

CONVENIO



PROYECTO 2150



PROMSA
BID - MAC - BIRD



CENTRO DE REHABILITACIÓN DE MANABÍ



UTM
Universidad Técnica de Manabí
Facultad de Ingeniería Agrícola



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

ESTACION EXPERIMENTAL DE PORTOVIEJO

**DEPARTAMENTO NACIONAL
MANEJO DE SUELOS Y AGUA**

**PRÁCTICAS ADECUADAS PARA LA CONSERVACIÓN
DE SUELOS Y AGUA EN
TERRENOS DE LADERAS EN MANABÍ, ECUADOR**



Boletín Técnico - Divulgativo

PORTOVIEJO

2002

INIAP - Estación Experimental Portoviejo

CONVENIO



PROYECTO 2150



PROMSA
BID - MAC - BIRD



CENTRO DE REHABILITACIÓN DE MANABÍ



UTM
Universidad Técnica de Manabí
Facultad de Ingeniería Agrícola



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL PORTOVIEJO

DEPARTAMENTO
MANEJO DE SUELOS Y AGUA

PRACTICAS ADECUADAS PARA LA CONSERVACION
DE SUELOS Y AGUA EN TERRENOS DE LADERAS
EN MANABI. ECUADOR

Boletín Técnico -Divulgativo

José J. Arroyave A.

PORTOVIEJO

2002

PRESENTACION

El principal y mayor problema que afecta la actividad agropecuaria en la provincia de Manabí (ECUADOR), es el avanzado estado de deterioro del recurso "suelos" especialmente en aquellos terrenos ubicados en áreas de laderas, donde se encuentra establecida la mayor parte de la población agrícola/ganadera.

En estos terrenos existen graves problemas de degradación de las tierras, debido a la deforestación, quemas y mal manejo de los suelos, el agua y los cultivos, que han determinado la disminución de su capacidad productiva, originando la pobreza rural e inseguridad social/alimentaria que caracteriza a esta zona.

*Por éstas razones y considerando la necesidad de recuperar, mejorar y conservar dichos recursos naturales; que permitan obtener una producción agrícola pecuaria sostenible y al mismo tiempo preservar el medio ambiente; con el apoyo del **PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LOS SERVICIOS AGROPECUARIOS (PROMSA)**, en convenio con **EL INIAP, EL CRM y La UNIVERSIDAD TECNICA MANABI**, a través del Proyecto IG CV 086. **Desarrollo de Tecnologías sostenibles de manejo y conservación de suelos y aguas con sistemas de producción agropecuaria en terrenos de laderas del Bosque Tropical Seco en Manabí. Ecuador.** Se pone en consideración de nuestros agricultores, de estudiantes y profesionales agrícolas, la presente publicación, que encierra conocimientos y sugerencias para el adecuado manejo de dichos recursos naturales, especialmente en terrenos de laderas.*

Se pretende que este documento sea una guía que contribuya de alguna manera con los conocimientos y habilidades de los usuarios, para beneficio de la agricultura provincial nacional.

Ing. Ms. C. José Arroyave Alvarado

Responsable: Proyecto PROMSA IG CV 086

AGRADECIMIENTO

A través de estas líneas dejo mis agradecimientos

*A los Ings. Jorge Cedeño M. y Luis Castro L.
Investigadores del Proyecto PROMSA IG - CV. 086.
por sus aporte técnicos.*

*Al Ing. Saúl Mestanza Solano.
por su valiosas sugerencias.*

*A las señoras Aura Moreira Solórzano y Karla Arteaga Meza
por su colaboración en el levantamiento del texto.*

CONTENIDO

	Pg.
PRESENTACION.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
PRACTICAS ADECUADAS PARA LA CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA EN TERRENOS DE LADERAS EN MANABI. ECUADOR.	1
INTRODUCCION	1
<i>Erosión del suelo.</i>	<i>2</i>
<i>Factores que afectan la erosión.</i>	<i>2</i>
Alternativas para reducir el proceso de erosión en los suelos	5
A: CULTURALES.	5
1. Distribución adecuada de los cultivos en las fincas.	5
2. Labores culturales.	5
3. Rotación de cultivos-	6
4. Siembras de cultivos en contorno ó en curvas a nivel.	7
5. Cultivos en fajas.	8
6. Barreras vivas.	10
7. Cortinas rompe viento.	10
8. Fajas de drenaje o contención.	10
B. PRACTICAS AGRONOMICAS	12
1. Manejo de bosques.	12
2. Manejo de pastizales.	13
3. Manejo de malezas, rastrojos y plantas arbustivas.	14
4. Cultivos de coberturas y abonos verdes.	15
Cultivos de cobertura.	15
Abonos verdes.	16
5. Labranza reducida y cero labranza.	16
6. Sistemas de cultivos.	18
7. Formación de mantillo "mulch."	18
8. Reforestación.	20
C. PRACTICAS MECANICAS.	20
1. Prevención y corrección de cárcavas.	20
2. Preparación de suelos y manejo de cultivos en contornos.	22
3. Canales o zanjas de desviación.	22
4. Canales de contención o curvas de nivel.	24
5. Cincelado y subsolado del terreno.	25
6. Sistemas de terrazas.	26
GLOSARIO.	30
BIBLIOGRAFIA.	35
TABLAS.	iii
GRAFICOS.	iii

TABLAS

TABLA 1.	Guía para la clasificación de tierras agrícolas.	6
TABLA 2.	Anchuras de franjas para diferentes pendientes de terreno	8

GRAFICOS

Gráfico 1.	Forestaría, cultivos en franjas, siembras a curvas de nivel y cultivos en Coberturas son prácticas adecuadas para el manejo y Conservación de los suelos.	11
Grafico 2.	Rotación de cultivos, barreras vivas, acequias de laderas y canales De desvio son prácticas para el manejo adecuado del suelo, agua y cultivos.	15
Gráfico 3.	Canales de desviación de escorrentías para prevenir la formación de cárcavas	23
Gráfico 4.	Diseños de canales.	27
Gráfico 5.	Diseño de terrazas.	29

PRACTICAS ADECUADAS PARA LA CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA EN TERRENOS DE LADERAS EN MANABI. ECUADOR.

José Arroyave Alvarado*

INTRODUCCION.

Las zonas de laderas, donde se asientan las mayores áreas agropecuarias en la provincia de Manabí, manifiestan deficiencias en el manejo de sus suelos y consecuentemente en sus sistemas de producción; ésta situación está conduciendo a la destrucción o degradación progresiva y acelerada de éste importante recurso de compleja recuperación, estimándose que anualmente se pierden entre 10 y 80 TM de suelo /ha por efecto de la erosión.

