos y humina: menores o iguales a 0.002 mm.

Las arcillas y los óxidos metálicos de fierro y aluminio, por su tamaño de partícula constituyen la fracción coloidal inorgánica del suelo; y el huso y la humina la fracción coloidal orgánica. Como partículas coloidales tienen las siguientes propiedades:

- Poseen una superficie de contacto muy grande.
- Adquieren cargas por : Disociación y Adsorción
- Tienen un potencial electrocinético.

Al contacto con el agua, los coloides 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 ó inorgánica) cargada eléctricamente. Al adquirir carga, sea por adsorción ó disociación aumenta tanto su superficie total de contacto, que constituye una de las propiedades principales del estado disperso. Este incremento de la superficie específica no sólo depende del tamaño de la partícula, sino también de la forma y carga de éstas.

Las partículas coloidales son las responsables de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) del suelo, propiedad fisicoquímica primordial de éste en la nutrición vegetal, la cual crece al aumentar la superficie específica y al disminuir el tamaño de la partícula.

Al estar cargadas eléctricamente las partículas coloidales, 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 dipolar. Cada unidad de carga del coloide, atrae y absorbe una unidad de carga de ión de signo contrario al suyo; ésta característica de adsorber cargas contrarias del material coloidal arcilloso y posiblemente del orgánico los convierte en anfóteros, pues tienen densidades de carga positivas y negativas (aunque la carga neta negativa supere a la positiva) y esto hace que posean un punto

isoelectrónico, es decir un pH en el cual las cargas positivas y negativas del coloide se neutralizan, por lo que el coloide floccula. Este poder compensador es debido a que la arcilla y el humus como materia coloidal poseen la propiedad de adsorber cargas contrarias, pudiendo así adsorber cationes nutrientes que mediante éste equilibrio ácido-base la planta puede intercambiar y adsorber a través de los pelos radicales de la raíz, en forma soluble, para iniciar así el proceso de nutrición vegetal. Reyes, 1993.

"Aún cuando este proceso de la nutrición vegetal, a través de la acción compensadora del suelo es la consecuencia más importante del estado flocculado del complejo coloidal órgano-mineral; no es la única. Así en dicho estado las partículas sólidas del suelo forman agregados y brindan apoyo mecánico a las raíces; pero aún los núcleos formados no son tan compactos, que no permitan la libre aereación y lixiviación, evitando así la acumulación de sales en concentraciones tales que originen depósitos insolubles en el suelo". Reyes, 1993

La presencia de las partículas de arcillas, óxidos metálicos, humus y humina como complejo órgano-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 una estructura porosa y granular, que permite el libre movimiento del aire y agua. La presencia de agregados en el suelo, proporciona una estructura que hace a los elementos nutritivos estar listos ó disponibles para la planta, así como la humedad necesaria para producir buenos rendimientos.

La evolución del suelo es el resultado de los constantes cambios geológicos de nuestro planeta, y es a la vez producto de la degradación de material rocoso de los procesos químicos y biológicos de los elementos que lo 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 generalmente largo, en la mayoría de los casos el suelo se forma a un ritmo de 1 cm cada 100 ó 400 años, por lo que se requiere de 3,000 a 12,000 años para que su profundidad sea suficiente para constituir tierras productivas (FAO, 1984) citado por Pineda, 1990. Por ello es muy necesario que cuidemos el suelo, pues lo que le cuesta cientos de años formar a la naturaleza, el hombre lo está destruyendo en años.

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 lamina de 0.0064 a 0.0144 cm de profundidad; por ejemplo en áreas de pastizales la velocidad de formación del suelos es de 0.4 ton/ha/año (0.0032 cm) y en áreas forestales de 1.79 ton/ha/año, es decir 0.01432 cm de suelo (SARH, CP,1982).

Los suelos vírgenes de valles, praderas y bosques tuvieron una estructura óptima (cantidad y calidad de agregados); esta estructura fue desarrollada durante cientos de años en presencia continua de hierba y árboles; era una estructura porosa y granular, una estructura que permitía el libre movimiento de aire y agua. El movimiento del aire dentro del suelo, es posible debido a esa estructura granular, que fomenta el desarrollo de los microorganismos en el suelo y los que en presencia de material vegetativo, se desarrollan gradualmente, y llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica y la agregación de nutrientes disponibles al suelo. Es esa estructura granular y el abono orgánico presentes lo que le da a un suelo virgen su alta productividad. Es por ello que los productores de hoy prefieren desmontar y sembrar en terrenos nuevos para aumentar su producción, antes que pensar y hacer algo para mejorar sus suelos.

El suelo constituye el ecosistema más importante para el hombre, en la satisfacción de sus necesidades, como recurso natural no podemos separarlo de su uso agrícola, pecuario, forestal, etc., y la forma de manejo racional, irracional, adecuado, inadecuado, de sobreexplotación, etc., que se le dé es lo que determinará su grado de conservación ó de degradación.

5.- LA EROSION.

5.1.- El Proceso de Erosión.

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 un problema ambiental. Los problemas ambientales, se dividen en 2 grupos: Problemas de contaminación ambiental y problemas de degradación ambiental.

Los problemas de degradación ambiental se refieren al grado de conservación del elemento del medio perturbado, indicando el grado de empobrecimiento sufrido por influencias humanas, (Claver, 1981) citado por Pineda, 1990. Los procesos de erosión constituyen problemas de degradación ambiental.

Entre los problemas de degradación ambiental se encuentran:

- La Desertificación.
- Los cambios de abundancia en poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción, variación de la diversidad de comunidades, etc.
- La pérdida ó abatimiento de la productividad de los agrosistemas.

- La destrucción del paisaje.

- El deterioro de cuerpos de agua superficial (lagos, lagunas, esteros, etc.)

La Erosión se clasifica dentro del proceso de Desertificación, pero interviene como causa ó efecto de todos los problemas ambientales enumerados arriba, ya que al ser el Suelo el sustento de la vida animal y vegetal, al deteriorarse afecta la sostenibilidad de los agrosistemas productores de alimentos. De hecho se crea un círculo que no tiene fin, en donde la pérdida de vegetación por la acción de las diversas actividades del hombre, provoca la pérdida del suelo (erosión), que a su vez ocasiona la alteración de los agrosistemas agropecuarios y forestales, disminuyendo la cobertura vegetal, que a la vez sigue provocando más erosión, lo que afecta los mantos acuíferos (ya que la infiltración disminuye drásticamente), así como el aumento de los escurrimientos superficiales que provocan el azolve de cuerpos de agua artificiales ó naturales, sucesivamente. Todo esto ocurre año con año, temporal tras temporal y la gran mayoría de las veces sin tener conciencia del fenómeno, lo que lo hace más grave.

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 tales condiciones debido a la acción del hombre.

"La Desertificación es un aspecto de la degradación de los ecosistemas, bajo presiones combinadas de procesos naturales y una explotación excesiva ó equivocada. Este tipo de explotación ha disminuido ó 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" (ONU,1977). citado por Pineda, 1990.

Los procesos de desertificación relacionados con la degradación del suelo se pueden agrupar en ó categorías (FAO-PNUMA; 1980), citado por Pineda, 1990.

- 1.- Erosión Hídrica.- Se incluyen procesos como la erosión por salpicadura, erosión laminar, erosión en cárcavas y diversos tipos de movimientos en masa, por ejemplo corrientes de tierra, corrientes de fango y soliflucción.
- 2.- Erosión Eólica.- Abarca la remoción y el depósito de partículas del suelo por la acción del viento, así como los efectos abrasivos de las partículas móviles cuando éstas son transportadas.
- 3.- Exceso de sales.- Comprende la salinización y sodización (alcalinización).
- 4.- Degradación Química.- Es aquella que involucra procesos de lixiviación de bases y la formación de toxicidades diferentes, debidas al exceso de sal.

5.- Degradación Física.- Se refiere a los cambios adversos en las propiedades físicas del suelo como son: porosidad, permeabilidad, densidad aparente ó de volumen y estabilidad estructural.

6.- Degradación Biológica.- Referente a los procesos que aumentan la velocidad de mineralización del humus.

Existen dos tipos de erosión, según la causa que las origina: Erosión Geológica y Erosión Inducida. Cuando la erosión se debe sólo a causas naturales se llama erosión geológica y es el tipo de erosión que se presenta bajo condiciones naturales; es decir cuando la superficie de la tierra y la cubierta vegetal original no ha sido alterada por actividades humanas. Los fenómenos climatológicos tiende ha llevar a la superficie de la tierra a un nivel uniforme, esto es, donde encontramos una parte de la superficie elevada sobre las partes que la rodean, la erosión comienza inmediatamente el trabajo de eliminar la parte alta. En las primeras etapas el proceso de nivelación puede causar una topografía abrupta, al cortar las barrancas o los cañones en una región, pero el resultado final será una superficie comparativamente a nivel.

La erosión geológica es un proceso relativamente lento bajo muchas condiciones por lo que, en relación a la formación del suelo, puede mantenerse en equilibrio.

La erosión inducida ó acelerada, es aquella causada por la acción del hombre : se inicia con la destrucción de la vegetación originaria para su uso en: Asentamientos humanos; establecimiento y desarrollo de la producción agropecuaria; explotaciones forestales; cambio de uso del suelo; el sobrepastoreo de praderas; las actividades recreativas y deportivas; el consumo de leña; los incendios provocados y en general la sobre-explotación de los ecosistemas. Todas estas actividades humanas han provocado el deterioro permanente del recurso suelo; pero no es el uso del suelo por el hombre lo que ha causado su destrucción, sino más bien la actitud hacia este recurso y las formas de utilizarlo.

La gravedad de la erosión inducida se infiere por las estimaciones hechas por la ONU, las cuales indican que la degradación actual de la tierra se debe a causas naturales en un 13% y en un 87% a factores inducidos. Becerra Moreno, 1995.

Para que suceda el fenómeno de la erosión, es condición que el suelo se encuentre sin cubierta vegetal; ya que de esta forma las partículas se encuentran desagregadas, pues no existen las raicillas que retienen principalmente a las partículas de menor diámetro, siendo más fácil que intervengan elementos como el agua y el viento para erosionar los suelos.

El proceso de erosión es provocado por el efecto directo del agua de lluvia y el viento, pero su grado de afectación en el suelo depende de cómo y en qué condiciones se encuentre, si es un suelo sin vegetación, seco, sin barreras rompe vientos, sin materia orgánica,

etc., por efecto de las actividades agropecuarias; dicho suelo sufrirá un proceso constante de erosión y la pérdida del mejor material (las partículas coloidales) para el desarrollo de los cultivos.

Haciendo uso de los aforos que realiza la SARH a través de las Regiones Hidrológicas del país, en 1985 se estimó que en todo México la pérdida del suelo en promedio es de 2.8 ton./ha./año, los siguientes datos ilustran el problema. Oropeza Mota, 1995.:

- Superficie donde se producen sedimentos:	193,641,878 ha.
- Pérdida del suelo, promedio:	2.8 ton./ha./año
- Sedimentos totales por año	535,226,151 ton./año
De esta cantidad:	
- El 69% se descarga en el mar:	369,306,044 ton./año
- El 31% se deposita en obras de almacenamiento:	165,900,107 ton./año

Otros estudios más precisos sobre pérdida del suelo realizados por Figueroa en la cuenca del río Texcoco, reportan una pérdida de suelo para la cuenca de ese río de 3.4 ton/ha/año en promedio.

El proceso de erosión, perjudica el desarrollo agrícola de México, poniendo en riesgo la capacidad de lograr la ya perdida autosuficiencia alimentaria. La presencia de la erosión en los terrenos de cultivo disminuye su productividad y agota rápidamente la fertilidad de los mismos. Se pueden esperar disminuciones de rendimientos entre 150 y 300 kilos en el cultivo de maíz por hectárea y por año por cada centímetro de suelo que se erosione. Oropeza, 1995.

No menos graves son los efectos que la erosión causa a las corrientes de los ríos y las presas que sirven para irrigación o la generación de energía. Numerosos ejemplos muestran cómo magnas obras de ingeniería hidráulica se convierten en inservibles por el azolve que sufren las vasos de captación.

5.2.- La Erosión Hídrica.

La precipitación pluvial es uno de los elementos del clima que en cualquier Agrosistema determina el tipo de producción y muchas veces los rendimientos a obtener. Siendo la lluvia un factor tan benéfico, cómo es posible que también sea una causa grave de la erosión del suelo.

¿ Cómo es el proceso de erosión hídrica y qué es lo que ocasiona el desprendimiento y arrastre de toneladas de suelo de la parcela ?.

Se ha establecido en investigaciones recientes que no es el agua corriente (la que corre) la que erosiona el suelo tan gravemente, sino que es el golpe de las gotas de lluvia sobre el suelo sin ninguna cubierta vegetal, las responsables de la erosión hídrica. Stallings, 1981.

En el caso de la erosión hídrica del suelo, la energía del agua para erosionar se manifiesta: En el desprendimiento de las partículas del suelo por el impacto de las gotas de lluvia y el transporte y deposición de las mismas por el flujo concentrado. Areas, 1990.

La erosión hídrica es un fenómeno complejo y continuo, sin embargo, el proceso se puede dividir en dos grandes etapas: Erosión en laderas (por salpicado y en forma laminar) y Erosión por flujo concentrado (en cárcavas y cauces).

5.2.1.- Erosión por Salpicamiento ó laminar:

Las gotas de lluvia al caer caen ó hacen saltar las partículas de tierra y las arrojan dentro del agua corriente que funciona como un vehículo; el agua corriente lleva luego la tierra por la pendiente hacia abajo. Las gotas de lluvia y el agua corriente actúan de forma semejante a una cuadrilla de trabajadores con pico y pala cargando un camión, las gotas de lluvia representan la cuadrilla de pico y pala y el agua corriente es el camión.

Al caer la gota de lluvia explota como una bomba cuando choca contra la tierra desnuda. Cuando la gota golpea por primera vez contra el suelo forma una depresión poco profunda, como la que se haría si se golpeará el suelo con un martillo; el suelo luego acusa su movimiento hacia abajo. A continuación la fuerza de la gota se cambia hacia el borde exterior, explotando la membrana que encierra el agua, en la misma forma que explota una bolsa de papel. La fuerza liberada por la gota de lluvia se extiende hacia afuera y avanza hasta encontrar las paredes del hoyo hecho cuando efectúa su primer golpe sobre el suelo, entonces se vuelve hacia arriba y arroja una cantidad de lodo en todas direcciones, extendiéndose sobre la superficie, provocando que grandes cantidades de alimento para las plantas, la materia orgánica, el limo y la arcillas, humus y humina (los coloides) sean

arrastradas en flotación, fuera de los terrenos de cultivo. Se ha encontrado que el 95% del suelo erosionado por causa del agua de lluvia se debe al golpe directo de las gotas sobre el suelo desnudo sin ninguna cubierta vegetal y el 5% restante se debe al arrastre de el agua corriente. Stalling, (1981), de ésta forma, toneladas de suelo fértil son arrastradas hacia ríos, mares, canales, etc.

El movimiento de agitación, provocado por la fuerza con que cae la gota de lluvia, da al agua más poder de elevación para transportar las partículas de tierra, manteniéndolas así en flotación y evitando que se depositen de nuevo en el suelo. De esta formas las partículas salen del suelo flotando fuera del campo por medio de la corriente de agua.

Una vez que la lámina de lluvia ha rebasado la capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo y después de que la velocidad de infiltración disminuye al mínimo, se forma una capa lodosa en la superficie del suelo y empieza el escurrimiento superficial.

Cuando el suelo se hace lodoso, no puede absorber el agua, la superficie del suelo está apelmazada y el agua no puede penetrar, porque esta superficie está cerrada, el agua y el aire no pueden entrar al interior del suelo para atender las necesidades de las plantas. Es decir que el efecto ocasionado por el impacto de las gotas de lluvia, no sólo erosiona gravemente el suelo, sino que también disminuye su capacidad de absorber agua y aire. En cambio cuando existe material vegetativo que protege al suelo, las gotas de lluvia son interceptadas por las plantas, liberándolas de su mayor

parte de energía (fuerza) antes de que alcancen la superficie del suelo ó la superficie del agua corriente, la cubierta vegetal conserva la naturaleza abierta y porosa del suelo y evita que la corriente superficial se haga turbulenta, el agua corriente permanece clara y es absorbida más fácilmente por el suelo.

3.2.2.- Erosión por Flujo concentrado en laderas ó cárcavas

El inicio de la erosión en ladera ó erosión laminar es cuando las gotas de lluvia ocasionan el desprendimiento de las partículas del suelo. Esta etapa también es conocida como erosión por salpicamiento. Las partículas del suelo pueden desprenderse cuando la presión que genera el impacto de la gota de lluvia es mayor que la fuerza con la que éstas se encuentran unidas formando agregados. Por otro lado, se señala que es necesaria una energía cinética umbral para iniciar el proceso de desprendimiento y romper la fuerza con la cual están unidas al suelo. Sharma y Gupta, 1989.

