

27
27

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



TESIS DONADA POR
D. G. B. - UNAM

ALGUNOS ASPECTOS SOBRE USO Y CONSERVACION
DEL AGUA Y EL SUELO



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A:

Manuel Salvador Vázquez Díaz



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

T E M A R I O

	Pág.
Objetivos	I
Metodología	II
Prólogo	1
Introducción	3
CAPITULO I	
AGUA	
Aspectos generales	7
Importancia Geológica del Agua	12
El Hielo como Agente Geológico	12
El Agua como Agente Geológico	14
Capital Hidrológico de México	20
Distribución en México del Escurrimiento Medio Anual	22
Distribución del agua por Vertientes	24
Distribución en México de Zonas por grados de Humedad	24
Zonas Aridas	24
Zonas Semiáridas	26
Zonas Húmedas y Subhúmedas	26
Aprovechamiento Racional del Agua	28
Requerimiento de Agua en la Agricultura de Riego	29
Requerimiento de Agua en la Producción Industrial	30
Conservación del Agua	30
Usos Domésticos y Urbanos	31

Usos Agrícolas	32
Prácticas Agrícolas Específicas de Conservación del Agua	33
Usos Industriales	34
Comentarios	37
CAPITULO II	
SUELO	
Aspectos Generales	41
Horizontes	42
Subdivisiones de los Horizontes Principales	44
Procesos de la Diferenciación de Horizontes	47
El Desarrollo del Suelo en Relación al Tiempo	48
Tiempo Necesario para el Desarrollo del Suelo	49
Desarrollo del Suelo en Relación con el Clima	52
El Desarrollo del Suelo en Relación con la Vegetación	54
El Desarrollo del Suelo en Relación con el Material de Origen	56
Desarrollo del Suelo en Relación con el Relieve	60
Contenido de Agua en el Suelo	64
Clasificación de Suelos FAO-UNESCO	66
Suelos Zonales	71
Suelos Intrazonales	76
Suelos Azonales	79
Prácticas de Conservación de Suelos	83
Vallas	84
Alcantarillado Mejorado	85

Fajas	86
Terrazas	88
Surcos de Contorno	90
Empastados	91
Prácticas de Silvicultura	92
Abonos	94
Cultivos de Cobertura	95
Rastrojos	97
Rotación de cultivos	97
Interpretación para las Prácticas de Conservación de Suelo	98
Comentarios	107
Conclusiones	109
Apéndice	113
Obras Consultadas	117
Mapas:	
Geología	
Suelos	
Isoyetas	
Climas	
Cuencas Hidrológicas	
Obras de Riego	

OBJETIVOS:

- Dar una visión general de los Recursos Naturales, tanto en su naturaleza como en su manejo más adecuado.
- Recomendar una serie de técnicas para la conservación de los recursos suelo y agua.
- Establecer algunos lineamientos en la ordenación de un espacio geográfico y la participación, del recurso agua y el recurso suelo en un paisaje geográfico dado.

METODOLOGIA:

La metodología empleada en el desarrollo del presente trabajo se adecuó a la naturaleza tan diversificada del tema a desarrollar; de ésta manera, se presentó un panorama general de como el hombre fue dando valor a determinada materia, denominándola "Recurso", para satisfacer una serie de necesidades de primer orden.

Posteriormente, a esta visión general se inició una investigación para conocer la naturaleza de los recursos en cuestión, no se pretendió con esto establecer directrices en su manejo y conservación.

Por último se da una posibilidad de los recursos en el ámbito geográfico y en la ordenación del espacio, así como sus interrelaciones y su mejor adecuación a los sistemas de producción y a la sociedad en general.

CONOCIMIENTO → USO → CONSERVACION

P R O L O G O

En esta Tesis expongo una visión general del conocimiento de los Recursos Agua y Suelo, así como de las formas más usuales de su Conservación.

Los conceptos desarrollados en estas páginas pueden ser accesibles al lector de cualquier nivel cultural, ya que se ha usado un lenguaje sencillo, complementado con fotografías y dibujos.

Se propone que este trabajo muestre a los iniciados en el estudio de la conservación los métodos adecuados, necesarios en gran parte del Territorio Nacional, para frenar la erosión, aprovechar tierras actualmente no productivas y lograr un mejor y más racional uso del Agua, etc.

El futuro del hombre depende del buen entendimiento de las interacciones e interdependencia que existen entre él y su ambiente, evitando la destrucción de sus recursos naturales; para lo cual se hace indispensable conocer estas relaciones antes de que sea demasiado tarde.

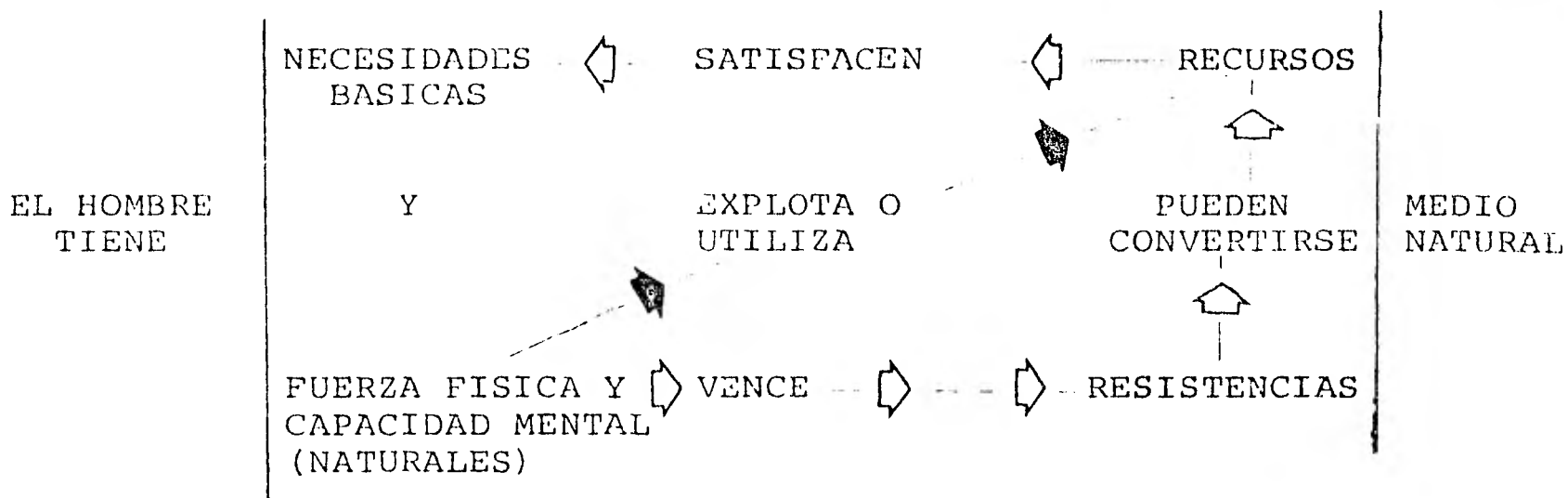


I N T R O D U C C I O N

Recursos; Medios de los que se vale el hombre para satisfacer las necesidades y llegar a un fin, que puede ser a corto o largo plazo según la premura para cubrir dichas necesidades.

Los recursos o medios que tiene el hombre son recursos intangibles o espirituales, el mayor con que cuenta es el raciocinio y que lo diferencia de los demás animales del planeta; y los recursos físicos o tangibles, el hombre los toma del medio.

El hombre tiene necesidades naturales y culturales y se vale de medios o recursos para satisfacerlas a su gusto, aunque no siempre toma en cuenta lo que le rodea.



(a)

En la naturaleza no existen los recursos naturales, es el hombre el que les da la categoría de recurso, por lo que los va utilizando según los necesita.

Las necesidades del hombre primitivo eran relativamente pocas e incluían principalmente: alimento, vestido y casa habitación; así el hombre estaba adaptado pasivamente a su medio físico natural.

Mientras el hombre es nómada, no altera su medio físico ya que las poblaciones de las tribus fueron relativamente pequeñas y como andaban de un lado a otro, los destrozos que causaban a la naturaleza, ésta rápidamente los asimilaba y reciclaba. El problema empieza cuando el hombre se vuelve sedentario y descubre la agricultura, y domestica animales; así satisface con mayor seguridad su alimentación, vestido y casa habitación. Al tener cubiertas sus necesidades sin correr peligro, las tribus aumentan su población, por lo que abren nuevas tierras al cultivo y tienen que deforestar o quemar la

(a) E.W. Zimmermann, "Recursos e Industrias del Mundo" 1a. Edición, Ed. F.C.E., México 1957.

vegetación nativa; siendo entonces la explotación mayor, se empieza a utilizar a los animales como una ampliación de fuerza; esto implica que el hombre se obligará a atrapar a los animales que le sirven, alimentarlos, cuidarlos y defenderlos de los depredadores.

Empieza así el hombre a alterar el equilibrio de las zonas que habita, ya que les quita el alimento a unos y mata a otros, lo que propicia el desarrollo o extinción de especies muy ligadas a las que el hombre estabula o elimina, y que no son tomadas en cuenta por el ser más "sabio" de la naturaleza.

¡ Convivir y aprovechar el medio ambiente, pero no destruirlo!



El hombre domestica animales para
asegurar su alimentación



El hombre quema la vegetación na-
tiva para abrir nuevas tierras de
cultivo

C A P I T U L O I

A G U A

AGUA

ASPECTOS GENERALES:

El agua es una sustancia corriente y común, la usamos cotidianamente y se pierde la visión real de ésta.

Desde cualquier punto de vista el agua no es abundante en el universo. En proporción, tomando por el 100% las envolturas de la tierra, sólida-líquida y gaseosa el agua útil para el hombre ocupa apenas el 1%.

El agua tiene características que la hacen única ya que ninguna otra sustancia puede igualarla; veamos algunas de estas características:

METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR	TEMPERATURA DE EBULLICION
0	100°C
1 000	96°C
2 000	94°C
4 000	86°C
6 000	80°C
8 000	73°C
10 000	66°C
15 000	51°C
20 000	36°C

*

A mayor altitud el agua hierve con menos energía o más rápido, pero esto no quiere decir que el agua esté igual de caliente a cero metros que a 8 000, ya que aunque hierve a menor temperatura el calor que ha recibido también es menor, y a una altitud determinada el agua herviría a 0°C

Esto también se puede observar con respecto a la presión, a menor presión el agua hierve a menor temperatura, ya que las moléculas se pueden mover con más libertad; a mayor presión se necesita más temperatura para que el agua hierva, pues al haber más presión el volumen se reduce y cuesta más trabajo y consumo de energía para poder inducir el movimiento molecular.

* Fuente: Enciclopedia "La Técnica y La Materia"; Tomos I y II Editorial Argos, Barcelona España, 1968

PRESION EN ATMOSFERAS	TEMPERATURA DE EBULLICION
1	100°C
5	152°C
10	180°C
15	199°C
20	213°C
25	225°C
30	235°C
200	370°C

*

El agua es la única sustancia que está en sus tres estados físicos (simultáneamente) en la biósfera. Esto hace que el agua condicione la existencia del hombre sobre la tierra, pues literalmente nació del agua.

El agua es la que menor peso molecular tiene comparándola con otros compuestos hidrogenados.

El agua tiene una gran cantidad de energía debido al rango calórico entre el punto de congelación y de ebullición. El cero absoluto es la ausencia total de energía y sólo se encuentra en el espacio exterior, siendo igual a -273°C , o también 273°K iguales a 0°C .

A un gramo de agua que esté a 0°K se le pueden aumentar 273 calorías y solo llegará al punto de congelación que son 0°C , se le ha agregado calor y su estado físico no ha cambia-

* Fuente: Enciclopedia "La Técnica y la Materia", Tomos I y II Editorial Argos, Barcelona España, 1968.

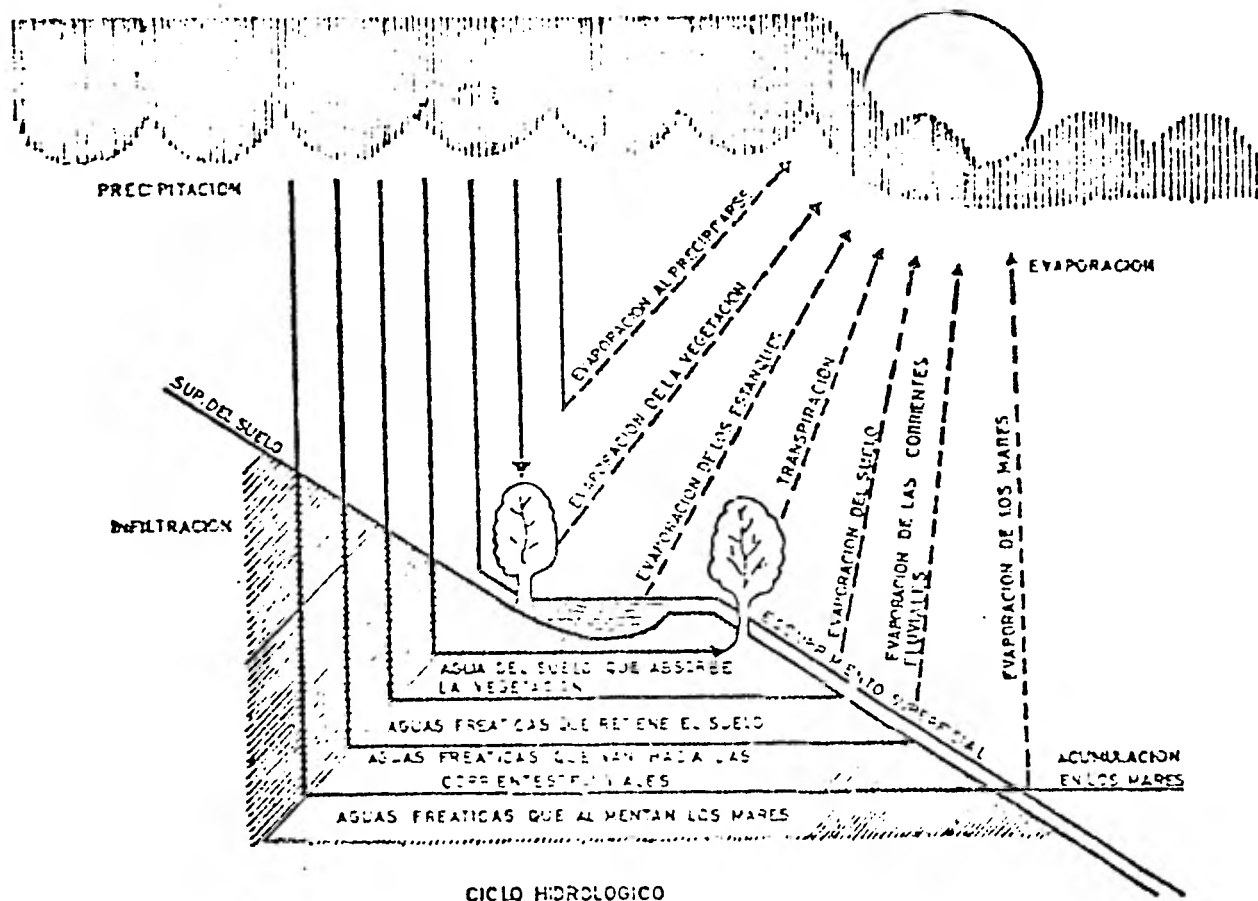
do (sólido), todavía se le pueden aumentar 79.7 calorías y no se funde, hasta que llega a 252.7 calorías, por lo tanto 1 gr de agua líquida tiene 1 000 calorías; en estado líquido, el agua almacena una gran cantidad de calor.

Debido a esta característica los océanos regulan la temperatura y el clima de la tierra, pero si se le quitara la energía que almacena el agua los climas serían fríos y habría variaciones en la vida de la tierra. La oscilación térmica en los océanos es pequeña, de 2° ó 3°C y en los continentes la oscilación llega a ser de 50°C.

El agua se encuentra distribuida en la superficie de la tierra en lo que se llama hidrósfera, que es una de las tres envolturas que se sitúan en contacto con la corteza terrestre.

Como se encuentra en sus tres estados físicos, tiene una amplia distribución, ya que la encontramos en la atmósfera, en la superficie, y dentro de la corteza; esta distribución es el resultado del ciclo hidrológico, que se inició cuando se formaron los océanos primitivos, y seguirá funcionando mientras la tierra siga recibiendo sol.

Las aguas en movimiento propician la vida y las estancadas no; la gran movilidad del agua del mar, entre otras cosas, propicia la evolución de la materia hasta originar seres vivos.



CICLO HIDROLOGICO

IMPORTANCIA GEOLOGICA DEL AGUA

El transporte de los materiales destruidos se realiza por medio de dos agentes; hielo y agua (superficial o profunda).

Estos agentes no actúan exclusivamente como meros transportadores de materiales, sino que a su vez, son autores de un nuevo tipo de erosión; la erosión por arrastre. Así, los lugares de la superficie terrestre por los que pasan son modificados, dando al paisaje un modelado típico, que según el agente a que se deba, se denomina: glacial, fluvial o cárstico.

EL HIELO COMO AGENTE GEOLOGICO

En las regiones frías de la tierra, altas montañas y zonas polares, las precipitaciones se efectúan en forma de nieve, que por su estado sólido, permanece en el lugar donde aquellas se producen. En los períodos invernales se forman en estas regiones grandes acumulaciones de nieve, que en la zonas de las nieves perpetuas se congelan y forman masas sólidas de hielo, las cuales se deslizan suavemente hacia lugares de menor altitud debido al gradiente gravitacional. Estas masas de hielo en movimiento se denominan glaciares.

El hielo del glaciar actúa como un sólido plástico, ya



El hielo como Agente Geológico
(Nevado Chacraraju, 6112 m. Cordillera Blanca, Perú)

que se adapta perfectamente a los accidentes del terreno, rompiéndose únicamente en aquellas zonas en que las irregularidades son prominentes, y se producen grietas tanto más profundas cuanto mayor es el accidente.

A lo largo del recorrido, el glaciar recibe aportes rocosos de origen diverso, cantos caídos de las vertientes o desprendimientos de la pared por rozamiento, arenas, etc., que se acumulan en determinadas zonas, y originan depósitos de derrubios que arrastra con él, denominados morrenas.

Los glaciares, en movimiento, trasladan grandes cantidades de rocas de la masa de hielo sobre las paredes y los lechos de los mismos. Esta última acción es la responsable de la formación de los valles en forma de herradura, con perfil en U, tan característicos de la morfología glaciar, así como de los circos, hoyas semejantes a cuencas de recepción, pero con fondo plano y paredes verticales, que se hallan en la parte alta de las montañas y que cuando se retiran los hielos, se transforman en cubetas lacustres.

EL AGUA COMO AGENTE GEOLOGICO

La acción del agua como agente modelador de la superficie terrestre es casi universal, siendo elemento esencial en las tres fases del ciclo erosivo terrestre: en la intemperización, como agente de la descomposición química; en el trans-

porte, por su acción en torrentes y ríos, y en la sedimentación, porque se realiza casi siempre en medio acuoso (lagos y mares). Si consideramos, además su actividad en la erosión por arrastre, no es de extrañar que se conozca como erosión normal la acción del agua sobre la corteza terrestre.

El agua de lluvia, al caer sobre la superficie terrestre se desliza por las pendientes, con mayor o menor fuerza según su desnivel, arrastrando las partículas de tierra y roca que en ellas existan. Si la precipitación acuosa tiene lugar en regiones altas donde las pendientes son pronunciadas, la fuerza de arrastre de estas aguas aumenta, produciendo zonas que pueden transformarse en verdaderos arroyos.

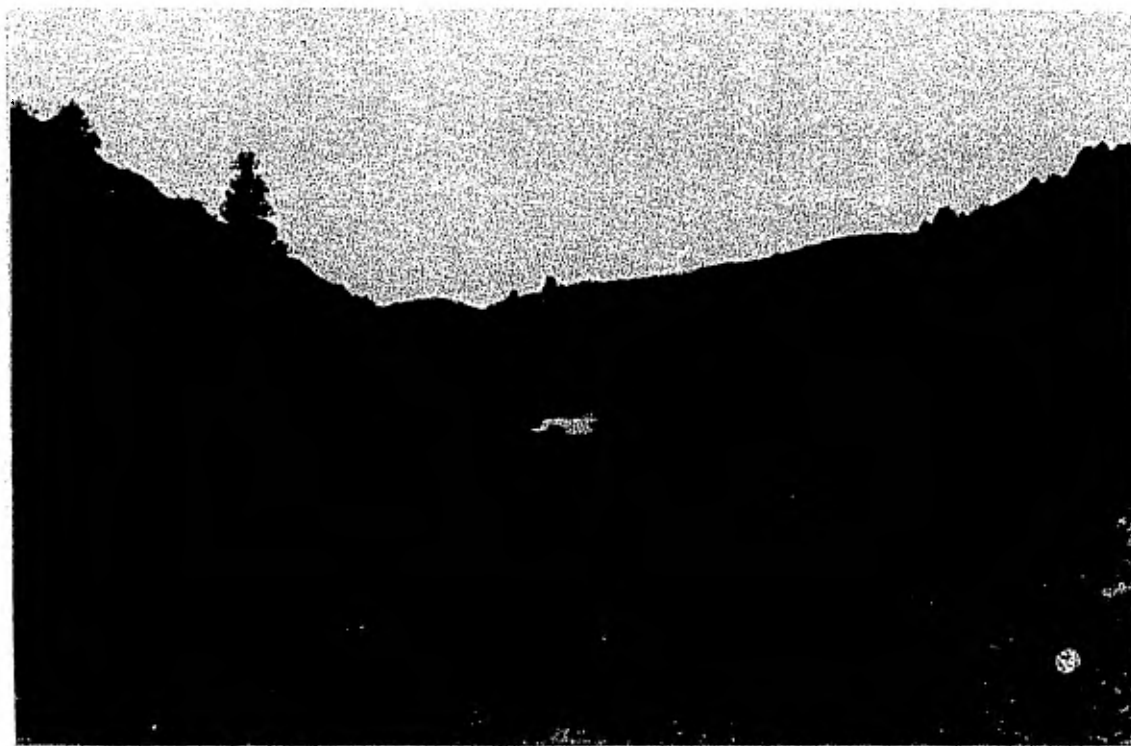
La erosión por arrastre de las aguas fluviales produce la excavación del cauce del río y el modelado de las vertientes. La acción sobre el cauce se efectúa a manera de sierra gigante, ahondándolo, y en los torbellinos, por efecto del movimiento rotatorio, perforándolo; estos últimos producen excavaciones denominadas ollas, cárcavas o marmitas torrenciales.

Los materiales que transporta una corriente de agua pueden clasificarse, según su tamaño, en bloques, grava, cantos rodados, arenas y arcillas. Todos los sedimentos de origen fluvial se denominan aluviones, y las formaciones sedimentarias a que dan origen, aluviales.