El uso tradicional de los terrenos, a partir del desbrozamiento, roza y quema de la vegetación natural o de las establecidas, el manejo de cultivos o sistemas de producción, sin tecnologías apropiadas de conservación de los recursos naturales, han determinado cambios substanciales en el clima y en los suelos de la región. A tal punto que gran extensión de la geografía Manabita se está convirtiendo en un desierto que avanza a razón de 1Km. /año.

Por otro lado, el manejo inapropiado de la vegetación ha conducido a la destrucción de la capa orgánica, al acelerado proceso de erosión y degradación de los suelos observados, a la disminución de la productividad y al deterioro del medio ambiente. Esto indirectamente ha provocado la migración del campesinado a los centros poblacionales con el consecuente incremento de problemas sociales y económicos.

De esta manera, el mayor desafío actual en la agricultura de la provincia de Manabí, desde el punto de vista económico y ecológico, es recuperar las áreas deforestadas, erosionadas o de baja productividad, así como de lograr un uso y conservación adecuada de las tierras bajo explotación agrícola, forestal o ganadera.

Para la solución de estos problemas se requiere de un manejo racional e integral del complejo suelo-agua-cultivos, que involucre prácticas eficientes para el control del desprendimiento y transporte de las partículas del suelo, cortes en la longitud de las pendientes, utilización de cultivos y operaciones de labranza que conserven o mejoren las propiedades físicas del suelo, que influyan en la retención de agua, desarrollo radicular, porosidad, o en la recuperación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos; y que finalmente conlleven al desarrollo de una actividad agrícola sustentable.

Con la finalidad de brindar conocimientos generales sobre la erosión y degradación de los suelos, y de proporcionar algunas alternativas para el mejor uso y conservación de los recursos suelos, agua y cultivos, se ha elaborado el presente Manual-Técnico, dirigido especialmente a profesionales, estudiantes y agricultores.

* Ing. Agro. Ms. C. Responsable Departamento Manejo de Suelos y Agua, de la Estación Experimental Portoviejo. INIAP.

EROSION DEL SUELO.

La erosión del suelo es definida como el desprendimiento y transporte de las partículas minerales y orgánicas por acción de la lluvia, temperatura, escorrentías, viento, organismos vegetales, animales y el hombre.

FACTORES QUE AFECTAN LA EROSION

Entre los factores que inciden directamente sobre las pérdidas de suelos por erosión se tienen: intensidad y duración de las lluvias, cantidad y velocidad del flujo superficial, grado y tipo de cobertura vegetal, pendiente del terreno, conformación textura y estructural del suelo, laboreo del terreno, duración, velocidad y turbulencia del viento, etc.

La humedad, la temperatura, las raíces de vegetales, los micro-organismos, gusanos y otras especies animales, provocan la separación de las partículas de los conglomerados del suelo.

Las lluvias y escorrentías determinan el deslizamiento de las partículas del suelo, y la formación de canalillos, surcos, zanjas o cárcavas que progresivamente van disminuyendo el área cultivable; provocan al mismo tiempo el lavado de nutrientes, sedimentación en los cultivos, daños en carreteras, alcantarillas, asolvamiento de represas y reservorios e incrementan los costos de manejo de cultivos y mantenimiento de infraestructuras (Erosión hídrica).

La incidencia del viento sobre terrenos desprovistos de vegetación produce también el deslizamiento y transporte de partículas minerales u orgánicas, determinando un tipo especial de erosión, conocida como erosión eólica.

El hombre mediante el uso y manejo inadecuado del suelo, eliminación de la cobertura vegetal, utilización excesiva de maquinaria, etc., determina cambios en las condiciones físico-químicas del suelo que favorecen su erosión y degradación.

La pérdida de la productividad del suelo cuantitativa y cualitativamente a través de varios procesos como: Deforestación, quemas, erosión, manejo inadecuado, (Fotos 1, 2, 3 y 4) salinización, inundaciones, pérdidas de nutrientes, deterioro de la estructura del suelo y su polución (contaminación) es conocida como degradación.

En estudios realizados por la Agencia de cooperación Internacional del Japón. JICA -CRM. (1992), se establecieron que las pérdidas de suelos en las escorrentías de las diferentes cuencas hidrológicas de la provincia de Manabí, varían entre 13 y 77 TM /ha/año.



Foto 1. *La deforestación y quema de rastrojos en laderas contribuyen a la degradación de los suelos.*



Foto 2. *Manejo inadecuado de los terrenos en laderas*



Foto 3. *Las siembras, desmalezados y quemas de residuos vegetales en dirección de las pendientes de los terrenos favorecen la erosión de los suelos.*



Foto 4. *Degradación de las tierras en laderas debido a la erosión.*

ALTERNATIVAS PARA REDUCIR EL PROCESO EROSIVO EN LOS SUELOS.

El proceso erosivo del suelo puede ser disminuido por la aplicación de prácticas o alternativas de manejo del suelo, agua y cultivos. Estas prácticas pueden ser: culturales, agronómicas y mecánicas.

A: CULTURALES

Se consideran prácticas culturales aquellas relacionadas directamente con el uso de los terrenos de acuerdo a su capacidad natural de producción, con el, empleo de poblaciones y distribución espacial de las plantas en el terreno, o el nivel cultural de los usuarios, con lo cual se consigue un uso eficiente de los recursos suelos, agua, cultivos e insumos.

Entre las diferentes prácticas culturales se tienen:

1. Distribución adecuada de los cultivos en la finca.

La implementación de prácticas agronómicas y/o mecánicas, requiere inicialmente de un reconocimiento de los predios de la finca para establecer la capacidad agrológica o productiva de las tierras existentes. Seleccionar el adecuado uso de las diferentes clases de tierras es el primer y más importante paso en todo programa de conservación de suelo. Con tal propósito se puede recurrir a las sugerencias presentadas en la Tabla 1.

En general, los cultivos de “escarda” o limpios que demandan labores de mantenimiento permanente y los densos deben ser ubicados en terrenos planos o con pendientes inferiores a 20%, en los terrenos con mayores pendientes y alto riesgo de erosión se debe mantener o permitir la regeneración de la vegetación natural con el manejo adecuado de bosques, pastizales, y programas de reforestación. (Ver tabla 1).

Complementariamente, se debe elaborar un croquis de la propiedad con las clases de tierras identificadas, reunir datos climatológicos de la zona y recurrir al asesoramiento técnico de profesionales expertos en planes de conservación de suelos. La distribución adecuada permitirá un mejor aprovechamiento de las tierras y obtener cosechas comerciales con mayor productividad e ingresos económicos.