La erosión en canales es debida a la energía del flujo concentrado. el transporte de sedimentos en cárcavas y/ó en cauces, depende principalmente de la cantidad ó carga de sedimentos disponibles y de la capacidad del flujo para transportarlos. Arias, 1990.

La corriente de agua superficial tiene dos tipos de fuerza, una es usada en transportar y mover al suelo que salpica por el impacto de las gotas de lluvia; la otra es usada para abrir el que está flojo en la superficie. El agua corriendo en la superficie en láminas poco profundas tiene solamente un tipo de fuerza; acarrea pequeñas

Partículas de suelo sueltas que yacen sobre la superficie y las lleva pendiente abajo, pero no puede rasgar el suelo, solamente puede arrastrar lo que ya está suelto. El agua en movimiento no tiene fuerza de deslave hasta que forma canales; la corriente deslava y afloja el fondo y los lados de los canales y zanjas (cárcavas) , pero no puede erosionar las superficies planas en los campos, es decir que no tiene fuerza para deslavar mientras fluye sobre superficies planas en láminas de poco espesor, dando lugar a la erosión en laderas (por salpicado y en forma laminar) y erosión por flujo concentrado (en cárcavas y causes), respectivamente.

Entre los factores relacionados con la erosión por flujo concentrado en cárcavas se encuentran: patrones de evolución asociados con patrones morfológicos de las cárcavas que facilitan la erosión hídrica, Oliveira, 1989; efecto de lluvias torrenciales de verano y el efecto del pastoreo, Branson, 1981 y duración del escurrimiento asociado a la disponibilidad de sedimento depositado en el cauce. Heede, 1975.

La mayoría de los estudios reportados relacionan el grado de erosión hídrica con factores como:

- Características de la precipitación pluvial.
- Características del suelo.
- Condiciones de la superficie del mismo.
- Pendiente del suelo.

De éstas características las condiciones en que se encuentra el suelo (con cubierta ó sin cubierta vegetal) es la determinante para el

proceso de erosión; le sigue la precipitación pluvial, principalmente el factor intensidad; estas son las variables que se hallan más relacionadas con el proceso de erosión hídrica. Watson y Lafien, 1986.

La erosión hídrica ocurre sobre los suelos de los productores que dejan sus campos desnudos de toda cubierta vegetal, sin residuos de cosechas y como ya se dijo, el 95% de esta erosión es causada por el golpe directo de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo. La gran mayoría de los campesinos de nuestro país después de cosechar sus parcelas, utilizan todos sus residuos como pastura animal, si no ocurre esto, antes de que empiece el siguiente ciclo productivo limpian y amontonan la materia seca para quemarla y esperar las primeras lluvias y realizar la preparación del terreno. No existe una cultura de conservación y cuidado del suelo.

5.3.- La Erosión Eólica.

El viento no puede erosionar los suelos mojados y al igual que la lluvia no puede provocar erosión en los suelos que tienen una buena cubierta vegetal; esta cubierta puede estar en forma de residuos de cosecha cultivada, pradera, hierbas, desechos u otros tipos de materiales vegetales.

El viento erosiona más el suelo en áreas de poca precipitación pluvial, pues encuentra superficies de suelo seco y casi siempre sin ninguna cubierta vegetal.

Aparentemente el viento tiene una sola dirección, se mueve derecho, en forma recta, a lo cual le llamamos movimiento hacia adelante, pero éste implica otros tres movimientos: El segundo movimiento es giratorio, pues gira alrededor de una cabeza, a esto se le llama remolinos; otra parte del viento se mueve en ráfagas violentas ó soplos repentinos, este viento se llama bocanadas de aire. y cuando las ráfagas cruzan el camino de los remolinos, se verifica el cuarto movimiento; éste es un movimiento de saltos y torbellinos, manteniéndose todo el cuerpo del aire en una constante agitación.

El movimiento hacia adelante determina la dirección del cuerpo principal del aire que se mueve y también gobierna la dirección que toman las partículas sueltas del suelo. Estos cuatro movimientos del viento, actúan juntos, mueven las partículas del suelo en tres sentidos diferentes: saltación, suspensión y arrastre superficial. Los tres movimientos ocurren generalmente al mismo tiempo. Stalling, 1981.

El viento actúa sobre el suelo como un ventilador, éste separa las partículas más ligeras de humus, materia orgánica, arcilla y limo y las sopla a lo lejos por el viento. Los granos de arena pesados quedan sobre el campo; como es dejado el trigo, cuando la paja y la cáscara son sopladas por el viento. Las partículas pequeñas de arcilla, humus y humina son las que sirven como despensa del suelo, almacenar el alimento de las plantas (actúan como coloides), si éstas pequeñas partículas se las llevan los soplos de aire, se deja al suelo sin nutrientes y sin espacios para guardarlos, como resultado de

esto, al suelo le queda menos y cada vez menos capacidad de almacenar y retener nutrientes.

Para poder levantar los granos de tierra, los vientos tienen que soplar a un mínimo de 12 a 13 kilómetros por hora y a una altura de 15 cm. sobre el suelo, por lo que prácticamente en todas las zonas agrícolas del país se presenta la erosión eólica. Aunque se sabe que éste problema es mayor en los estados áridos del norte de la República. Stallings, 1981.

Los vientos mueven las partículas por tres distintos procesos: Las partículas más pequeñas son llevadas en suspensión y son transportadas como polvo fino sobre distancias muy largas; las de mediano tamaño se mueven por saltación y las más gruesas van rodando sobre la superficie del suelo.

La erosión eólica se presenta generalmente en suelos sin protección ó parcialmente cubiertos por vegetación. Las tolvaneras ocurren durante los periodos en que la tierra se está preparando para ser sembrada ó antes de que un cultivo halla alcanzado suficiente tamaño para proteger el suelo, ocurre también cuando el terreno se encuentra en descanso, así como en grandes extensiones de pastizales cuando estos han sido sobrepastoreados.

6.- LAS CAUSAS DE LA EROSION.

El agua de lluvia y el viento inciden permanentemente 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, no se puede prescindir de esos elementos. El campesino espera con ansiedad la llegada del temporal, ya que de éste depende su producción y de hecho su economía familiar, lo mismo sucede con el viento que tiene un papel fundamental en la polinización y cosecha de algunos cultivos. Sin embargo, la lluvia y el viento se han convertido en factores graves del proceso de erosión; debido a que el hombre con su acción desordenada y voluntariosa sobre los recursos naturales le ha brindado las condiciones, dejando al suelo sin cubierta vegetal, al descubierto y sin ninguna protección contra el impacto de la lluvia y el viento, para que estos 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 como fenómeno natural es inevitable, no la podemos reducir a cero, siempre ha existido. El intemperismo como erosión geológica constituye a la vez un proceso de formación de suelos; pero también en forma natural, se presenta un equilibrio. Este equilibrio es posible gracias a la permanencia de la vegetación sobre el suelo, la cubierta vegetal es la capa protectora y regenerativa del suelo.

Cuando el hombre fue nómada e iba de un lugar a otro para recolectar y sobrevivir gracias a los productos que la naturaleza en forma gratuita le brindaba, al abandonar un sitio, éste tenía todas las posibilidades de regenerarse en forma natural. En el momento en que el hombre se establece definitivamente en un lugar se inicia el impacto más grande sobre la naturaleza a causa de la acción del mismo hombre; desde ese momento dicho impacto de las actividades humanas sobre los recursos naturales no se ha detenido. Los pueblos antiguos, además de utilizar el suelo para obtener sus satisfactores, se sabe que tenían una relación armoniosa con los recursos naturales, de tal forma que permitían la sustentación de sus actividades productivas y la conservación de la naturaleza.

*Baste citar las obras hidráulicas diseñadas por Nezahualcōyotl en la cuenca del ex-Lago de Texcoco, que son ejemplo del aprovechamiento del gran sistema lacustre del Valle sin destruirlo. Este sistema tenía una superficie de dos mil kilómetros cuadrados, con extensos bosques y montañas que mantenían fijo el suelo de éstas áreas, produciendo escurrimientos con poco contenido de azolves. Este hábitat equilibrado propiciaba varias condiciones benéficas, entre las que destacan: depósitos subterráneos llenos a su capacidad, los cuales a su vez mantenían el flujo de numerosos manantiales, suelos relativamente estables y mediante la evapotranspiración de los lagos y la vegetación, se creaba una agradable y estable temperatura. Sin embargo, después de la conquista española al adquirir importancia como centro de la actividad política, social, comercial y cultural, el Valle de México sufrió una gran demanda de tierras para

urbanización, lo que propició junto con otros factores, la desecación artificial del sistema lacustre. Así mismo se inició un proceso de desertificación que alteró drásticamente los ecosistemas existentes". Llerena Villalpando, 1992.

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 los impactos negativos que están teniendo, principalmente en lo que se refiere a: La contaminación ambiental y la degradación ambiental de los ecosistemas, específicamente al problema de la erosión.

Según Llerena Villalpando 1992, el problema de la desertificación a nivel mundial y en especial de la erosión continúa y se ha convertido en uno de los retos más difíciles que tiene la humanidad, principalmente por lo siguiente:

- a).- Estos procesos siguen avanzando.
- b).- Las medidas que se están aplicando para su solución son insuficientes y en mucho menor proporción que su velocidad de avance.
- c).- El tiempo con el que se cuenta cada día es menor.

d).- El costo de las medidas correctivas aumenta año con año, debido a que el área afectada cada vez es mayor y a que todas son obras de infraestructura y hasta ahora han sido principalmente obras de terrazas, represas, zanjas y jagüeyes.

e).- Si estos procesos no se detienen en un futuro próximo, la escasez de alimentos y agua en el mundo aumentará espectacularmente en pocos decenios.

f).- La posibilidad de que estos problemas ocasionen perturbaciones socioeconómicas es cada vez más probable.

Es decir que la erosión es un problema de deterioro ambiental muy grave, permanente, que a medida que avanza puede crear o más bien evidenciar problemas socioeconómicos derivados de la falta de productividad de los suelos, que redundaría en la baja producción de alimentos y satisfactores; así como en el abandono de muchas tierras por improductivas. Además debemos entender que el tiempo es nuestro peor enemigo, ya que la pérdida de los suelos y el deterioro ambiental de los recursos, lleva ya miles de años dándose y las medidas correctivas también requieren de miles de años, haciendo que el precio sea incosteable.

Esta situación de deterioro ambiental no es nueva, pues las sociedades humanas que han habitado México han alterado el ambiente desde que lo ocuparon. Sin embargo, el ritmo y escala de la

degradación que se inició con la llegada de los españoles y posteriormente con la revolución agrícola e industrial, fue un hecho determinante, que cambió drásticamente nuestro entorno. Actualmente podemos señalar que el fenómeno de la erosión como un proceso de degradación del recurso suelo se debe a las siguientes causas:

6.1.- Crecimiento demográfico.

El Crecimiento demográfico involucra directamente dos aspectos; uno es el proceso de urbanización y 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 trae consigo la disminución drástica ó total de la vegetación y el cambio de la forma de la superficie del suelo, provoca de hecho un cambio en todo el ecosistema pues las construcciones de vivienda y todos los servicios demandantes de la población deterioran permanentemente todos los recursos naturales del entorno. La expansión urbana implica el más fuerte cambio en el uso del suelo, puesto que es irreversible; la cobertura vegetal es desplazada y sustituida por la cubierta asfáltica, misma que reduce considerablemente la infiltración. Adicionalmente, los centros urbanos demandan cada vez mayores cantidades de agua que tienen que ser trasladadas 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, ha 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, y casi siempre el agropecuario tiene las de perder, pues al tener más ganancias el uso urbano ó industrial del suelo, la definición siempre es a su favor.

6.2.- La Sobreexplotación de los recursos naturales.

La sobreexplotación de los recursos agua, suelo, vegetación, etc., 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 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 implementan 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, se debe entre otras causas, a 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 de costos de aprovechamiento, a una falta de conciencia y cultura forestal entre los productores, por lo que podemos esperar, desafortunadamente, un decremento en del recurso bosque a nivel nacional, en los próximos años.

El proceso sistemático de deforestación, ha inducido y acelerado la erosión de los suelos, ya que no se han realizado las plantaciones que el caso requiere. La disminución drástica y pareja de los árboles, debido a las explotaciones forestales, cambia definitivamente el entorno y microclima de un bosque, ocasionando también la pérdida de especies endémicas de flora y fauna, que a la postre se han hecho irrecuperables, lo mismo que el propio ecosistema, y si tomamos en cuenta el tiempo que tarda un bosque en formarse, nos encontramos ante un problema casi imposible de resolver.

6.3.- Formulación e Implementación Inadecuada de Políticas, Estrategias, Programas y Proyectos en el Sector Agropecuario y Forestal

La Formulación e Implementación de Políticas, Estrategias, Programas y Proyectos hacia el Sector Agropecuario y Forestal basadas en un Modelo Especializado, que fue impulsado en México desde la "Revolución Verde" y está basado en la producción de monocultivos y la implementación de "paquetes tecnológicos" con uso de maquinaria, gran cantidad de insumos como fertilizantes, plaguicidas, riego, etc. y que al ser un modelo especializado, se contraponen con la gran diversidad de recursos naturales con los que cuenta casi cualquier región y/o ecosistema de nuestro país. Toledo, 1985.

Para explicar el punto anterior, expongo mi experiencia en la región del Istmo de Tehuantepec.

En la Región del Istmo de Tehuantepec desde la década de los sesentas, cuando la Presa Benito Juárez inicio su funcionamiento el Gobierno Federal y Estatal ha venido implementado diferentes Proyectos basados en el monocultivo: Primero se planteó la producción de arroz, y se construyo una Planta de Descuticulación de la semilla, éste proyecto fue un total fracaso. Después se estableció la producción de Caña de Azúcar y también construyeron el Ingenio "Jose López Portillo" (el más grande del país), el cual fracasó

también, entre otras razones porque el cultivo nunca dio los rendimientos esperados con la aplicación del "paquete tecnológico" propuesto. El Ingenio siempre trabajo por abajo de su capacidad instalada; nunca hubo una apropiación del proyecto por parte de los campesinos. Hoy el Ingenio se encuentra totalmente desmantelado y las 13,000 hectáreas de caña que se sembraban, fueron sujeto del "Programa de Reconversión" a los cultivos de sorgo y maíz de "alta productividad" desde el ciclo O. I. 1993-94. Estos Proyectos Productivos no sólo han fracasado, sino que han tenido sus repercusiones socioeconómicas y ecológicas negativas para los campesinos de la región del Istmo de Tehuantepec.

Este tipo de Proyectos y la Estructura del Sector Agropecuario basada en propuestas verticales de "Paquetes Tecnológicos" condicionando el financiamiento y/o la "asesoría técnica" sin tomar en cuenta las condiciones únicas de cada región, comunidad y parcela, han llevado a homogeneizar las formas de producción, no sólo de los predios con crédito, sino a la mayoría de las unidades agrícolas en la región y el país; ésta "homogeneización" en la forma de producir, implementada por las Instituciones del Sector plantea la producción y el aumento de los rendimientos bajo un esquema de uso de fertilizantes, insecticidas, mecanización de las labores culturales, riego, etc., y hasta la imposición a los campesinos 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 establecidas por la Institución.

Este planteamiento no toma en cuenta ni vocación agrícola de cada zona, ni usos y costumbres del lugar. Lo importante para las Instituciones es el aumento de los rendimientos de determinado cultivo, no importando las consecuencias a mediano ó largo plazo.

Producir sólo un monocultivo, bajo una misma forma, sin desarrollar alternativas diversas y un uso adecuado de todos los recursos con que contamos en un ecosistema, nos lleva necesariamente al deterioro ó desaparición del ecosistema mismo.

Es decir que el planteamiento del "modelo especializado" y las formas de producir implementadas por el Sector Agropecuario, en mucho son responsables de los niveles de producción y productividad de la actividad agrícola, así como de la calidad de los suelos del Istmo y de todo el país.

Para seguir analizando éste punto pongo un ejemplo: 2 "paquetes tecnológicos", uno de maíz y otro de melón, del Programa de "Alta Productividad" que el Gobierno Estatal de Oaxaca y la S.A.R.H. llevaron a cabo en el Istmo en los años 93-94, como parte del "Programa Emergente de Empleo" para el Istmo de Tehuantepec. Posteriormente iré analizando los componentes del "paquete" en relación con los efectos de su aplicación continua en el suelo y el deterioro que causan.

Cuadro N° 1
PAQUETE TECNOLÓGICO DE MAÍZ DE RIEGO POR GRAVEDAD. CICLO: O.I 93-94.