La erosión de los cursos de agua en las zonas montañosas producen el típico modelado fluvial, con los valles en forma de V con fondo angosto y laderas montañosas superiores menos escarpadas, totalmente distinto del modelado glaciar.

La acción del agua en la corteza no es únicamente superficial, sino que parte de la lluvia caída en una región penetra en el terreno, quedando retenida por el suelo, agua de inhibición, o bien filtrándose a través de las fisuras de las rocas hacia el interior, agua de infiltración. Esta última llega a profundidades variables, según la compacidad de las capas que atraviesa, y pasa a engrosar las capas freáticas, que, asentadas sobre capas impermeables, pasan al exterior en forma de manantiales por los cortes naturales del terreno o van a alimentar pozos que, cuando emergen al exterior debido a la presión ejercida sobre la capa acuífera, se denominan pozos artesianos.

Al atravesar el agua subterránea las distintas capas del terreno ejerce una acción disolvente, siendo ésta tanto más importante cuanto más solubles sean los materiales que las integran. En los macizos calizos, el agua de lluvia se satura de CO_2 y disuelve con facilidad el CO_3Ca , lo que determina, en la superficie, un relieve característico, que es la morfología cárstica (descarnado y casi sin vegetación) y, en la profundidad, cavidades, simas y cuevas, que pueden llegar a



Típico modelado fluvial en una zona montañosa

ser enormes. El agua saturada de CO_3Ca , al escurrir en una de estas cavidades que ella misma ha formado, por efecto de presencia de CO_2 precipita el carbonato en estalactitas y estalagmitas, que toman formas caprichosas; frecuentemente de gran belleza.

La cantidad total de agua disponible en la tierra (agua libre) se puede denominar como el capital hidrológico del mundo; el agua de composición no forma parte del capital hidrológico (la que está en los minerales y rocas).

Está faltando agua en la tierra, ya que se está agudizando el problema de insuficiencia en la distribución de agua que se demanda y no se puede cubrir en su totalidad para los usos que se le dan al agua.

La característica del agua, como recurso natural, es que no desaparece de la tierra, sólo se altera su calidad y se altera el funcionamiento del ciclo hidrológico.

La humedad atmosférica no está uniformemente distribuida pues depende de la cercanía o lejanía de las costas, y como gran promedio se pueden tomar 7 gr de agua/ m^3 de aire, que son continuamente renovados. Es mayor la cantidad de agua sólida (hielo) que la que hay en la atmósfera en forma de vapor.

La mayor parte de las aguas son subterráneas, y se distribuyen en varios niveles:

- 1.- Del nivel del mar hasta 750 m de profundidad, que re presenta la altura media de los continentes.
- 2.- Del nivel del mar hasta 3 800m, que representa la profundidad media del mar proyectada hacia los conti nentes.
- 3.- De los 3 800 m hasta 16 km de profundidad
- 4.- Bajo las cuencas oceánicas, 16 km.

Esto implica que para extraer el agua haya ciertas limi-
tantes:

- 1.- Limitaciones técnicas
- 2.- A mayor profundidad, es menor la porosidad de las ro cas
- 3.- Aumento de la temperatura con el aumento de profundi dad.
- 4.- Elevados costos de operación.

El hombre aprovecha más las corrientes superficiales y muy poco las subterráneas. Si se acarrearán bloques de hielo desde los polos; se tendría una buena fuente de agua dulce, pero se originarían cambios en el clima de la tierra y se tornaría más árido y seco de lo que ya está ahora; los polos regulan más o menos el clima terrestre. Aún sin sacar agua de los polos, debido al constante derroche y contaminación del agua, el hombre está sujetando a la superficie terrestre a un proceso de desertización ya que todo esto altera el ciclo hidrológico. En México, las zonas áridas son amplias pues el promedio de evaporación supera al de precipitación.

CAPITAL HIDROLOGICO DE MEXICO

Los factores que intervienen en la cantidad del capital con que cuenta el país son:

- | | |
|-------------|-----------------------------|
| 1.- Latitud | Posición geográfica |
| 2.- Relieve | Orientación de las montañas |
| 3.- Hombre | Mal uso que le da al agua |

Las zonas áridas del país son continuas desde la frontera norte hasta el estado de Oaxaca; esto se debe principalmente a los factores mencionados anteriormente.

Es preciso insistir sobre la excepcional importancia que para México tiene y tendrá en el futuro el agua; tanto las corrientes y depósitos formados por la naturaleza como los que el mismo hombre puede crear gracias a su espíritu emprendedor, con el fin de almacenar el precioso líquido durante los períodos de lluvia previendo la inevitable época posterior de sequía (las lluvias de los ciclones llena las presas de México).

En los territorios áridos y semiáridos de México el problema de la utilización de aguas subterráneas es básico, tanto para la agricultura como para el consumo diario de la población, buena parte de las aguas subterráneas no se puede utilizar porque gran porcentaje de ellas se localiza a profundidades excesivas y en otras ocasiones "coinciden con recursos hidráulicos superficiales, cuyo aprovechamiento es más

económico", de lo cual resulta que sólo 27 800 millones de m³ parecen ser realmente aprovechables. (1)

El agua tiene múltiples formas de utilización, las cuales van desde el riego agrícola y la producción de energía, al uso directo industrial y el consumo por los habitantes de aldeas, villas y ciudades.

Otro de los aspectos en que el agua se puede utilizar ampliamente en México (y en forma importante ya se ha realizado hasta la fecha) es con el fin de producir energía eléctrica por medio de presas. En este caso el agua no se pierde y puede utilizarse más tarde para riego, de tal manera que presta doble servicio: ello se deriva del conocido hecho de que por lo menos en México las plantas se construyen en zonas montañosas y antes de que una corriente llegue a la planicie costera o al interior. Puede afirmarse que en nuestro país existen condiciones generales no totalmente favorables para un aumento intenso de la producción hidroeléctrica, pero al mismo tiempo hay peculiaridades regionales altamente positivas.

Según estudios publicados hace pocos años, los principales recursos se encontraban en tres regiones: Este-Sureste cerca del 40%, en Sinaloa y Sonora 35% y el sistema Lerma-Santiago con un 17%. Los trabajos recientes demuestran que

(1) Apuntes de Conservación de Recursos Naturales Básicos
Inéditos Mtro. Jorge Rivera Aceves

la potencialidad de los ríos Balsas y del sistema Grijalva-Usumacinta es superior al volumen calculado anteriormente.

México es un país sediento, debido al poco capital hidrológico y a su mala distribución, veamos el capital de México:

PRECIPITACION	-----	1 378 x 10 ⁹ m ³	= 100%
ESCURRIMIENTO	-----	300 x 10 ⁹ m ³	= 21.7%
INFILTRACION	-----	230 x 10 ⁹ m ³	= 16.7%
EVAPORACION	-----	848 x 10 ⁹ m ³	= 61.6%
LAMINA DE AGUA	-----		= 69 cm

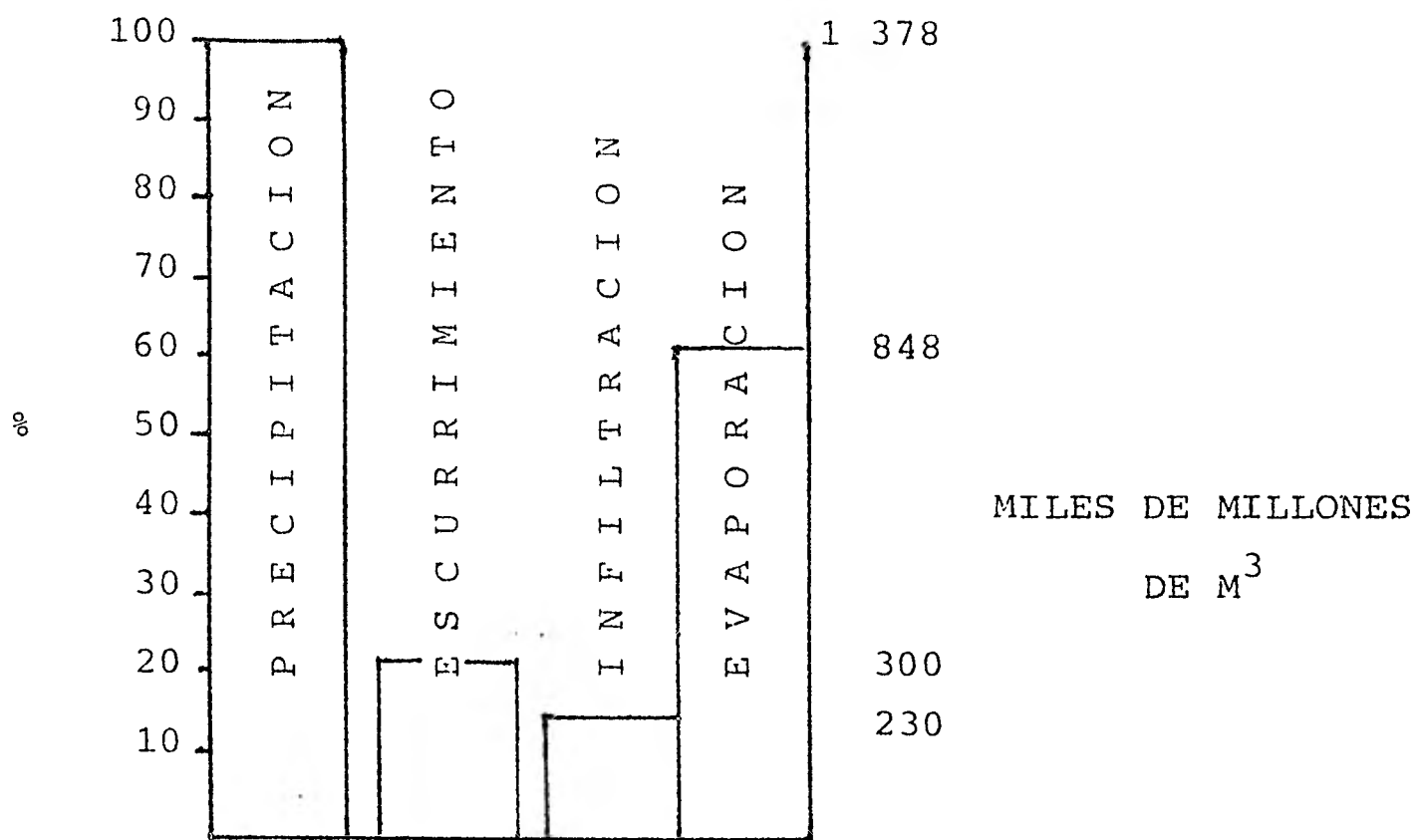
(PROMEDIO DE 30 AÑOS)

El agua evaporada es un agua que no se utiliza; del esucurrimiento e infiltración no hay un aprovechamiento total, pues factores naturales, económicos, técnicos y humanos lo imupiden, debido a la gran evaporación y mientras no se resueluvan estas limitantes, serán un factor decisivo en el desarroullo de México, ya que no contamos con la suficiente cantidad paura riego e industria y para consumo de la población.

DISTRIBUCION EN MEXICO DEL ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL

Sistema Grijalva-Usumacinta	30%
Los 7 principales ríos	60%
	Y ocupan el 23% de la superficie del país.

Capital Hidrológico de México:



El resto de los ríos

40%

Y ocupen el 77% restante de la superficie del país.

DISTRIBUCION DEL AGUA POR VERTIENTES

VERTIENTE	PRECIPITACION	ESCURRIMIENTOS	SUBTERRANEAS	EVAPORACION
Golfo y Caribe	46%	57%	45%	43%
Pacífico	40%	36%	39%	42%
Interiores	14%	7%	16%	15%

DISTRIBUCION EN MEXICO DE ZONAS

POR GRADOS DE HUMEDAD

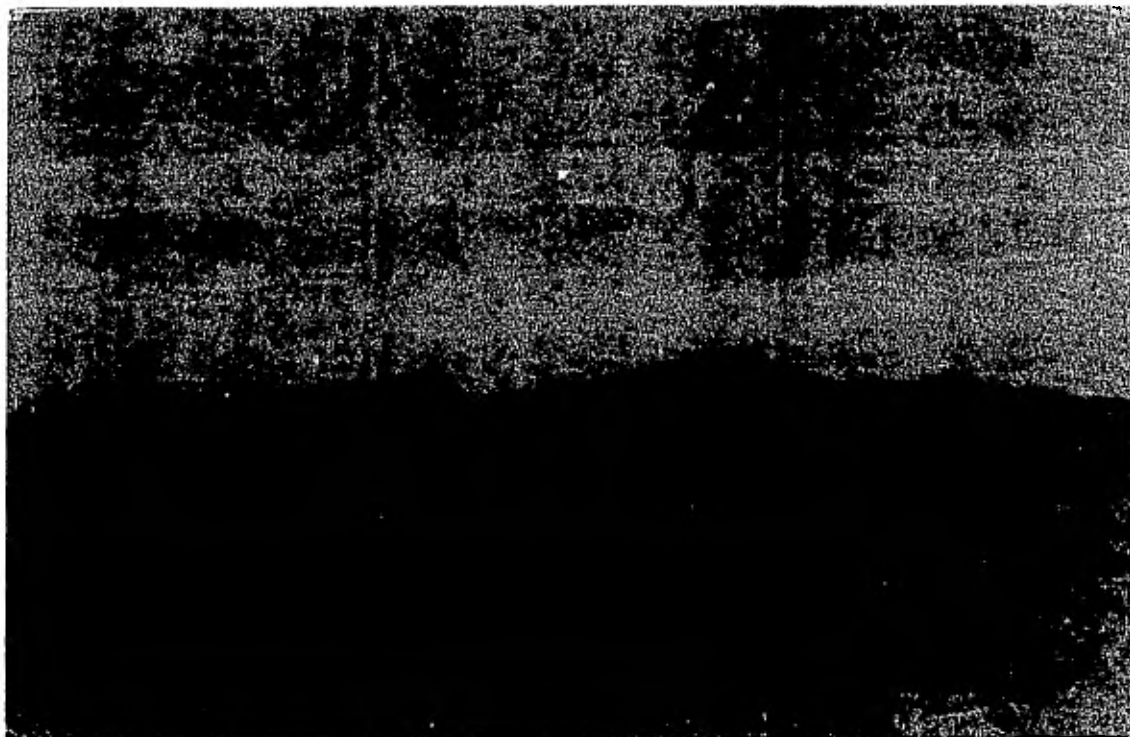
Aridas	52.13%
Semiáridas	30.56%

Total	82.69%
Húmedas y Subhúmedas	17.31%

Todo proyecto gubernamental debe tomar en cuenta las anteriores cifras ya que todas las industrias necesitan agua, poca o mucha pero la necesitan. Estas zonas áridas condicionan y frenan el desarrollo del país, en el sur se hacen captaciones de agua para crear un mayor desarrollo en la industria eléctrica.

ZONAS ARIDAS

La evaporación excede a la precipitación (zonas deficitarias)



Zonas Áridas



Zonas Semiáridas

rias en agua).

ZONAS SEMIARIDAS

Hay un cierto equilibrio entre evaporación y precipitación, puede haber una agricultura de temporal.

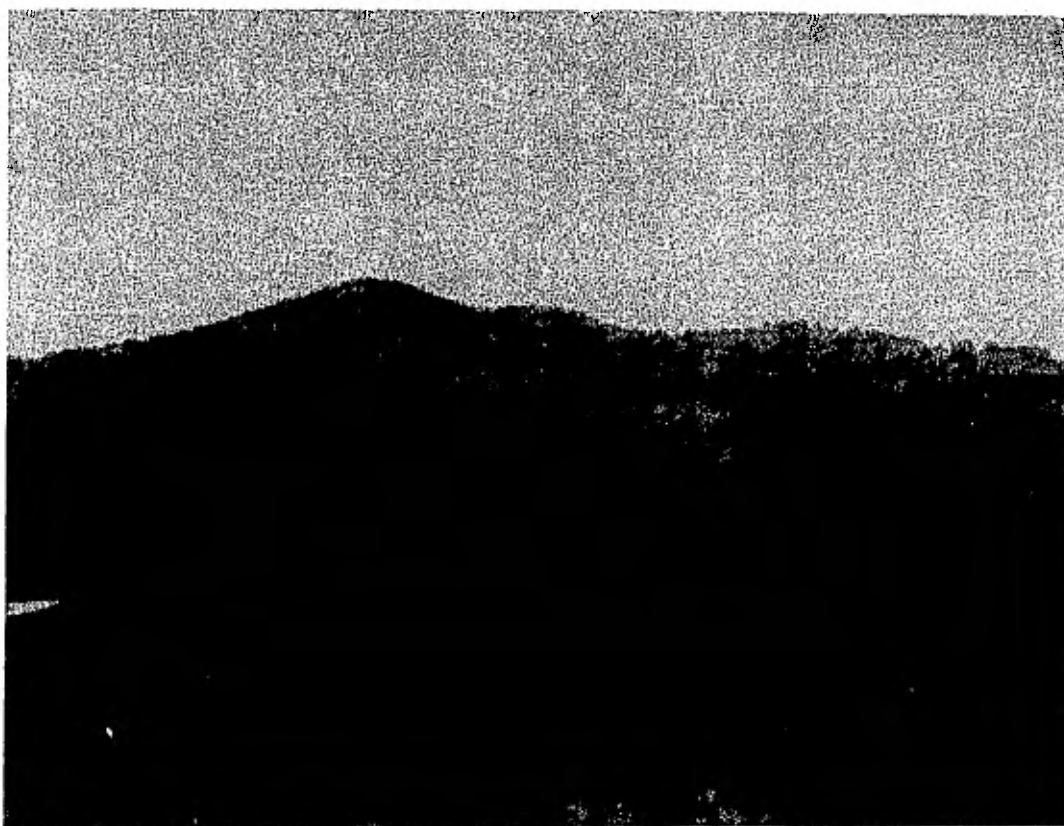
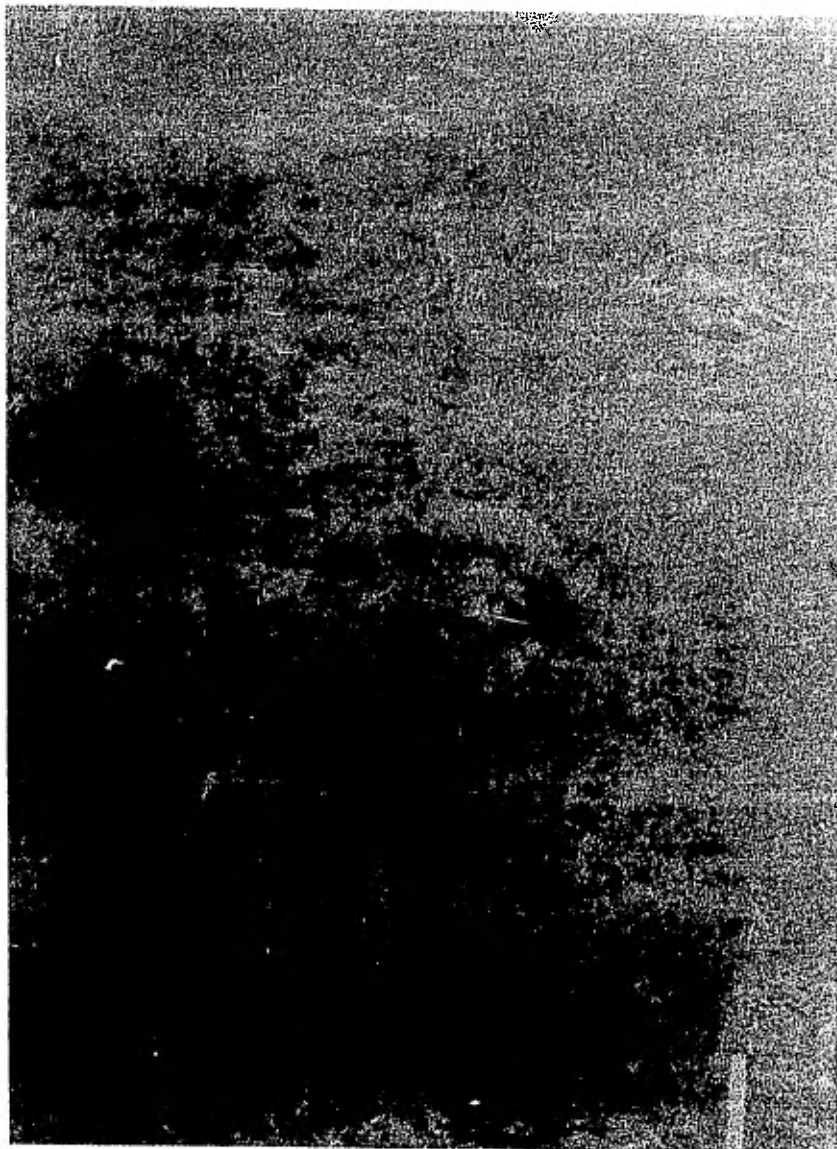
ZONAS HUMEDAS Y SUBHUMEDAS

La precipitación excede la evaporación. La población también debería conocer estas cifras y reforzar las campañas contra el desperdicio del agua, esto ayudaría mucho y principalmente a las gentes que no tienen agua potable cerca de su casa. Son numerosas las poblaciones que acuden a los ríos para el suministro de las aguas que necesitan para el alimento y los menesteres domésticos. Unas aguas corrientes por no poseer las condiciones mínimas de potabilidad, esto es, por contener materias orgánicas y un total de sustancias disueltas superior a 0.5 gr por litro, debieran ser proscritas para el consumo. No obstante, en muchos casos y por imperiosa necesidad, numerosos poblados mexicanos se ven obligados a abastecerse de los mismos.

Por lo tanto, todavía buena parte de los mexicanos no gozan de ese primordial servicio, que es urgente proporcionarles; el problema es más agudo en el campo por las altas tarifas que es necesario pagar.

Zonas Húmedas

(Cañón del Sumidero, Chis)



Zonas Subhúmedas

(Sistema Volcánico Transversal Mich.)

APROVECHAMIENTO RACIONAL DEL AGUA

Debemos entender que el agua no solo no debe de tirarse, sino que debe ser reutilizada, o sea que se le de un tratamiento para regar cultivos; a las aguas negras se les puede reciclar artificialmente para utilizarlas nuevamente y se podrían sacar grasas y fertilizantes y otras sustancias aprovechables.