2. Labores culturales.

Con una correcta utilización de poblaciones de plantas, manejo integrado de malezas, insectos y enfermedades, y de la fertilización, en el establecimiento y mantenimiento de los cultivos se puede conseguir un crecimiento inicial vigoroso y rápida cobertura de los espacios entre hileras. De esta manera el suelo quedará expuesto menos tiempo a la acción directa de las lluvias y se reducirá así la erosión.

En caso de ser necesario el uso de implementos agrícolas para estas labores, su utilización debe reducirse al mínimo, con la finalidad de no favorecer la acción de los procesos erosivos y el deterioro de los suelos.

TABLA 1 GUIA PARA LA CLASIFICACION DE TIERRAS AGRICOLAS

Clases	Necesidades	Prácticas recomendadas
I. Planos, profundo. 5% pendiente	Drenar, regar, fertilizar	Rotación de cultivos, cultivos carpidos, leguminosas, ninguna práctica especial de conservación de suelos, forrajes. Cultivos en fajas, de coberturas rotaciones con leguminosas, terrazas de camellón.
II Ligeramente inclinados 5-12% pendientes	Combatir la erosión conservar el agua con métodos sencillos de manejo, drenajes y regadíos simples. Remoción de piedras, incrementar la fertilidad del suelo.	
III Inclinados 12 -25% pendientes	Medidas contra la erosión conservación del agua y drenajes, métodos intensivos de riegos remoción de piedras, aumento de la fertilidad.	Rotaciones extensas. cultivos en con torno, en fajas estrechas, cercas y setos vivos, surcos en contorno, franjas de filtración, terrazas de canal, desagües, etc.
IV Escarpados desgastados 25-35% pendientes	Cultivos permanentes rotaciones largas, drenajes.	Terrazas de canales de desviación implementar bosques y pastizales corrección de cárcavas, cultivos en hileras transversales a la dirección de las pendientes. etc.
V Planos, mal drenaje	Praderas y árboles no deben estar expuestos a la erosión hídrica o eólica,	Cuidado del ganado y de terrenos árboles, pastoreo, drenaje de acuerdo a sus necesidades, cercas vivas, evitar incendios, restringir el corte de árboles.
VI Declive moderado	Vegetación permanente de pastos y bosques, Controlar la erosión.	Pastorear de acuerdo a capacidad usar surcos a nivel, terrazas de camellón.
VII Declives diferentes erosionados	Vegetación permanente de bosques, pastos, uso limitado.	Cuidado intensivo, fertilización, cal re- siembras, control de incendios selección de árboles de corte pastoreo limitado.
VIII Terrenos áridos quebrados, pantanosos y pedregosos	No adecuadas para cultivos ó bosques.	Solo para vida silvestre.

3. Rotación de cultivos

Es la sucesión alternada de diferentes cultivos en un mismo terreno que brindará al suelo una protección variable contra la erosión. Para el establecimiento de las rotaciones se deben considerar la ecología y necesidades de cultivo de la zona, así como también las condiciones socioeconómicas de los propios agricultores.

Según el grado de protección que los cultivos brindan al suelo pueden ser: de escarada (yuca, maíz, algodón, soya, hortalizas), densos (arroz de laderas, maní, frijol caupí), forrajeros (sorgo, soya y centrosoma), pastizales (pastos de gramíneas y leguminosas) arbóreos, etc.

En una adecuada rotación de cultivos debe incluirse necesariamente plantas de desarrollo denso como las leguminosas y pastos de corte por las ventajas que ofrecen en relación con la fertilidad, mejoramiento de las propiedades físicas y protección del suelo contra los agentes erosivos. Por otro lado, una buena rotación de cultivos permite prevenir y controlar la incidencia de plagas (malezas, insectos y microorganismos patógenos).

El tipo y frecuencia de la rotación dependerá de la susceptibilidad del suelo a la erosión (profundidad, pendientes del terreno, texturas, etc.) y de la intensidad de lluvias y vientos en la zona. Además deben basarse en un plan a largo plazo y ser flexibles en el uso de variedades y sistemas que contribuyan a mejorar las cosechas.

4. Siembras de cultivos en contorno ó en curvas a nivel.

La siembra de cultivos en dirección transversal al sentido de la pendiente o en curvas a) nivel siguiendo el contorno del terreno, constituye una buena práctica conservacionista de los suelos. Mediante ella, cada hilera de plantas constituirá un obstáculo al paso del agua de escurrimiento y disminuirá su velocidad y capacidad de arrastre, permitiendo que las partículas sueltas se mantengan por más tiempo en el terreno. (Foto 5.)

Una curva a nivel es aquella en que todos los puntos de las hileras de plantas están a la misma altura y siguiendo el contorno del terreno. Su utilización puede resultar complicada en terrenos irregulares y de mayores pendientes, demandando la participación de implementos topográficos y personal especializado.

Cuando se tienen terrenos amplios y suficientemente uniformes las siembras en contorno es una actividad fácil de realizar, y recomendable para terrenos con pendientes de 5 a 12 %.

Para realizar la siembra de cultivos en contorno se debe seguir los siguientes pasos:

- a) Determinar y señalar la línea de máxima pendiente.
- b) A partir de un punto de la línea de máxima pendiente se traza una línea o surco a curva de nivel mediante el uso de estacas separadas unos 10 a 15 metros entre si, utilizando un nivel de caballete tipo A ó un clinómetro.
- c) A partir de esta línea o surco a nivel, se siembra paralelamente hacia arriba ó hacia abajo tratando de cubrir zonas uniformes.

- d) En terrenos bastante inclinados y poco uniformes se necesitará establecer varias líneas guías de siembra partiendo desde el punto más alto del terreno se sembrará paralelamente a cada línea cubriendo las áreas entre líneas sucesivas.

5. Cultivos en fajas.

Esta práctica consiste en disponer dos o más cultivos en fajas de anchura variable, de tal manera que en cada ciclo de cultivo se alternen plantas que ofrezcan diferentes grados de cobertura y protección del suelo. Por ejemplo, se pueden establecer fajas alternas con maíz, yuca, algodón, frijoles, maní u otras leguminosas; debiéndose rotar estos cultivos dentro de cada faja en los ciclos siguientes. (Foto 6)

Las siembras de cultivos en fajas determinan la necesidad de labores diferentes en el terreno, proporcionan mayor protección del suelo, mantienen o favorecen su fertilidad y condiciones físicas, permiten mayor y mejor aprovechamiento de las lluvias o humedad del suelo y ofrecen mejores alternativas de producción, etc.