CONCEPTO	Nº COSTO/HA.	INFORMACION ADICIONAL.		
Barbecho	120	Municipios: Tehuantepec, Chi-		
Rastreo (2)	120	huitán, San Blas, Laollaga y		
Bordeo	30	Huilotepec.		
Semilla	80			
Siembra y 1ª fertiliz.	75			
Fertilizante	230	CICLO: Otoño-Invierno.		
Aplicación 2ª fertiliz.	30			
Herbicidas	75	VARIEDADES: V-424, V-524, V-530		
Aplic. herbicidas	30	V-532, V-534, H-509		
Insecticidas	117	CVPS 401.		
Aplic. Insecticida	40			
Aporque	60	PERIODO DE SIEMBRA:		
Pizca (15 jornales)	300	1ª enero - 10 febrero		
Desgrane	220	1ª nov. - 10 de febrero		
Cuota de agua	150	(Únicamente para CVPS 401)		
Riegos	140			
SUMA:	Nº 1,682.00	DENSIDAD DE SIEMBRA: 20-24 Kg./Ha.		
INSUMOS REQUERIDOS				
INSUMOS	CANTIDAD/HA.	Mq DE APLIC.	PRECIO UNIT.Nº	COSTO TOTAL Nº
SEMILLA	20 Kg.	1	4.0 /Kg.	80.0
FERTILIZ. (115-46-00)				
Urea (46-00)	250 kg.	2	0.64/Kg.	160.0
SFCT. (00-46)	100 kg.	1	0.70/kg.	70.0
HERBICIDA				
Gesapria Coebi	3 kg.	1	25.00/kg.	75.0
INSECTICIDA				
Furadán 300 TS	1 lt.	1	60.0/lt.	60.0
Lorsban 480E	1 LT.	1	32.0/lt.	32.0

RENDIMIENTO PROM. ESPERADO: 4.000 KG./HA.
 VALOR DE LA PRODUCCION: Nº 3,000.00
 COSTO DE CULTIVO/HA.: 1,682.00
 UTILIDA/HA.: 1,318.00
 RELACION B/C: 1.78

Cuadro N° 2
PAQUETE TECNOLÓGICO DE MELÓN EN HUMEDAD RESIDUAL CICLO O.I. 93-94

CONCEPTO	Nº COST./HA.	INFORMACION ADICIONAL		
Barbecho (2)	240	MUNICIPIOS: Tapanatepec, Chahuatles, Reforma, Ixtapa tán, S. Fco. del Mar y Nilttepec.		
Rastros (4)	240			
Siembra	120			
Semilla	140			
Fertilizante	328	VARIETADES: Top Mark, Top Net y Honey Dew.		
Insecticida	239			
Fungicida	373			
Aplicación Agroquímicos (8)	500	DENC. DE SIEMBRA: 3-4 lb/ha		
Desahije	160	PERIODO DE SIEMBRA: 20 de sep. al 20 de oct.		
Limpia	160			
Aporque	160			
Corte	400			
Acarreo	700	DENSIDAD DE POBLACION: 16000 a 18000 plantas/ha.		
SUMA: Nº 3,760.00				
INSUMOS REQUERIDOS				
INSUMO	CANTIDAD/HA	Nº APLIC.	COSTO	
			UNITARIO	TOTAL/HA
SEMILLA	4 kg.	1	35.00	140.00
FERTILIZANTES				
(20-30-10	24 kg.	8	12.00	288.00
Área foliar	2 kg.	3	8.00	16.00
Fosfito	3 kg.	3	8.00	24.00
INSECTICIDAS				
Furadán 300TB	50 cc	1	60.00	3.00
Rotor	2 lt.	2	35.00	70.00
Endosulfan	1	1	30.00	30.00
Lanate	0.33 kg.	1	115.00	38.00
Furadán 350	1 lt.	1	45.00	45.00
Tramfos	1.5 lt.	3	35.00	53.00
FUNGICIDAS				
Cupravit	3 kg.	2	15.00	45.00
Daconil	1 kg.	2	70.00	70.00
Ridomil bravo	0.5 kg.	1	120.00	60.00
Proxil	1.5 kg.	2	50.00	150.00
Proxyl	0.5 kg.	1	96.00	48.00

REND. PROM. ESPERADO: 400 cajas (25 KG./caja)
 VALOR DE LA PRODUCC.: N° 8,000.00
 COSTO DE CULTIVO: 3,760.00
 UTILIDAD/HA.: 4,240.00
 RELACION BEN./COSTO.: 2.12

Análisis de estos "Paquetes Tecnológicos":

a).- Las recomendaciones de preparación del suelo: 2 barbechos y hasta 4 rastras, en el caso del melón, con el objetivo de preparar la "cama de siembra", representa un movimiento excesivo del suelo que pretende airearlo lo suficiente, para que absorba la mayor cantidad de humedad posible, sin embargo sabemos que el agua que un suelo puede retener depende no sólo del número de veces que pasa un arado ó rastra sobre el terreno, sino de muchos factores más, entre los cuales estan: la textura, estructura, formación de agregados, cantidad de materia orgánica, grado de compactación del suelo, etc.

Una de las propiedades físicas del suelo que se ve más afectada, tanto por los implementos como por el paso de la maquinaria es la compactación del suelo. Es común encontrar suelos que son trabajados excesivamente (como lo indica el paquete tecnológico de melón y maíz), con una capa compacta a los 25 ó 30 cm de profundidad, llamada "piso de arado" y que en los hechos es una capa impenetrable para las raíces de los cultivos anuales, además de la reducción de los espacios porosos; al respecto Bayer (1956) menciona que el efecto benéfico producido por un implemento de labranza generalmente se nulifica por su uso excesivo o por realizar las labores con un contenido inadecuado de humedad. Por otro lado los frecuentes movimientos para arar y cultivar el suelo trae nueva tierra a la superficie y este constante movimiento acelera la destrucción de la estructura migajosa, propiciando la erosión eólica al momento de realizar la labor y la erosión hídrica, pues se deja al descubierto y sin ninguna protección vegetal al suelo del impacto de las gotas de

lluvia. Con cada paso de arado ó rastra, el suelo queda más mullido en la capa superficial, facilitándose el proceso de erosión, pues las partículas de menor diámetro (los coloides) son desprendidas y transportadas rápidamente hacia abajo y en los horizontes inferiores se hace más compacto y disminuye su capacidad de absorber y almacenar agua para el desarrollo posterior de la planta.

Otra desventaja del uso excesivo de maquinaria son los altos costos económicos; no obstante muchas veces un productor no alcanza a sembrar dentro del ciclo por falta de maquinaria en su comunidad que alquile su terreno.

b).- El uso de fertilizantes químicos, basados en Nitrógeno y en menor medida de Fósforo, ciclo con ciclo favorece la acidificación progresiva del suelo.

La productividad agrícola de un suelo está altamente relacionada con su Fertilidad, pero también intervienen otros factores como la humedad, la luz, la temperatura, ect. Podemos decir que la fertilidad es la capacidad que tiene un suelo de proporcionar a la planta los nutrientes necesarios en las cantidades requeridas y BALANCEADAS para promover su desarrollo. Se sabe que son por lo menos 16 elementos químicos los que un cultivo necesita para su desarrollo adecuado, siendo los principales: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Thompson, (1974); sin embargo, todas las recomendaciones técnicas indican sólo la aplicación de uno ó dos macronutrientes (nitrógeno y fósforo); en el Istmo de Tehuantepec según la información de los campesinos, llevan más de dos décadas

administrando casi exclusivamente Nitrógeno a sus terrenos, a pesar de lo cual los rendimientos reales promedios de maíz en la región (con paquete tecnológico) es de 1.8 Ton./Ha., mientras que de melón el rendimiento medio es de 9.75 Ton./Ha (SARH, 1986) y no los que se señalan como rendimiento esperado en los Paquetes arriba desglosados, por lo que muchas veces los campesinos únicamente obtienen su producción para pagar la deuda contratada; y según manifiestan, desconocen la calidad de sus suelos en términos de concentración de macro y micronutrientes, pH, su contenido de materia orgánica, textura, si tienen o no problemas de sales, etc.

El uso permanente de fertilizantes en la producción a base de nitrógeno y fósforo a través de los años, no garantiza el desarrollo sano y pleno de las plantas, ya que no se le proporciona ni repone al sustrato suelo, la variedad de nutrientes que un cultivo (que muchas veces es monocultivo) absorbe ciclo tras ciclo, sin embargo, si se puede crear una concentración de sales tal, que se modifique el pH del suelo hasta un punto perjudicial para el desarrollo de la planta.

La utilización permanente de fertilizantes oculta fenómenos como la pérdida de la productividad por erosión de los suelos; ya que la disminución de rendimientos por pérdida de la capa arable es contrarrestada por el uso de fertilizantes hasta en un 60% (Estrada Berg, 1995).

c).- Otra de las características principales de los "paquetes tecnológicos", es el uso intensivo de plaguicidas y herbicidas, lo

podemos observar tanto en un cultivo de autoconsumo como el maíz, así como en cultivos para la venta, e incluso de exportación como el melón.

La aplicación indiscriminada de plaguicidas, para proteger los cultivos de plagas y enfermedades, es inadecuada porque sólo proporciona soluciones inmediatas a través de periodos determinados de tiempo. La ocurrencia de plagas es un problema ecológico, su incremento debe verse como la pérdida de balances ecológicos que no se recuperan matando a la plaga y a todos los seres vivos que coexisten en el mismo agrosistema; ya que incluso, dicha práctica produce resistencia, resurgencia y nuevas plagas. Trujillo, 1993.

La utilización permanente de fungicidas y herbicidas en las unidades agrícolas no sólo consigue "controlar" la plaga y las malas hierbas, sino que logra contaminar todo el ambiente del sistema agrícola: la atmósfera, las aguas, el suelo y los alimentos, matando a todos los microorganismos como bacterias, gusanos, insectos, etc. que vivían en el suelo cumpliendo naturalmente una función de equilibrio ecológico dejando al suelo como un sustrato inerte, sin vida y sin toda la actividad microbiana que un suelo virgen tiene. Además el uso indiscriminado de fungicidas en la producción de alimentos afecta directamente al mismo hombre, dependiendo del grado de residualidad de los insecticidas.

El uso indiscriminado y exclusivo de fungicidas en los ecosistemas agrícolas, como único método de control, provoca la degradación del suelo y puede llevar a cambios drásticos del ecosistema mismo.

También son graves los daños que causan los fungicidas a las personas que los aplican sin seguir las precauciones necesarias, en forma totalmente empírica.

d).- Los términos del "Paquete tecnológico", desde la variedad de semilla a sembrarse, hasta las labores recomendadas y el uso de insumos son condición para que el campesino reciba créditos, apoyos y "asistencia técnica", lo fundamental para las Instituciones es sacar a delante "paquetes tecnológicos", aún acosta del deterioro del suelo, del ambiente y hasta de la economía campesina, pues la mayoría de los grupos de productores de la Región que han recibido crédito se encuentran en cartera vencida.

La propuesta gubernamental de trabajo basada en "Modelos especializados", con la implementación de "paquetes tecnológicos" de monocultivos, recomendando prácticas culturales únicas y repetitivas perjudican y anulan la diversidad de cualquier ecosistema y la forma de producir de los sistemas de producción tradicionales. Independientemente de los aumentos en los rendimientos con la aplicación de un "Paquete Tecnológico", a mediano y largo plazo el suelo no sólo sufre una erosión física, sino también biológica, entre otros procesos de degradación. En el Istmo se han generado las siguientes condiciones:

Hay dos ciclos productivos: Para las tierras de temporal el de Primavera-Verano que va de junio a septiembre; y en las tierras de

riego además del ciclo P-V, se siembra en el ciclo Otoño-Invierno que es de noviembre a marzo.

En los terrenos de temporal el suelo tiene cubierta vegetal aproximadamente del 15 de junio al 15 de noviembre, al terminar el ciclo productivo, si se trata de maíz ó sorgo una vez levantada la cosecha hay dos opciones, o se recoge todos los residuos de rastrojo o se mete el ganado a las parcelas hasta que no hay nada que pueda comer, de esta forma los suelos de temporal quedan al descubierto, sin ninguna protección vegetal durante 8 meses, expuestos al impacto directo del viento (que en el Istmo se presentan de octubre a marzo y llega a alcanzar velocidades de hasta 90 km por hora) y de la lluvia. Si el cultivo que se sembró es ajonjolí, los residuos de cosecha quedan amontonados y regados sobre el suelo, porque el rastrojo del ajonjolí no se lo come el ganado y no le dan ningún otro uso, pero desde el mes de mayo (antes de que caigan las primeras lluvias) el campesino limpia el terreno, junta el rastrojo del ajonjolí y lo quema, dejando al suelo sin residuos de la cosecha anterior y sin protección del impacto de las lluvias, que muchas veces son torrenciales, presentándose ríos de lodo, que llevan cuesta abajo las partículas de menor diámetro y los nutrientes (partículas coloidales) que contenga el suelo, esto sucede todos los años.

Estas prácticas agrícolas son inadecuadas para la conservación del suelo. Los "paquetes tecnológicos" y la asistencia técnica que brindan las Instituciones del Sector no recomiendan prácticas de conservación del suelo y agua, el incremento de la productividad está basado en el uso intensivo de agroquímicos y semillas mejoradas, se

buscan resultados inmediatos que permita alcanzar metas anuales de producción y no de mediano o largo plazo. Los "paquetes tecnológicos" se aplican como recetas, sin tomar en cuenta condiciones diferentes de cada comunidad. No se promueve la rotación de cultivos, surcado según curvas de nivel, cercos vivos, barreras rompevientos, incorporación de los residuos de cosecha, etc., prácticas agrícolas que no requieren de grandes inversiones, pero que pueden conservar el agua y el suelo agrícola.

6.4.- Marginación de los sistemas agrícolas tradicionales .

Se sabe que nuestro país es heredero de las culturas mesoamericanas y 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; la estrategia de uso múltiple de la producción campesina, que es una característica esencial de ésta (Toledo, 1980), no sólo constituye una respuesta viable a las diferentes vocaciones productivas de los ecosistemas tan diversos de nuestro país; sino también una herramienta para el reconocimiento y el aprovechamiento del potencial alimentario de cada unidad medioambiental (Región).

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

En México, numerosos estudios realizados entre grupos de campesinos e indígenas, muestran cada vez con más insistencia 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, adecúa 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 (taxonomías tradicionales o *folk*) tal y como fue sugerido por Levi-Strauss (1968) y según demostró Berlin (1973) algunos años después. Estos sistemas tradicionales de clasificación no sólo son comparables a los sistemas taxonómicos modernos desarrollados por científicos, sino que en muchos casos llegan a superarlos por la fineza de sus discriminaciones y la importancia que a estas le dan para la producción. Los campesinos e indígenas de México ofrecen sobrados ejemplos de todo ello: Los tzeltales de Chiapas son capaces de distinguir 1 200 especies de plantas (Berlin et al., 1981), en tanto que los mayas de la Península de Yucatán reconocen 900 (Barrera, 1996) y los Purepechas de Pazcuaro al rededor de 500 (Caballero y Mapes, 1983)... Uno de los rasgos más notables de los tarahumeras y purepechas es su conocimiento sobre los suelos. El conocimiento empírico que tienen sobre diversos aspectos y características de los suelos, está en estrecha relación con sus actividades agrícolas y en él se basan para asignar los diferentes cultivos, las fechas de siembra y las tecnologías diversas que aplicarán al sustrato que se apropian. Los Chinantecos de la región de Dzitlán, Oaxaca;

distinguen, con base en el suelo, siete unidades básicas medioambientales, cada una de las cuales posee diferentes vocaciones y tiene diversos usos (Lucero y Avila, 1976; Toledo, 1978). De 18 tipos de suelos reconocidos en el sistema FAD-UNESCO en la cuenca del lago de Pázcuar, Michoacán, los purépechas tienen nombre para 17 de ellos y reconocen los mismos horizontes edáficos que el investigador (Barrera-Bascols, 1983). Los Huaves de San Mateo del Mar en Oaxaca, distinguen en un pequeño espacio peninsular 18 agrohábitat, con base en la topografía y el tipo de suelo (Zizumbo y Colunga, 1980)." citados por Toledo, 1985.

Por último en un reciente estudio sobre campesinos de habla hispana de 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 reconocen varios taxa en una hectárea (campo de 1/4 de hectárea).

Según investigaciones de Toledo, (1976), los mayas poseen 12 términos para asignar con lujo de detalle todo el proceso mediante el cual la selva tropical húmeda convertida en área agrícola va restituyéndose a través de la sucesión ecológica. Esta diferenciación permite finalmente asignar a cada unidad de 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.).

Estos conocimientos y ésta estrategia en los sistemas de producción tradicionales, provoca que en muchos casos éste sea superior, en cuanto al manejo de sus recursos naturales, que las opciones que proponen los proyectos modernizadores.

En un estudio por demás polémico y crítico, realizado en el valle del 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 discriminación más amplia de la microecología local y en la mayor variedad de terrenos con que el conocimiento y el trabajo de los Otomíes transforman las condiciones del Valle.

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 su desaparición.

6.5.- Falta de investigación, promoción y divulgación en el medio rural de prácticas de conservación del suelo.