Demanda de agua para una población de 72 millones de habitantes:

CLASIFICACION	% DE POBLACION C/INSTALACION	VOLUMEN m ³ 1 HAB/DIA	VOLUMEN EN MILLO- NES m ³
Usos urbanos y poblacion rural	90	0.5	4 500
Usos Agrícolas	90	2.5	63 900
Usos Industria- les	90	1.2	30 700
Total demandas	90	4.2	106 100
Agua disponible (escurrimientos)		14.2	360 000

La cantidad de agua de que disponemos es poca por características geográficas y de relieve, además de la gran evaporación. El SE no es ni la cuarta parte del territorio nacional y ahí encontramos los mayores recursos hidrológicos de México. La única manera de dar agua al D.F. es trayéndola de otros lugares y ésto causa desequilibrios ecológicos en donde

es extraída (solucionar un problema creando otro).

La alteración que hace el hombre del ciclo hidrológico y la contaminación son principalmente las causas de la falta de agua y la desertificación de México. Ya se mencionó anteriormente los requisitos de agua para los distintos usos como son urbanos, industriales y agrícolas, a continuación veremos los requerimientos específicos de algunos productos agrícolas, ya que también debemos alimentar a los vegetales para poder consumirlos o utilizarlos como mejor nos sirvan.

Consumo (lámina) de agua en mm; desde la siembra hasta la cosecha.

PRODUCTO	mm REQUERIDOS
Trigo	366 a 760
Cebada	364 a 700
Cítricos y Algodón	500 a 600
Gramineas	548 a 972
Caña de azúcar	408 a 956 (mínimo)
Remolacha	700 a 900
Alfalfa	823 a 914
Sauce, Aliso, Arce	1200 a 1500

REQUERIMIENTO DE AGUA EN LA AGRICULTURA DE RIEGO

El cuadro se refiere a 1 tonelada del producto y su requerimiento de agua en metros cúbicos.

Caña de Azúcar	1 000 m ³
Trigo	1 500 "
Arroz	4 000 "
Algodón	10 000 "

REQUERIMIENTO DE AGUA EN LA PRODUCCION INDUSTRIAL

El cuadro se refiere a 1 tonelada del producto y su requerimiento de agua en metros cúbicos.

Aluminio	1 350 m ³
Pasta de papel	350 "
Productos químicos	200 "
Acero laminado	400 "
Refinamiento de azúcar	100 "

CONSERVACION DEL AGUA

El agua debe considerarse de manera muy diferente a los otros recursos ya que ésta no se agota como los otros recursos y aunque el hombre la use mal no se destruye (obedece a la 1a. ley de la Termodinámica, de que la materia no se crea ni se destruye solo se transforma) si no que es alterada y también se altera el ciclo hidrológico como producto de la contaminación.

El hombre sólo usa las aguas superficiales (ríos y lagos) y en cifras unicamente es el 3% del capital hidrológico; existen factores limitantes que el hombre tiene que vencer pa

ra poder utilizar el agua y uno de ellos es la desalinización del agua de mar, pero no debe forzar el ciclo hidrológico para que haya más agua en circulación en este ciclo.

Existen tres usos primordiales del agua y la mejor manera de conservar el recurso es:

USOS DOMESTICOS Y URBANOS:

- a) Cuantificar el agua de que se dispone, mejorar los métodos cuantitativos de lluvia, ríos y corrientes subterráneas; darle mayor atención a los aspectos geofísicos, meteorología, estaciones hidrométricas, etc.
- b) Conocer la población de un lugar para saber cuanta agua le corresponde a cada habitante, para que no exista déficit y no alterar los ciclos hidrológicos de otros lugares, esto se puede lograr construyendo plantas potabilizadoras de agua sin que esto implicara mayores gastos de agua.
- c) Que la red de distribución de agua no tenga fugas y que haya revisiones periódicas para evitar las fugas en las casas.

Los tres principales contaminantes del agua de uso doméstico son:

Detergentes, Grasas y Desechos Orgánicos

Es fácil descontaminar el agua que tiene desechos biológicos pero muy difícil extraerle desechos químicos; el agua se regenera por sí sola, pero debido a la gran cantidad de contaminantes el hombre tiene que ayudarle a esta regeneración; se debe aprovechar el agua de las precipitaciones para usos agrícolas o en usos urbanos que no requieran que sea potable el agua utilizada.

El agua para usos domésticos debe ser de la mejor calidad ya que es la que va a consumir la población humana, debe ser potable y no químicamente pura ya que para que sea absorbida por el cuerpo debe contener en solución ciertas sales minerales y carecer de ciertos microorganismos patógenos. Las ciudades se aprovisionan de manantiales, pozos y hasta de ríos, en México la industria prácticamente ha contaminado a todos ellos.

USOS AGRICOLAS:

- a) Cuantificar el agua disponible para riego, cambiar los sistemas de riego más adecuados a una política conservacionista. Los sistemas de riego por aspersión y por surcos de inundación desperdician mucha agua, uno de los mejores sistemas de riego es por goteo, pues la evaporación es mínima. En zonas áridas deben hacerse estudios antes de implantar el sistema de goteo para evitar problemas.

- b) No utilizar en grandes cantidades fertilizantes, pesticidas no biodegradables (como el D.D.T.) estas aguas son muy difíciles de descontaminar ya que tiene una gran dispersión y no hay manera de recolectarla para tratarla en una forma efectiva.
- c) Evitar la deforestación, la sobreexplotación de los recursos subterráneos, cuidar el suelo, evitar la agricultura nomádica de temporal y el sobrepastoreo.
- d) No propiciar la construcción de grandes presas y sistemas de riego muy extensos, ya que pueden alterar el ciclo hidrológico del lugar. Lo que se debe hacer son pequeños reservorios de agua y pequeños sistemas de riego por goteo para evitar que la excesiva evaporación del agua provoque la salinización del suelo.

PRACTICAS AGRICOLAS ESPECIFICAS DE CONSERVACION DEL AGUA

- 1.- Estudios previos de la capacidad de retención del agua en el suelo.
- 2.- Riego nocturno: del ocaso hasta las 22 hrs. para evitar las bajas temperaturas de la madrugada, y así la congelación de las plantas.
- 3.- Reducción del riego por canales o inundación.
- 4.- Riego por goteo
- 5.- Riego por abajo de la superficie del suelo
- 6.- Reposición del agua en el suelo

- 7.- Control de pérdidas por infiltración
- 8.- Control de pérdidas por evaporación utilizando riego nocturno
- 9.- Pequeña irrigación
- 10.- Construcción de pequeños reservorios con infiltración con
trollada
- 11.- Agregado de sustancias para control de evaporación en los grandes depósitos de agua (presas).

La desalinización es la forma más segura de obtener agua para usos agrícolas, la agricultura de México es extensiva y no intensiva, por lo que para aumentar la producción del campo mexicano, es necesario proporcionar riego a las zonas de temporal.

Se debe recurrir a la geofísica para hacer estudios, para localizar sitios en donde la cavernosidad del subsuelo permita utilizarlo como almacén, ya sea en regiones de caliza o que tuvieron intensa actividad volcánica; todos los "reservorios" deben estar impermeabilizados para evitar pérdidas por infiltración.

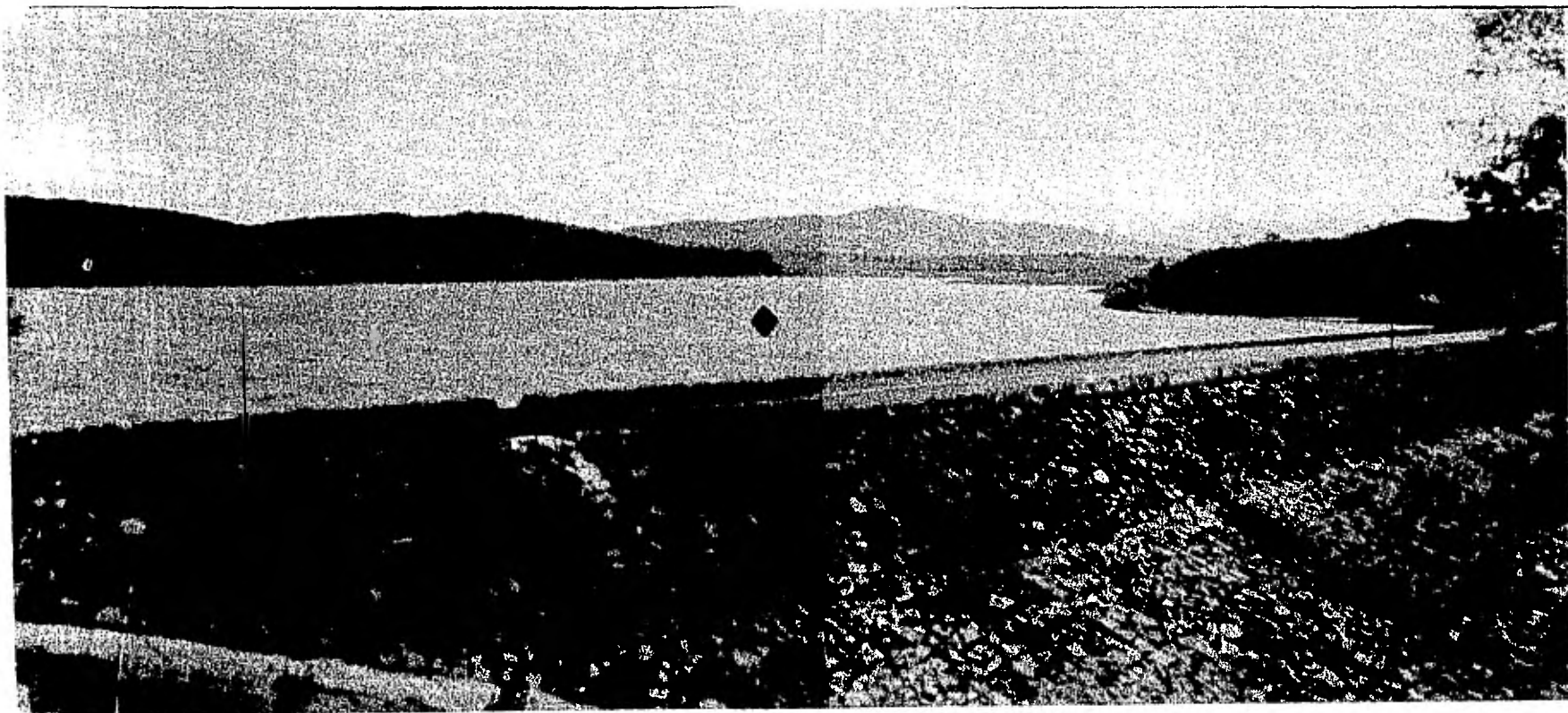
USOS INDUSTRIALES:

El agua para la industria es absorbida en grandes cantidades aunque esto es variable y son las fábricas de productos químicos, insecticidas, etc., las que más contaminan los ríos.

Aquí en México no se acatan debidamente las leyes de con



Evitar la deforestacion y
la agricultura nomádica



Evitar la construcción de grandes
Presas que pueden alterar el ciclo Hidrológico

trol de contaminación y las fábricas devuelven a los ríos el agua con gran cantidad de desechos; como ejemplo citaré el río Lerma, que poco después de su nacimiento y hasta su salida del Valle de Toluca, cambia hasta 10 veces de color desde el rojo hasta el violeta, pasando por el negro, blanco, verde, etc.

Todo lo que hay que hacer para evitar esto es: conservar y descontaminar el agua, colocar plantas de tratamiento de agua en cada fábrica y que esa agua sea reciclada para utilizarla indefinidamente en la misma fábrica o que por lo menos la arrojaran a los ríos lo más limpia posible para que más adelante pueda utilizarse y darle su mejor uso para bien de todas las poblaciones que están viviendo a expensas de los ríos cercanos.

C O M E N T A R I O S

La influencia del agua en el habitat humano es primordial: modifica el clima y su presencia determina la posibilidad de la existencia de vida, animal o vegetal; se puede decir que cualquier persona sabe que sin agua no podría vivir, pero generalmente desconoce la magnitud de la influencia que tiene ésta en el medio que le rodea.

El agua, en estado libre, la encontramos como líquido, como sólido o como gas (vapor de agua), y es precisamente por lo que influye tanto: como gas determina regiones secas o húmedas, ayuda a regular las temperaturas diarias y estacionales, así como también los regímenes lluviosos y por ejemplo, si en un área hay mucha evaporación, habrá mucha humedad ambiental y formación de nubes que en parte se precipitara como lluvia en la misma zona, pero otra parte de esas nubes

será arrastrada por el viento a otras zonas, en las que de encontrar atmósfera seca tal vez sólo humedezca el ambiente, sin llegar a precipitarse en forma de lluvia. Realmente es muy complejo el comportamiento atmosférico del vapor de agua, pues intervienen además muchos otros factores tales como: insolación, temperatura, estación del año, viento, altitud y relieve de la zona, etc.

En estado sólido, hielo, la influencia del agua en los climas es definitiva, pues es ampliamente conocido el hecho de que el hielo de los casquetes polares genera masas de aire frío, húmedo, o desequilibrios eólicos, etc. que causan alteraciones del clima a nivel mundial.

En estado líquido, las masas de agua, mares o grandes lagos, hacen menos extremo el clima.

Bosquejada a grandes rasgos el comportamiento general del agua y sin necesidad de ahondar detalles, queda evidente la tremenda importancia de la presencia de ésta tanto en la atmósfera como en la superficie.

En otro enfoque, el agua superficial también obra de manera directa sobre la vida. Al infiltrarse en el subsuelo, forma corrientes que pueden aflorar en un río; el agua que no se infiltra, erosiona el suelo por donde corre, modifica el relieve, y modifica el suelo, pues si erosiona lo

empobrece y si deposita, lo enriquece; tal era el caso del río Nilo en Egipto, que inundaba grandes zonas en las que el limo que sedimentaba hacía que se produjesen cosechas óptimas, y actualmente, con la construcción de la Presa Azuán, se desarrollan más áreas agrícolas por riego, sin esperar las inundaciones cíclicas del río.

El hombre ha aprendido a usar en diversas formas el agua superficial; mediante la construcción de presas, la aprovecha para riego, para producir electricidad y, mediante plantas potabilizadoras, para uso doméstico. En las zonas donde la densidad de población no haría costeable una presa, o bien por la escasez de lluvia, la necesidad de agua hace que se recurra a la excavación de pozos a fin de aprovechar los mantos freáticos.

La agricultura depende totalmente del recurso hídrico, es decir, si hay agua, hay buena cosecha. A tal grado es importante que se desarrollan enormes sistemas de conducción desde las presas hasta donde se pueda cultivar el suelo, siendo frecuente que la distancia entre la presa y la zona de cultivo sea hasta de cientos de kilómetros.

Como se ha expuesto, realmente toda manifestación y mantenimiento de vida dependen del agua, pues aún sin otro uso más que el de beberla, para el hombre es imprescindible; para producir alimentos para los humanos y para los animales

de los que posteriormente también se alimentan los primeros. El hombre también necesita agua, y no existe ningún sustituto.

Tan grande es la importancia del agua para el hombre, que éste ha creado muchas disciplinas para conocer el planeta y a recurrido a éstas para poder hacer un mejor uso de ella tales como: Agronomía, Meteorología, Geología, Hidráulica, Ingeniería Industrial, etc.

C A P I T U L O II

S U E L O

SUELO

ASPECTOS GENERALES:

Suelo: capa diferenciada del resto del material geológico de la corteza y que es capaz de soportar vida vegetal. No todas las tierras emergidas son suelo, ni las que están cubiertas por hielo o alguna delgada capa de agua, sólo en casos especiales como los pantanos.

Los suelos no pueden tener más de 600 millones de años ya que no existía la suficiente cantidad de vida en las tierras emergidas para que con sus restos empezaran a formar un suelo.

En el suelo hay materia orgánica viva y materia orgánica muerta, la evolución del suelo no es estrictamente geoló-

gica. La evolución de un suelo se divide en dos etapas:

GEOLOGICA, muy larga en la que entran en juego diversos factores que actúan a largo plazo.

EDAFOLOGICA, es más corta comparándola con la geológica, actúan diversos factores como son: Tiempo, Clima. Vegetación, Material de Origen y Relieve.

Un buen suelo agrícola debe tener como promedio 2.00 m de profundidad, que por lo regular encontramos en depresiones, y con una cantidad de humus (materia orgánica incorporada al suelo) que no debe ser mayor al 10% del volumen total del suelo.

HORIZONTES

En general, todos los perfiles de suelos presentan dos ó más horizontes principales. A continuación se describen brevemente estos horizontes:

- 0 Horizontes orgánicos de suelos minerales. Subhorizontes:
- (1) formados o en formación en la parte superior de los suelos minerales encima de la parte mineral;
 - (2) dominados por materia orgánica fresca o parcialmente descompuesta; y
 - (3) conteniendo más del 30% de materia orgánica la fracción mineral contiene más del 50% de arcilla o más del 20% de materia orgánica, si la fracción mine-

ral no tiene arcilla. Un contenido intermedio de arcilla requiere un contenido proporcional de materias orgánicas.

A Horizontes minerales que constan de: (1) subhorizonte de acumulación de materia orgánica formados o en formación en la superficie o adyacentes a ésta; (2) subhorizonte que ha perdido arcilla, hierro o aluminio, con una concentración resultante de cuarzo u otros minerales resistentes, del tamaño de partículas de arena y limo; ó (3) subhorizonte dominado por (1) ó (2) en la parte superior, pero de transición a un horizonte B ó C subyacente.

B Horizontes en los cuales la característica o características dominantes son una ó más de las siguientes: (1) una concentración iluvial de silicatos arcillosos, hierro, aluminio, solos o en combinación; (2) una concentración residual de sesquióxidos o silicatos arcillosos, solos o mezclados, los cuales se han formado por medios diferentes a la solución y eliminación de carbonatos o sales más solubles; (3) capas de sesquióxidos adecuados para dar colores más rojos, más fuertes y más oscuros que los horizontes superiores e inferiores; ó (4) una alteración de material desde su condición de origen que modifica la estructura original de la roca, que forma los silicatos arcillosos, libera óxidos, o ambos, y que forma

una estructura granular, en bloques o prismática, si la textura es tal que los cambios en el contenido de humedad están acompañados por cambios en volumen.

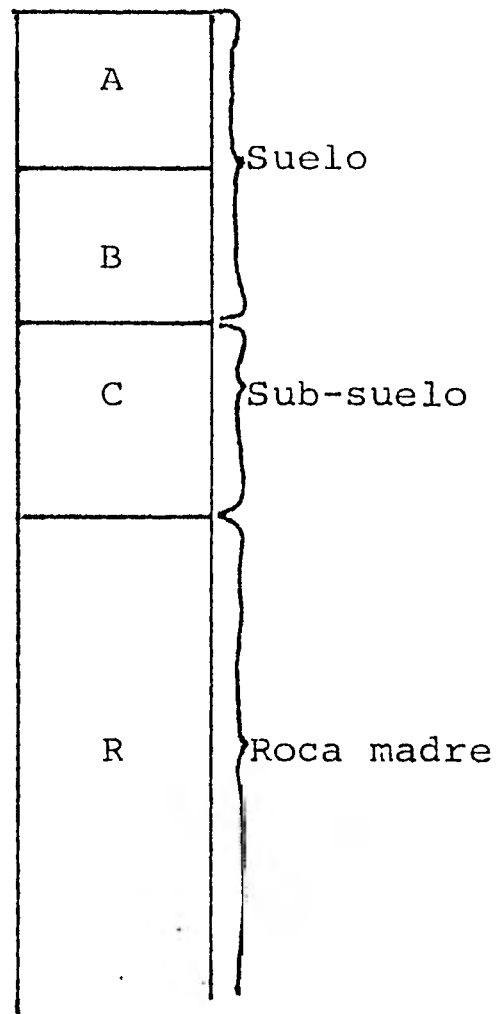
- C Un horizonte mineral o capa, excluyendo la roca madre, que es similar o diferente del material del cual se presume que se formó el solum, sólo ligeramente afectado por procesos pedogenéticos y que no tiene propiedades de los horizontes A o B.
- R La roca sólida consolidada en la parte inferior, tal como granito, arenisca o caliza.

SUBDIVISIONES DE LOS HORIZONTES PRINCIPALES

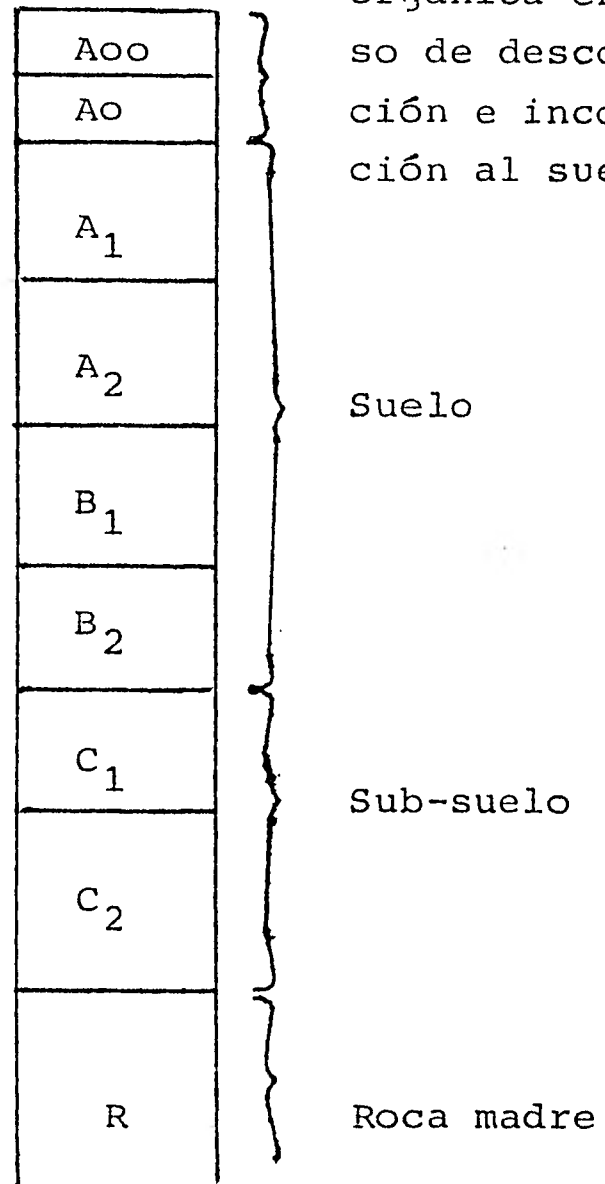
Los horizontes principales comúnmente tienen una o más subdivisiones, las cuales están indicadas por números. Por ejemplo, 01 se refiere a la capa de materia orgánica sin descomponer de hojas y ramas. En el 02 únicamente se encuentra materia orgánica parcialmente descompuesta.

La capa en la cual las partículas minerales predominan y persiste el color oscuro de la materia orgánica se denomina horizonte A1. Por el contrario, la capa A2 es comparativamente de color claro y muestra los máximos efectos de lavado o eluviación (lavado hacia afuera).