Las siembras de los cultivos limpios o de escarda se deben realizar en sentido transversal a la dirección de la pendiente del terreno.

El ancho y ubicación de las fajas estarán en función de los cultivos que se desarrollan en la zona (maíz, algodón, yuca, maní, sorgo, hortalizas), pendiente del terreno, condiciones físicas de los suelos, intensidad de las precipitaciones, dirección del viento, etc. (Tabla 2)

En terrenos donde se presenta erosión hídrica los cultivos deben ser establecidos siguiendo las curvas de nivel, en fajas alternas y con rotación de dichos cultivos en las siembras subsecuentes.

Tabla 2 Anchura de fajas para diferentes pendientes y condiciones de terreno.

Pendientes	Bien drenados	Mal drenados
%	m.	m.
0 - 7	60	45
8 - 12	45	30
13 - 15	30	20

Entre las fajas de cultivos se pueden establecer zonas para movilización, canales de contención o desvío, terrazas angostas para siembras arbustivas ó frutales, gramíneas de corte, acumulación de rastrojos. etc.



Foto 5. Sistema intercalado de cultivos en fajas de maíz y caupí sembrados en curvas nivel



Foto 6. Sistema intercalado en fajas con cultivos de maíz y caupí.

En terrenos de relieves muy ondulados o poco uniformes, las fajas de cultivos no serán de mucha longitud y deberán ser adaptadas a las condiciones específicas de cada sección del terreno, estableciéndose en forma transversal a la dirección de la pendiente

6. Barreras vivas.

Se conocen con este nombre a hileras de plantas preferentemente perennes, de crecimiento denso y vigoroso, sembradas estrechamente y a través de la pendiente del terreno.

Estas barreras servirán de obstáculo al agua de escurrimiento y retendrán el suelo que ésta arrastra. Resultan adecuadas en tierras de cultivos anuales y semi arbóreos, que se siembran entre hileras de barreras vivas. El suelo retenido en ellas va formando bancales; constituye un método sencillo y barato de formar terrazas de banco, para ello se pueden utilizar plantas como los piñuelos, yerbas de corte, piñas, muyuyos, y otros.

7. Cortinas rompe viento.

En terrenos abiertos o desprovistos de vegetación arbórea que sufren la incidencia directa de los vientos, se debe recurrir a la implantación de cortinas vegetales conformadas por arbustos y árboles dispuestos en hileras perpendiculares a la dirección de los vientos dominantes.

Para una rápida formación de estas cortinas se debe recurrir a los materiales propios o adaptados a la zona, de sistema radicular profundo para un buen anclaje y con ramas y hojas dispuestas por todo el tallo, como tamarindos, almendros, palmas, ficus, nim, entre otros.

8. Fajas de drenaje o contención.

En zonas con elevado régimen pluviométrico y evidentes problemas de escorrentías y erosión, se hace necesario la implantación de fajas con vegetación herbácea densa que permita el flujo del agua a través de la pendiente y retengan entre sus raíces y tallos las partículas minerales y orgánicas del suelo que las escorrentías lleven en su arrastre, contribuyendo de esta manera al control de la erosión.

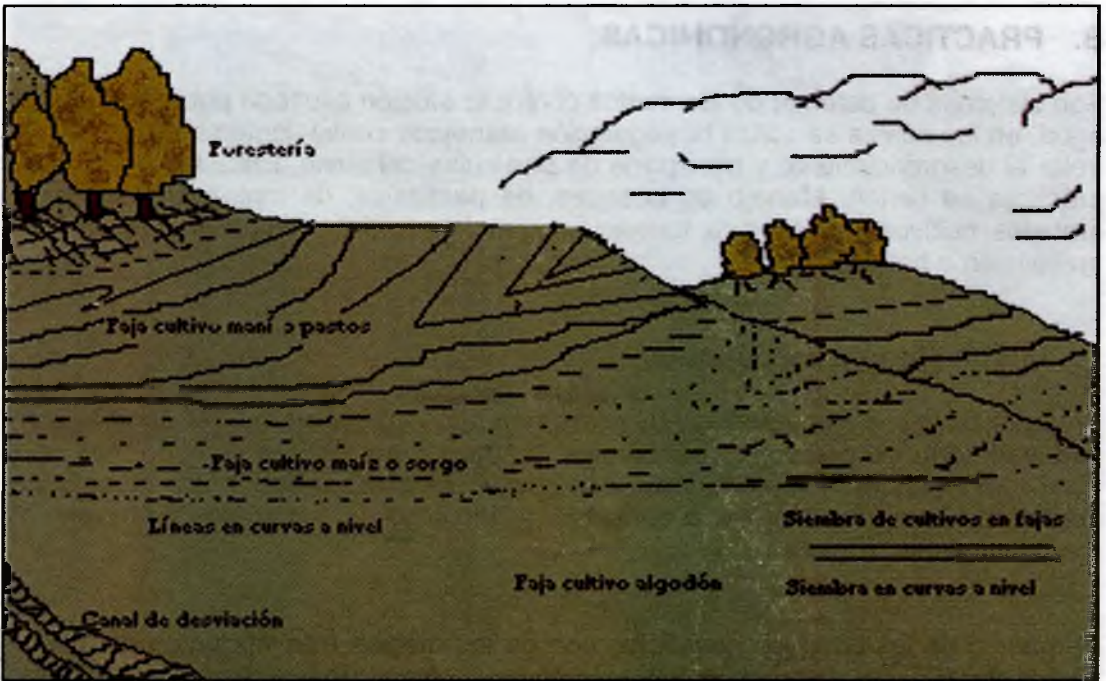


Gráfico 1. *Forestaría, cultivos en franjas, siembras a curvas de nivel y cultivos en coberturas son prácticas adecuadas para el manejo y conservación de los suelos.*



Foto 7. *Franjas de filtración y canales para desvío de escorrentías*

Estas franjas de contención o drenajes pueden ser ubicadas entre fajas de cultivos, entre sistemas de cultivos ó en el lado superior de los canales de desviación y de las terrazas de drenaje.

B. PRACTICAS AGRONOMICAS.

Son sistemas de defensa de los suelos contra la erosión causada por el viento y el agua, en las cuales se utiliza la vegetación manejada convenientemente para controlar el desprendimiento y transporte de partículas del suelo. Entre las principales prácticas se tienen: Manejo de bosques, de pastizales, de malezas, rastrojos y arbustos, cultivos de cobertura, formación de mulch, cortinas rompe vientos, cultivos en callejón o barreras vivas.