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, "hasta 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. Orpessa Mota, 1995.

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.

7.- EFECTOS DE LA EROSION INDUCIDA EN LA AGRICULTURA

La erosión es el proceso mediante el cual los materiales que integran el suelo son desprendidos y separados, por el agua o el viento. En principio 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. Se calcula que en el mundo se han destruido 2,000 millones de hectáreas de tierra productiva, con el paso de los siglos (FAO, 1984) citado por Pineda, 1990; debido al mal manejo del suelo y de su capa protectora: la vegetación.

Siendo la erosión un problema ambiental, sus efectos provocan el deterioro del ambiente, entre los principales podemos citar: (Pineda, 1990).

- La disminución de la fertilidad de la tierra y en consecuencia de su productividad.
- La destrucción ó deterioro de la vegetación.
- La destrucción del hábitat de la fauna silvestre y en consecuencia la disminución de la población ó la extinción de algunas especies.
- Azolves en obras hidráulicas de captación ó en lagunas naturales, lo que provoca la disminución en la capacidad de almacenamiento de agua del país.

- Disminución de la infiltración del agua, lo que ocasiona una disminución en la recarga de mantos acuíferos subterráneos y propicia el abatimiento de su nivel freático.
- Inundaciones y desbordamiento de corrientes superficiales de agua debido al incremento de los volúmenes de escurrimiento, consecuencia de la nula ó baja infiltración de los suelos erosionados.
- Modificaciones del microclima, debido a la carencia ó disminución de cubierta vegetal que protege al terreno de los efectos de la insolación y regula la temperatura y humedad del mismo.
- Alteraciones de la calidad del agua, de las corrientes superficiales, debido a la presencia de sólidos sedimentables.
- Arrastre y depositación del suelo sobre áreas cultivadas, ocasionando la pérdida ó disminución de las cosechas.

Evaluaciones hechas por varios investigadores indican que la erosión hídrica ocurre en el 63% (124 millones de hectáreas) del territorio Mexicano y de éste el 27% (57 millones de hectáreas) tiene erosión severa ó muy severa causada por el agua. En cuanto a la erosión eólica, ésta se presenta hasta en el 94% (184 millones de hectáreas) del país y de esta el 61% (119 millones de hectáreas) tiene erosión severa ó muy severa, Estrada Beng, 1995. Estos estudios demuestran que el viento provoca más erosión que el agua y como en muchos terrenos están ocurriendo los dos tipos de erosión, se hace más grave dicho problema.

Las cifras anteriores, no tienen significado si no las relacionamos con la pérdida de la productividad de los cultivos de esos suelos. Esta clase de investigación han sido desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP), la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), el Colegio de Posgraduados (CP), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, principalmente. Algunos de los resultados obtenidos son estos.

En el llano de Aguascalientes, ubicado en la región semiárida del norte-centro de México Osuna Ceja, Figueroa Sandoval y Ventura Ramos del INIFAP-Ags. evaluaron el efecto de la erosión simulada en el cultivo de maíz y encontraron que al erosionarse 15 cm de suelo la producción de grano de maíz disminuyó en un 63%.

En la Región noroeste de Chihuahua, Ortiz Franco y Benancio Solano del INIFAP de ese estado, evaluaron la erosión simulada en el cultivo del frijol de temporal, con el resultado de que al perderse 15 cm de suelo la producción de grano se redujo en un 79.2 por ciento.

Pérez Banilla de la UACH, al analizar el costo de la erosión y evaluar la degradación biológica en terrenos de temporal en una zona semiárida de Tlaxcala y el Edo. de México, encontró que se tienen mayores rendimientos en los suelos de hojarasca, y que en los horizontes inferiores el rendimiento se puede abatir en un 80%, en cambio al fertilizar químicamente a estos, el rendimiento sólo se abate en un 40%. El análisis de beneficio-costos indica que si se fertiliza es rentable el cultivo, pero si no se hace, una vez

erosionado el suelo, el cultivo es incosteable. Respecto del costo de la erosión, aplicando fertilizante, cuando se ha perdido el horizonte superficial, el productor deja de ganar de \$890.00 a \$1,282.00 por hectárea conforme se erosiona más el suelo (precios y costos de 1990).

Dado que el fertilizante químico sólo logró incrementar la producción hasta en un 60 % del rendimiento relativo, se pensó en la restitución artificial del mantillo mediante aplicación artificial de composta. Miranda y Estrada de la UACH, en 1990 investigaron en suelos bajo erosión simulada, el efecto de dos compostas, una hecha de hoja de fresno y la otra de estiércol de cerdo, con y sin aplicación de fertilizante. Estos investigadores encontraron que a dosis altas de aplicación de composta (200 ton/ha) es posible restituir la productividad perdida de un suelo que ha sido severamente degradado por erosión hídrica y por degradación biológica. El tratamiento que mejores resultados dio fue la composta de cerdo, seguida por la hoja de fresno con fertilizante químico. Lo anterior pone de manifiesto que es de gran importancia la fuente de la composta; y que cuando ésta no es suficientemente rica en nutrientes, puede combinarse con fertilizantes químicos para tener mejores resultados.

También en 1990 Santoyo aplicó composta en un campo de Toluca, y encontró que al simular la erosión la productividad descendía hasta en un 32 por ciento de rendimiento, que el uso de fertilizante químico mantenía la productividad entre 75 y 98 por ciento de rendimiento relativo, enmascarando el efecto de la erosión, pero que

la aplicación de la composta incrementó la producción de 8 a 33 por ciento del rendimiento relativo.

Otro ejemplo es en el estado de Chiapas, en donde existe un gran tejido de sistemas de producción agrícola, una agrodiversidad manifestada en numerosas formas bióticas, agrosistemas y especies cultivables, así como distintas formas de manejo de sus suelos. Esta biodiversidad sin embargo, no es compatible con una agricultura especializada e intensiva, aunque las políticas nacionales agropecuarias digan lo contrario.

El suelo no sólo es un componente de la producción agropecuaria, es 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 originaria en cultivos agrícolas.

Debido al crecimiento de la población chiapaneca y su distribución hacia tierras más altas, accidentadas y poco productivas, la agricultura en Chiapas se ha expandido hacia las laderas. Además, se ha intensificado el uso del suelo y reducido los periodos de descanso de la tierra, por lo que ha aumentado su potencial de erosión, disminuyendo en consecuencia su niveles de productividad y fertilidad. Así mismo tiende a reducirse el uso de la tecnología agrícola tradicional.

Bajo las actuales condiciones intrínsecas de manejo de recursos naturales en dicha entidad, la aplicación de métodos tecnológicos especializados de una agricultura intensiva ha provocado dos procesos mutuamente relacionados. Arellano M., 1995.

a).- Un grave deterioro de los recursos naturales manifestado con la pérdida del suelo por erosión hídrica, el abatimiento de la productividad del suelo y la degradación de la cubierta vegetal, es decir la modificación de la estructura de las asociaciones vegetales y la degradación de la tierra en la compleja interacción ecológica de la agricultura.

b).- La degradación de la diversidad con la pérdida de las tecnologías tradicionales desarrollada por los grupos indígenas herederos de la compleja gama cultural de Mesoamérica, quienes tras largos periodos de adaptación y/o enseñanza diseñaron verdaderas estrategias y métodos de usos múltiples de recursos.

Arellano Monterosas, (1996) asegura que la vegetación nativa es dañada profundamente por los Sistemas Especializados o modernos de desarrollo agropecuario de cambio de uso del suelo y ampliación de la frontera agrícola, así como con la disminución de los periodos de descanso (barbecho) ó recuperación de la fertilidad del suelo para establecer una agricultura limitada e intensiva, junto con un proceso creciente de ganaderización. Esto genera cambios en el comportamiento de los agroecosistemas que se manifiestan en el aumento de los procesos de degradación del suelo (erosionandolo) y de todo el sistema.

B.- ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION.

Existen muchas alternativas posibles para disminuir, detener y/o casi evitar la erosión, pero el problema no es si hay ó no alternativas, sino si hay posibilidades, conciencia, disposición y sobre todo determinación para llevarlas a cabo. He dicho que las principales 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, fundamentadas en las Políticas, Estrategias, Programas y Proyectos e inclusive Leyes que el Gobierno de nuestro país abandera e implementa para "conseguir el mejor desarrollo y bienestar económico, social y político de los ciudadanos de México". Entonces implementar alternativas viables, implicaría modificar estas formas de hacer producir el suelo y por lo tanto las Políticas y Estrategias Gubernamentales. Por ello, considero que las alternativas técnicas pueden plantearse, pero implementarlas y hacerlas efectivas, no es tan fácil. Primero se tiene que tomar conciencia de la gravedad del problema de la erosión, de sus verdaderas causas y efectos, es también necesario que los profesionistas agropecuarios y forestales, las instituciones de estudio e investigación, pero sobre todo los productores y campesinos de todo el país, así como los funcionarios que toman las decisiones dentro del sector agropecuario y forestal conozcan bien el proceso de 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.

Una alternativa la podemos definir como una propuesta diferente a la existente, lógica y posible que puede darnos los mismos ó mejores resultados pero que puede involucrar menos costos.

Actualmente el programa "Alternativo" del Gobierno para el campo es el llamado "Alianza para el Campo" y sus instrumentos "Procampo" y "Produce", son la respuesta y estrategia de nuestro gobierno para sacar de la crisis a la producción agropecuaria. No es tema de este trabajo hablar de estos, pero los señalo (y anexo una síntesis), para resaltar que no será fácil implementar las alternativas existentes para disminuir y/o detener el proceso de erosión. pues aunque el programa señale que "Para la protección y sustentabilidad ambiental, PRODUCE apoyará proyectos ecológicos asociados a la mejor utilización de tierras y aguas ...". SARH, 1995. En su parte medular plantea más innovaciones tecnológicas, estímulos para la compra y uso de maquinaria agrícola, insumos químicos, paquetes tecnológicos, reconversión productiva, producción de monocultivos de exportación, impulso de la ganadería, etc. Es decir más de lo mismo.

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

Para controlar ó 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 la áreas erosionada, en cada región.

Es indispensable conocer las características y funciones del sistema ambiental al que pertenecen (región agroclimática), para poder garantizar que las acciones de conservación o restauración que se implementen estén acordes con el entorno y coadyuven a mantener o restaurar el equilibrio ecológico del sistema que se trate.

No es posible decretar ó querer implementar prácticas de conservación dictadas a nivel nacional ó estatal, pues cada Región agroclimática tiene sus propias y específicas características, las Regiones deberían reconocerse como las Unidades de Planeación por excelencia, ubicandolas como cuencas hidrológicas y después de conocer su funcionamiento, plantear los programas y proyectos a nivel regional. Los tipos de trabajos ó prácticas que se han utilizado para controlar ó combatir la erosión pueden agruparse en tres:

1.- Prácticas mecánicas:

Que consisten en el movimiento de tierra y en la construcción de obras con el objeto de disminuir los escurrimientos superficiales y el transporte de sedimentos; para realizarlas, es necesario utilizar implementos agrícolas, equipo especial o mano de obra; económicamente son las prácticas más caras y fueron las más utilizadas por los proyectos de recuperación y conservación de suelos por parte de la extinta Dirección de conservación de suelo y agua de la S.A.R.H.

La selección de las prácticas mecánicas está en función de la clase agrológica, uso y destino del suelo y condiciones ambientales, así como del valor de los terrenos por proteger y la disponibilidad de los recursos económicos para implementarlas. Las principales prácticas mecánicas son: Pineda, 1990.

- a).- Surcado al contorno +
- b).- Surcado Lister +
- c).- Sanjas y bordos a nivel *
- d).- Terrazas de base ancha **
- e).- Terrazas de banco ó bancales **
- f).- Terrazas de bancos alternos **
- g).- Terrazas de tipo zingg o de canal amplio **
- h).- Terrazas de base angosta o formación sucesiva *
- i).- Terrazas individuales **
- j).- Presas de ramas +
- k).- Presas de malla de alambre *
- l).- Presas de morillos +
- m).- Presas de piedra acomodada **
- n).- Presas de gaviones *
- R).- Presas de mampostería **

+ Bajo nivel de inversión inicial.
* Medio nivel de inversión inicial.
** Alto nivel de inversión inicial.

2.- Prácticas Vegetativas: Consiste 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 y/o transportación. Estas prácticas son menos costosas ya que la mayoría consiste en el manejo adecuado de la vegetación de interés económico. Las principales prácticas vegetativas son:

- a).- Rotación de cultivos
- b).- Cultivos en fajas
- c).- Incorporación de los residuos de cosecha
- d).- Siembra al contorno
- e).- Cultivos en callejón
- f).- Franjas silvestres arbóreas-arbustivas.
- g).- Labranza de conservación
- h).- Cultivos de cobertura
- i).- Cortinas rompevientos
- j).- Reforestaciones
- k).- Manejo de pastizales
- l).- Manejo de bosques y selvas.

3.- Prácticas Mixtas: Es el uso conjunto y sucesivo de prácticas mecánicas y/o prácticas vegetativas con el objeto de proteger, controlar o combatir los procesos erosivos. Pineda, 1990.

Considero que las alternativas que se deben plantear, para su implementación en las diferentes regiones productoras de nuestro país, son las llamadas vegetativas, aunque no se debe descartar las

Prácticas mecánicas, cuando se justifiquen económica y ecológicamente, pero sobre todo, cuando los campesinos o productores del lugar que se trate estén dispuestos a conservarlas y darles mantenimiento, pues de otra forma la inversión se pierde.

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, que como se sabe son sistemas productores de alimentos, que conservan los recursos naturales, se basan en el uso de casi todos los elementos del agrosistema que se trate, es decir respetan y utilizan la diversidad existente en los agrosistemas. Creo que la recuperación e implementación de los sistemas tradicionales es una tarea urgente y necesaria, para detener la erosión.

Descripción de algunas prácticas de conservación del suelo y agua, que permiten disminuir y detener el proceso erosivo.

8.1.- Rotación de cultivos:

Permite la rotación de plantas con distintos requerimientos nutricionales, para un mejor balance de nutrientes, diferentes profundidades en su sistema radicular, los cuales incorporan o mantienen una cubierta vegetal durante las épocas críticas de erosión en el suelo, mejoran el control de plagas y enfermedades.

8.2.- Cultivos en franjas:

Es una práctica que permite la siembra en franjas alternada con plantas con distintos hábitos de crecimiento y requisitos nutricionales. Por ejemplo una franja de maíz seguida con una de frijol.

8.3.- Incorporación de los residuos de cosecha:

Esta práctica permite mantener una cubierta vegetativa en los períodos de descanso del terreno, sirviendo al mismo tiempo de amortiguador entre la lluvia y el suelo, de esta forma se disminuye la erosión hídrica pues el golpe de las gotas de lluvia no es directo sobre el suelo, con lo cual pierde su fuerza erosionadora. Además esta práctica incorpora al suelo nutrientes de las raíces, tallos y hojas, materia orgánica y hace más arable la capa superficial del suelo.

8.4.- Siembra al contorno:

En la medida en que las siembras se realizan siguiendo las curvas de nivel, el agua de lluvia aumenta su infiltración al suelo, permitiendo un mejor aprovechamiento de estas y reduciendo la escorrentía y el movimiento de las partículas del suelo.

8.5.- Cultivo en callejones:

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, ya que la combustión y erosión ocasiona la pérdida de materia orgánica, dando lugar a una reducción de nutrientes, principalmente nitrogenados.

Ante esta situación y en particular en los suelos de ladera en Papantla, Ver. Melchor, (1993), se cultiva maíz asociado con los cítricos durante la etapa preproductiva 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 intercalado, 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) . Se anexa el artículo completo de: Melchor, 1993. Anexo N^o 2

8.6.- Establecimiento de Franjas Silvestres Arbóreas y Arbustivas en Zonas Extensas Agrícolas, Wruock, SP Warner (1992).

Esta propuesta se puede considerar en dos casos: primero para el diseño de futuros proyectos de desarrollo agrícola en zonas extensas y segundo implementarlo en el manejo, conservación y reestructuración de zonas agrícolas existentes con diversos problemas.

Las grandes superficies agrícolas compactadas casi siempre llevan consigo muchos problemas. en muchas partes del mundo, en todas las zonas climatológicas donde existe en alguna forma agricultura intensiva se tienen la siguiente problemática:

- Cambios microclimáticos, especialmente disminución en humedad relativa atmosférica y aumento de vientos, resultando en un aumento de evapotranspiración.
- Desecamiento acelerado de suelos, muy perjudicial en zonas de temporal; y aumentando el requerimiento de agua en zonas de riego.
- Presencia de erosión eólica.
- Otras formas de degradación del suelo.
- Empobrecimiento general de la diversidad biológica, la cual se traduce en:

- Mayor vulnerabilidad y proliferación de plagas, ocasionando la necesidad de mayores gastos en insumos y todos los problemas derivados de la contaminación por el uso mayor de plaguicidas.

- Uso de mayores dosis de fertilización, con sus consiguientes efectos en el suelo.