El horizonte de acumulación o eluviación se designa téc-



PERFIL DE UN SUELO MADURO



PERFIL DE UN SUELO MADURO QUE HA SUFRIDO TODO EL PROCESO DE SU FORMACION

nicamente como horizonte B. Frecuentemente se subdivide en las secciones B1, B2 y B3, dependiendo del grado de acumulación evidente. Nótese que los horizontes A y B en conjunto constituyen el solum.

En algunas ocasiones ni el horizonte A2 ni el horizonte B son perceptibles. Una alta capa freática que ha limitado la actividad de los agentes del intemperismo, una precipitación escasa y un periodo comparativamente corto de actividades de los procesos formadores del suelo, son algunas de las condiciones que dan lugar a este tipo de perfil.

Las características adicionales de los horizontes se indican mediante el uso de letras minúsculas. Por ejemplo, en terrenos cultivados, la capa superficial original ya no se encuentra y posiblemente el horizonte 0, junto con los horizontes A1 y A2, se han mezclado para formar la capa arable. Esta capa se ha designado como Ap, para indicar alteración por cultivo o pastoreo. En el horizonte B, la zona de acumulación puede tener un alto contenido de óxido de hierro o de arcilla. La zona de máxima acumulación de arcilla en un suelo, comunmente se denomina B2t; la t indica arcilla de iluvación. Los podzoles, por lo general, tienen un horizonte Bir, que indica hierro de iluvación; cuando el óxido de hierro y el humus se han acumulado en el mismo horizonte, se le denomina horizonte Bhir, el humus de iluvación está indicado por

el "símbolo" h. Las otras características de los horizontes de diagnóstico están indicadas como sigue:

- b Horizonte de suelo enterrado
- ca Una acumulación de carbonatos alcalinotérreos, comúnmente de calcio
- cs Una acumulación de sulfato de calcio
- cn Una acumulación de concreciones
- f Suelo congelado
- g Fuerte gleización
- m Fuerte cementación, endurecimiento
- sa Una acumulación de sales más solubles que el sulfato de calcio.
- si Cementación por material silicatado, soluble en álcali
- x Característica de "fragipan" (una capa firme, quebradiza y de alta densidad).

El horizonte 01 en suelos de los bosques, frecuentemente se denomina como capa L o capa de residuos orgánicos y el horizonte B2 como la capa F, si la estructura de la materia orgánica es evidente, o la capa H, si la materia orgánica es amorfa.

PROCESOS DE LA DIFERENCIACION DE HORIZONTES

La génesis del suelo o diferenciación de horizontes incluye procesos que pueden verse como adiciones, pérdidas, transformaciones o translocaciones. Las plantas y los animal

les encuentran su habitat en todos los suelos y vienen a ser una parte de la fracción orgánica.

El carbono de la materia orgánica se pierde del suelo como dióxido de carbono resultante de la descomposición microbiana. El nitrógeno se transforma de formas orgánicas a inorgánicas. Más aún, la materia orgánica está sujeta a translocación de un lugar a otro en el suelo por medio de la actividad de los animales y por el agua.

Los constituyentes minerales sufren cambios que pueden ser considerados similares. En todos los suelos, los minerales se intemperizan con la formación simultánea de minerales secundarios y otros compuestos de solubilidad variable, la cual puede moverse de un horizonte a otro.

La gran variación de suelos en el mundo es el resultado de las variaciones en intensidad y el tiempo en que los procesos han operado, y no de la operación de muchos procesos específicos diferentes.

EL DESARROLLO DEL SUELO EN RELACION AL TIEMPO

Estados principales en el desarrollo de un suelo:

El material de origen puede transformarse en un suelo joven o inmaduro en un período de tiempo relativamente corto, si las condiciones son favorables. Este estado se caracteri-

za por la acumulación de materia orgánica en la superficie del suelo y por poco intemperismo, lavado o translocación de coloides. Sólo se encuentran presentes los horizontes A y C y las propiedades del suelo han sido heredadas en su mayor parte del material de origen (suelos de ando).

El estado maduro se obtiene con el desarrollo del horizonte B. Eventualmente, si transcurre el tiempo suficiente, el suelo maduro llega a ser muy diferenciado, en tal forma que existen grandes diferencias en las propiedades de los horizontes A y B.

Este es el estado de edad avanzada (viejo). Muchos suelos con "clay pan" (capa arcillosa) son características del grupo de "edad avanzada" y tienen baja fertilidad y productividad.

La productividad natural más alta se encuentra en los suelos maduros e inmaduros.

TIEMPO NECESARIO PARA EL DESARROLLO DEL SUELO

Una pregunta que tiene muchos aspectos interesantes es: "¿Cuánto tiempo es necesario para formar un centímetro de suelo o para que se desarrolle un suelo?".

Para el desarrollo a partir de una roca dura, el tiempo puede ser muy grande. Por otra parte, el desarrollo puede

ocurrir rápidamente en material permeable, no consolidado y en un clima húmedo y caliente. El crecimiento de las plantas puede ocurrir en un material de origen expuesto recientemente en tal forma que el desarrollo del suelo no necesita preceder al crecimiento de las plantas. Este aspecto es fácil de observar en los cortes sobre las carreteras, en las que sobre el material de origen expuesto recientemente crece la vegetación. Por lo tanto, la respuesta a la pregunta depende parcialmente del conocimiento de la naturaleza del material a partir del cual se desarrolla el suelo.

A partir de depósitos de loess, glaciales, volcánicos y otros no consolidados, un Entisol (Regosol) puede desarrollarse en menos de 100 años. En Alaska, se han encontrado suelos maduros Spodosoles (Podzoles) que tienen cerca de 1 000 años.

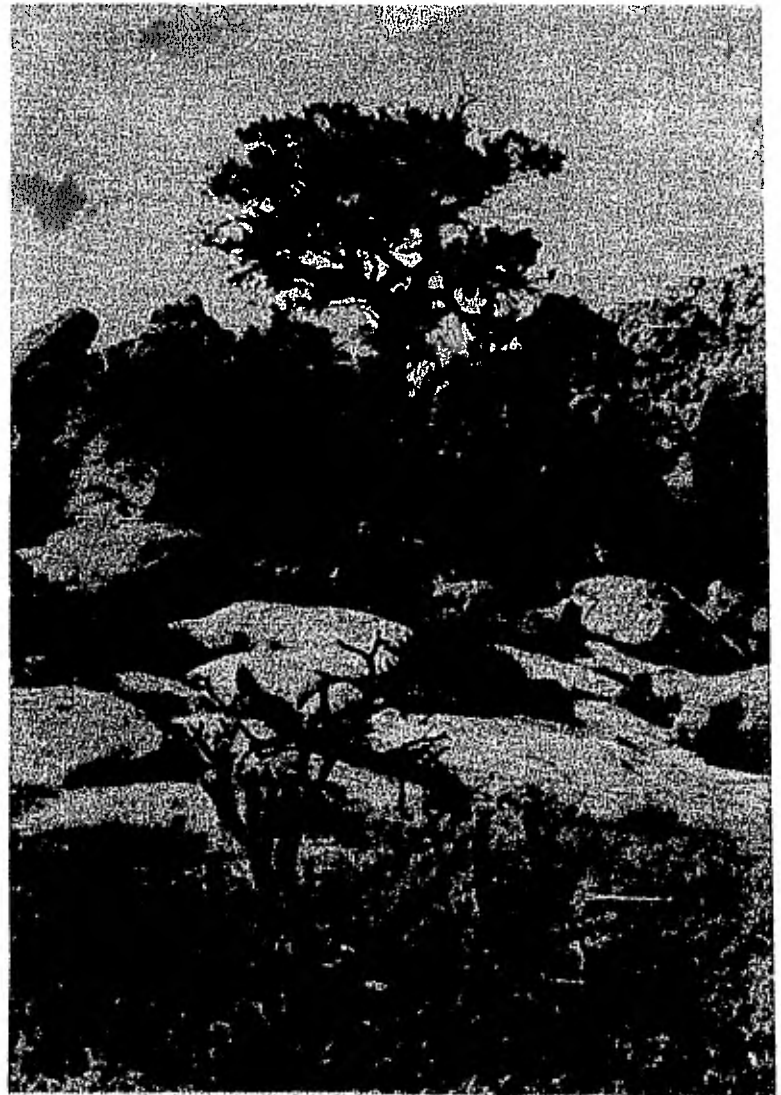
En el fuerte Kamenetz, en Ucrania, los suelos recientes de 10 a 40 cm de espesor se han desarrollado a partir de lasas calizas desde que fue abandonado el fuerte en 1699. Sobre los materiales del glacial tardío de Wisconsin, los cuales tienen cerca de 10 000 años, la mayor parte de los suelos se encuentran en el estado maduro y raramente se hallan Planosoles.

La aridez y la rápida eliminación del suelo por erosión en pendientes fuertes, pueden retrasar o evitar el desarrollo de los suelos maduros. Desde luego, está claro que la velo-



Los climas secos, vegetación de pastos y material impermeable, retrasan el desarrollo de horizontes.

La aridez y la rápida eliminación del suelo por erosión, evitan el desarrollo de suelos maduros.



cidad de desarrollo varía mucho de un suelo a otro. Un período de tiempo determinado puede producir fuertes cambios en un suelo y muy pocos en otro.

Por esta razón, la madurez del suelo está expresada por el grado de desarrollo de los horizontes más que por el número de años. Las condiciones que aceleran la velocidad de desarrollo del suelo son: Clima caliente y húmedo; vegetación de bosque; material permeable, no consolidado y bajo contenido de cal; y relieve plano en lugares bajos con buen drenaje. Las condiciones que retrasan el desarrollo son: Clima frío y seco; vegetación de pastos; material impermeable, consolidado y con alto contenido de cal; y relieve con pendientes fuertes.

DESARROLLO DEL SUELO EN RELACION CON EL CLIMA

La temperatura y la precipitación pluvial son factores climáticos importantes que afectan la formación del suelo. El clima influye también indirectamente, determinando el tipo de vegetación natural.

No es raro que exista mucha similitud en la distribución del clima, la vegetación y los suelos en la superficie de la Tierra.

El clima como un factor en el contenido de materia orgánica en los suelos:

El contenido de la materia orgánica en los suelos representa el equilibrio entre la adición y la descomposición. De acuerdo con esto, los factores del clima que afectan la cantidad de materia orgánica desarrollada en el suelo o incorporada a éste y la actividad de los organismos que la descomponen determinan la cantidad acumulada. Los estudios han demostrado que al aumentar la temperatura media anual en tanto que la humedad y otras relaciones permanecen constantes, el contenido de materia orgánica disminuye en los suelos de características semejantes y cubiertas por el mismo tipo de vegetación. La reducción es un poco mayor en suelos con pastos que en terrenos forestales, no es válido extrapolarla a las regiones ecuatoriales. Muchos suelos en los trópicos húmedos tienen altos contenidos de materia orgánica.

Por el contrario, un incremento en el abastecimiento de humedad cuando la temperatura permanece constante, trae como resultado un aumento en el contenido de materia orgánica en terrenos cuya cubierta vegetal y las características de los suelos son similares. Igual que en el caso anterior, el cambio es más pronunciado en suelos con pastos que con cubierta forestal.

Indirectamente, la precipitación pluvial tiene otro efecto; a través del lavado o lixiviación: ocasiona que el pH de las capas superficiales sea de 4.5 ó menos (el aumento de

agua diluye las sales). Bajo estas condiciones la descomposición microbiana de la materia orgánica llega a ser tan restringida, que los residuos agregados en la superficie del suelo, se acumulan en lugar de descomponerse. En gran parte, a esto se debe la presencia de notables horizontes 0 en algunos suelos de bosques.

EL DESARROLLO DEL SUELO EN RELACION CON LA VEGETACION

La vegetación natural puede dividirse en dos clases generales: Leñosa y Herbacea, y los suelos que la sostienen se denominan, suelos forestales y suelos de pastizales, respectivamente. Hay algunas características en los suelos desarrollados en asociación con pastos que son de gran significado agrícola.

Diferencias en el ciclo de nutrientes:

Las plantas absorben los nutrimentos del suelo y los transportan a todos los órganos de las mismas. Cuando las hojas y ramas mueren y caen sobre la superficie del suelo, la descomposición de la materia orgánica libera los nutrimentos en una autofertilización. Las bases que regresan a la superficie del suelo de esta manera retardan la pérdida de bases intercambiables por lavado y el desarrollo de la acidez del suelo.

Se han establecido claramente las amplias diferencias

en la absorción de iones y, en consecuencia, en la composición química de los tejidos de las plantas. Aún entre árboles de la misma especie existen grandes diferencias, y éstas desempeñan cierto papel en el desarrollo del suelo. Las especies que normalmente absorben grandes cantidades de carbonatos alcalinotérreos y metales alcalinos, retrasarán el desarrollo de la acidez del suelo, debido a la gran cantidad de residuos vegetales que retornen a la superficie del suelo.

Los árboles mantienen un pH mayor y un porcentaje más elevado de saturación de bases que los arbustos, cuando crecen sobre el mismo material de origen y con la misma composición mineralógica.

Tasa de eluviación y lavado:

Dos puntos importantes sobresalen al resumir las diferencias entre suelos con cubierta forestal y con cubierta de pastos. Los primeros contienen el 50% de materia orgánica en el solum comparada con los suelos con cubiertas de pastos y se encuentra distribuida verticalmente con menos uniformidad. Por lo general los suelos con cubierta forestal muestran evidencia de una mayor edad o desarrollo.

Los horizontes del solum son más ácidos y tienen un porcentaje menor de saturación de bases. En estos suelos se ha translocado más arcilla del horizonte A al B. Puede verse

que las diferencias son más bien de grado que de tipo. Esto es la base del punto de vista de que los mismos procesos básicos han operado en ambos casos.

Eventualmente, los dos tipos de suelos pueden evolucionar hasta convertirse en Planosoles y sus diferencias, aunque de importancia agrícola, son menos marcadas. Los suelos pueden llegar a ser casi iguales en su edad avanzada, independientemente de la cubierta vegetal bajo la cual se formaron.

EL DESARROLLO DEL SUELO EN RELACION CON EL MATERIAL DE ORIGEN:

La naturaleza del material de origen tendrá un efecto decisivo sobre las propiedades de suelos jóvenes, y puede ejercer influencia aun sobre los suelos más antiguos. Donde el material de origen se ha derivado de roca consolidada, su formación y la del suelo pueden ocurrir simultáneamente. Las propiedades del material de origen que pueden ejercer una fuerte influencia sobre el desarrollo del suelo incluyen textura, composición mineralógica y grado de estratificación.

La roca consolidada como una fuente de material de origen.

La roca consolidada no es un material de origen, desde un punto de vista estricto, pero sirve como una de sus fuentes. La formación del suelo puede comenzar inmediatamente después de la depositación de ceniza volcánica, pero debe esperar una desintegración física de la roca dura, donde el

granito está expuesto. Durante las primeras fases de la formación del suelo, la desintegración de la roca puede limitar la velocidad y profundidad del desarrollo de éste.

Donde la velocidad de desintegración de la roca excede la velocidad de remoción del material por erosión, los suelos productivos con un "solum" grueso pueden desarrollarse a partir de la roca.

La composición del material de origen es importante

La composición mineral del material de origen tiene mucho que ver con las características del perfil que se desarrolla, cuando menos hasta que el suelo se hace muy viejo. Si el material contiene una gran proporción de minerales aluminosilicatados, los cuales se descomponen con relativa facilidad, habrá mucha producción de arcilla. Bajo condiciones favorables, algo de la arcilla se acumulará en el horizonte B, produciendo un subsuelo de textura más fina.

Por otra parte, si el material de origen está compuesto casi en su totalidad de minerales que se intemperizan lentamente como óxidos y sesquioxidos, habrá muy poca formación de arcilla o acumulación de ésta en el horizonte B (iluvial). En la naturaleza encontraremos todas las variaciones posibles entre estos extremos.

Se ha hecho hincapié en que la acidez del suelo promue-



Un suelo sin vegetación es fácil
y rápidamente erosionado

ve la descomposición de los minerales, el cambio de los coloides y el desarrollo completo del perfil del suelo. Por lo tanto, donde el material de origen es calizo, el desarrollo del suelo se retarda y se mantiene en un estado inmaduro por un período más largo.

La estratificación del material de origen es importante.

Hasta ahora se ha supuesto que el material de origen era uniforme en toda la profundidad. Sin embargo, los suelos desarrollados sobre sedimentos depositados por el agua, comúnmente se desarrollan en un material de origen estratificado. La estratificación puede originar que los horizontes del mismo perfil del suelo se desarrollen en capas que tienen texturas y otras características diferentes. Donde existe evidencia de discontinuidad litológica se usan números romanos en la designación de horizontes. La secuencia de horizontes, A1-A2-B1-IIB2-IIB3-IIIC, indicará que hubo tres materiales de origen en los horizontes del perfil. Tal secuencia de horizontes podría indicar un caso donde los tres horizontes superiores se desarrollaron de un loess, el B2 y el B3 de un relleno y donde el horizonte C era la roca desintegrada.

Donde las corrientes dividen una área, que tiene como base estratos de diferente composición, quedarán expuestos varios materiales de origen a lo largo de un corte transversal desde la base hasta la parte alta de la colina. Esto da

como resultado el desarrollo de una secuencia de suelos, cuyas diferencias son debidas a las del material de origen. Tal se cuencia de suelos es la litosecuencia.

DESARROLLO DEL SUELO EN RELACION CON EL RELIEVE

El relieve modifica el desarrollo de un perfil en tres formas:

- 1) Afectando la cantidad de precipitación absorbida y retenida en el suelo, e influyendo, por lo tanto, en las relaciones de humedad.
- 2) Afectando la velocidad de eliminación del suelo por erosión.
- 3) Determinando el movimiento de materiales en suspensión y en solución de una área a otra.

Como la humedad es esencial para la acción de los procesos químicos y biológicos del intemperismo y actúa efectivamente en conjunto con algunas de las fuerzas físicas, es claro que una modificación de las relaciones de humedad dentro del suelo influirá materialmente en el desarrollo del perfil. En una región húmeda es notable que con un material de origen de textura fina o media, el suelo en colinas o montículos con fuertes pendientes es diferente del suelo desarrollado en terrenos con poca pendiente o con un relieve ondulado o plano. En los climas áridos, estas diferencias del suelo aso



Los suelos en las pendientes son poco productivos, sin embargo son cultivados sin ninguna técnica de conservación

ciadas con diferencias en pendiente son mucho menos fuertes debido a la ausencia de niveles freáticos cerca de la superficie en áreas más planas.

La pendiente como un factor en el desarrollo del suelo:

En terrenos con pendientes fuertes, la eliminación continua de la capa superficial por erosión mantiene expuestos los horizontes inferiores y modifica el perfil. En consecuencia los suelos en terrenos con pendientes fuertes tienen un solum más delgado, con menor contenido de materia orgánica y con horizontes menos marcados, que en los suelos con relieve ondulado o plano, cuando el nivel del agua freática está por debajo del solum. Estas diferencias en el perfil debidas a la pendiente, son menos acentuadas en los suelos desarrollados sobre material de origen de textura gruesa en el cual el drenaje interno es muy rápido.

El relieve desempeña un papel indirecto en el desarrollo del suelo, afectando el abastecimiento de humedad aprovechable para el crecimiento de las plantas. También tiene que ver con el valor agrícola de la tierra debido a que está relacionada, no solamente con condiciones internas y externas de drenaje, sino también con la facilidad para realizar operaciones de labranza.

Efecto de las condiciones de drenaje sobre el desarrollo del suelo:

El drenaje influye materialmente en los procesos de formación del suelo. Un drenaje pobre puede tener un efecto aun mayor que un drenaje rápido. La acumulación de materia orgánica por lo general se facilita debido a que se preserva con el agua. También, debido a su posición en las partes bajas del relieve, los suelos con un drenaje pobre reciben tanto materia orgánica como mineral de las laderas adyacentes. En regiones áridas, las sales solubles también se acumulan en áreas que reciben agua de drenaje de los suelos vecinos.

Los colores del material del suelo a poca profundidad, varían entre amarillos, rojos y cafés, indicando buenas condiciones de aereación y oxidación; y cambian a pardos y amarillos moteados que resultan de la reducción química donde el drenaje es pobre. El horizonte de eluviación se modifica o puede no presentarse debido a un lento o poco frecuente movimiento hacia abajo del agua, y el horizonte B es a menudo reemplazado por un horizonte gris o gris azulado, conocido como Bg o capa de gley. En esta capa, el hierro se reduce a la forma ferrosa en la presencia de materia orgánica para producir colores grises.

Como resultados de las diferencias en relieve y drenaje o a ambas, los perfiles de suelos desarrollados en materiales de origen similar, de la misma edad y dentro de una región siempre varían mucho.

Al grupo de suelos desarrollados bajo tales condiciones y mostrando dichas variaciones en las características del perfil, se le denomina catena o toposcuencia de suelos.

Localmente, el relieve es tal vez el factor que más frecuentemente causa diferencias del suelo. Los materiales maternos, y en una menor extensión la vegetación, también causan diferencias locales del suelo.

CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO

El suelo contiene agua en tres diferentes formas:

- 1.- Agua higroscópica
- 2.- Agua capilar
- 3.- Agua de gravedad

AGUA HIGROSCOPIA:

Es una película de agua que se adhiere al suelo con una presión de muchas atmósferas, esta agua se puede retirar de las partículas del suelo aplicándole 100°C ó más de temperatura al suelo para que la pierda por evaporación.

AGUA CAPILAR:

Llena los huecos, oquedades y espacios porosos que dejan las partículas del suelo, es capaz de moverse en todas direcciones, incluso contra la gravedad. Puede llegar a saturar

un suelo aunque la cantidad contenida varía según el clima de la región, tipo de suelo, vegetación, etc.; esta agua es la de más importancia para la vegetación ya que se puede decir que es la reserva de ésta en época de secas.

AGUA DE GRAVEDAD:

Una vez que el suelo está saturado, los excedentes de agua se infiltran o percolan para incorporarse a las aguas subterráneas.

Existen diferentes tipos de suelo dependiendo del relieve y el lugar donde se localicen dentro de la pendiente, a mayor pendiente menor el espesor del suelo.