1. Manejo de bosques.

Áreas de bosques son aquellas que presentan una vegetación natural vigorosa ubicadas en terrenos planos, de pendientes, o aquellas en que por su condición marginal (deforestadas, excesivamente húmedas o inclinadas) deben ser manejadas adecuadamente para mejorar o conservar la fertilidad de sus suelos y proteger el medio ambiente. (Foto 8.)

El manejo de los bosques constituye uno de los medios más eficientes para conservar el suelo y el agua, especialmente en las regiones de buenas precipitaciones. Por lo tanto, los esfuerzos deben estar encaminados a satisfacer las necesidades de estas tierras en vez de dirigirlos a mayor aprovechamiento agrícola o forestal.

En el manejo de tierras forestales que no se hallen suficientemente arboladas o cuando no se pueda obtener una reproducción natural suficiente, se procederá a la siembra de árboles, seleccionando aquellas especies que prosperen bien en la zona para producir los resultados esperados.

La repoblación de los bosques puede hacerse con siembra directa de semillas, estacas enraizadas o recién cortadas, transplante de plantas silvestres, arbolitos de almácigos o viveros, etc.

Previamente a la repoblación, el sitio debe ser preparado para modificar los factores desfavorables del terreno, reducir la competencia de plantas o malezas, y favorecer el procedimiento de la reforestación. En la preparación del ambiente se puede dejar el lugar de siembra en barbecho durante varios meses para aumentar la humedad del suelo, construir surcos en contorno o terrazas individuales, remover el subsuelo en líneas a nivel, cubrir el suelo con ramas, paja, camada de hojas o materiales orgánicos.

El costo y el tiempo que demanda la restauración de arboledas y bosques determinan la necesidad de cuidarlos y manejarlos adecuadamente para que brinde protección a los terrenos ubicados en zonas bajas y rindan los beneficios económicos esperados deben ser sometidos a clareos, podas, desmalezados, eliminar el pastoreo, protegerlos contra incendios y cosecharlos adecuadamente.



Foto 8.- Manejo adecuado de bosque para control de la desertificación y erosión de los suelos

2. Manejo de pastizales.

Las tierras dedicadas a pastizales deben ser manejados para que mantengan un equilibrio adecuado entre la cantidad de vegetación a ser consumida por el ganado y la que sirva para proteger los suelos. En su utilización se debe proceder a la resiembra de las áreas deterioradas, utilizar especies apropiadas para cada zona, establecer mezclas de gramíneas y leguminosas, eliminar matorrales indeseables, no someterlos a pastoreo excesivo, permitir la producción ocasional de semillas y la propagación de vástagos rastreros o estolones, mantener la fertilidad del suelo, etc.

Los terrenos a dedicarse para pastizales en laderas, serán los poco profundos con pendientes entre 30 y 45% o aquellos clasificados en la clase V.

Bajo un manto herbáceo denso se consigue disminuir significativamente la erosión, las pérdidas de suelo y mejorar el aprovechamiento de las lluvias; estas acciones pueden ser favorecidas con la implantación de prácticas mecánicas de conservación de suelos y aguas como acequias, canales de desviación, subsolados, zanjas de drenajes, etc.



Foto 9. *Implementación de pastizales en terrenos con pendientes superiores a 30% permite disminuir las pérdidas de suelos por erosión y aprovechar mejor las aguas de lluvias.*

3. Manejo de malezas, rastrojos y plantas arbustivas.

La eliminación de residuos de malezas, plantas cultivadas, rebrotes y arbustos no deseables en tierras bajo explotación agrícola, silvo pastoril, bosques, de recreación y vida silvestre, es conveniente; sin embargo, debe desecharse la quema para no favorecer los procesos erosivos ni contaminar el medio ambiente. Estos materiales pueden quedar en el terreno o ser acumulados en áreas críticas (zanjas y cárcavas) para favorecer su descomposición y la recuperación del suelo en dichas áreas.

En las tierras de cultivos después de levantadas las cosechas, los residuos vegetales y malezas deben ser mantenidos en el terreno hasta nuevas siembras, momento en el cual puede sembrarse sobre ellos, abrir hileras o pequeños surcos donde se depositarán las semillas del nuevo cultivo. (Foto 11).

El mantenimiento de estos rastrojos en todo el terreno o entre las hileras de siembra en forma de lagarteras, permitirá amortiguar el efecto erosivo de las gotas de lluvias sobre el suelo, detener el flujo de escorrentías, favorecer la penetración del agua en el subsuelo y mantener su humedad durante mayor tiempo.



Grafico 2. Rotación de cultivos, barreras vivas, acequias de laderas y canales de desviación son prácticas para el manejo adecuado del suelo, agua y cultivos

Para cultivos que necesitan mayor limpieza del terreno, los rastrojos pueden ser amontonados entre fajas de cultivos, para permitir su lenta descomposición y la formación de terrazas angostas para siembra de plantas arbustivas o frutales.

4. Cultivos de coberturas y abonos verdes

Cultivos de cobertura.

Los cultivos de cobertura son plantas de desarrollo rápido y denso que se utilizan para proteger el suelo contra el efecto erosivo directo de las lluvias, ya sea que brinden o no productos de cosechas. Están constituidos por cereales o gramíneas de pequeños granos (arroz, sorgos forrajeros), pastos (Saboya, puntero) y leguminosas (alfalfa y velvet deben ser de fácil adaptación a las condiciones ecológicas de la zona, de buen macollo o de crecimiento preferentemente rastrero que permitan una rápida cobertura del suelo y tener además buena tolerancia de asociación con los cultivos base o principales. etc.),

Las calles se deben proteger con una buena cobertura vegetal de leguminosas (centrosomas, setarias, etc.) o gramíneas herbáceas (buffel, estrella, etc.) especialmente durante el establecimiento; sin embargo se debe tener cuidado en reducir la competencia con el cultivo manteniendo limpia una faja alrededor del tronco rozarlos cuando sea necesario.

Abonos verdes.

Los abonos verdes son cultivos generalmente de leguminosas con desarrollo foliar vigoroso y succulento, que inicialmente se utilizan como coberturas, pero que sirven para incorporar al suelo en la época de su floración mediante pases de arado o ras-tras. Esta práctica tiene como objetivo principal mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo para el cultivo siguiente, pero indirectamente reduce los escur-rimientos superficiales, permite la restauración y conservación de los suelos que han sufrido erosión.

La práctica de combinar las plantas de cobertura y abonos verdes con cultivos en fajas o en rotaciones de cultivos, permitirá una rápida recuperación y mejoramiento de los suelos para nuevos cultivos.