Para amortiguar estos impactos negativos, ó algunos de ellos se han desarrollado y comprobado varias tecnologías y prácticas entre las que destacan el establecimiento y conservación de franjas silvestres arbóreas-arbustivas.

Esta alternativa consiste fundamentalmente (en el caso de áreas agrícolas extensas nuevas) en no desmontar parejo, sino dejar cada determinada longitud franjas de la vegetación natural y en el caso de (áreas agrícolas existentes y con la problemática que arriba se señala), establecer franjas silvestres arbóreas-arbustivas de especies nativas de la región de que se trate.

Aunque desde tiempos inmemoriales los mayas de Yucatán mantienen en sus campos de cultivo franjas silvestres llamadas t'olche, en México aún faltan estudios que las validen y promuevan, por lo que se desconocen sus beneficios para los grandes distritos de riego del país.

Se han hecho investigaciones en varios países para demostrar las ventajas de las franjas silvestres: Contribuyen a mejorar la diversidad biológica y estabilizan los ecosistemas circundantes; al convertirse en huéspedes de los enemigos de las plagas, disminuyendo la probabilidad de aparición de éstas; protegen al suelo de la pérdida de agua y humedad, causada por la evaporación y pueden convertirse en una fuente de ingresos secundarios para el productor. Asimismo, al constituirse en una barrera natural contra el viento controla la erosión eólica, aumenta la humedad, disminuye la evaporación y, en consecuencia mejora el clima. Sin embargo, todavía hay prejuicios acerca de este sistema, pues sus beneficios sólo se notan a largo plazo, se cree que carece de utilidad y ocupa un espacio en forma improductiva. Para aprovechar esta tecnología es preciso preparar a los productores, técnicos, agrónomos, personal administrativo, docentes, ejecutivos relacionados con el agro, diseñadores de sistemas de riego, etc. Se anexa el artículo completo. "Importancia de las Franjas Silvestres Arbóreas-Arbustivas en Zonas Extensas Agrícolas" por considerarlo de gran importancia; Anexo N.º 3.

8.7.- Labranza de Conservación.

La labranza convencional expone directamente la capa arable (suelta) del suelo al impacto de la lluvia y el viento. La labranza de conservación promueve la producción de cultivos con una manipulación mínima de la superficie. Este término incluye varios tipos de labranzas: Labranza cero, labranza mínima y siembra con espeque.

Actualmente, dentro de la agricultura moderna, la implementación de monocultivos y la "tractorización" de la mayoría de las labores agrícolas, ha causado problemas de conservación; reducción de la biodiversidad y gran uso de combustibles fósiles y productos químicos. La mecanización de las labores agrícolas a gran escala acelera el desgaste de suelos y otros factores degradantes del medio ambiente (Bray, 1994), citado por Jiménez, (1995). Como alternativa a esto la Labranza de Conservación es importante ya que reduce el consumo de energía en el proceso productivo.

Las actuales técnicas usan enormes cantidades de sustancias químicas y de carburantes fósiles; en términos energéticos, son menos eficientes que muchos sistemas agrícolas tradicionales. Un cálculo realizado en 1977 por un economista japonés... indica que la cantidad de energía empleada en producir arroz era tres veces superior, a la que proporciona como alimento. Jiménez, 1995.

La labranza de conservación es un sistema agrícola que evita en gran medida la erosión del suelo a través de la mínima remoción del mismo, además de dejar una capa de residuos de cosecha sobre el suelo que reduce la erosión eólica e hídrica, y también contempla mantener la actual productividad de las tierras e incluso incrementarla, lo cual es posible de acuerdo con los beneficios que va recibiendo el suelo a través de algunos años de la práctica de la labranza de conservación, beneficios que se traducen en el aumento del porcentaje de materia orgánica y conservación del suelo.

Con todas estas prácticas se pretende restituir al suelo su capacidad productiva, alimentándolo de materia orgánica y disminuir el uso de agroquímicos, para propiciar el desarrollo de microorganismos, gusanos, insectos y todos los seres vivos que originalmente formaban parte del ecosistema suelo, buscando y propiciando el mejoramiento de la calidad de este y procurando mantener una cubierta vegetal sobre el suelo, el mayor tiempo posible, para así impedir la erosión y aumentar la fertilidad del suelo.

Al permitir que el suelo se regenere naturalmente, la materia orgánica que se agrega o se deja en él, podrá ser descompuesta y transformada en humus por los diferentes microorganismos, hongos, bacterias, nemátodos, lombrices, etc., propiciando mejores condiciones para plantas cultivables. Además, también se estará recuperando la estructura granular del suelo.

Aún cuando en el suelo habita una extraordinaria variedad de microorganismos, también existen ahí otros animales, como por ejemplo crustáceos, garrapatas, arañas, caracoles, babosas, de menor importancia. Los diferentes grupos de organismos que viven en el suelo casi siempre establecen una especie de equilibrio entre ellos mismos o cuando menos tienden siempre a dicho equilibrio, si lo permite la acción humana.

Si se logra, que primero un productor y después un grupo de productores adopten las prácticas vegetativas para detener la erosión y conservar el suelo y agua, estaremos en posibilidad de recuperar extensiones importantes de suelos agrícolas, elevando los rendimientos por hectárea, se podrá disminuir la erosión del suelo así como posibilitando mayores cantidades de filtración de agua en los terrenos de labor y hacia los mantos acuíferos.

9.- CONCLUSIONES.

La Erosión es un proceso de desertificación de suelo y de medio ambiente, actualmente sus efectos en la pérdida de la capa arable y por lo tanto de las mejores partículas del suelo (los coloides), como las arcillas, el humus y la humina, han provocado la disminución de la fertilidad de los suelos al grado de poner en riesgo la sostenibilidad de los agrosistemas productores de alimentos.

La erosión hídrica y eólica como procesos inducidos y acelerados por las actividades humanas, no podrá detenerse a menos que cambie la actitud del hombre con respecto a los recursos naturales, así como las estrategias y métodos de apropiación de éstos.

El hombre sustituye los ecosistemas naturales para poder producir alimentos, para ello ha implementado diferentes sistemas de producción; desde los tradicionales hasta los altamente especializados. En el caso de los sistemas modernos, basados en modelos especializados, "paquetes tecnológicos" y monocultivos, que buscan una producción inmediata y a gran escala, sus estrategias y objetivos no han tomado en cuenta la necesidad de conservar la potencialidad de los recursos naturales como el agua, suelo, vegetación, humedad ambiental, ciclo hidrológico, microclima, etc.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

No se pueden descartar los sistemas especializados para producir alimentos, pues los volúmenes que requiere la humanidad cada vez son mayores, pero si es necesario e indispensable cambiar sus estrategias y acciones con respecto a la diversidad de los ecosistemas en donde se implantan. Es necesario que los estrategas, investigadores y técnicos del Sector Agropecuario y Forestal realicen una interacción de los sistemas especializados con los llamados sistemas tradicionales, que cuentan con infinidad de propuestas para conservar los recursos naturales y que también pueden restituir la fertilidad a los suelos agrícolas.

Considero que no debería de haber "recetas" nacionales (Planes y Programas) para implementar la producción agropecuaria y forestal, únicamente líneas generales. En cada Estado y sobretodo en cada Región (unidad agroclimática), debe planificarse de acuerdo a las condiciones en que se encuentra la producción y los rendimientos, pero también de acuerdo a la situación potencial y de deterioro de los recursos naturales. Un aspecto fundamental es lograr aumentar la permanencia de la vegetación en el suelo, ya que ésta es la capa protectora y regenerativa del mismo. La vegetación protege al suelo del impacto y fuerza de las gotas de lluvia y del aire, liberándolos de su mayor parte de energía y con esta acción se presenta la posibilidad de una mayor infiltración del agua hacia los mantos acuíferos, permitiendo de esta manera el funcionamiento del ciclo hidrológico y la disminución de los escurrimientos superficiales, que actualmente causan el azolvamiento y deterioro de los cuerpos de agua naturales y artificiales.

Para poder disminuir y/o detener la erosión, es necesario que se conozcan en forma integral las consecuencias y efectos de la disminución en la producción de alimentos y otros satisfactores indispensables para la sobrevivencia del hombre, pero sobre todo diagnosticar y aceptar las verdaderas causas inducidas y aceleradoras del proceso erosivo, por parte de los productores, técnicos, investigadores, funcionarios y ejecutivos del Sector Agropecuario y Forestal, para así tomar las acciones y alternativas necesarias, no por sexenio, sino a largo plazo.

10.- BIBLIOGRAFIA.

- AREAS, R.H.IM. Modelos matemático de erosión hidrica. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México, 1990.
- ARELLANO, Monterrosas José. Delegado del Grupo de Conservación de Suelo y Agua, A.C. en Chiapas. Artículo "Degradación del suelo y agrobiodiversidad en Chiapas". Jornada Ecológica, enero de 1996.
- BECERRA, Moreno. Artículo " El hombre es corresponsable del aumento de la erosión ". Jornada Ecológica 5 de enero de 1995.
- BRANSON, F.A., G.F. Gifford, K.G. RENARD, AND R.F. Hadley. Rangeland Hydrology Kendall & hut publishing Co. 1981.
- ENRIQUEZ, Rubio Ernesto. El Programa de Conservación del Suelo y Agua de la S.A.R.H. Ponencia presentada en la Primera Reunion Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y Agua en Montecillo, Edo. de México, 1993.
- ESTRADA, Beng. Art. "El precio que pagamos por la erosión de los suelos de México". Jornada Ecológica, 5 de enero de 1995.
- HEEDE, B.H. Stanges of development of gullies in the wes in. 1995.
- HERNANDEZ, Narro Luis. Artículo "Notas sobre Agricultura y TLC: Dos años después". La Jornada del CAMPO, 3 de abril de 1996.
- JIMENEZ, García Cesar. Trabajo de Seminario "La importancia de la Labranza de Conservación en la Agricultura Sustentable". FES-C. UNAM, 1995.

- LLERENA, Villalpando F.A., Martínez Elizondo, R y Sánchez Bernal, B. "Manejo de la cuenca del Ex-Lago de Texcoco". Proyecto Lago de Texcoco. Ponencia presentada en la primera reunión nacional del Manejo y Conservación del Suelo y Agua. Montecillo, Edo de México, 1992.
- MELCHOR, Marroquin José Isidro. Artículo "El cultivo en callejones: Una estrategia para mejorar la Agricultura tradicional en suelos de ladera, en Papantla, Ver.", Ponencia presentada en la Primera Reunión Nacional de Manejo y Conservación del suelo y agua. Montecillo, Edo de Mex., 1993
- MORGAN, R.P.C., 1979. Soil Erosion, Longman, London.
- OLIVEIRA, M.A.T. Erosion Disconformities and gully morphology; a threedimensional approach, 1989.
- OROPEZA, Nota. Artículo " México, uno de los países más afectados por la erosión del suelo. Jornada Ecológica, 5 de enero de 1995.
- PINEDA, Velazquez Adriana. Tesis "Análisis y Alternativas de Restauración Ecológica para áreas con Degradación Ambiental por Desertificación y Erosión en Tlaxcala", FES "Cuautitlán" UNAM, 1990.
- REYES, Sánchez L.B. Las Arcillas. Material elaborado para la asignatura de Geología. FES. Cuautitlán. México, 1993.
- REYES, S.L.B. El agua del suelo en relación a los horizontes del mismo y su disponibilidad para las plantas. FES-Cuautitlán. México, 1995
- SHARMA, P.P. AND S. C. Gupta. Sand detachment by single raindrops of varying kinetic energy and momentum. 1989.
- SAGAR, Programa "Alianza para el Campo", en el ámbito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Boletín, 1996.

- SARH, Distrito de Desarrollo Rural N^o 106 "Istmo". Informe Anual de Resultados, 1987.
- STALLINGS, J.H. El Suelo, su Uso y Mejoramiento. Editorial Continental, 463 pp. México 1981
- TEUSCHER, Henry y Alder Rudolph. El Suelo y su Fertilidad. Editorial Continental, 510 pp.
- TOLEDO, Victor M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo. "Ecología y autosuficiencia alimentaria". Editorial Siglo veintiuno, 1985.
- TOLEDO, Victor M. (1976) "Uso múltiple del ecosistema, estrategias del ecodesarrollo" en Ciencia y Desarrollo.
- TRUJILLO, A. Javier. Artículo "Manejo de plagas agrícolas en México, experiencia científica de una experiencia empírica". Revista de la Academia de la Investigación Científica. C.P.G., 1973.
- WRUCK, SP. Warner. Artículo "Importancia de las franjas silvestres arbóreas-arbustivas en zonas extensas agrícolas" Ponencia presentada en la primera reunión nacional del Manejo y Conservación del Suelo y Agua. Montecillo, Edo de México, 1972.
- WATSON, D.A., AND J.M. Lafien. Soil Strength, Slope, and rainfall intensity effects on interrill erosion. 1986.

11.- ANEXOS.

Nº 1 Programa "Alianza para el Campo" en el ámbito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Boletín del acuerdo tomado el 31 de octubre de 1995 y que entro en vigor el 1 de enero de 1996.

Nº 2 Artículo "El Cultivo en Callejones: Una Estrategia para mejorar la Agricultura Tradicional en suelos de ladera en Papantla, Ver". Ponencia presentada por Melchor Marroquín José Isidro en la Primera Reunión Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y Agua. Montecillo, Edo de México, 1993.

Nº 3 Artículo "La importancia de la Franjas Silvestres Arbóreas-Arbustivas en zonas extensas Agrícolas". Ponencia presentada en la Primera Reunión Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y el Agua, Edo de México, Edo de México, 1993

Anexo No. 1

Síntesis del programa "Alianza para el Campo", en el ámbito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

1. La Secretaría se federalizará. El año entrante se transferirán a los gobiernos estatales, los Distritos de Desarrollo Rural y el 85% de las 126 funciones operativas de la Secretaría. El gobierno Federal conservará la formulación de políticas, la evaluación, la supervisión la sanidad animal y vegetal y la coordinación de los programas especiales.

2. Se promoverá un amplio proceso de transferencia tecnológica a través de la creación de Fundaciones en cada entidad federativa.

Las fundaciones serán operadas directamente por los productores y se constituirán a partir de la transformación del INIFAP, que tendrá más recursos para realizar la investigación básica a nivel central. Se buscará dotarlas también con recursos federales, estatales y de los propios productores. La investigación aplicada y transferencia tecnológica se realizará en los estados.

Las Fundaciones propondrán la transferencia tecnológica que permita elevar la productividad aprovechando mejor la vocación de la tierra, clima y agua, adecuada a cada micro-región.

3. Se establece el PROCAMPO definitivo. El esquema de cuota básica tendrá una duración de 15 años. A partir de 1996 se mantendrá en términos reales.

4. Se crea un nuevo programa que se denominará PRODUCE; incluirá tres modalidades para la capitalización, la reconversión productiva y la preservación de los recursos naturales.

5. EL PRODUCE para la capitalización consiste en un fondo de apoyo abierto a toda actividad agropecuaria. Son subsidios para la adquisición de implementos agrícolas. Se trata de que cada estrato de productores y cada región tenga avances a partir de las condiciones en que se encuentran, dando mayor apoyo relativo a los pequeños productores y a la agricultura de subsistencia.

Para los productores más rezagados tecnológicamente y aquellos con potencial productivo, el Gobierno Federal subsidiará hasta el 50% del costo de coas neumáticas, aspersoras y yunticutores, entre otros implementos y hasta el 20% del costo de tractores.

Para los productores que puedan introducir equipo de ferti-irrigación, el Gobierno Federal los subsidiará hasta por el 35%.

Para el pequeño y mediano ganadero el Gobierno Federal subsidiará hasta el 40% en la siembra de pasto. El monto del apoyo obedece a que la ganadería no tiene PROCAMPO. Para la adquisición de cercos eléctricos, pequeñas ordeñadoras mecánicas, bordos, agujeros y papalotes, el Gobierno Federal subsidiará hasta el 40%. Las organizaciones de productores solicitaron a los gobiernos estatales apoyos adicionales para todas estas actividades.

6. La compra de equipos de ferti-irrigación, de maquinaria e implementos agrícolas, serán los productores y no el gobierno quienes la realicen. Los subsidios se entregarán mediante reglas transparentes definidas conjuntamente con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y precisarán los montos de apoyo por tipo de maquinaria, implemento o artículo.

7. Los productores que decidan la reconversión productiva podrán optar por PRODUCE para transitar de cultivos anuales a perennes, incluidos los forestales. Consiste en compensar con apoyos adicionales los ingresos de los productores durante la maduración de los proyectos.

8. Para la protección y sustentabilidad ambiental, PRODUCE apoyará proyectos ecológicos asociados a la mejor utilización de tierras y aguas. los proyectos serán determinados conjuntamente con la SEMARNAP.

9. En síntesis, durante los siguientes 5 años, se prevén apoyos directos que complementarán las inversiones de los productores, para apoyar la transferencia tecnológica que recomiendan las Fundaciones.