SUELOS COLUVIALES:

Son todos los suelos que están en pendiente.(1)

SUELOS ALUVIALES:

Son suelos coluviales que han llegado al fondo o a la base del lugar del que fueron transportados por el agua en movimiento (escurrimientos).(1)

SUELOS LACUSTRES:

Son producto del acarreo de materiales por las aguas corrientes y que llegan a una zona en que las corrientes no son muy fuertes y los materiales se depositan en el fondo (lagos,

presas) y que por cambios geomorfológicos, climáticos, etc., el agua abandona su antiguo lecho y quedan al descubierto este tipo de suelos.(1)

SUELOS EOLICOS:

Son producto de la acción erosiva y del transporte del suelo que hace el viento. (1)

SUELOS DE MARISMAS O REGIMENES PANTANOSAS:

Regiones de poca pendiente que están permanentemente inundados; en estos suelos la materia orgánica se descompone en el agua y no da lugar al humus sino a carbono y se les llama suelos turbosos, por la gran cantidad de carbono que contienen. (1)

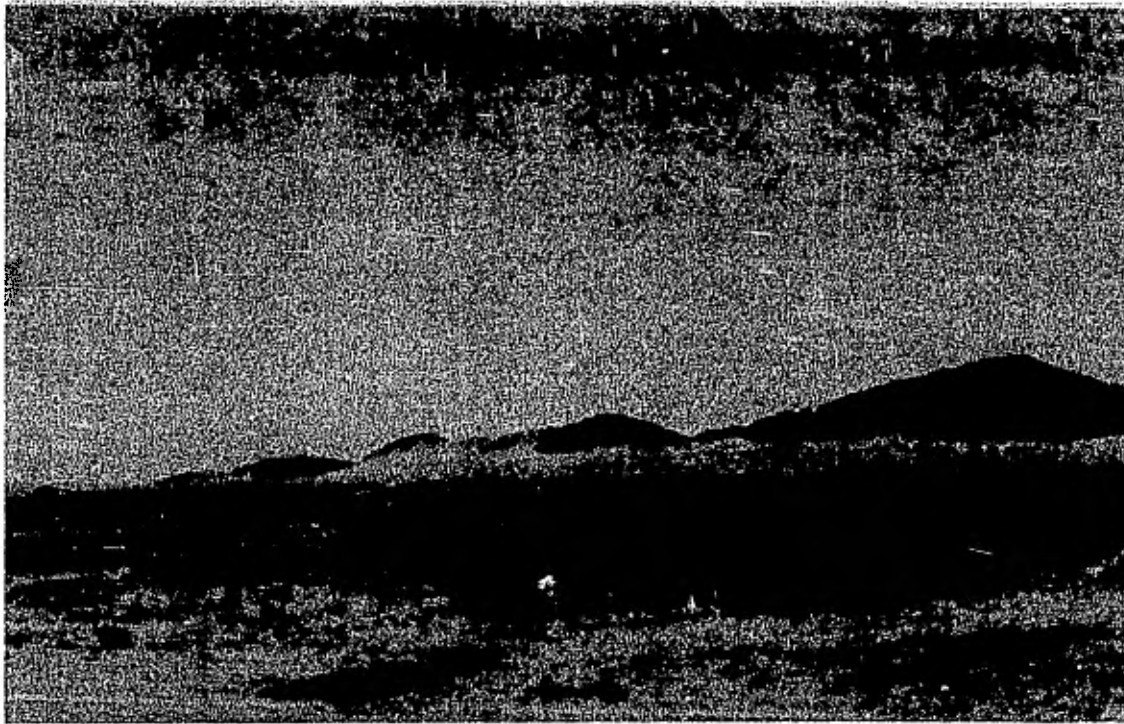
SUELOS INSITU:

Suelos que se encuentran en su lugar de origen, sus materiales primarios ya han sido transformados por los agentes formadores de suelo, tienen poca extensión. (1)

CLASIFICACION DE SUELOS FAO-UNESCO

El análisis mecánico del suelo nos proporciona el porcentaje de arcillas, de limos y de arenas; la composición mi-

(1) Fuente: Apuntes de Edafología y Geografía Biológica. Inéditos. Lic. Mauricio Aceves García



Aquí se pueden observar suelos
de 3 tipos: Coluviales, Aluviales
y Eólicos



Suelos de marismas o regiones pantanosas en el área cubierta de vegetación

neralógica, nos permite cuantificar la cantidad de materia orgánica (humus) en relación con la microflora y microfauna características de cada uno, y nos permite conocer la capacidad de retención de agua, porosidad, estructura, capacidad de cultivo, etc.

La clasificación de la FAO-UNESCO se base en los análisis físicos y mecánicos, pero es una clasificación de laboratorio y no se puede aplicar para clasificar suelos agrícolas.

La que mejor se puede manejar para estos suelos es la que tiene en cuenta los procesos que ocurren en el suelo, es la más geográfica, ya que se basa principalmente en el clima para su clasificación que es como sigue:

Zonales, Intrazonales y Azonales

SUELOS ZONALES

Proceso	Grupo de Suelos	Climas y condiciones en que se forman
Laterización	Lateritas	Af
	Suelos lateríticos (suelos rojos y migajones rojos)	Aw, Am
	Terra rosa	A y C con drenaje fácil
	Suelos amarillos	A y C
	Suelos cafés forestales o podzólicos	D y C bien drenado
Podzolización	Podzoles	D o C
	Suelos de pradera	A
	Suelos negros (chernozem)	Cs
Calcificación	Suelos castaños (Chestnut)	Cs
	Suelos semidesérticos (sierozem)	Cx'
	Suelos desérticos	
	Rendzinas	Que permiten la calcificación

Fuente: FAO-UNESCO

SUELOS INTRAZONALES

Proceso	Grupo de suelos	Climas y condiciones en que se forman
Salinización	Suelos salitrosos (solonchak)	BW y BS con nivel freático alto
Solonización	Suelos tequesquitosos (solonetz)	Floculación de la arcilla
Solotización	Suelos alcalinos degradados (soloti)	Floculación de la arcilla
Gleización	Suelos gleizados Turbosos Tundra	C y D

SUELOS AZONALES

Proceso	Grupo de Suelos	Climas y condiciones en que se forman
Geológico	Litsoles Regosoles Suelos aluviales recientes	Todos los climas

SUELOS ZONALES

SUELOS DE LATERITA:

Son suelos de color rojo, porosos, desprovistos de plasticidad, muy ricos en hierro y que se endurecen al aerearse. Son propios de las zonas tropicales húmedas.

SUELOS LATERITICOS:

Corresponden a los trópicos, se forman en los climas cálidos con alternativas de humedad y sequía, siendo el resultado de una intemperización menos enérgica que la que corresponde a las lateritas. Pueden ser suelos rojos y migajones rojos.

Los primeros son de color rojo, están formados por arcillas en las que escurre rápidamente el agua y contienen caolín. Los migajones rojos muestran una intemperización menos avanzada, formados por arcillas plásticas de tipo silícico, de color rojo, moteadas de amarillo.

SUELOS TERRA ROSA:

Son suelos derivados de rocas calizas, resultado de un proceso de calcificación, que corresponden a regiones tropicales y lluviosas. En estos la materia orgánica se oxida, se desnivelan las bases, se forman soluciones, se disuelve el sílice, y quedan los sesquióxidos que le dan el color late-

rita al suelo. La lexiación no es tan completa como en los lateríticos.

SUELOS AMARILLOS:

• Forman un grupo que puede encontrarse frecuentemente en los climas semicálidos y templados. Constituyen una transición entre los suelos rojos tropicales y los cafés forestales tienen como vegetación dominante las coníferas.

Se les ha encontrado asociados con los migajones rojos, por ello se considera que en general se presentan simultáneamente ambos suelos, los amarillos y los migajones rojos.

SUELOS CAFES FORESTALES:

Deben su nombre a su apariencia y están localizados en las zonas boscosas. En nuestro país, debido a la ausencia de estudios agrológicos en las zonas forestales, no ha sido precisada su área de dispersión, pero es probable que haya suelos cafés forestales en las zonas elevadas y boscosas de nuestras serranías.

SUELOS DE PODZOL:

Se caracterizan porque la parte superior o exterior es de color blancuzco con una cubierta superior de detritus orgánicos y un lecho de color café que reposa sobre el material madre. Por esas circunstancias se le ha dado este nombre, pa

labra que significa "ceniza" o "como ceniza". La lixiviación de sílice y base es poco intensa, por lo que la podzolización es una laterización incompleta. Son suelos pobres, propios para bosques o pastoreo.

SUELOS DE PRADERA:

Son suelos de transición entre los de climas húmedos boscosos y los de clima seco, dominando la cubierta de pastos. Se desarrollan en climas en los cuales la precipitación es todavía suficiente para producir en el perfil del suelo una lixiviación completa de las sales solubles y de los carbonatos; presentan una vegetación dominante de sabana y de pradera de pastos altos.

La vegetación que los cubre, es generalmente tupida de zacates altos de 0.5 a un metro de altura, con un sistema radicular fibroso y abundante.

SUELOS NEGROS:

También llamados chernozem, se forman principalmente en los climas templados semisecos con inviernos fríos y veranos calientes; su vegetación natural, de pradera semidesértica, crece vigorosamente en la primavera y verano gracias a las temperaturas altas y a la humedad adecuada; muere con la sequía o al presentarse el invierno. Son suelos de gran valor agrícola.

SUELOS CASTAÑOS, TAMBIEN LLAMADOS CHESTNUT:

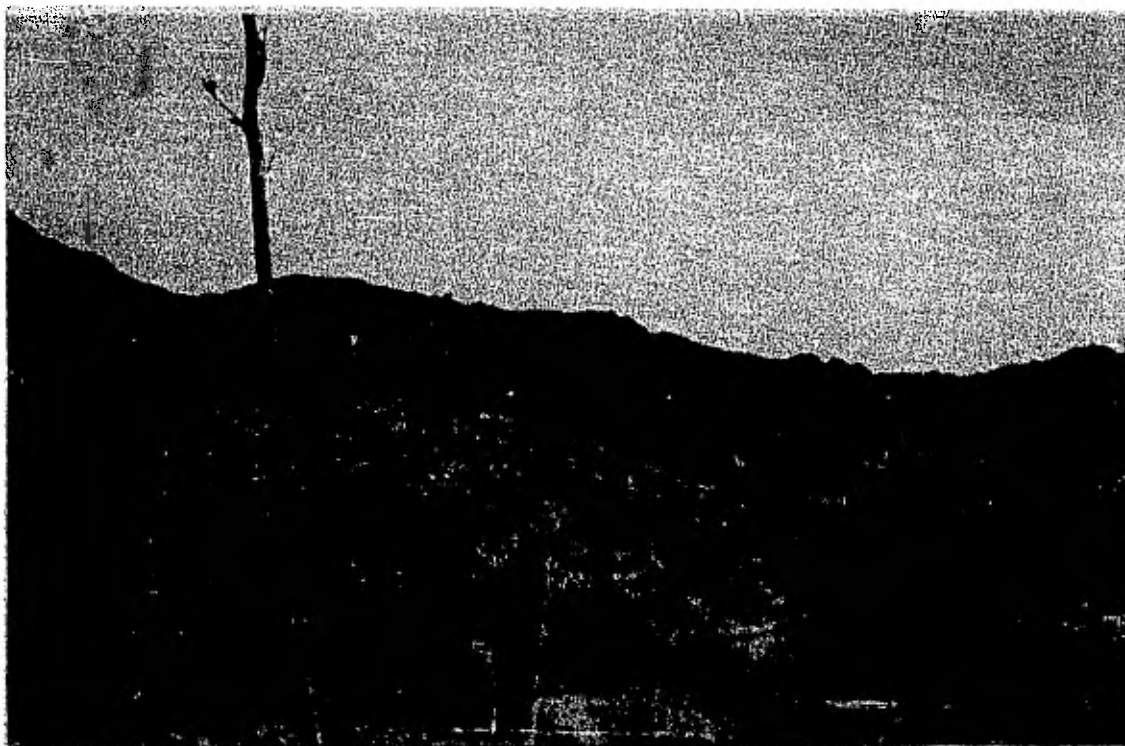
Son resultados de un proceso de intemperización, con deficiencias de humedad, por lo que la vegetación es menos desarrollada, presentándose zacates bajos que se propagan por rizomas. Aparecen principalmente en los climas secos con vegetación natural de estepa.

SUELOS SEMIDESERTICOS CAFE GRISACEO, TAMBIEN LLAMADOS SIEROZEM (GRISES):

Son propios de los climas muy áridos con vegetación de estepa semidesértica, con pastos bajos y matorral desértico diseminado. Tiene menor cantidad de materia orgánica, acumulación de cal y yeso y pueden llegar hasta endurecerse y presentarse en forma de caliche. Tienen utilidad mediante el riego.

SUELOS DESERTICOS GRISES Y ROJOS:

Se desarrollan en climas muy áridos en donde el intemperismo actúa principalmente a base de variaciones de temperatura y acción del viento. La humedad es escasa y su vegetación baja se presenta en forma de matorrales de desierto, diseminados formando manchones. El suelo eminentemente desértico es estéril.



Vista de un suelo de tipo Sierozem
(Semidesértico)



Suelos Desérticos, donde el intem-
perismo actúa a base de variaciones
de temperatura

SUELOS DE RENDZINA:

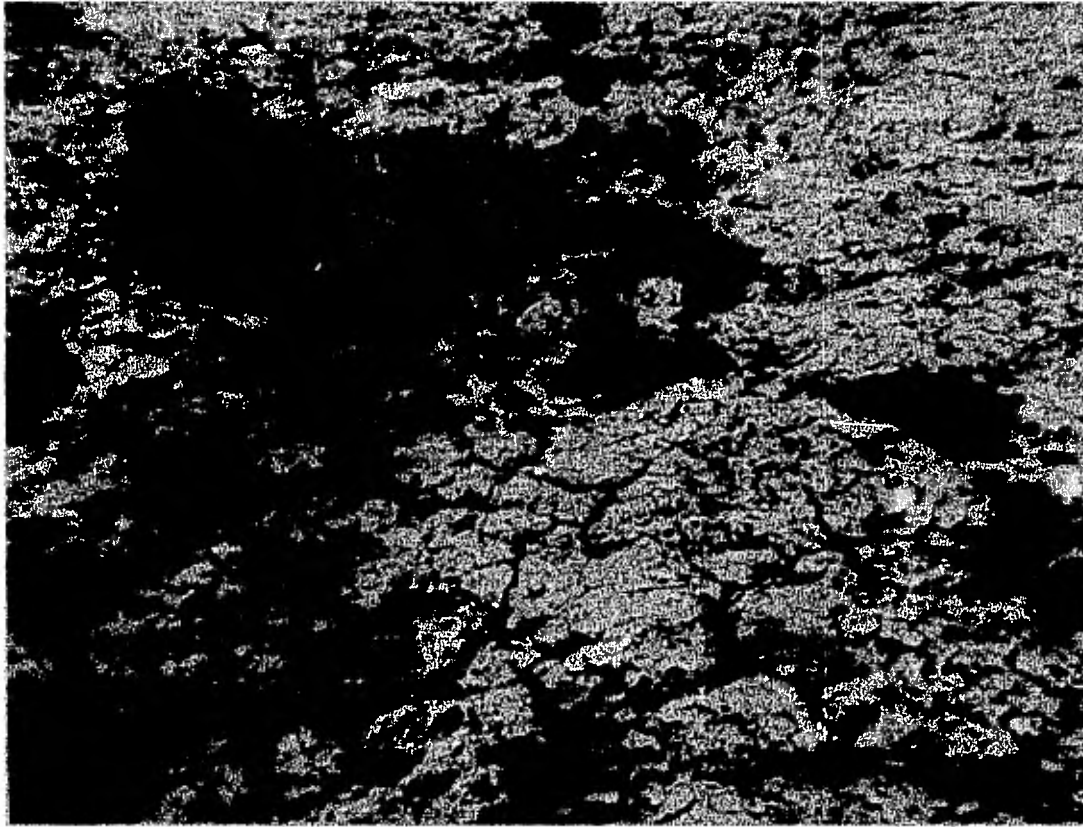
Suelos que no han alcanzado su madurez y cuyo perfil se ha definido por la naturaleza de la roca madre de origen calizo; su nombre se deriva de una palabra polaca que significa suelo arcilloso y plástico.

Se localizan en los climas donde puede tener lugar el proceso de calcificación, la vegetación es variada de acuerdo con el clima en que se desarrolla este suelo. Su utilidad es equiparable a los suelos de pradera, que se adaptan a todos los cultivos propios de los climas en que se han desarrollado.

SUELOS INTRAZONALES

SUELOS SALITROSOS, TAMBIEN LLAMADOS SOLONCHAK:

Entre nosotros se les llama suelos salinos o suelos de álcali blanco, pues se caracterizan principalmente por un exceso de cloruros o sulfatos de sodio. Generalmente se presentan en todos los sitios donde el nivel freático queda muy cerca de la superficie, como las riberas de los ríos y lagos y los bajíos de depresiones sin salida para el agua. Como es de suponerse la vegetación de los suelos salitrosos es escasa, con manchones donde existe una menor concentración salina formada por plantas halofitas resistentes al salitre, tales como el chaparro salado, la saladilla, el sacahuixtle, etc.



Suelo de tipo Solonchak

Se le encuentra en las regiones áridas y en los antiguos lagos desecados, formando pequeños núcleos principalmente sobre suelos negros, castaños o semidesérticos.

SUELOS TEQUESQUITOSOS:

Llamados internacionalmente solonetz y también entre nosotros conocidos como suelos alcalinos o suelos de álcali negro. Se caracterizan por el predominio del carbonato de sodio entre las sales solubles que contienen.

SUELOS ALCALINOS DEGRADADOS:

En ruso se les llama soloti. Como los suelos salitrosos, los tequesquitosos y los alcalinos degradados se encuentran asociados en el mismo suelo, puede considerarse que es un proceso en que el suelo primero es salitroso, después se convierte en tequesquitoso, más tarde pasa a alcalino degradado y posteriormente por efecto de la erosión, desaparece la capa de este último, dejando al descubierto el suelo original.

SUELOS GLEIZADOS:

Son propios de suelos en que el nivel del agua del subsuelo es variable y se mantiene cerca de la superficie, como ocurre en los bajíos o en las depresiones sujetas a inundaciones estacionales.

Estos suelos pueden ser fértiles si se drenan adecuadamente.

SUELOS TURBOSOS:

Se desarrollan donde las condiciones locales de evaporación y deficiente drenaje permitan la existencia de pantanos o lagunas permanentes, poco profundas y de nivel variable.

La vegetación dominante en estos depósitos es de plantas hidrófilas pero también aparecen árboles de la región pantanosa.

SUELOS DE TUNDRA:

Son suelos característicos de las regiones árticas y tienen vegetación de musgo y plantas asociadas. Entre nosotros no tiene más representante que los suelos que se encuentran arriba de las zonas forestales de las grandes montañas, con alturas superiores de más de 4 000 m. Tanto por su localización, como por la elevada altitud y corta superficie, no tienen importancia económica en México.

SUELOS AZONALES

LITOSOLES:

Son el resultado de la erosión intensa y la actividad volcánica, se localizan en las cimas o en las laderas de las montañas; están prácticamente formados por la roca ma-



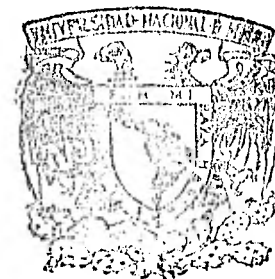
Litosol

Roca madre en proceso de intemperización



Regosol

Materiales piroclásticos intemperizados



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

dre inalterada. Tienen escasa vegetación y ella es de tipo desértico.

REGOSALES:

Están formados por materiales triturados no consolidados, que son transportados por el viento; también pueden ser de origen piroclástico resultado de actividades volcánicas recientes. Se llaman también insitu de montaña, con vegetación raquílica. Frecuentemente son someros, con fertilidad variable. Se encuentran en playas, dunas y en las laderas de las sierras.

ALUVIALES RECIENTES:

Su proceso de formación se origina por la acción del agua, que se limita a ser medio de transporte, pero que no ha podido transportar los materiales. Se encuentran en el lecho de corrientes, fondos de lagos y en el cono de torrentes.



Aluvial Reciente

PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS

Estas prácticas tienen como objetivo:

- 1.- Proteger al suelo contra su desaparición física (erosión)
- 2.- Proteger al suelo contra su empobrecimiento por usar el monocultivo y no usar abonos.

Las prácticas más eficaces de conservación de suelos son:

- 1.- VALLAS
- 2.- ALCANTARILLADO MEJORADO
- 3.- FAJAS: HORIZONTALES, TRANSVERSALES Y CONTRA LA EROSION EOLICA
- 4.- TERRAZAS: DE DESAGÜE, DE ABSORCION Y DE ESCALON O BANCO
- 5.- SURCOS EN CONTORNO
- 6.- EMPASTADOS
- 7.- PRACTICAS DE SILVICULTURA
- 8.- ABONOS
- 9.- CULTIVOS DE COBERTURA
- 10.- RASTROJOS
- 11.- ROTACIONES

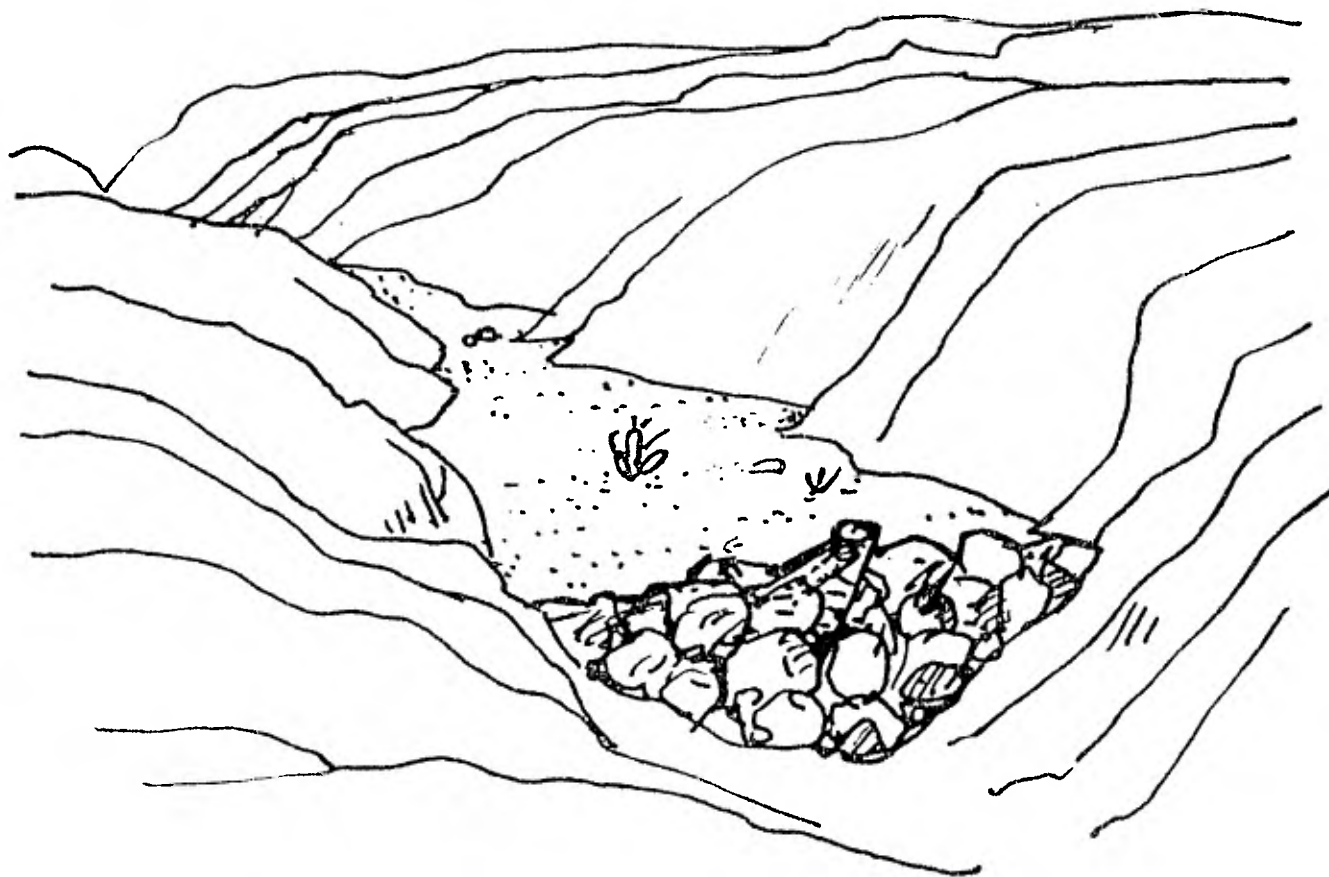
Con estas prácticas de conservación trataremos de frenar los dos tipos de erosión que son:

La vertical, que forma "cárcavas" que tienen en sus laderas 45° de pendiente y no tienen vegetación; y la erosión en superficies horizontales o laminar, menos espectacular pero tan efectiva como la anterior.