5.- Labranza reducida y cero labranzas.

La práctica de preparar los suelos con arada y/o pases de rastras en terrenos con poca pendiente, si bien contribuye a mejorar la cama para las semillas, determina cambios en la estructura del suelo, volviéndolos compactos o susceptibles a la erosión; por otro lado, incrementan las pérdidas de humedad del suelo y resultan costosas. Por este motivo, se sugiere utilizar en forma eficiente los equipos de labranza, reduciendo al mínimo el número de labores agrícolas; al mismo tiempo se debe manejar adecuadamente los tallos y residuos vegetales para proteger el suelo contra los impactos de las gotas de lluvia y reducir la erosión.

El desarrollo de cultivos en terrenos sin ninguna preparación del suelo es lo que comúnmente se conoce como "labranza cero", constituye una práctica que permite conservar la humedad del suelo en períodos y lugares de escasas precipitaciones, utilizar la humedad almacenada en el suelo para otra cosecha, etc.

En ésta práctica, los rastrojos y residuos vegetales de las cosechas son mantenidos en el terreno durante la época de descanso, inmediatamente antes de la siembra los materiales no degradados o resistentes a la descomposición serán retirados del ter-reño y amontonados en zonas determinadas para permitir su lenta descomposición y proteger el suelo contra la erosión.



Foto 10. *La implementación de represas o albardas ayuda a controlar la erosión del suelo aprovechar el agua de lluvias y mejorar el medio ambiente.*



Foto 11. *Manejo de rastrojo para minimizar la erosión y mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos.*



Foto 11a. *Manejo de rastrojos para conservación del suelo y agua*

6. Sistemas de cultivos.

Consiste en el desarrollo de varias combinaciones de cultivos en forma asociada intercalada en un mismo sitio, con diferentes prácticas de manejo. Esta forma de cultivar los terrenos permite protecciones diferentes de los suelos contra la erosión causada por el agua o el viento.

Propósitos de esta práctica también son las de mejorar y mantener buenas condiciones físicas en el suelo, ayudar al control de malezas, insectos y enfermedades, satisfacer la demanda de variados productos agrícolas y deseos del agricultor por un retorno económico.

Los sistemas de cultivo pueden incluir rotaciones que contienen pastos y leguminosas, así como también rotaciones en los cuales los beneficios deseados son alcanzados sin el uso de tales cultivos.

7. Formación de mantillo "mulch."

La formación y mantenimiento de una capa de materiales orgánicos o mantillo "mulch" sobre la superficie del suelo es esencial en terrenos con avanzado grado de erosión donde el establecimiento y desarrollo de las plantas se hace difícil. Los materiales que se utilizarán para la formación de esta capa son los desechos verdes de vegetación que se obtienen del agostamiento de hojas, en las podas y recepamientos, tallos no descompuestos ni triturados provenientes de plantas de pequeños granos o heno libre de semillas, así como restos de malezas y excrementos de ganado.

Esta capa de "mulch" además de los beneficios sobre la textura y estructura del suelo, fertilidad, población microbiana, y mejoramiento de otras condiciones físico-químicas del suelo, sirve como una capa protectora contra los efectos erosivos directos de las lluvias así como de retención, almacenamiento y conservación del agua.



Foto 12. *Las siembras de frijol caupí, velvet, u otras leguminosas como cultivos de cobertura, minimizan los efectos erosivos de las lluvias y mejoran las condiciones de humedad y fertilidad de los suelos.*



Foto 13. *La formación de rollos ó lagartos en contornos con los desechos vegetales y malezas, reduce la erosión, ayuda a conservar la humedad, al control de malezas y a la formación de terrazas.*

8. Reforestación.

Esta práctica permite la regeneración de la vegetación natural mediante la implantación y desarrollo de árboles en combinación con hierbas, matorrales y plantas arbustivas.

Aquellos terrenos que han sido afectados por la deforestación, desertificación o erosión de sus suelos y que presentan limitaciones para el desarrollo de cultivos agrícolas deben ser sometidos a procesos de restauración de la cubierta vegetal por medio de la reforestación, que constituye la forma más eficiente y económica de controlar la erosión.

Las copas de los árboles, la cobertura superficial de suelo constituida por hierbas, matorrales y plantas arbustivas, la capa de mantillo y humus en diferentes grados de descomposición, protegen al suelo de la erosión.

En todo proceso de reforestación se debe considerar las especies a utilizarse, analizándose sus hábitos de crecimiento, compatibilidad con otras especies de plantas, tolerancia a sequía, enfermedades e insectos, características morfológicas, rentabilidad económica, etc. En cada región existen plantas autóctonas que cumplen estos requisitos, por lo cual deben preferirse en todo programa de reforestación.

C. PRACTICAS MECANICAS.

Son sistemas de defensa de los suelos contra la erosión en los cuales se recurre al uso de implementos agrícolas y a la construcción de estructuras mediante la remoción y disposición adecuada de porciones de suelos.

1. Prevención y corrección de cárcavas.

Los desagües naturales, quebradas o surcos cubiertos con vegetación natural en condiciones normales son suficiente para drenar toda el agua de escurrimiento. Las cárcavas generalmente se originan al despojar estos desagües naturales de su cubierta natural, cultivarlos o someterlos a actividades agrícolas inadecuadas, siendo favorecidos por la deforestación y las pendientes de los terrenos.

El primer paso para prevenir la formación de cárcavas es elaborar un plan de explotación de tal manera que se obtenga el mejor uso posible de la tierra. Se destinará a vegetación permanente las áreas con demasiada pendiente, para pastos aquellos terrenos con medianas pendientes ó agotadas que no puedan ser cultivados económicamente, y para cultivos aquellas tierras agrícolas de mejor calidad.

En tierras afectadas por cárcavas, se puede recurrir a la construcción de diques con diferentes materiales de acuerdo a las dimensiones de las cárcavas; igualmente a la adopción de prácticas como rotación de cultivos, cultivos en coberturas, en fajas, labranzas en contorno solas o en combinación con terrazas, canales de contención o desvío, siembra de pastos, y barreras vivas, cuando sean necesarias.



Foto 14.- *Terreno afectado por la formación de cárcavas*



Foto 15. *Practica para el control o manejo de cárcavas utilizando caña guadua*

2. Preparación de suelos y manejo de cultivos en contornos.

Las operaciones de labranza para preparar el suelo, sembrarlo, cultivarlo, realizar controles fitosanitarios o cosechas, deben efectuarse en sentido transversal al declive del terreno.