Para los productores que decidan renovar el parque de maquinaria con tractores, se prevé apoyar hasta 5 millones de hectáreas.

Para los productores que decidan la reconversión hacia plantaciones comerciales, se considera apoyar 400 mil hectáreas.

Para los pequeños productores que decidan la compra de implementos agrícolas, se prevén recursos para la adquisición de hasta 125 mil yunquicultores, 400 mil multibarras y 500 mil coas neumáticas, entre otros.

Para los productores que soliciten ser apoyados en el uso de la ferti-irrigación, se prevén apoyos para cubrir hasta un millón de hectáreas.

Para los pequeños y medianos ganaderos que lo soliciten se prevén recursos para la siembra de pastizales hasta por 10 millones de hectáreas. También se les apoyará con proyectos para aumentar el área de riego vinculada a la ganadería.

10. Se establecerá un programa con la industria nacional de tractores e implementos agrícolas y SECOFI para obtener las mejores condiciones para los productores.

11. Se apoyará la asistencia técnica por ingenieros agrónomos, médico veterinario y por despachos especializados. La estructura de financiamiento dependerá del sector y región a la que se dirija.

12. Se fomentará la producción de leche vía incremento de productividad y mediante el aumento del hato ganadero. Se han definido once regiones para la promoción de ganadería de doble propósito y diez cuencas lecheras. FIRCO apoyará ampliaciones de las plantas de acopio, tratamiento e industrialización de leche.

13. Se mantendrá una clara y permanente política de precios de la leche y se continuará temporalmente con el esquema actual de importación y subasta a través de la CONASUPO.

14. Se fomentará la porcicultura y la avicultura con el apoyo de los programas sanitarios y con la apertura de mercados internacionales. Se incrementará el ingreso neto del productor mediante la disminución del intermediarismo y para abatir el costo integrado de la porcicultura se prevén apoyos a través de los rastros TIF.

15. Se impulsará la producción de café mediante la incorporación de variedades precoces resistentes a las plagas. Apoyaremos a los pequeños productores de menos de 10 hectáreas para la transformación de sus cafetales. El Gobierno Federal otorgará como subsidio en un máximo de dos hectáreas, las plantas ya nacidas, estableciendo viveros para ellos. También pagará la asistencia técnica y se apoyará con créditos a los productores en tanto se inicia la nueva producción.

16. Se fomentará la producción de oleaginosas con cultivos perennes, con variedades resistentes a las plagas y mayores rendimientos. Los agricultores que decidan hacerlo tendrán como subsidio el costo de la plantación y contarán con las semillas necesarias. Se impulsará también el cultivo del algodón y la producción de hule.

17. Se fomentará la producción de granos básicos, mediante la utilización de paquetes tecnológicos apropiados para cada región. Recibirán los beneficios de la capitalización mediante la ferti-irrigación, la adquisición de maquinaria y la transferencia tecnológica.

18. La reconversión productiva se orientará por el mercado nacional e internacional cuyos productos tengan rentabilidad atractiva.

Ejemplo de ello es el mercado nacional de oleaginosas, del cual importamos el 70%; el de carne, del cual importamos 600 mil toneladas; el de lácteos, del cual importamos el 45%. Asimismo, se buscará penetrar en el gran mercado asiático y aprovechar mejor los tratados comerciales.

19. En sanidad agropecuaria la meta es alcanzar una condición equivalente a la de nuestros principales socios comerciales. Se creará la Comisión de Sanidad Agropecuaria como órgano desconcentrado de la SAGAR y con servicio civil de carrera.

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

José Isidro Melchor Marroquín
INIFAP-CIRGOC

INTRODUCCION.

En la Región de Papantla, Veracruz, la actividad agrícola ocupa el segundo lugar con una superficie de 87,000 hectáreas, 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 800kg/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 ya 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 estos, 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 intercalado, reciclando 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).

La racionalización del asocio 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 posteriores muestran resultados alagadores en los que se han evaluado especies como *Leucaena leucocephala*, *Gliciridia sepium* y *Cajanus cajan* para conservar el suelo y sostener el rendimiento del cultivo (Kang et. al. 1981; Kang y Wilson, 1987).

Teóricamente el potencial para la sostenibilidad de dichos sistemas se basa en un manejo intensivo, en donde el componente arbóreo es mejorado de tal manera que una gran proporción de la energía que fluye a través del mismo, va dirigida a la producción de cultivos, impidiendo así la degradación del suelo (Kang y Wilson, 1987).

Por lo anterior los objetivos del presente estudio que forma 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 METODOS

El estudio que fue establecido en 1990 en el municipio de Papantla, Ver., se desarrolla en un terreno de ladera con 40% de pendiente y abarca una superficie de 2300 m², el suelo del sitio es de una textura franco arcillosa, el clima corresponde al tipo Aw1 (e) con una temperatura media anual de 23 °C y precipitación media anual de 900 a 1950 mm.

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 y naranjo en unicultivo, repitiéndose estos mismos tratamientos pero con la integración de barreras o hileras de *G. sepium*, propagadas por semilla en siembra directa o 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 48 m², la siembra se efectúa con espaciamientos de 60 cm entre surcos y 40 cm 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 6 m entre hileras y 5 m entre plantas.

Las variables de evaluación son el contenido de humedad del suelo, a la profundidad 0-30 cm, con el método gravimétrico, realizando muestreos mensualmente en las parte superior, media e inferior de la ladera; el diámetro del patrón de cero labranza y se han obtenido los siguientes rendimientos de maíz (Cuadro 1).

RESULTADOS Y DISCUSION

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 uno de P-V. A el cultivo se le ha aplicado el paquete tecnológico de cero labranza y se han obtenido los siguientes rendimientos de maíz (Cuadro 1).

CUADRO 1. RENDIMIENTO DE MAIZ V-524 PARA CUATRO PATRONES DE CULTIVO EN UN SUELO DE LADERA, PAPANTLA, VER. (CIRGOC-INIFAP. 1972).

TRATAMIENTO (TON/HA)	RENDIMIENTO MEDIO (.05)	DUNCAN
MAIZ-NARANJO	1.471	a
MAIZ-NARANJO-Giricidia	1.240	b
MAIZ	1.115	c
MAIZ-Giricidia	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 al media regional, que es de 800 kg/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-citricos- Giricidia 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- Giricidia 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 confirmarse; 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 nutricionales 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, con lo cual se podrá lograr la sostenibilidad en el rendimiento del cultivo de maíz, como se puede apreciar en esta primera evaluación.

Desarrollo del Naranja Valencia.

El diámetro del patrón se toma a 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 DIAMETRO (EN CM) DE NARANJO VALENCIA CON Y SIN BARRERAS DE G. sepium EN EL SUELO DE LADERA DE PAPANTLA, VER. (INIFAP-CIRGOC. 1992)

TRATAMIENTO	INGERTO			PATRON		
	I	II	III	I	II	III
CON BARRERA	0.54	1.118	1.82	0.93	1.6488	1.76
SIN BARRERA	0.5	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 naranjo pueden atribuirse a la disponibilidad de agua en el suelo, ya que los promedios de contenido de humedad obtenidos indican que este 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 naranjo (Fig. 1).

Para la tercera evaluación no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se atribuye a que durante el periodo de octubre a febrero, comprende la época de lluvia y por lo tanto no se presenta demasiada variación en el contenido de humedad del suelo en ambos tratamientos (Fig. 1). Sin embargo, se aprecia que el diámetro del injerto y el patrón en el tratamiento CB continúa superando al correspondiente en el tratamiento SB; así mismo, se observa que hasta la última evaluación de la humedad, ésta comienza a separarse siendo favorable para el tratamiento CB, lo cual coincide con el periodo seco en la región, por lo que es de esperarse que presente un comportamiento similar al observado primeramente y se podrá corroborar con la cuarta evaluación del diámetro del naranjo.

CONCLUSIONES

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

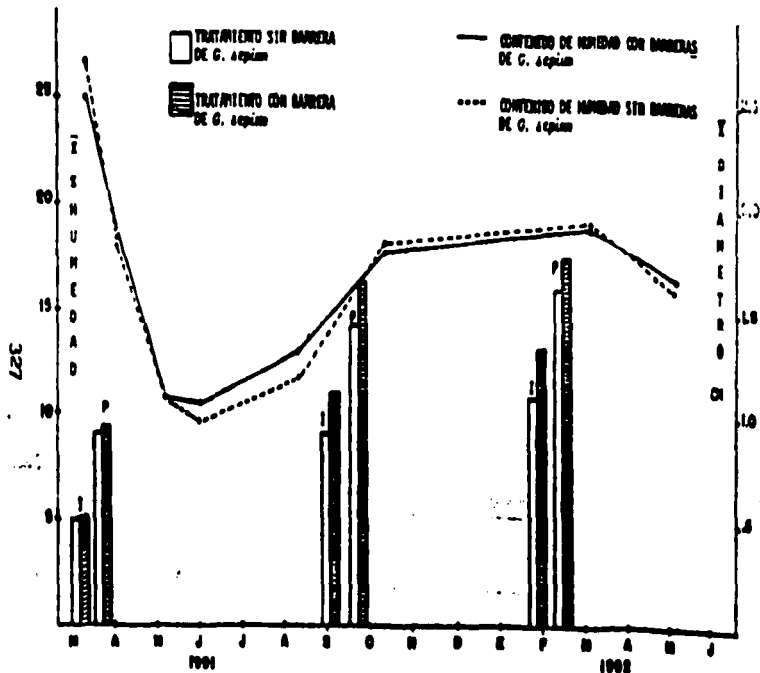


FIG. 1. COMPORTAMIENTO DEL PUESTO EN EL 2 DE CONTENIDO DE NEMATOS DEL SUELO Y DESARROLLO DEL FACTOR (P) E E (INICIO (I) DE RAÍZAS DURECIA CFP Y SIN BARRERA DE *G. agrium* EN UN SUELO DE LABRERÍA DE LA REGIÓN DE PAPAYULA, VER. (CEPROV-CIENEC-INTAD-1992).

En relación al desarrollo del naranjo, se manifestó que al existir efecto en las barreras de *G.sepius* sobre el contenido de humedad en el suelo, ya que para este tratamiento se observó un mayor desarrollo del cítrico, sobretodo en la época seca, donde el agua es un factor limitante para el cultivo.

Finalmente se concluye que el cultivo en callejones al representar una opción estable, al sistema de agricultura tradicional que se practica en la región; ya que retiene los componentes y principios básicos de dicha agricultura e introduce mejoras importantes, tales como la reconstitución biológica de los nutrientes y la conservación del suelo.

LITERATURA CITADA

- DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 003 (DIR-003). Estadística de la producción citrícola en Veracruz, Martínez de la Torre, Ver.
- KANG, B. T.; WILSON, G.F. y L. SIPKENS. 1981. Alley cropping maize (Zea mays) and *Leucaena leucocephala* in Southern Nigeria. *Plant and Soil*. 63 (2): 165-179.
- KANG, B.T.; WILSON, G. F. y T. L. LAWSON. 1987. Cultivo en hileras: una opción estable a la agricultura nómada. IITA. Ibadan, Nigeria. 23 p.
- NAIR, P.K.R. 1989. Soil productivity aspects of agroforestry. INCRAF. Nairobi, Kenia. 80 p.
- VILLAR, S.B. 1982. El cultivo del maíz de temporal con frijol de "cosecha" o "nortes" en el centro de Chiapas. Folleto para productores No. 3 Campo experimental Centro de Chiapas. SARH-INIA. 15p.

Anexo No 3

**LA IMPORTANCIA DE LAS FRANJAS SILVESTRES ARVOREAS-
ARBUSTIVAS, EN ZONAS EXTENSAS AGRICOLAS.**

Wruck, 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 tiene 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

- Empobrecimiento general de diversidad biológica, lo cual se traduce en:

- 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 o 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, edáficas e hídricas 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 PAISES

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 (Schleswig-Holstein) tiene aproximadamente de 10-20 m. de anchura y una frecuencia de cada 150m-200m E-W y cada 1000m N-S (Tischler; 1980; p.160-174).

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 recompensa por el aumento en la cosecha. (Thran, 1954; Tischler, 1980; p. 169).

Kaminsky, 1967; observó que hay un bajo rendimiento en el campo de la zona inmediata a la franja, provocado por la competencia en los nutrientes y en 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% (Hortmann, pp. 150)

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, y hasta bosquecillos menores, para hacer los campos más grandes que sea posible.

Resultado: Degradaciones hídricas, adáficás, microclimatológicas y ecológicas y así también productivas, además de una grave contaminación de los suelos con plaguicidas. Estos problemas surgieron en especial en las zonas agrícolas con los suelos más fértiles del oriente del país, como son la Magdeburger Börde, la región Halle-Leipzig y el Thüringer Becken.

Por esto se hicieron estudios concretos en los años 70's sobre los impactos ecológicos y productivos de las franjas arbóreas-arbustivas combinadas. Los resultados fueron presentados en 1979 en la Exhibición Internacional Agrícola (Internationale Landwirtschaftsausstellung) en Markkleeberg/Leipzig, R.D. Alemania por Joachim, Grunert, Schrodi, Hoffmann, 1979.

En el p.7 mencionan el aumento del rendimiento de los siguientes cultivos considerando las pérdidas en espacio por las franjas:

- trigo: 120%
- centeno: 112%
- cebada: 112%
- avena: 110%
- papas y remolacha: 117%
(Hackfruchte)
- cultivos forrajeros: 113%
- verduras y frutas varias: 130%

En base de estos resultados se comenzaron en algunos LPG piloto (LPG-Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft- colectiva agrícola= empresa estatal agrícola a nivel aldea) su introducción.

En 1979 la LPG Vippachedelhausen, Kreis Welmra, con un área exclusivamente agrícola, ya contó con una densidad de 3.24 km de franjas silvestres, plantadas artificialmente.

Esta LPG era una unidad de validación para nuevas tecnologías y políticas administrativas. (Joachim, Grunert, Schrodi, Hoffman, 1979).

Después de la reunificación de Alemania en 1990 se está llevando a cabo ya una campaña de restablecimiento masivo de estas franjas en todas las zonas agrícolas degradadas a través de "Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen" (acciones para mantener empleados a los desempleados) a nivel comunidad, supervisados por los ministerios de Agricultura de los nuevos estados respectivos. Con éxito por su bajo costo, y alta eficiencia en estas zonas resulta allí la técnica de la "Benjes Hecke", la cual se va a describir con mas detalle en el capítulo 5, "Recomendaciones generales de diseño".

Unión Soviética

Desde los años 30's se plantaron cortinas de árboles para la prevención de la erosión en las áreas de grandes extensiones de cultivos en Ucrania, las regiones de Rusia del sur de Krasnodar, Stavropol-Rostov y en Kazajistán. (Schwertfeger, 1977; p.360) (Ghilarov, 1961; p.256-269) (Tischler, 1980; p.166-174).

Estados Unidos.

Desde 1935 el gobierno federal realizó un programa para cortinas de árboles en toda la llanura grande (Great Plains) de la cuenca Mississippi-Missouri, desde North Dakota hasta Texas, principalmente para controlar la erosión eólica (Owen, 1971; p.108).

En el año de 1955 se efectuó un interrogatorio de 331 granjeros en South Dakota, después de un programa de establecimiento de una red de cortinas de árboles y arbustos. Un 80% confirmaron un aumento en su rendimiento, considerando las pérdidas en terreno (George, Ernest, Read, Johnson, Feber, 1957).

Kenia

En Nairobi en el ICRAF (International Center of Research of Agro-Forestry) se investiga desde 1978 sobre interacciones entre (Buringh, 1981, pp.273).

Costa Rica

Iguamente en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Turrialba, Costa Rica, se están desarrollando investigaciones parecidas sobre sistemas agroforestales especialmente para las zonas tropicales de América Latina. (CAITE, 1986) (Montagnini, 1986).

México

Desde tiempos inmemoriales los mayas de Yucatán mantienen en sus campos de cultivos (milpas) franjas silvestres, llamadas "T'ociche". (Sanabria, 196, p.85).

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, el CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional) señaló desde 1975 con base en estudios previos, que no se haran desmontes masivos compactos, sino que se preservará la vegetación original en áreas mayores y en franjas. Estas recomendaciones nunca se llevaron a cabo.

Lo mismo paso a los biólogos José Angel Aguilar Zepeda y Soledad Diez Martínez del PRODERITH, en el proyecto Oriente de Yucatán para la conservación, mantenimiento y establecimiento de franjas silvestres. Independientemente de sus recomendaciones, se llevaron a cabo desmontes masivos, arrasando todo, con un conjunto de problemas desventajosos posteriores (Diez Martínez, Aguilar Zepeda, 1986). Estos ejemplos se pueden repetir probablemente varias veces.

Pero existen también experiencias concretas y estudios en varias regiones, hechos por el INIREB (Instituto Nacional de Investigaciones de Recursos Bióticos).