1.- VALLAS:

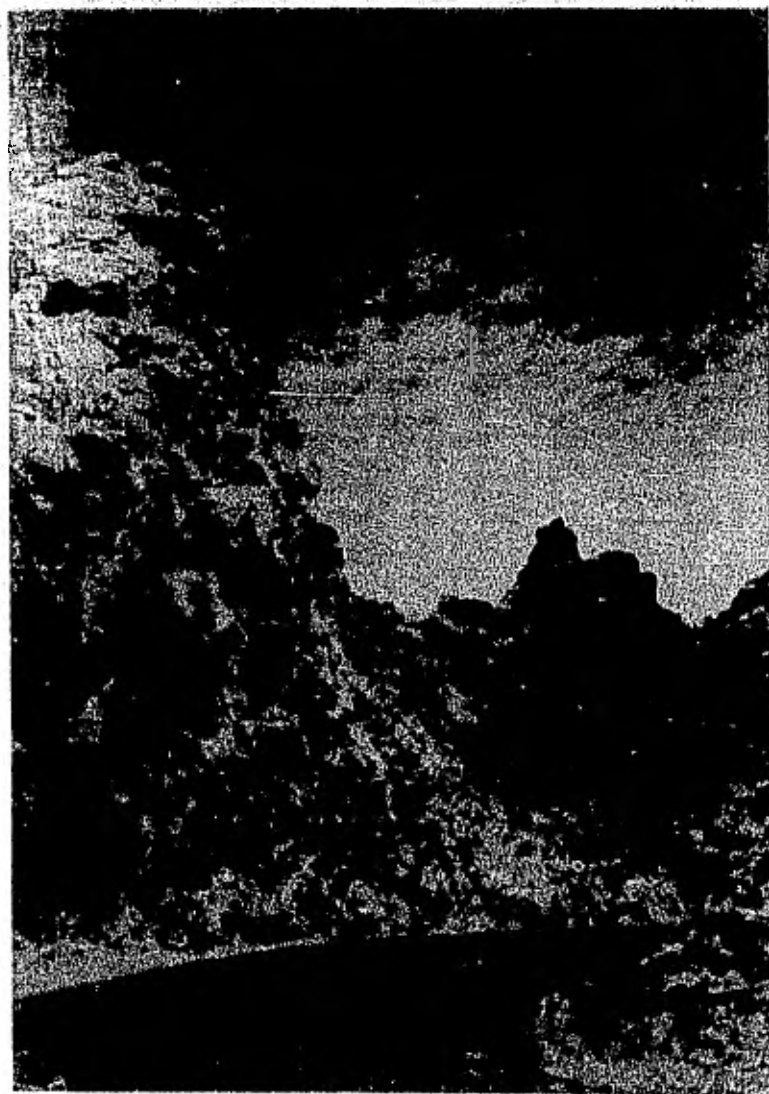
Son obstáculos para la erosión vertical, contruidos de diferentes materiales (los que haya a mano) como pueden ser: amontonamiento de roca en la cárcava, ramas, troncos, mampostería, tela de alambre; en general cualquier material que forme un obstáculo al agua que corre por la cárcava; las vallas se espacían según la pendiente, entre más pendiente menos espacio entre una valla y otra y viceversa.

El material que va depositando la corriente de agua, rellena la "cárcava", procediéndose entonces a la siembra de pasto y arbustos.



2.- ALCANTARILLADO MEJORADO:

Generalmente la actividad humana es la que origina procesos acelerados de erosión (F.F.C.C., carreteras) ya que hace cortes para el trazado de vías de comunicación por lo que hay ruptura de pendiente; los taludes de los cortes son casi verticales y serán erosionados por el agua de escorrentía. El no poner cuneta en carreteras y vías de F.C. ayuda y provoca erosión vertical acelerada (cárcavas profundas). La pendiente de reposo es del 10% y si es mayor este porcentaje, por gravedad los materiales caen. Tiene que construirse una alcantarilla que evite el golpe de agua en las tierras de abajo.



3.- FAJAS

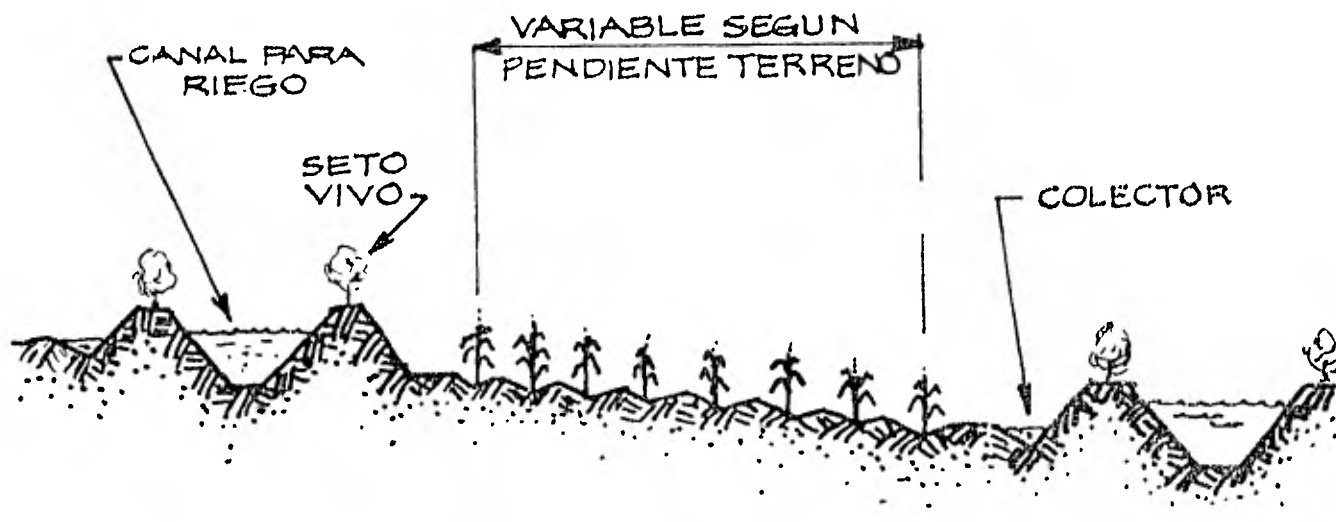
Resultan eficaces para el control de erosión, las pendientes con cultivo no deben tener más del 10% y las fajas se utilizarán en tierras cultivadas con una pendiente no mayor del 5%. Las fajas se delimitan con canales anchos y poco profundos y entre menos pendiente más ancha y larga será la faja horizontal, las fajas deben ser divididas por setos vivos.

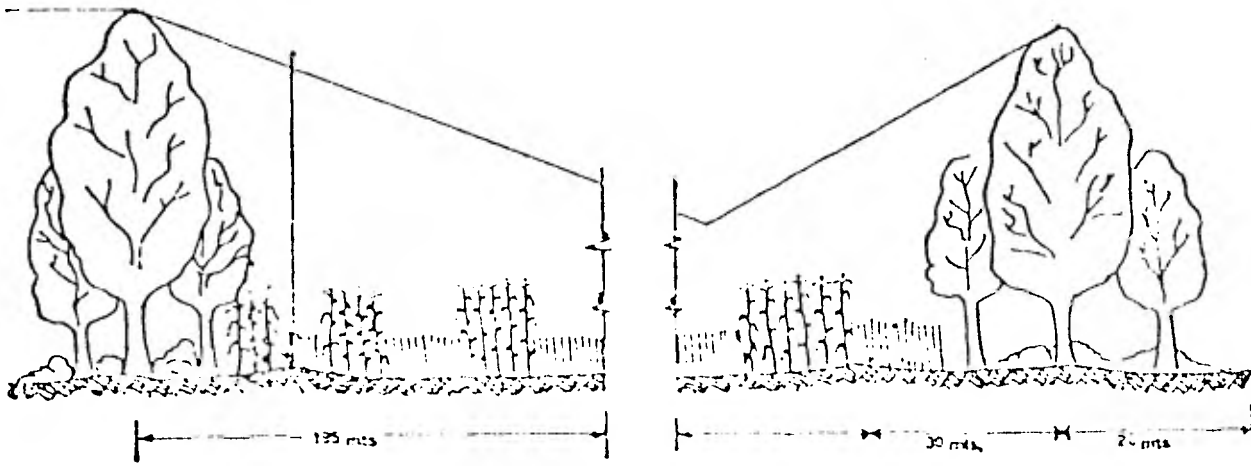
3.1 FAJAS TRANSVERSALES:

Se construyen en lomeríos, perpendiculares a la pendiente y deben delimitarse las fajas con canales y setos vivos.

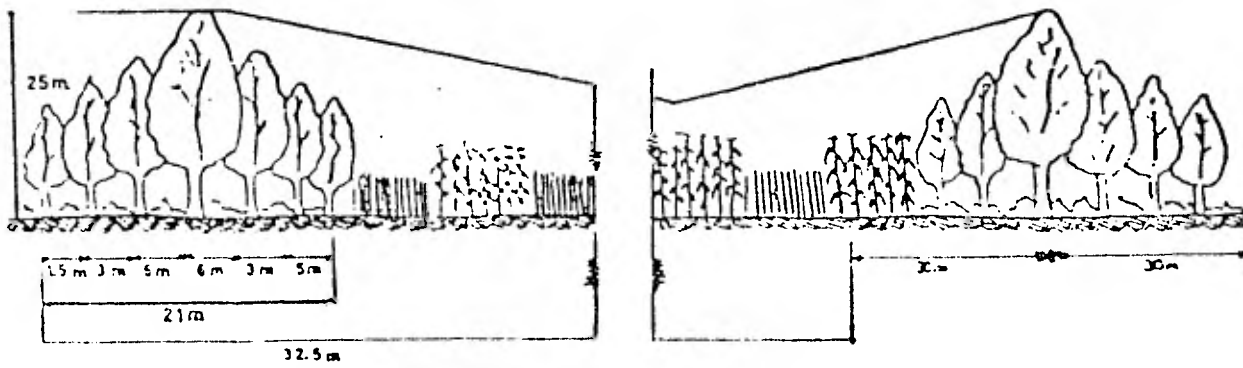
3.2 FAJAS CONTRA LA EROSION EOLICA:

Las fajas se construyen perpendiculares a la dirección del viento y se aplican prácticas de silvicultura (frutales) barreras rompevientos.





Cortina rompevientos para pequeñas propiedades.



Cortina rompevientos para propiedades extensas.

4.- TERRAZAS:

Es la última oportunidad práctica de conservar los suelos y sólo se usa en pendientes no mayores al 10%.

4.1 TERRAZAS DE DESAGÜE Y DE ABSORCIÓN:

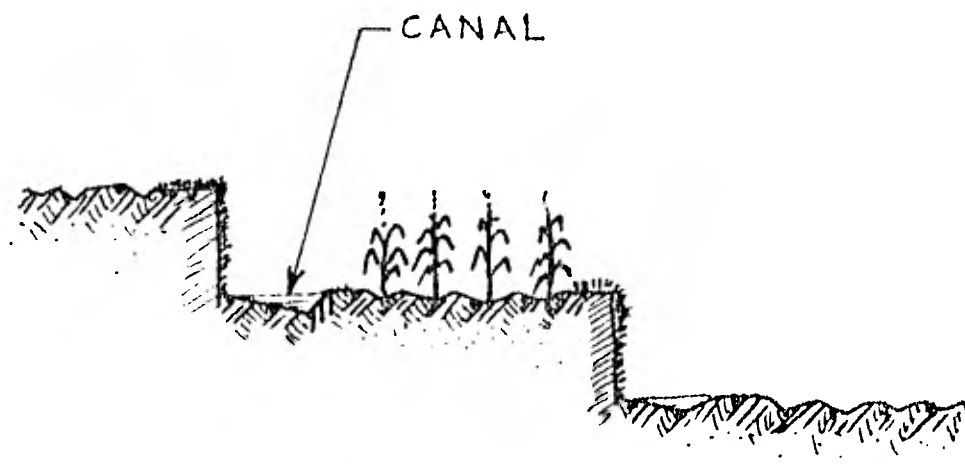
Son camellones construidos perpendicularmente a la dirección de la pendiente, constituidos por un camellón y un canal, las de desagüe se construyen en zonas húmedas.

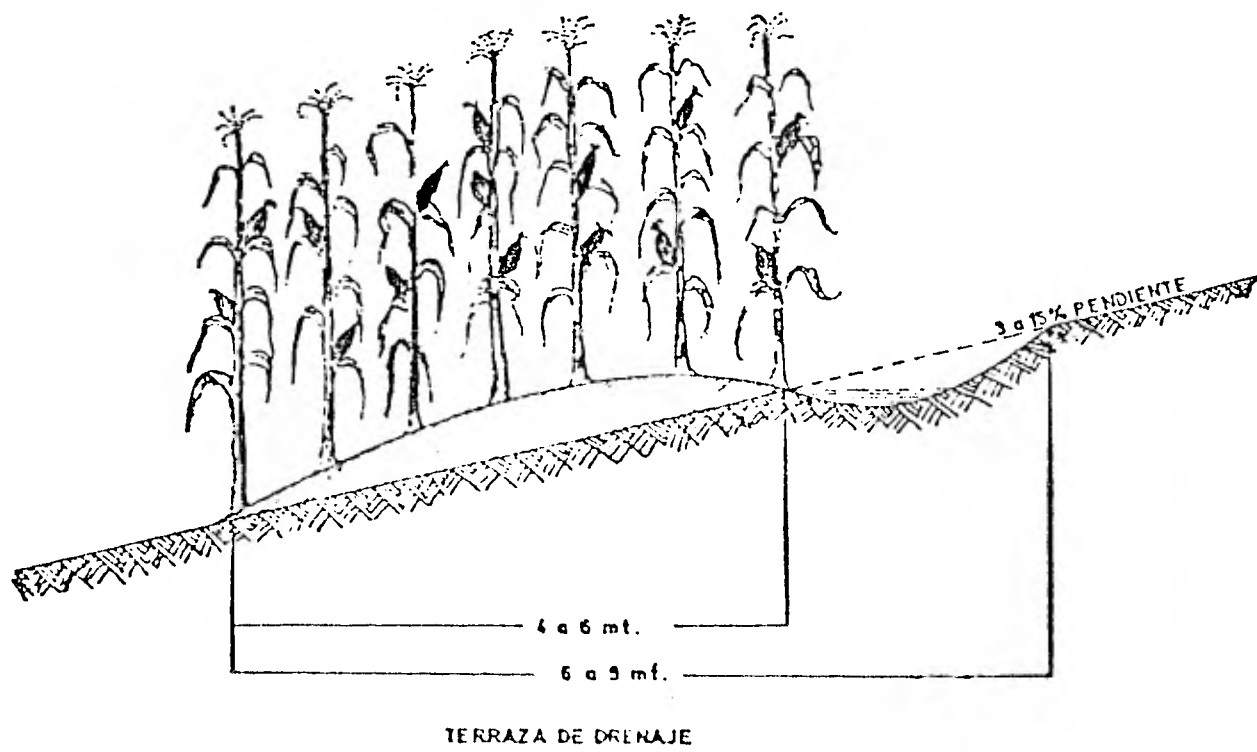
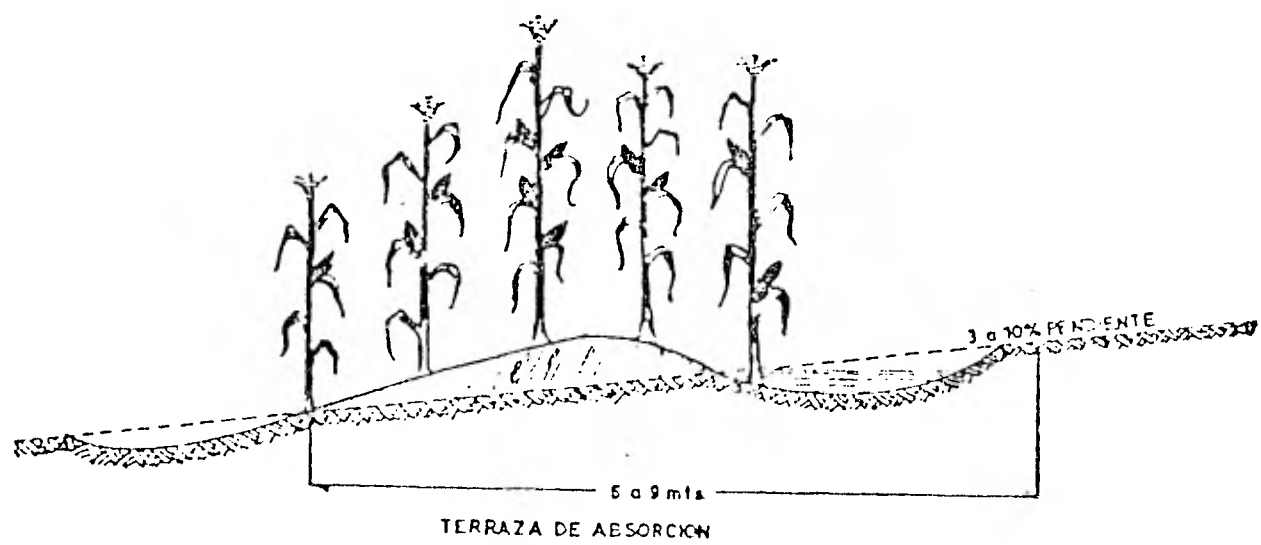
En zonas secas con el camellón se retiene el agua que escurre para que sea absorbida por los cultivos. El canal es importante para conducir el agua por un solo sitio y evitar la erosión en una área más amplia.

El camellón y la orilla del canal deben estar con pasto.

4.2 TERRAZAS DE ESCALON O BANCO:

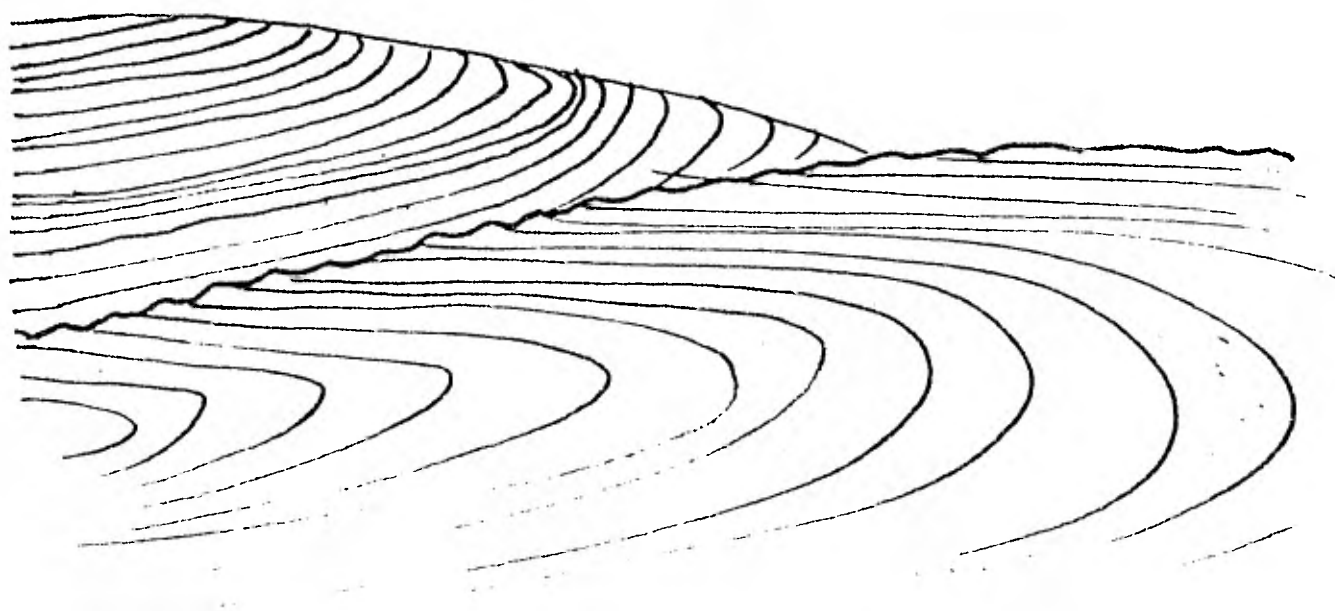
Se realizan cuando los suelos tienen el 10% de pendiente; los escalones entre una terraza y otra deben ser verticales, no pueden ser muy anchos (cuando mucho tres metros), deben tener cierta pendiente hacia adentro para que no se desborde; el talud debe quedar revestido o empastado.