La labranza en contorno, consiste en preparar el suelo o establecer los surcos e hileras de siembra en forma transversal a la dirección de la pendiente o en curvas a nivel siguiendo el contorno del terreno, con el propósito de evitar que el exceso de agua corra libremente en sentido de la pendiente, disminuyendo así su velocidad. Esta preparación permitirá hacer un uso más económico del agua durante períodos de limitada pluviosidad. Su utilización es adecuada en terrenos con pendientes entre 5 y 12%, libres de cárcavas que impidan realizar las operaciones con maquinaria agrícola.

Esta forma de preparación del suelo puede ser usada en campos donde los surcos controlen adecuadamente el exceso de agua durante las mayores lluvias, o donde las pendientes son tan cortas para establecer cultivos en fajas al contorno y sobre áreas de terreno donde otras prácticas las han cubierto en su mayor parte.

Puede ser utilizada también en tierras con pendientes en combinación con cultivos en fajas, en contornos, terraceamientos, canales de desviación y huertos o pomares al contorno. En campos donde se utilizan éstas prácticas, la preparación del terreno se hará en forma paralela a las líneas guías; donde las fajas de cultivos son lo suficientemente amplias, una línea en contorno debe ser establecida en la mitad de la faja y la preparación del terreno se realizará en forma paralela a estas líneas. Cuando la labranza al contorno es realizada sola, nuevas líneas guías deben ser establecidas en cada época de siembra, a no ser que se tenga previsto mantener las líneas originales para el establecimiento de cercas vivas, vías de movilización u otras prácticas de conservación.

3. Canales o zanjas de desviación.

Muchas de las prácticas culturales o agronómicas para conservar el suelo y la humedad, no siempre suelen aplicarse con éxito en los lugares donde las escorrentías presentan niveles muy altos de formación (excesivas lluvias y pendientes); en estos casos se demanda la construcción de obras mecánicas algo complejas como canales o zanjas de desviación.

Estas obras tienden a cortar el flujo o paso de la agua provenientes de las partes superiores del terreno, a la vez que las dirigen o trasladan a sitios previamente establecidos, denominados caminos o salidas de agua y donde no existe peligro de erosión.

Estos canales pueden ser construidos con arados de discos, vertedera u hoja niveladora, con tracción animal o manual dependiendo de las condiciones del terreno y situación económica del agricultor. Serán de sección trapezoidal, de longitud variable e inclinación mínima que permita transportar el excedente de agua, sin riegos de erosionar las paredes del canal.

La sección de estos canales debe ser diseñada para obtener una máxima eficiencia hidráulica y mínimo movimiento de tierra. Como el agua de escorrentía penetra al canal por el lado superior del surco éste debe ser de poca inclinación para prevenir la erosión. Por otro lado, la localización y diseño de la salida del canal es de gran importancia, ésta debe ser amplia, plana y provista de vegetación, de tal forma que permita la diseminación del agua en una lámina fina previniendo así la erosión.

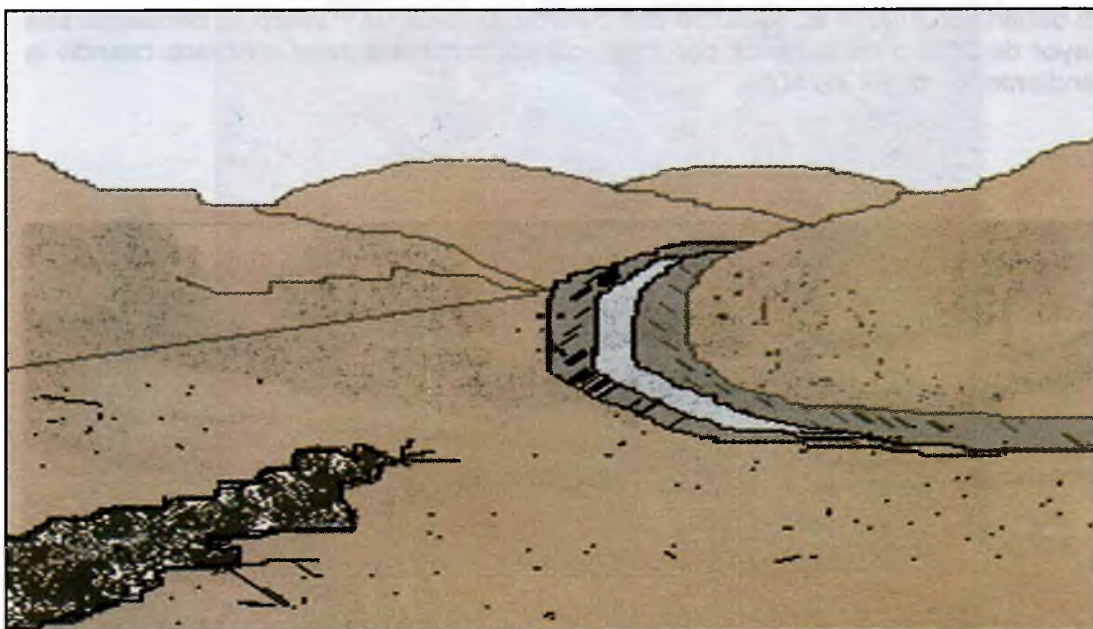


Gráfico 3. *Canales de desviación de escorrentías para prevenir la formación de cárcavas*

En terrenos con excesivas pendientes y que demanden la construcción de estos canales, en su longitud pueden construirse represas de control, vertederos, superficies de caídas o establecerse vegetación.

El uso de estos canales puede permitir alcanzar uno o más de los siguientes objetivos:

- a) Evitar el exceso de agua en sitios donde podría favorecer la erosión.
- b) Reducir la longitud de la pendiente y evitar la formación de escorrentías.
- c) Detener la acumulación de agua en pendientes suaves y largas.
- d) Proteger los edificios y obras de infraestructura
- e) Acumular agua en reservorios y utilizarla para animales o en irrigación.
- f) Proteger prácticas agronómicas o mecánicas de conservación de suelos.
- g) Proteger las áreas bajas sujetas a inundación o acumulación de sedimentos.

Estos canales como los de contención pueden ser protegidos y ayudados en su funcionamiento con la siembra de pastos, barreras vivas o cercas.

4. Canales de contención ó en curvas de nivel.

En zonas con reducido o regular régimen de lluvias y pendientes más o menos inclinadas, se puede aumentar el aprovechamiento del exceso ocasional de agua construyendo surcos en curvas a nivel con profundidades variables. Son canales de unos 30 cm. de ancho, construidos a intervalos regulares de acuerdo con la pendiente y uso del terreno. A unos 15 ó 20 cm. del borde superior de la acequia y a todo lo largo de ella se siembra una barrera viva con el objeto de filtrar el agua que llega al canal y disminuir la cantidad de suelo que en él se deposite.