Durante los años 80s, el Gobierno de Tabasco estuvo promoviendo el establecimiento de cercos vivos de árboles en pastizales.

En el campo experimental forestal "San Felipe Bacalar", D. Roo, se han desarrollado "Módulos de aprovechamiento Múltiple", en los cuales se asocian la producción de madera con la producción de frutales y agrícola. Existe un módulo implementado en 1976, por la Jefatura del Programa Forestal y de la Fauna en Quintana Roo en el paraiso Cerro del Favo, Municipio de Othón, el cual consiste en una unidad agrícola (21 ha, 600 x 350m) rodeado por frutales y cinturones de áreas reforestadas con maderas preciosas y corrientes tropicales de crecimiento rápido y lento.

Aquí los objetivos son distintos: terminar con la agricultura nómada y estimular a la población para un asentamiento definitivo, dando medios de subsistencia inmediata a través de cultivos anuales a plazo medio por los frutales y especies maderables de rápido crecimiento. (Ceñedo Sánchez, 1978, p.476-480) (López Suárez, 1987, p.481-488).

Lo que falta es el estudio, validación y promoción de las franjas arbóreas-arbustivas en áreas extensas agrícolas de riego y de temporal.

Hasta ahora se desconoce el beneficio de estas franjas en los grandes distritos de riego del país

Inclusive se considera estorbante para la circulación de los aviones fumigadores y una pérdida de espacio.

LOS IMPACTOS POTENCIALES DE LAS FRANJAS SILVESTRES.

A).- Mayor diversidad biológica en general:

La orrilla entre el bosque y un campo abierto se caracteriza como un "Ecoton" (una zona de transferencia entre diferentes ecosistemas), la cual está caracterizada por tener más cantidad de fotosíntesis por área y una mayor diversidad de especies dentro de ambos ecosistemas. (Schwerdtfeger, 1968, p.56) (Mollison, 1979, p.24).

Una franja silvestre en el campo es como un ecoton artificial ubicado dentro del ecosistema "campo agrícola". Tiene efecto de mejorar la diversidad biológica que lleva con sígo una mayor estabilidad ecológica de los campos que lo rodean, obteniendo una mejor protección contra plagas en general. (Diez Martínez, Aguilar Zepeda, 1985, 1986).

B).- Control de plagas y enfermedades

Los más destacados especialistas en control integral de plagas de los Estados Unidos, recomiendan el estudio de los impactos que tienen las franjas sobre este problema en cada caso específico, ya que pueden variar de sitio a sitio, según la tecnología de producción empleada en el campo de los cultivos y de la composición florística de la franja. (Huffaker, Messenger, 1976, pp.257).

Si las franjas parecen más el ecosistema del campo (dominado por árboles y arbustos) disminuye ésta probabilidad, aumentando la tendencia de ser huésped de los enemigos naturales (depredadores, parásitos, etc.) de las plagas del campo. Tiene mayor capacidad de controlarlos biológicamente. Son más ricas en diversidad de especies. (Tischler, 1980, pp.173); (Dambach, 1948), (Thiele, 1964, p. 537-586).

En las zonas de asociaciones de especies anuales son perennes, el índice de plagas es menor y el efecto de control biológico es mayor. (Huffaker, Messenger, 1976, p.257). (Wortmann, 1977, pp.150); (Hall, Ehler, 1980, p.111-114); (Nair, 1980); (Tischler, 1980, p.169); (Price, Branton, Gross, et al, 1980); (Wilson, Kang, 1981, p.193-203); (Huxley, 1981); (andow, 1982, p.91-116); (Nair, 1982, p.333-350); (Diez Martínez, Aguilar Zepeda, 1986).

Sin embargo el uso de sustancias tóxicas de amplio espectro (insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc.) sobre el área, hace disminuir la diversidad de especies, a pasar de que existe la franja silvestre. Los niveles tróficos mayores (la mayoría de los enemigos naturales de las plagas) están más sensibles y menos adaptados al estrés ambiental; por lo que pueden ser eliminados en el área. (Aguilar Zepeda, 1987).

Dado que el área de la franja no es labrada, desde ahí comienza aparentemente la infestación de las plagas; pero desde allí también su control. Y sin franja también hay plagas, pero el control natural es mucho menor.

Por todo esto para darle un mejor aprovechamiento a la franja para control de plagas del campo, hay que estudiar bien a todas las especies presentes, su dinámica de población, sus potenciales beneficios y dañinos, sus hábitos y nichos ecológicos y probablemente introducir especies adicionales para completar los efectos beneficiosos. Se tiene que revizar la utilidad de sustancias tóxicas sobre los sistemas agrícolas.

Una franja florísticamente diversificada con especies nativas de la región respectiva tiene gran potencial sobre el control de la mayoría de las plagas agrícolas en forma estable y duradera, pero requiere amplios y detallados conocimientos en entomología y también en microbiología.

C).- Mejoramiento del Clima.

(Ca) Disminución del viento.

Con este impacto tenemos:

(Ca_a) -Control de la erosión eólica
(Ca_b) -Aumento en la humedad atmosférica
(Ca_c) -Disminución de la evaporación

El daño más visible de una unidad agrícola sobredimensionada es la erosión eólica. Debido a esto, los primeros establecimientos llevados a cabo artificialmente eran exclusivamente para controlar este fenómeno.

La disminución del viento a nivel superficial por esta barrera física, no solo significa control de erosión eólica, sino un aumento en la humedad relativa atmosférica y así una disminución de evaporación (Díez Martínez, Aguilar Zepeda, 1986).

(Cb) Amortiguamiento de temperaturas extremas.

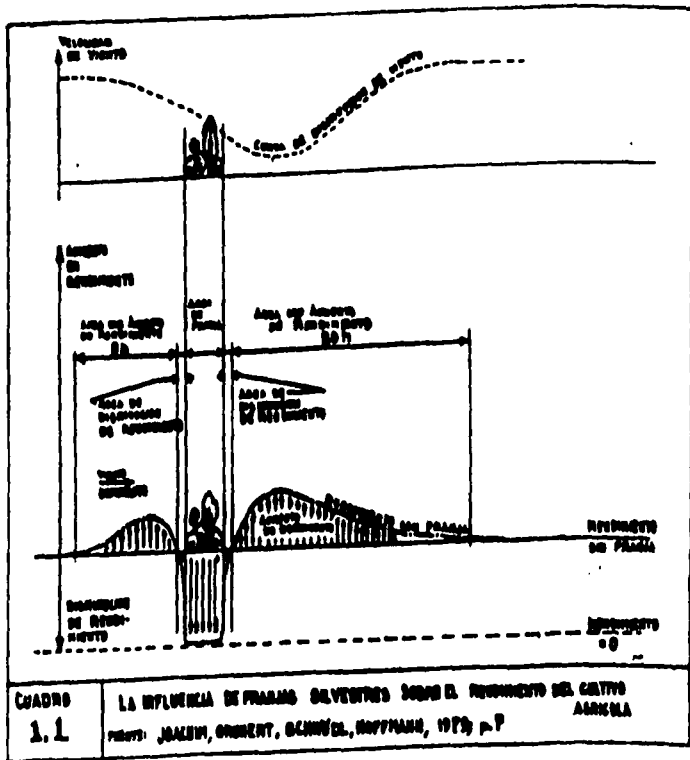
1. A través de la mayor abundancia de la vegetación se tiene una mayor fijación fotosintética de la radiación solar, que significa un menor calentamiento diurno. Este a su vez también influye en el aumento de la humedad relativa atmosférica y así de la disminución de la evaporación de las horas más críticas del día.

2. Por efecto de la transpiración de las hojas de esta masa vegetal, se absorbe calor latente, que también se traduce en un refrescamiento en tiempos de mayores temperaturas atmosféricas.

3. Las pérdidas energéticas nocturnas son menores, la zona arbolada refleja y absorbe una parte importante de la radiación nocturna emitida desde el suelo, deteniendo así su energía, lo que significa que en las cercanías de las franjas hay menos enfriamientos nocturnos. Este impacto es muy importante donde se espera heladas nocturnas. (Cox, Atkins, 1979, p.354-384); (Nair, 1982, pp.340).

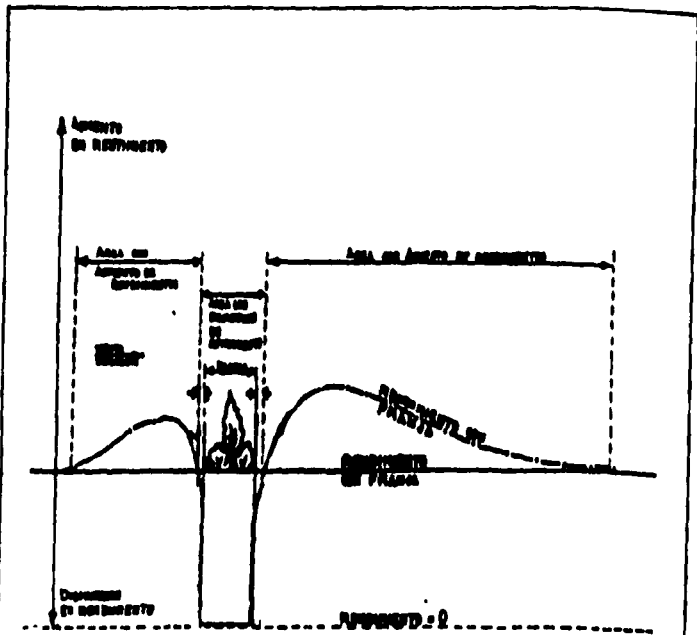
D).- Protección de pérdida de agua y de la humedad del suelo por la disminución de la evaporación.

Se disminuye la velocidad del desecamiento del suelo y conserva mejor su humedad por la disminución de la presión de evaporación desde la superficie por el aumento de la humedad relativa atmosférica.



CUADRO
1.1

LA INFLUENCIA DE FRANJAS SILVESTRES SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
AGRICOLA
FUENTE: JOACHIM, ORIENT, SCHNEIDER, HOFFMANN, 1979 p. 7



CUADRO

1.2.

LA INFLUENCIA DE TRONCOS OLIVISTRES SOBRE EL RECIMIENTO DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

fuente: JOACHIM, GRUNERT, SCHRÖDL, HOFFMANN, 1979, p.7

E).- Protección del suelo

Ya se mencionó, que por el control de velocidad del viento se obtiene un control de la erosión eólica.

F).- Fuente de ingresos secundarios

La franja se puede aprovechar para diversos ingresos secundarios, pueden dar frutos, madera, combustible, forraje, medicina, miel, etc. Es ideal también para actividades cinérgicas. (Mollison, 1979, p.48); (Caballero, Toledo, Argueta, Aguirre, Rojas, Viccon, 1978); (Diez Martínez, Aguilar Zepeda, 1986).

G).- Aumento en el valor estético del paisaje

H).- Requerimiento de espacio

Parece que es la única desventaja que tiene, pero es compensada por:

I).- Aumento en rendimiento total del cultivo agrícola

En casi todos los estudios llevados a cabo se encontró un aumento en el rendimiento del cultivo, considerando la pérdida de espacio de producción intensiva. (Ver capítulo 3, [ver cuadro 1])

EL DISEÑO DE FRANJAS ARBOREAS/ARBUSTIVAS EN ÁREAS AGRÍCOLAS. RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.

En áreas extensas con cultivos agrícolas anuales, sea de riego o de temporal se recomienda establecer franjas combinadas arbustivas, arbóreas con las siguientes recomendaciones:

- a. especies nativas
- b. que no necesitan atención especial para su cuidado, que sean adaptadas a las condiciones locales; que preferentemente se establecen por sí solas
- c. mantener una alta diversidad florística; una especie sola por lo general no tiene todos los mencionados beneficios protectores.
- d. convinar arbustos con árboles de diferentes tamaños, para obtener una cortina cerrada.
- e. evitar especies con propiedades aleopáticas que pueden inhibir el desarrollo de ciertos cultivos y/o especies con impactos positivos dentro de la cortina.

- f. favorecer especies que tienen impactos positivos sobre el cultivo:
- directo, por aportar abono de su hojarasca o producto de su poda (ej. *Erythrina* spp. y/o *Leucaena* spp. en cualquier cultivo).
 - por ser planta repelente de plagas importantes (ej. pericon en hortalizas).
 - indirecto, por ser hospedera de los enemigos naturales de plagas importantes (ej. zarzamoras que rodean los viñedos).
- g. Se pueden inducir plantas perenes con uso social y/o comercial:
- Árboles/arbustos de frutales
 - Árboles/arbustos forrajeros (p. ganadería o avicultura)
 - Árboles/arbustos con propiedades medicinales
 - Árboles/arbustos maderables
 - Árboles/arbustos de los cuales se toma material para la construcción de casas, cercos, herramientas y artesanías
- Árboles/arbustos con alto valor para la apicultura

LA ANCHURA DE LA FRANJA Y LA DISTANCIA ENTRE ESTAS

La distancia óptima entre franjas puede variar, según las siguientes condiciones locales:

- a. Topografía (pendiente, dirección de la pendiente, erosionabilidad etc.)
- b. Suelos (erosionabilidad)
- c. Viento (ocurrencia en dirección y velocidad)
- d. Clima dominante (si es clima frío, templado o caluroso, húmedo o árido; si hay heladas nocturnas)
- e. Composición florística y faunística de la franja
- f. Conjunto de cultivos que se van a sembrar
- g. Disponibilidad de agua, falta de inseguridad de precipitación en zona temporalera
- h. Plagas, contaminación por plaguicidas
- i. Escasez de tierra disponible
- j. Minifundismo, pequeñas propiedades, donde el propietario tiene que optimizar cada metro cuadrado

k. Si se trata de agricultura nómada, etc.

Para encontrar la distancia y el espesor óptimo se tiene que hacer estudios e investigaciones en cada sitio, sobre cada caso específico. Por que esto no siempre es posible o factible, se pueden dar las siguientes recomendaciones aproximadas (para agricultura permanente):

A. La anchura mínima de las franjas:

En tierras planas:

Trópico húmedo: 60m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (sin problemas de vientos): 30m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (con problema de vientos): 20m

En pendientes se adaptan la anchura de las pendientes, al espacio entre las terrazas, etc.

B. La distancia máxima entre franja y franja:

En tierras planas:

Trópico húmedo: 150m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (con problemas de vientos): 150m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (sin problemas de vientos): 300m

En tierras onduladas y en pendientes, la distancia máxima se acorta, dependiendo de la pendiente y de la erodabilidad de los suelos.

C. La orientación de las franjas

La orientación de las franjas va según la importancia del problema local:

- Perpendicular a la dirección dominante del viento
- Perpendicular a la infraestructura (caminos, canales, drenes, tendido eléctrico, etc.) a lo largo de linderos de la propiedad
- A lo largo de linderos de la propiedad
- A lo largo de las curvas de nivel, o perpendicular a la pendiente.

k. Si se trata de agricultura nómada, etc.

Para encontrar la distancia y el espesor óptimo se tiene que hacer estudios e investigaciones en cada sitio, sobre cada caso específico. Por que esto no siempre es posible o factible, se pueden dar las siguientes recomendaciones aproximadas (para agricultura permanente):

A. La anchura mínima de las franjas:

En tierras planas:

Trópico húmedo: 60m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (sin problemas de vientos): 30m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (con problema de vientos): 20m

En pendientes se adaptan la anchura de las pendientes, al espacio entre las terrazas, etc.

B. La distancia máxima entre franja y franja:

En tierras planas:

Trópico húmedo: 150m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (con problemas de vientos): 150m

Zonas áridas y semiáridas, zonas templadas húmedas (sin problemas de vientos): 300m

En tierras onduladas y en pendientes, la distancia máxima se acorta, dependiendo de la pendiente y de la erodabilidad de los suelos.

C. La orientación de las franjas

La orientación de las franjas va según la importancia del problema local:

- Perpendicular a la dirección dominante del viento
- Perpendicular a la infraestructura (caminos, canales, drenes, tendido eléctrico, etc.) a lo largo de linderos de la propiedad
- A lo largo de linderos de la propiedad
- A lo largo de las curvas de nivel, o perpendicular a la pendiente.

D. La pérdida de espacio mínimo:

El cálculo de la pérdida de espacio se hace de la siguiente manera:

$$(pe) = (af) / ((ac) + [af])$$

(pe) - pérdida de espacio

(af) - anchura de la franja silvestre

(ac) - anchura del campo; la distancia entre las franjas

La pérdida de espacio mínimo es aproximadamente:

$$\text{Tropico húmedo: } 60m / (150m + 60m) = 28.6\%$$

Zonas áridas y semiáridas, zonas húmedas templadas; con problemas de viento:

$$30m / (150m + 30m) = 16.7\%$$

Zonas áridas y semiáridas, zonas húmedas templadas con problemas menores o sin problemas de viento:

$$20m / (300m + 20m) = 6.3\%$$

Se puede resumir de que las pérdidas de espacio mínimas, varían según los problemas entre 5 - 30%

LAS TECNICAS DE ESTABLECIMIENTO DE FRANJAS ARBOREAS - ARBUSTIVAS.