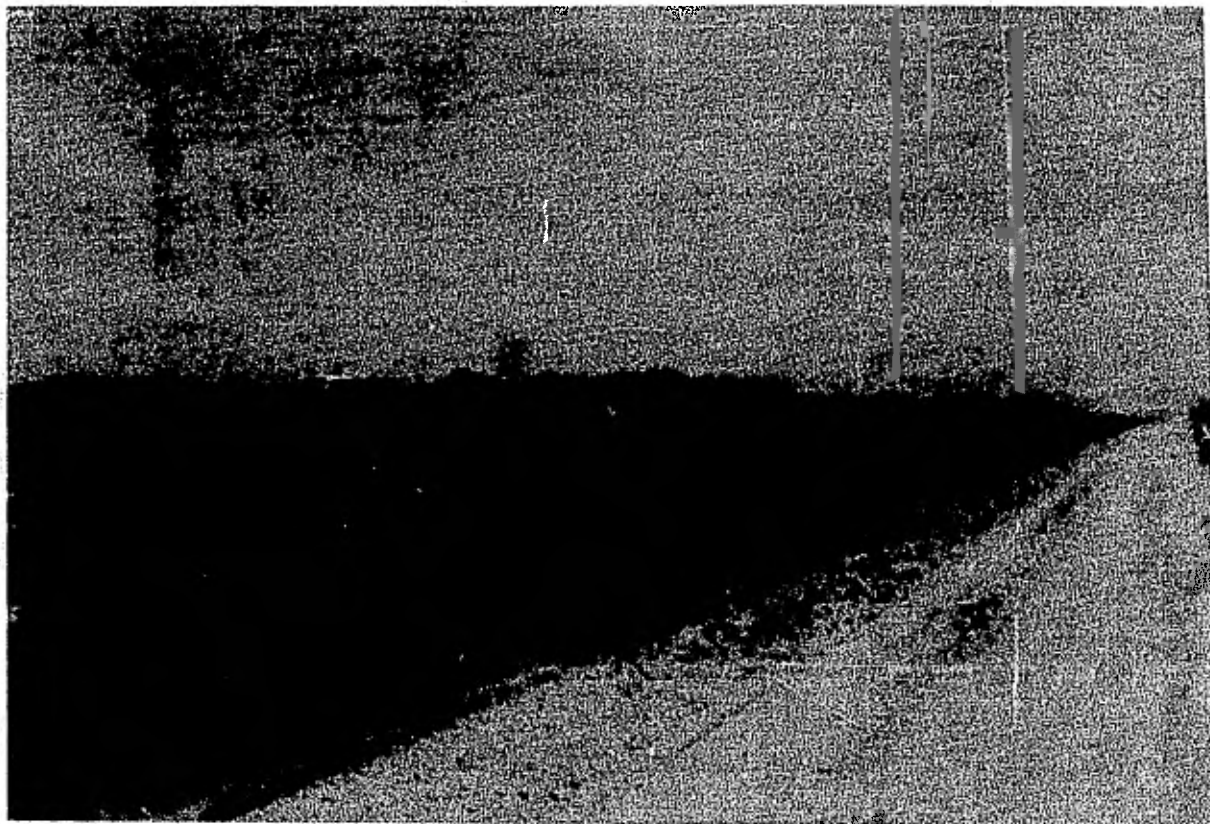
5.- SURCOS DE CONTORNO:

El surco por sí mismo como práctica de conservación aislada no funciona, se tiene que combinar con terrazas o fajas para que funcionen; solo funcionan donde no hay pendiente y se deben combinar con otras técnicas cuando hay pendientes.



6.- EMPASTADOS:

La utilización de los pastos como complemento de otras prácticas de conservación de suelos, cuando se hace el empastado no deben tener una sola parte sin pasto, ya que cualquier lugar libre de vegetación es susceptible de erosionarse; las raíces de los pastos tienen el suficiente desarrollo para detener cualquier proceso erosivo.



7.- PRACTICAS DE SILVICULTURA:

(Cultivo de árboles) con un sentido y objetivo específico, los diferentes cultivos de árboles tienen diferentes objetivos, se puede implantar en terrazas de desagüe y de absorción. Aparte de estar empastado el camellón debe tener árboles frutales y así se tiene un doble rendimiento, ya que tendremos fruta y se detendrá la erosión.

Los árboles deben usarse para formar cortinas rompevientos para así proteger las tierras contra la erosión eólica, y debe ser una faja, no sólo una línea, siendo más eficiente si se combinan diferentes especies de árboles; del lado donde pega el viento las especies más chaparras; y hacia el centro las más altas debiendo ponerse estas cortinas cada 200 metros.

Otro objetivo es para proteger áreas que no se cultivan y además no solo protegen el suelo sino que también mejoran el medio ambiente.

En la pag. siguiente se muestran diferentes métodos de reforestación, estos se aplican de acuerdo a la pendiente clima, y al uso posterior que se le va a dar al suelo.

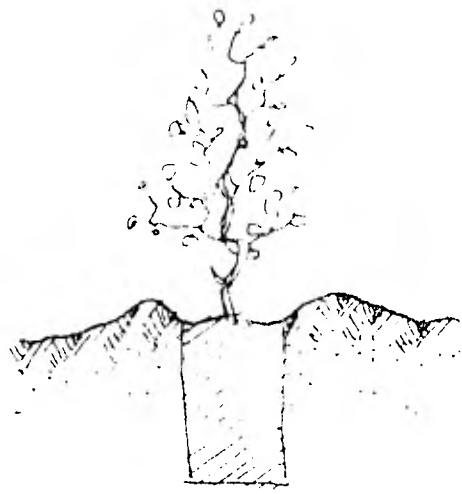


Figure 1: A single tree on a mound.

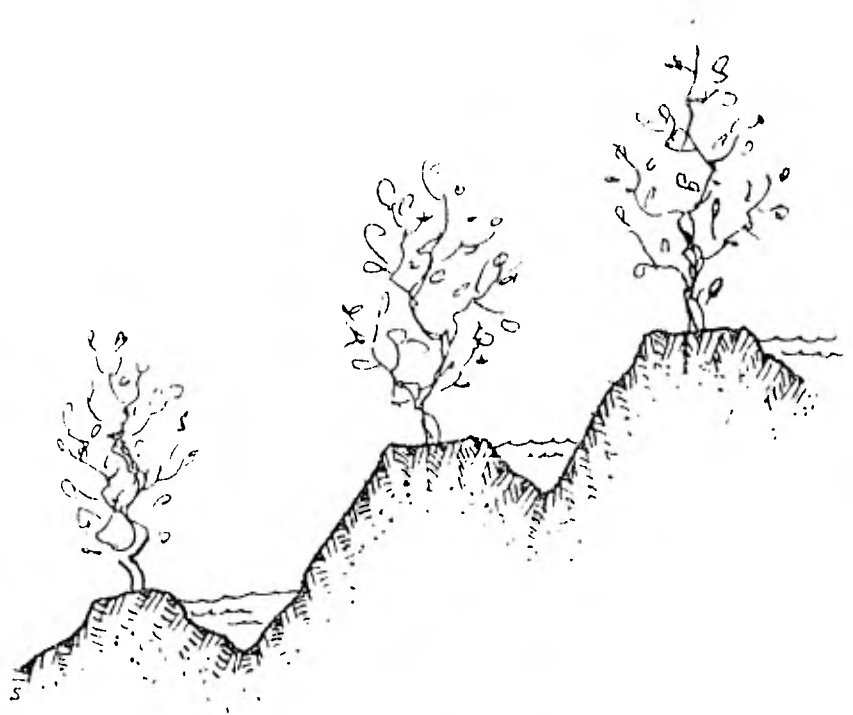


Figure 2: Three trees on a wavy horizon.

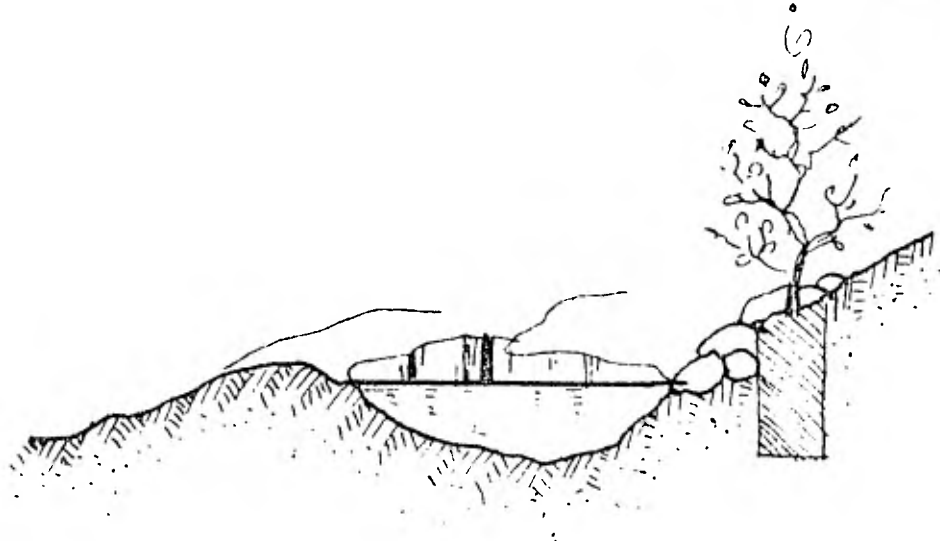


Figure 3: A tree on a mound next to a body of water.

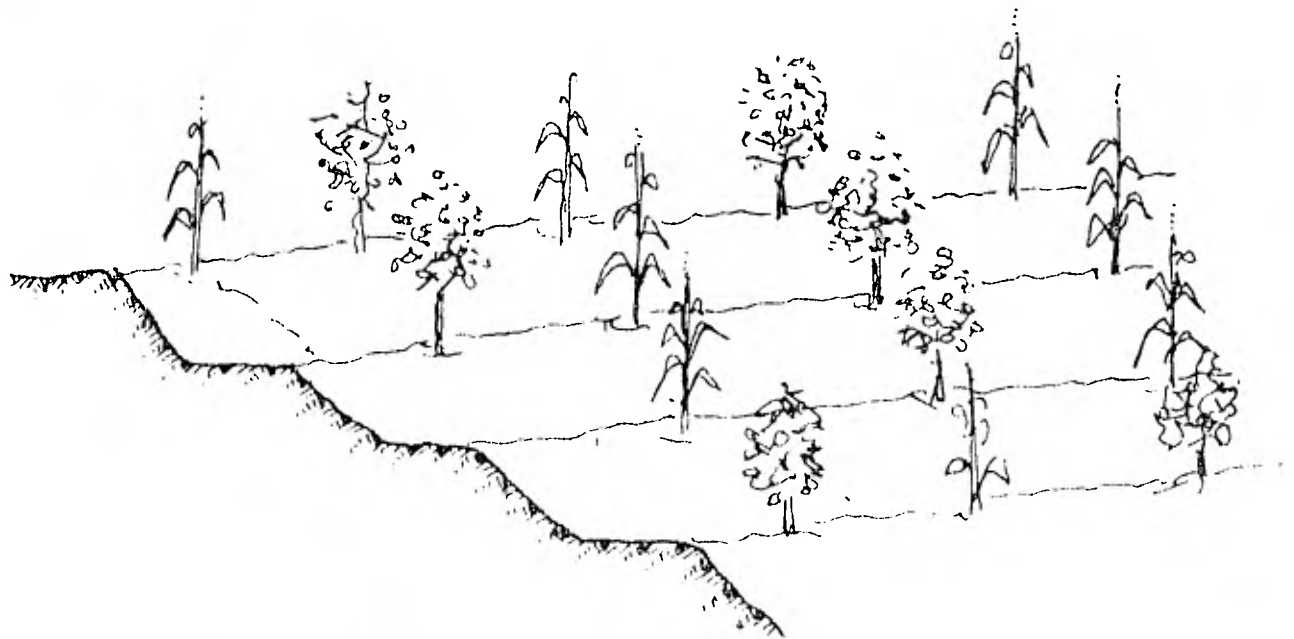


Figure 4: A diverse landscape with various trees and plants.

8.- ABONOS

Los abonos son generalmente productos orgánicos que se añaden al suelo para aumentar su fertilidad y su estructura y como no hay suficiente materia orgánica para los suelos, se han creado los fertilizantes que vienen a ser un sustituto, aunque no con las mismas propiedades, son productos químicos que no se van a incorporar al suelo, el exceso de uso de fertilizante solo perjudica la siembra ya que "quema" las plantas.

Cuando en un suelo se usan fertilizantes, cada vez mas se necesitan mayores cantidades, aumentando costos y propicia la contaminación del agua.

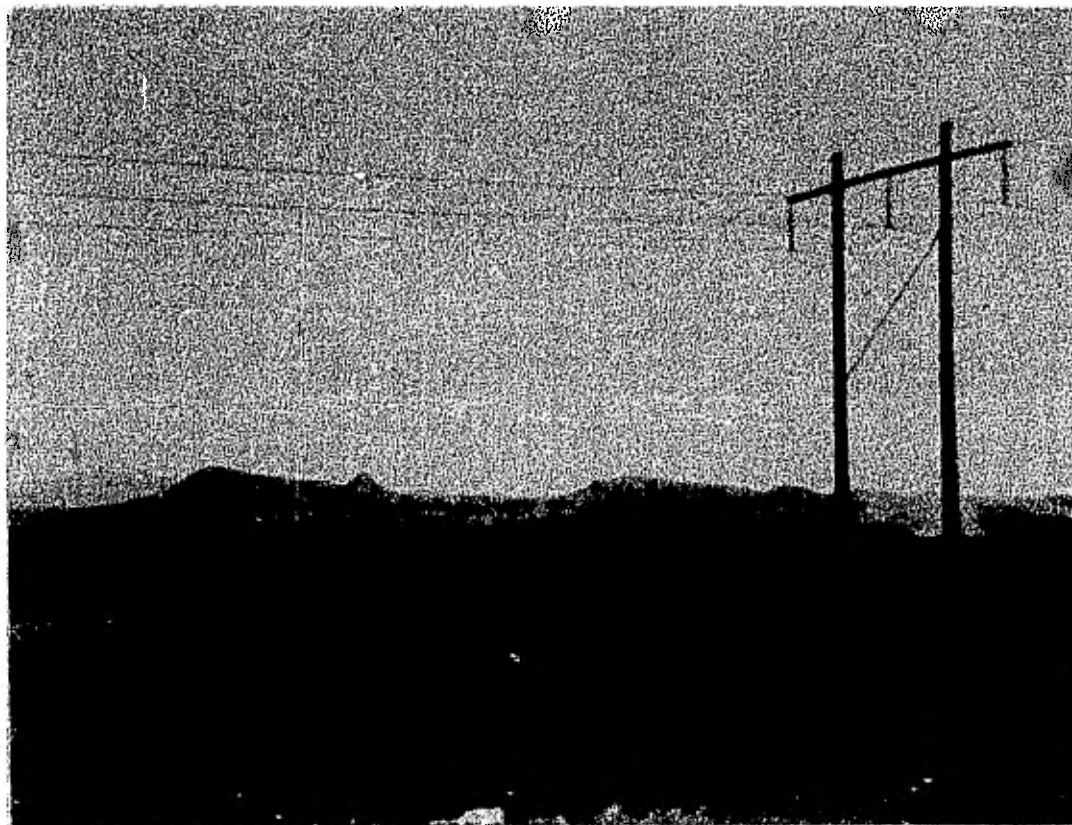
8.1 ABONOS VERDES:

Consiste en el cultivo de algunas plantas y el objetivo principal no es tener una cosecha y se pueden sembrar en la época de descanso de las tierras (leguminosas, frijoles, gramineas, alfalfa, etc.); se dejan crecer hasta antes de la floración y se remueven con el arado para que se agreguen al suelo como materia orgánica viva.

9.- CULTIVOS DE COBERTURA:

Se denominan así porque su objetivo principal no es obtener beneficio económico, sino proteger al suelo contra la erosión y contra la excesiva evaporación, muchos de los cultivos de cobertura se utilizan como áonos verdes, los vegetales de la zona colindante se podan y se agregan a la zona a cultivar.

La basura se puede utilizar y aprovechar como nutriente del suelo, siempre y cuando, sea degradable, es decir de origen vegetal o animal (orgánico) para ser convertidos en abonos (composta).



10.- RASTROJOS:

Son los restos que quedan una vez levantada la cosecha; estos rastrojos se utilizan para alimentar el ganado y también se utilizan para mantener cierto nivel de fertilidad del suelo y evitan la erosión, además que haya excesiva evaporación y por último se queda como abono al suelo.

11.- ROTACION DE CULTIVOS:

Tiende a controlar el empobrecimiento de los suelos por el monocultivo, esta rotación hace suponer que hay cierta organización o proyectos de tipo agrícola, para evitar el desarrollo de plagas y aumentar el número de especies cultivables, tres, cinco, siete, etc. diferentes especies; económica y ecológicamente no es de ninguna manera benéfico el monocultivo. Este tipo de cultivos se utiliza en terrenos planos o en fajas; cuando tenemos:

3 especies en rotación 1 debe ser leguminosa

5 especies en rotación 2 deben ser leguminosas

7 especies en rotación 3 deben ser leguminosas

Mientras más amplia sea la rotación de cultivos más benéfico es para el suelo, se pueden utilizar tréboles, alfalfa, etc.

INTERPRETACION PARA LAS PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELO:

En los terrenos con pendientes mayores al 10% lo único que nos queda es cubrirlo de vegetación (empastado, silvicultura) ya que no son aptos para el cultivo. Para saber que podemos lograr con diferentes suelos debemos analizar dos cosas:

- 1.- Conocer la capacidad del suelo para una o varias actividades.
- 2.- Realizar en proyecto económico basándose en el número anterior.

En relación con el primer punto del párrafo anterior podemos dar la siguiente clasificación de los suelos de acuerdo con sus capacidades agrológicas según el USDA:

APROPIADOS PARA EL CULTIVO:

- I Sin métodos especiales
- II Con métodos sencillos
- III Con métodos intensivos

APROPIADOS PARA EL CULTIVO OCASIONAL O LIMITADO:

- IV Con usos limitados y métodos intensivos

NO APROPIADOS PARA EL CULTIVO, PERO ADECUADOS PARA LA VEGETACION PERMANENTE:

- V Sin emplear restricciones o métodos especiales

VI Con restricciones moderadas

VII Con severas restricciones

NO ADECUADOS PARA CULTIVOS, PASTOREO, NI SILVICULTURA:

VIII Por lo general tierras demasiado escabrosas, arenosas, húmedas o áridas, no apropiadas para el cultivo, pastoreo o silvicultura pero pueden ser útiles para animales de vida silvestre.

USDA: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

APROPIADOS PARA EL CULTIVO

I SIN METODOS ESPECIALES:

Tierras sin pendiente, o cuando mucho con pendiente de 0 a 2%, ya que están a salvo de la erosión, deben estar sujetos al uso de abonos y fertilizantes como una práctica rutinaria y no como práctica de conservación, rotación de cultivos para preservar su fertilidad deben tener una buena estructura que no se encharque ni empantane, esta estructura debe ser de terrones y no partículas que se hagan polvo, estos suelos tienen más aptitud para el cultivo de plantas de escarda (surcos) se les debe proporcionar el riego adecuado ya que de no hacerlo se pueden ensalitrar o entequesquitar, etc.

II CON METODOS SENCILLOS:

Estos suelos tienen como característica, pendientes entre 2 y 5%, por lo tanto ya quedan sujetos a procesos erosivos, se deben cultivar en fajas, rotación de cultivos, surcos en contorno dentro de las fajas, abonos y fertilizantes, buena estructura, es recomendable colocar árboles entre una faja y otra.

III CON METODOS INTENSIVOS:

Estos suelos tienen pendientes entre 5 y 10%, estos terrenos deben cultivarse en terrazas con camellón o de esca-

lón o de banco, estas terrazas deben construirse de acuerdo a la pendiente, se debe conocer la época de lluvias, además del uso de terrazas se deben utilizar abonos y fertilizantes, rotación de cultivos, empastado, camellón y canal, fijación del camellón con magueyes y árboles para cortinas rompevientos.

APROPIADOS PARA EL CULTIVO OCASIONAL O LIMITADO

IV CON USOS LIMITADOS Y METODOS INTENSIVOS:

Sólo se utilizan en una emergencia, pero estas tierras no deben cultivarse; pueden ser de dos tipos: relativamente planas pero fácilmente erosionables; con una estructura que tiende a la disgregación en pequeñas partículas, son suelos de poca profundidad, una vez usadas deben dejarse descansar cinco (5) años por uno (1) de uso, estos años de descanso deben cubrirse las tierras con pastos o vegetación de cobertura, por lo regular son suelos de regiones áridas y de poca profundidad.

NO APROPIADOS PARA EL CULTIVO PERO ADECUADOS PARA VEGETACION PERMANENTE.

V SIN EMPLEAR RESTRICCIONES O METODOS ESPECIALES:

No son apropiados para la agricultura pero deben estar cubiertos de vegetación y si ya están alterados por la erosión se deben aplicar las medidas necesarias para su conser-

vacación. Por lo regular son regiones forestales y no alcanzan las máximas pendientes, están cubiertos de pastos, bosques o tienen varios estratos de vegetación; se pueden dedicar a la producción forestal o de pastizales (forrajes), utilizarse para un limitado pastoreo o para un desarrollo de huertos.

VI CON RESTRICCIONES MODERADAS:

Suelos con pendientes mayores que los del inciso V no tienen vocación para la agricultura, deben ser suelos cubiertos permanentemente por vegetación; si son pastizales debe restringirse el pastoreo, es mejor tener praderas artificiales para cosechar forrajes. También hay regiones esteparias con suelos poco profundos, y para evitar el sobrepastoreo se debe rotar éste; se puede cultivar vid, higo, dátil, etc. ya que requieren de poca agua.

VII CON SEVERAS RESTRICCIONES:

Como en el inciso VI pueden ser de dos (2) clases y son aquellas que se encuentran en regiones montañosas que tienen grandes pendientes con vegetación, arbórea y de pastos, escasa, y por la pendiente no sería posible que sostuviera más vegetación y además ninguna práctica de conservación es efectiva; éstas zonas se encuentran entre 3 000 y 4 000 m de altitud.

El otro tipo de tierras de este inciso son las que se

encuentran en zonas esteparias o desérticas, pero los factores climáticos condicionan el tipo de vegetación, ya sea esteparia o desértica (xerofítica) pudiendo ser chaparrales, gramíneas xerófitas, mezquites, gobernadora, cactáceas, etc. vegetación rala, bastante dispersa, suelos pobres, suelos ligeros de poca profundidad, fácilmente erosionable y mantener un equilibrio ecológico es difícil; la única explotación racional es no dedicarlos a agricultura, sino a praderas artificiales y uso limitado para el libre paso del ganado, rotación de pastoreo y el ganado estabulado.

NO ADECUADOS PARA CULTIVOS, PASTOREO, NI SILVICULTURA

VIII SUELOS INSERVIBLES PARA AGRICULTURA:

Suelos inservibles para agricultura, pastoreo, ni praderas, demasiado desérticos, demasiado fríos o calientes, fácilmente erosionables. Lo único que se puede hacer es utilizarlos para reservas de fauna silvestre, creando estanques de agua para que subsistan estas especies.

Atendiendo a la recomendación del punto VIII referente a la creación de reservas de fauna silvestre, podemos establecer el siguiente estructuramiento de éstas:

1.- Servir para preservar la diversidad y equilibrio ecológico del conjunto de especies animales y vegetales dentro de ecosistemas naturales, y salvaguardar la diversidad ge-

nética de las especies de las que depende la continuidad evolutiva.

2.- Ser un centro de investigación en el que se estudie el ecosistema, sus estructuras ecológicas y sus componentes animales y vegetales.

3.- Realizar trabajos destinados a buscar el mejor aprovechamiento de la tierra y de los recursos bióticos, en beneficio y para el desarrollo de las personas que viven en la región.

4.- Lograr la preparación y entrenamiento de personal científico mediante la convivencia y trabajo de especialistas, considerando que los grupos de trabajo son multidisciplinarios.

Para satisfacer tales finalidades, las áreas de reservas seleccionadas deben responder a cuatro imperativos:

1.- REPRESENTATIVIDAD:

Deben ser representativas de un bioma o región biológica para que pueda extrapolarse a zonas análogas.

2.- DIVERSIDAD:

Debe existir una gama de habitats característicos del bioma.

3.- CARACTER NATURAL:

Deben estar lo menos perturbadas o transformadas

4.- VALOR COMO UNIDAD DE CONSERVACION EFICAZ:

Que sean lo suficientemente amplias y tengan capacidad de autorregulación.

Para poder alcanzar los objetivos propuestos, existen distintas zonas dentro de las reservas de la biósfera:

4A.- ZONA NATURAL "NUCLEO INTEGRAL":

Tiene un mínimo de interferencia de actividades humanas internas o externas. Sirve de referencia o base para estudios científicos, y representa el área más natural de la región biológica. Debe ser lo más grande posible para continuar funcionando como un ecosistema.

4B.- ZONA MANIPULATIVA O DE AMORTIGUACION

Puede ser manejada para actividades agrícolas, forestales de cacería y pesca, recreación y turismo, controlada de manera tal, que no se alteren drásticamente los procesos. Sirve como arca experimental y de investigación e incluye técnicas manipulativas para estudiar los efectos de las actividades humanas y de la tecnología sobre sistemas naturales. Generalmente está localizada alrededor del "Nucleo" y sirve para amortiguar las influencias externas.

Además los ingresos económicos por servicios turísticos, permisos de cacería y pesca etc. servirían para mantenimien-

to y sueldos de guardias y personal que ahí labore.

(Programa "El Hombre y la Biosfera, FAO - UNESCO)

C O M E N T A R I O S

Entendiendo como suelo la parte superficial de la corteza terrestre que es capaz de sustentar vida, es fácil comprender que existan muchas áreas que no lo tienen, y que muchas otras lo pierden rápidamente; las zonas que cuentan con aptitud para producir directa o indirectamente alimentos para el hombre.

Una zona que carezca de suelo, puede llegar a tenerlo, pero aunque los procesos formadores de suelo son constantes, no puede esperarse que se produzca en pocas generaciones humanas, sino que debe tenerse como toda una etapa geológica, en un lapso de tiempo muy amplio. Por consiguiente, la pérdida de un suelo será insustituible para el hombre, pues además del tiempo, si no se originan los elementos generadores, jamás volverá a tenerse suelo en una región dada.

Todo suelo debe preservarse de pérdidas, ya sea por erosión o por empobrecimiento; la erosión de cualquier tipo adelgaza el espesor del suelo, lo que también es importante, pues un suelo muy delgado no podrá sustentar vida vegetal productora de alimentos. El empobrecimiento puede prevenirse mediante abonos y fertilizantes.

Un buen suelo y una cantidad adecuada de agua aseguran la buena producción de alimentos.

La falta de alguno de estos dos factores implica problemas a resolver mediante otros más o menos caros y, en casos extremos, no habrá solución a ningún precio.

La población mundial aumenta al igual que la desertificación en amplias zonas, por lo que no es muy remoto que, de no controlar dichos procesos y aplicarse técnicas de conservación a los suelos aún productivos se presente un colapso en la producción de alimentos vegetales, o una crisis mundial por hambruna, de increíbles consecuencias. Actualmente en varios países existe escasez de alimentos, pero tienen el recurso de solucionar parcialmente el problema recurriendo a los países que todavía producen más de lo que consumen. Esta solución temporal podrá sostenerse algún tiempo, pero no indefinidamente.

CONCLUSIONES

Ante la simple suposición de que no existiese suelo o agua, resalta en toda su magnitud la importancia de los recursos para la existencia de cualquier especie viviente; por lo tanto creemos que es igualmente importante, necesario y hasta obligatorio para la humanidad conservar, so pena de desaparecer del planeta los recursos de agua y suelo.

Es ilusorio pensar que no puedan destruirse estos recursos; el agua se está contaminando rápidamente y el suelo es erosionado de muchas maneras.

Aplicando técnicas conservacionistas adecuadas, podremos garantizar mejor el futuro de la humanidad.

La exposición hecha en este volumen, resalta la gran importancia e interés de las prácticas de conservación y toca

al Geógrafo proponer y aplicar de la manera más adecuada.

En nuestro país, desafortunadamente hemos perdido ya un gran porcentaje de estos dos recursos. El avance de la desertificación es evidente aún para el profano y la contaminación química de nuestros ríos es innegable.

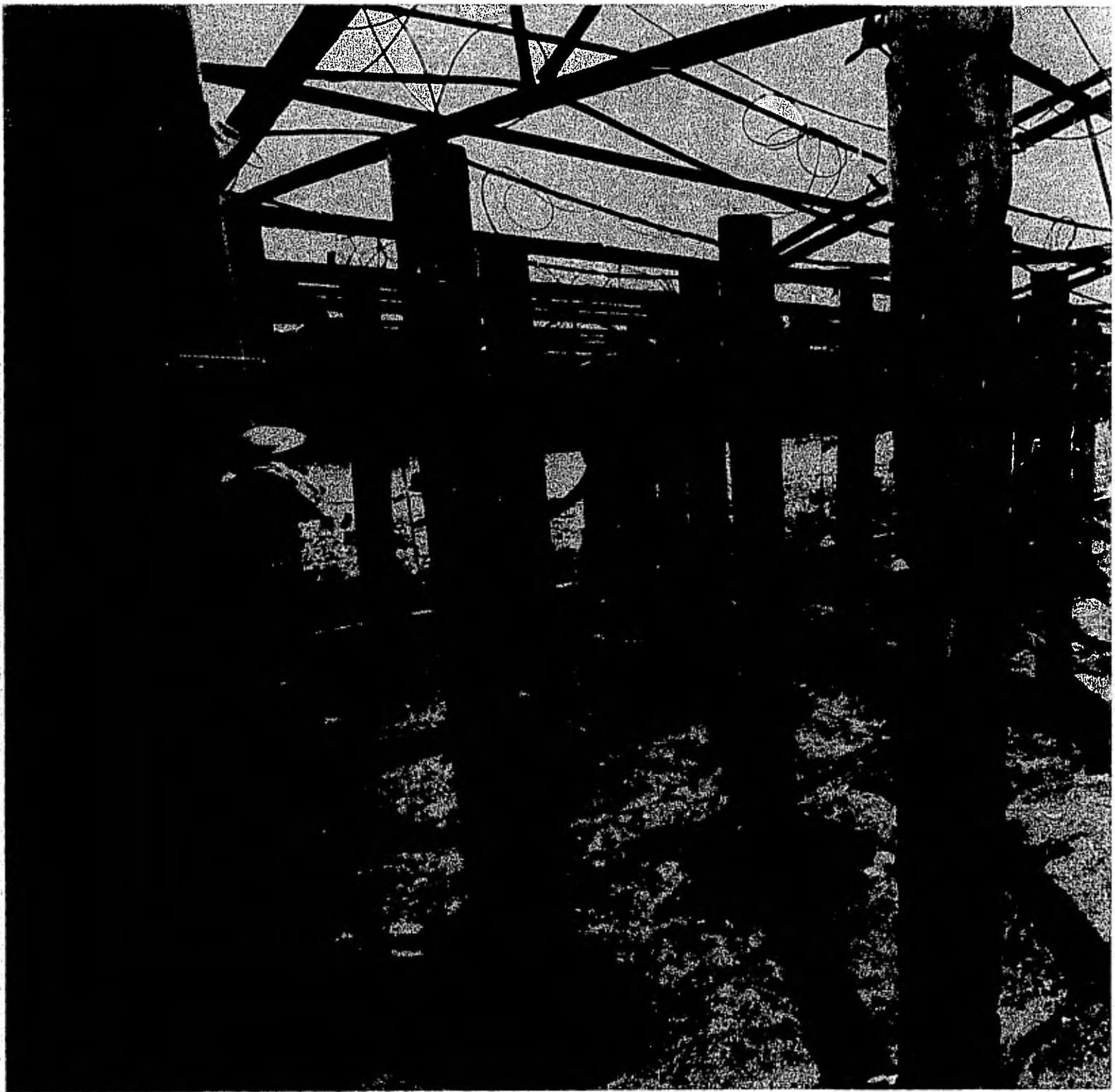
De no actuar con toda energía y eficiencia a nivel nacional, la catástrofe será inevitable. El Geógrafo juega un papel primordial en la planeación, dirección y utilización de los métodos y medidas que deberán aplicarse, pues ya no hay tiempo para experimentar o aplicar al azar prácticas de conservación; deberán ser personas perfectamente conscientes de su responsabilidad, la cual debe estar respaldada por los sólidos conocimientos adquiridos durante sus estudios.

El conservacionista (Geógrafo o Ecólogo) tiene ante sí un gran reto ya que, se puede decir en gran parte que el futuro de la humanidad está en sus manos, en cuanto a directrices para la conservación se refiere.

Las prácticas de conservación solo retarden la erosión, no la frenan. Las mejores tierras ya están cultivadas en todo el mundo.

Con la hidroponia se puede cultivar cualquier cosa sin necesidad de suelo y los vegetales son alimentados artificialmente sobre un lugar inerte, ya que se les proporcionan el

agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo.



Cultivos por medio del Sistema de Hidroponia

A P E N D I C E

Datos generales que pueden utilizarse para desarrollar algunas bases de futuros trabajos o bien simplemente como in dices de comparación para evaluación de otros sitios.

TIERRAS DE CULTIVO DE MEXICO

CLASIFICACION	MILLONES DE HABITANTES	% DEL TERRITORIO NACIONAL	% DE LAS TIERRAS CULTIVABLES
Cultivables	30	15	100
Regable	11.2	5.6	37.3
Aguas superficiales	8.2	4.1	27.3
Aguas subterráneas	3	1.5	10
Tierras regadas	4	2	13.3
Tierras por regar	7.2	3.6	24
Temporaleras	18.8	9.4	62.7

EROSION DE LAS TIERRAS DE MEXICO (1973)

INTENSIDAD	Km ²	% DEL TERRITORIO NACIONAL
Escasa o nula	354 000	17.6
Ligera dominante	333 750	16.4
Moderada	560 750	28.3
Severa	751 500	37.7
T O T A L	2 000 000	100.0

SULLOS DE MEXICO PERDIDOS

Se pierden anualmente por erosión	90 000 Has
Anualmente se degradan por deslave:	200 000 Has
Hasta 1973 existían tierras impro- ductivas por erosión:	25 000 000 Has
Durante los últimos 100 años la ca- pa vegetal perdida por erosión:	12 500 000 000 m ³
Suelos salinizados:	800 000 Has
Promedio de materia orgánica en los suelos del país:	0.5 a 1%

Tiempo necesario para erosionar 18 cms de mantillo sobre mar-
ga cenegosa con 16% de pendiente.

TRATAMIENTO	TONELADAS ANUALES POR HA	AÑOS
Hierba	0.25	10 000
Rotación	68.8	36
Maíz	291.3	9
Suelo desnudo (Baldío)	472.7	5

La erosión normal, no puede ser controlada por el hombre, lo
que puede controlar es la erosión acelerada.

Tiempo necesario para erosionar 18 cms de mantillo sobre mar-
ga arenosa fina.

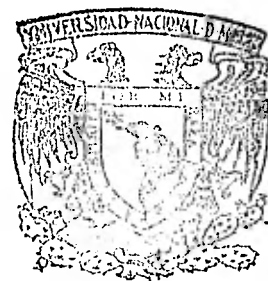
TRATAMIENTO	PENDIENTE %	TONELADAS ANUALES POR HA	AÑOS
Hierba	16.5	0.012	200 000
Bosque	12.5	0.123	20 000
Rotación	8.75	42.747	59
Algodón	8.75	57.400	43
Algodón sobre subsuelo	8.75	161.848	15

OBRAS CONSULTADAS

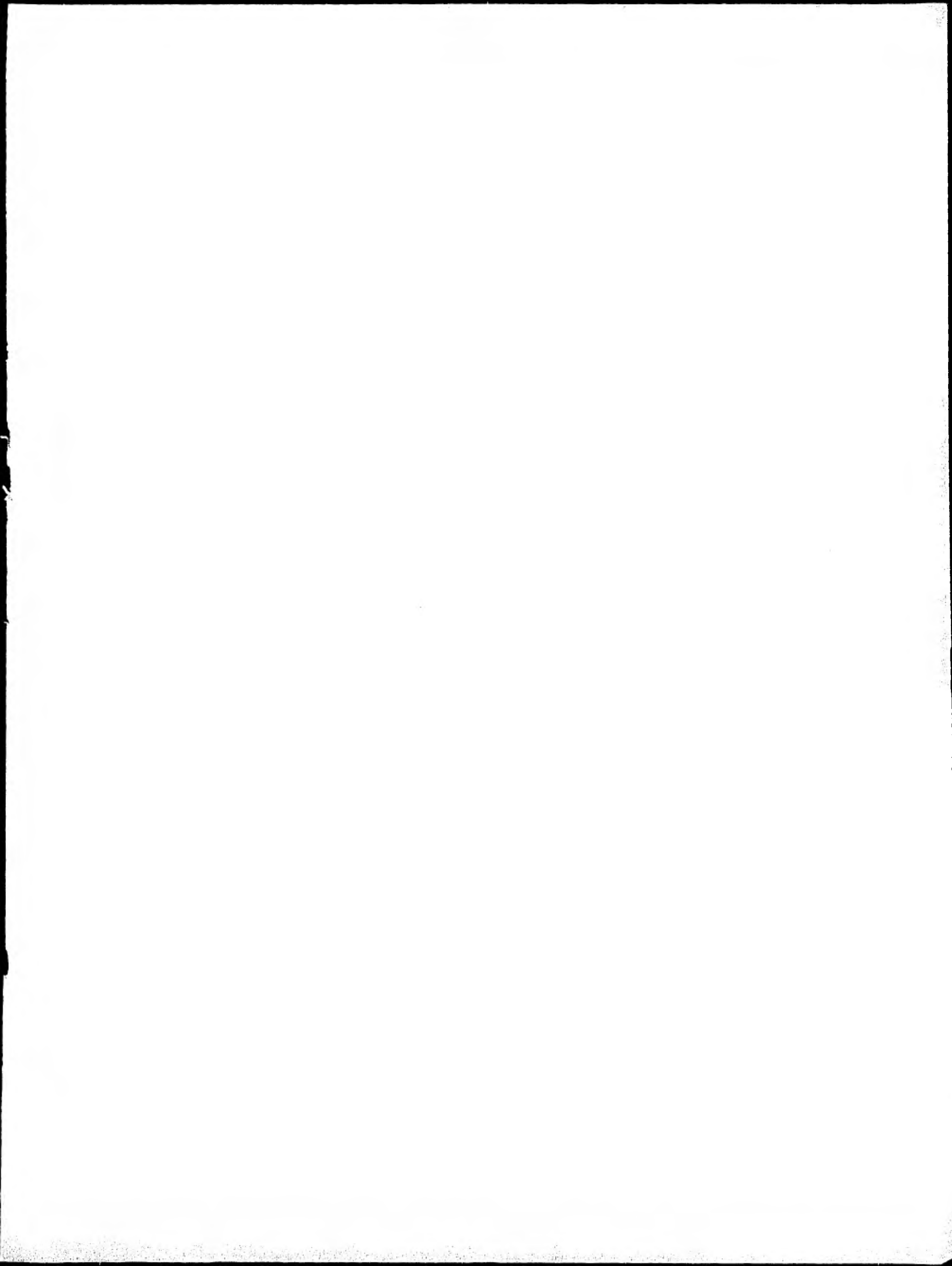
- Beiser, Arthur. "La Tierra".
3a. Edición. Editorial Time-Life y Latina, S.A.
México 1978.
- Bookchin, Murray. "Por una Sociedad Ecológica"
1a. Edición, Colección Tecnología y Sociedad
Editorial Gustavo Gili, S.A. 1980
- Emerson, Tony. "Recursos y Medio Ambiente
Una Perspectiva Socialista". 1a. Edición,
Colección Tecnología y Sociedad. Editorial
Gustavo Gili, S.A. 1980.
- Enciclopedia "La Técnica y la Materia"
Tomos I y II, Editorial Argos, Barcelona España, 1968.
- Farb, Peter. "El Bosque"
3a. Edición. Editorial Time-Life y Larrios, S.A.
México 1978.
- Farb. Peter, "Ecología"
3a. Edición. Editorial Time-Life y Larrios, S.A.
México 1977
- Leet y Judson. "Fundamentos de Geología Física"
1a. Edición. Editorial Limusa, S.A. México 1975
- Mann, Guillermo "Bases Ecológicas para la
Explotación Agropecuaria en América Latina"
Ediciones Serie Biología, O.E.A. Chile 1966
- Odum, P. Eugene. "Ecología"
3a. Edición, Editorial C.E.C.S.A. México 1980
- Rzedowski, Jerzy. "Vegetación de México"
1a. Edición Editorial Limusa, S.A. México 1978
- Tamayo, L. Jorge. "Geografía Moderna de México"
8a. Edición. Editorial Herrero, S.A. México 1980
- Turk, L.M. y Foth, H.D. "Fundamentos de la Ciencia del
Suelo"
1a. Edición. Editorial C.E.C.S.A. México 1975
- Vivó, Jorge A. "Geografía Física"
19a. Edición. Editorial Herrero, S.A. México 1975

Went , Frits W. "Las Plantas"
3a. Edición. Editorial Time-Life y Multicolor, S.A.
México 1978.

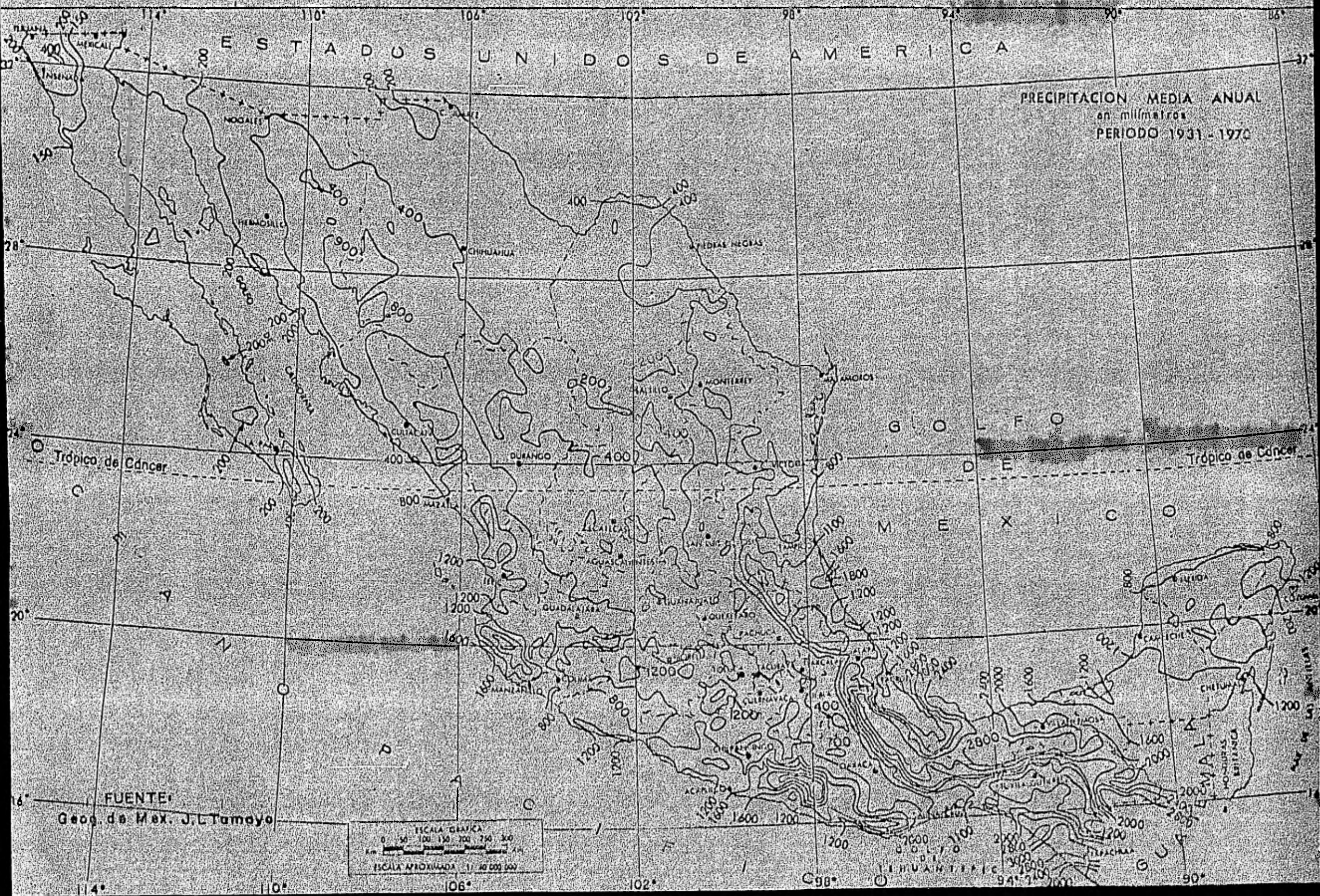
Los datos de los cuadros que aparecen en las págs. 22,
24, 28, 30, 114, 115 y 116 fueron tomados de los apuntes
de "Conservación de Recursos Naturales" inéditos del
Mtro. Jorge Rivera Aceves.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



CARTA DE ISOYETAS



ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

PRECIPITACION MEDIA ANUAL
en milímetros
PERIODO 1931-1970

Tropico de Cáncer

Tropico de Cáncer

G O L F O

D E

M E X I C O

FUENTE:
Geo. de Mex. J. L. Tamayo

ESCALA GRAFICA
0 50 100 150 200 250 300
Km
ESCALA APROXIMADA 1:40 000 000