Existen varias posibilidades de establecer estas franjas:

(A) Si hay campos establecidos y ningún área enmontada

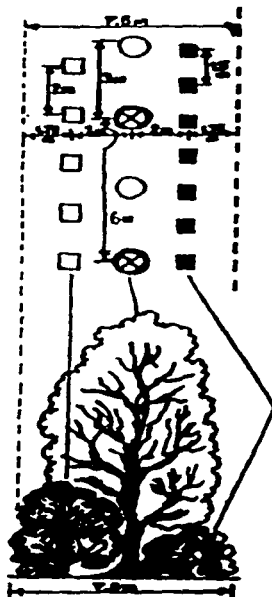
(AA) No hacer nada:

Solamente se define el área de la franja, la cual ya no se va a labrar. Con el tiempo esta área se encahuala por sí sola, se desarrolla primero una franja con pura maleza; la cual se convierte poco a poco en un acahual de arbustos y bejucos de rápido crecimiento.

Ventaja: No requiere de inversión

Se desarrollan solo especies bien adaptadas

Desventajas: Puede durar mucho la fase de maleza; En esta fase los impactos positivos para las plantas son menores, inclusive ausentes. Solo hay pérdida de espacio y un criadero de malezas para el campo



- - ARBUSTOS MEDIOS
- - ARBUSTOS GRANDES
- - ARBOL DE RELLENO
- ⊗ - ARBOL DOMINANTE

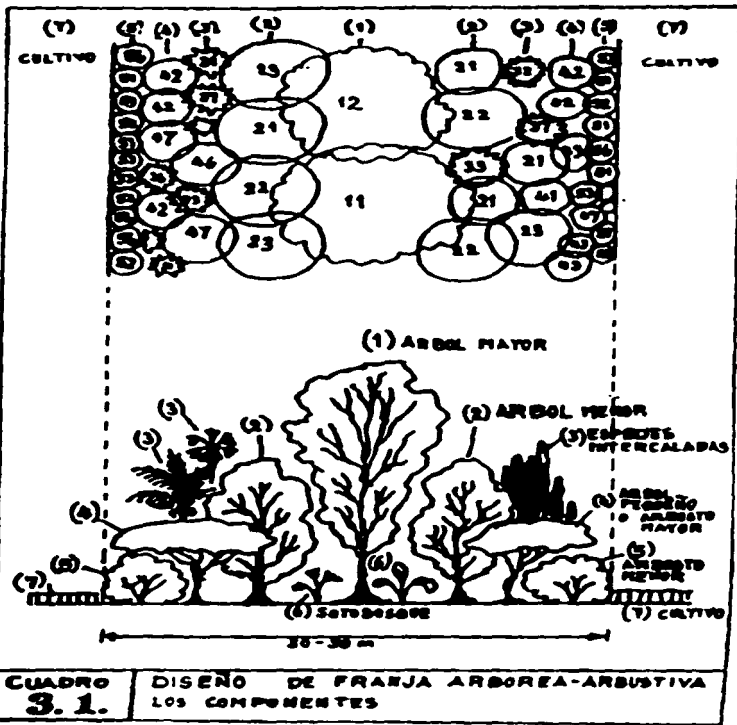
RECOMENDACIONES EN ESPANOL:
 PARA LAS FRAMAS DE LA
 AREA DEPARA

(CONTINUA RECOMENDACIONES)
 SEGUN NORMAS OFICIALES DE
 DEL REINO AJERMANA
 TGL-28 039/00, TYP W-3)

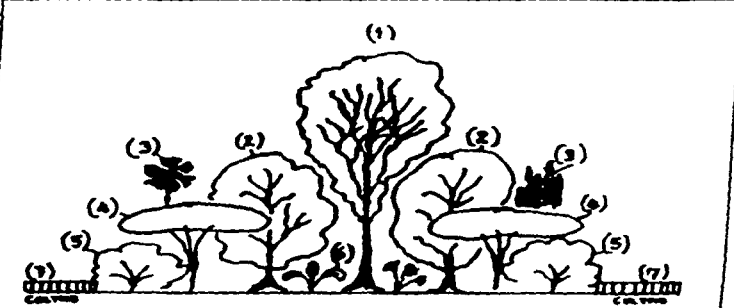
FUENTE:
 JACOB, GRENERT, SCHNIEDL,
 HOFFMANN, 1979, p. 4

CUADRO
 26

DISEÑO DE FRAMAS RECOMENDACIONES
 PARA EL REINO AJERMANA TGL-28 039/00, TYP W-3
 DE DEL REINO AJERMANA



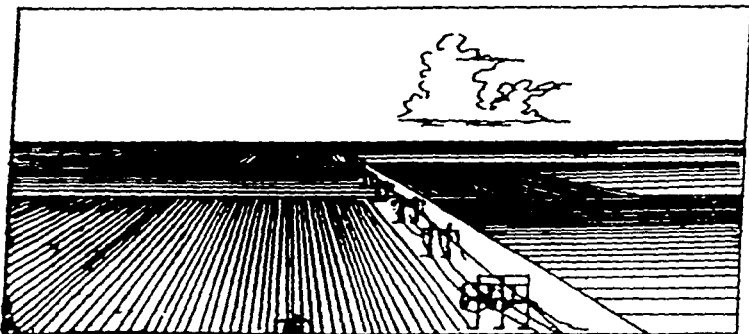
EJEMPLOS	INDICIO DE TIPO (1-2)	INDICIO DE TIPO (3-4)	INDICIO DE TIPO (5-6)	TIPO DE ARBOL (1-2)
(1) ARBOL MAYOR	ALAMO LIRIODENDRO spp.	CYPRUS spp. FRAXINUS spp.	FRAXINUS spp. ALNUS spp. QUERCUS spp. CORYLUS spp. CORNUS spp. MAYO spp.	ARBOLES CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA
(2) ARBOL MEDIO	LEPISODON spp. QUERCUS spp. LIRIODENDRO spp.	CYPRUS spp. LIRIODENDRO spp.	FRAXINUS spp. ALNUS spp. QUERCUS spp. MAYO spp.	ARBOLES CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA
(3) ARBOL MENOR	LEPISODON spp. QUERCUS spp. LIRIODENDRO spp.	FRAXINUS spp. LIRIODENDRO spp.	FRAXINUS spp. ALNUS spp. QUERCUS spp. MAYO spp.	ARBOLES CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA
(4) ARBOL MAYOR Y ARBOL MEDIO	FRAXINUS spp. CORYLUS spp. ALNUS spp. LIRIODENDRO spp.	CYPRUS spp. LIRIODENDRO spp.	FRAXINUS spp. ALNUS spp. QUERCUS spp. MAYO spp.	ARBOLES CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA
(5) ARBOL MEDIO Y ARBOL MENOR	FRAXINUS spp. CORYLUS spp. ALNUS spp.	CYPRUS spp. FRAXINUS spp.	FRAXINUS spp. ALNUS spp. QUERCUS spp.	ARBOLES CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA CORONA OBLATA CON CORONA OBLATA



- (1) - ARBOL MAYOR (4) - ARBOL MEDIO Y ARBOL MENOR (7) - CULTIVO
- (2) - ARBOL MEDIO (5) - ARBOL MENOR Y ARBOL MEDIO (8) - CULTIVO
- (3) - ARBOL MENOR (6) - ARBOL MAYOR Y ARBOL MEDIO (9) - CULTIVO

CUADRO
3.3.

DISEÑO DE FRABIA ARBOREA - ARBOLITIVO
CON ALGUNOS EJEMPLOS



CUADRO
5

UNIDADES AGRICOLAS
CON Y SIN FRANJAS SILVESTRES



FRANJA ARBOLEA PERPENDICULAR A LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁLICA

CUADRO 9

(AB) Desarrollo de la "Bentjes Hecke":

(Fue desarrollado la primera vez con éxito por el Sr. Bentjes).

Se define el área de la franja. Sobre esta franja se tiran ramas secas, productos de poda, palos, maleza cortada, etc.; Esto ayuda a que los pájaros se asienten, ponen nidos, tiran semillas y ayuda a acelerar el encahualamiento. El suelo se mantiene protegido, se conserva un poco mejor la humedad, además hay aportes de abono por la hojarasca muerta. En los primeros años también se pasa por una fase de maleza, pero será más corto que en la técnica (AA).

(AC) Siembra

Se define el área de la franja. Se rastrea una última vez y se tiran semillas de arbustos de rápido crecimiento al voleo (ej. de *Leucaena* spp.).

(AD) Plantación

Se define el área de la franja. Se deja de labrar. Se plantan estaquas (ej. *Erythrina* spp.), o macetas preparadas en viveros.

(AE) Combinación de (AB), (AC), y (AD):

Esta es la técnica más efectiva y probablemente más usada; se rastrea una última vez; se ayuda a los pájaros, tirando semillas de varias especies arborea-arbustivos deseados; se plantan también con cierta frecuencia estaquas de especies que se propagan vegetativamente y quizás algunas macetas preparadas. Después se crea el microambiente favorable de la "Bentjes Hecke" tirando maleza cortada, productos de poda, ramas espinosas, etc.

En esta técnica también se van a desarrollar las especies más adaptadas. Pero con la ayuda artificial, la fase maleza se acortó. Y nos aseguramos de la presencia de algunas especies deseadas.

(AF) Desarrollo de franjas por etapas:

1. Se siembra o se planta un arbusto "de apoyo" de rápido crecimiento.

2. Una vez que el arbusto tenga cierta altura, se eliminan algunas plantas, reemplazándolos por macetas preparadas en viveros y entre siembras de otras especies deseadas, pero que requieren del microclima para su desarrollo que les proporciona la primera especie sembrada o plantada "de apoyo".

(B) Si hay monte y se quiere desmontar para establecer campos permanentes.

(BA) Se dejan franjas enmontadas de al menos 60m de ancho (zonas húmedas) o al menos de 30m (zonas áridas). Se abren franjas de cultivos con no más de 150m de ancho en tierras planas dentro del monte establecido. Los productos del desmonte se acumulan en las orillas entre la franja enmontada y la zona desmontada, permitiendo allí el establecimiento natural del ecotón campomonte.

Dada la situación actual de deforestación en el país, no se permite actualmente el cambio de monte por zonas agrícolas, ni pastizales.

¿Por qué hay tantos obstáculos en la implementación de este sistema en zonas agrícolas?

1. Es una pérdida en espacio para la producción intensiva. Esto es visible para todos, y no requiere un análisis profundo. En cambio los beneficios se miden a largo plazo, después de varios años, y a veces se piensa que tienen otro origen. Los daños causados por su ausencia (erosión eólica, plagas, daños por viento, cambios microclimáticos desfavorables, bajos rendimientos, etc. también existe la creencia que son normales.

2. Falta preparación, tanto en productores, como en técnicos, agrónomos personal administrativo, personal de enseñanza, personal a nivel ejecutivo - relacionado con el agro, diseñadores de sistema de irrigación y de distritos de riego, etc. Existe un gran desconocimiento de este sistema:

- Se piensa que sirve solo de adorno
- Se piensa que es inclusive perjudicial, porque es un criadero de plagas y malezas, porque desde allí comienzan las infestaciones porque allí no hay labranza (pero se olvidan de que desde allí también viene el control de las plagas, y sin franja quizás más rápido se iba a venir la infestación.

- Este punto se deja abierto para la discusión.

3. No hay divulgación, ni enseñanza:

En las escuelas agrícolas no se menciona este sistema como elemento integral del campo agrícola.

4. En las grandes zonas agrícolas mexicanas (ej. los distritos de riego del noroeste), no existen, por lo tanto no se considera necesario.

5. No se puede comercializar con este sistema ningún insumo, por lo tanto no hay mucho interés en su desarrollo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En México casi no se han hecho estudios serios sobre los impactos que tengan las franjas silvestres en las distintas zonas del país (Zarate Salinas, 1978, p. 362), pese a que se cuenta con grandes áreas extensas agrícolas con problemas diversos; que con su instalación iban a mejorar.

Están los grandes distritos de riegos (ej. Valle de Mexicali, Cuernavaca, costa de Hermosillo, Valle del Yaqui y Mayo, proyecto Mayo-Fuerte, El Carrizo, La zona los Mochis-Guasave-Guamuchil, Valle de Culiacán) y otros regiones agrícolas (ej. Comarca Lagunera, El Bajío, etc.) y en especial las zonas agrícolas y ganaderas del trópico húmedo (Ver., Tab, Chis, Camp, O.Roo, Costa de Gro. y Oax.).

Allí hace falta la instalación de estas franjas para mejorar su productividad.

Para que se lleven a cabo se necesita atacar el problema por etapas:

1. primero se requiere la transferencia de la idea:

La extensión y divulgación no solamente a productores y técnicos, sino también a personal docente en escuelas y universidades, a instituciones de investigación, personal administrativo, inclusive a personal a nivel ejecutivo, que está relacionado con el argo.

Paralelamente se requiere el desarrollo de una serie de pequeños proyectos pilotes en las diferentes zonas agrícolas del país. En estos proyectos se llevarían a cabo trabajos de investigación, validaciones de tecnologías y programas de capacitación a productores, técnicos y personal administrativo. Cada zona agrícola debe contar con su proyecto piloto de franja silvestre.

2. Si una vez convencida una parte de los profesionales relacionados con el agro, se trata de aumentar la densidad de proyectos relacionados con el sistema, que se concentra solamente a validaciones de tecnologías y su divulgación.

3. Se desarrolla el diseño de la red de franjas para toda una zona agrícola; se da incentivo a los agricultores para que apliquen y ejecuten la instalación que les corresponde a su propiedad. Para que los cuiden posteriormente ellos son los que lo deben instalar, convencidos de su utilidad. Aunque la instalación final sea irregular e incompleto, y no como en el diseño original en la maqueta.

Las franjas silvestres arboreas-arbustivas son un elemento vital y parte de tecnologías modernas de la producción agrícola.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR ZEPEDA, 1987; Algunas ideas sobre el uso de plaguicidas
- ANDOW, 1982; Effect of Agricultural Diversity on Insect Populations; In: Lockett, p. 91-116.
- BURRINGH, 1981; An Assessment of Losses and Degregation; of productive Agricultural Land in the World; Paper for 2. Meeting of the Working Group on Soils Policy, Roma, 1981, Agr. Univ. Wageningen, NL. In: the World Environment, 1972-82; A Report by the UN Environment Programme; Ed. Holdgate, Kassar, White, Tycooly Intern. Publ. Lim; Dublin.
- CABALLERO, TOLEDO, ARGUETA, AGUIRRE, ROJAS, VICCON, 1978; Flora util o el uso tradicional de las plantas; In: Estudios Botánicos y Ecológicos de la región del Río Uxpanapa, Ver.; INIREB.
- CATIE, 1986; Sistemas Agroforestales; Principios y Aplicaciones en los trópicos; Organización para los Estudios Tropicales, OTS; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE; San José, Costa Rica, 1986.
- CEDEÑO SANCHEZ, 1978; Alternativas para el Uso Múltiple en Areas de Planeaciones Forestales (zonas tropicales). In: Planeaciones Forestales. Primera reunión Nacional Memorial, Publ. Esp. # 13, Dic. 1978, p. 476-480.
- COX, ATKINS, 1979; A Study of the Ecology and Economic Value of Crop Field Borders; Ohio State Univ. Press; Columbus, Ohio.
- DIEZ MARTINEZ, AGUILAR ZAPEDA, 1985; Inventario florístico del proyecto Oriente de Yucatán.
- DIEZ MARTINEZ, AGUILAR ZAPEDA, 1986; Justificación para Mantener Franjas de Vegetación Nativa en el Oriente de Yucatán
- GEORGE, ERNEST, READ, JOHNSON, FERBER, 1957; Cinturones Protectores y Rompevientos
- GHILAROV, 1961; Die Veränderung der Steppenbodenfauna unter den Einflüssen der künstlichen Bewaldung; Beitrage zur Entomologie, 11:256-269, Berlin 1961.
- HALL, EHLER, 1990; Rate of Success in Classical Biological Control of Arthropods; Bull. Entomol. Soc. Am. 26: 111-114.

- HUFFAKER, MESSENGER, 1976; Theory and Practice of Biological Control; Academic Press; New York, San Francisco., London.
- HUXLEY, 1981; Phenology of Woody Perennials and Seasonal Crop Plants with Reference to their Management in Agroforestry Systems; Nairobi, consultative Meeting on Plant Research and Agroforestry, April 1981, ICRAF, Nairobi, Kenya.
- JOACHIM, GRUNERT, SCHRÖDL, HOFFMAN, 1979; Flurhozanbau; Reihe Wiss Techn. Fortschritt, Landwirtschaftsausstellung Markkleeberg, b. Leipzig, Alesania.
- KAMINSKY, 1967; The Effect of Shelterbelts on the yields of Plans in a Permanent Crop ORtation; Ecology Polica. A 15: 425-441.