No deben construirse en terrenos con cultivos de escarda cuando su pendiente sea mayor de 30% o en terrenos con café, cacao, frutales o semi arbóreos cuando la pendiente es mayor de 40%.



Foto 16.- Cercas vivas, canales de desviación y empastado de canales con pasto estrella



Foto 17. *Canales de desviación de escorrentías en cultivos de café.*

5. Cincelado y subsolado del terreno.

Los suelos poco profundos o con estratos endurecidos y ubicados en pendientes regulares, pueden ser manejados y conservados mediante el uso de arados de cincel y subsoladores.

Esta práctica consiste en aflojar el suelo sin invertirlo y con una mínima mezcla de la superficie del terreno, rompiendo los estratos ubicados por debajo de la profundidad normal del arado, que impiden el movimiento del agua y desarrollo de las raíces. Tiene como finalidad principal mejorar la penetración del agua y de las raíces, así como aumentar la aireación del suelo.

6. *Sistemas de terrazas.*

La implementación de terrazas se deriva del uso de zanjas o canales en las laderas para combatir la erosión; al resultar estos ineficientes para interceptar adecuada y sistemáticamente el escurrimiento del agua y suelo en los terrenos inclinados dieron origen a las terrazas.



Foto 18.- *Técnica de renovación y terrazas individuales en cultivo de café*



Foto 19. - *Canales de contención y terrazas individuales en cultivos de café.*

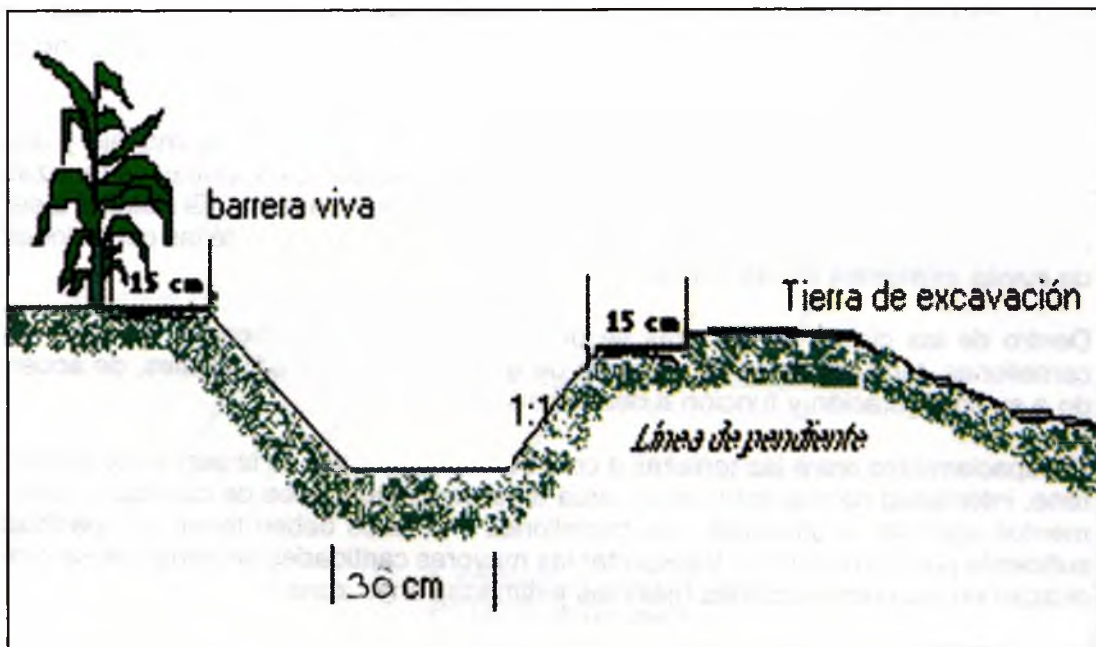


Gráfico 4. *Diseño de canales de desviación y contención*

Por lo tanto, las terrazas son tipos de canales, terraplenes o estructuras que se construyen y distribuyen a intervalos adecuados para cortar la pendiente del terreno y la escorrentía, evitar que el agua fluya libremente provocando la erosión de los suelos y permitir al mismo tiempo su almacenamiento en el terreno. Prácticamente son terraplenes con bordes y canales construidos en forma perpendicular a las pendientes.

En los campos dedicados a cultivos, dondequiera que el escurrimiento y la erosión no puedan ser detenidos por medio de la vegetación o prácticas convenientes, se debe adoptar el uso de terrazas.

Las terrazas pueden ser diseñadas como embancamientos de tierra o canales con camellón en el lado inferior, para interceptar el agua de las escorrentías superficiales, y ser construidas con una aceptable gradiente hacia un desagüe natural, o en curvas a nivel.

Cuando las terrazas se diseñan y utilizan en forma adecuada y se ajustan a las prácticas de cultivo generalmente aceptadas, constituyen una de las medidas más eficaces para combatir la erosión en las tierras cultivables.

Las terrazas además de ser usadas para conservar la humedad, permiten reducir las inundaciones, aumentar el tiempo de concentración del agua permitiendo su percolación hacia horizontes más profundos, así como también para controlar el agua en las cabeceras de las cárcavas.

Cuatro son los objetivos principales que se deben tratar de alcanzar al planear un terraceamiento: Control de la erosión, operacionabilidad de las terrazas, mejoramiento de la topografía del terreno y conservar la humedad del suelo.

Existe dos clases de sistemas de terrazas en base a su función de manejo y distribución de las escorrentías y de la conservación del agua: los sistemas de terrazas con gradientes y los sistemas de terrazas a nivel, respectivamente. El sistema a ser utilizado dependerá de las características del suelo a terracear y de las condiciones de lluvias existentes en las zonas.

Dentro de las clases de terrazas se originan diferentes tipos como: Terrazas de camellones, terrazas de canal, terrazas de banco y terrazas individuales, de acuerdo a su configuración y función a desempeñar.

El espaciamiento entre las terrazas a construirse dependerá de la pendiente del terreno, intensidad de precipitaciones, área a ser manejada, tipos de cultivos e implementos agrícolas a utilizarse. Los camellones o canales deben tener la capacidad suficiente para almacenar o transportar las mayores cantidades de agua que se produzcan en las precipitaciones máximas estimadas en la zona.

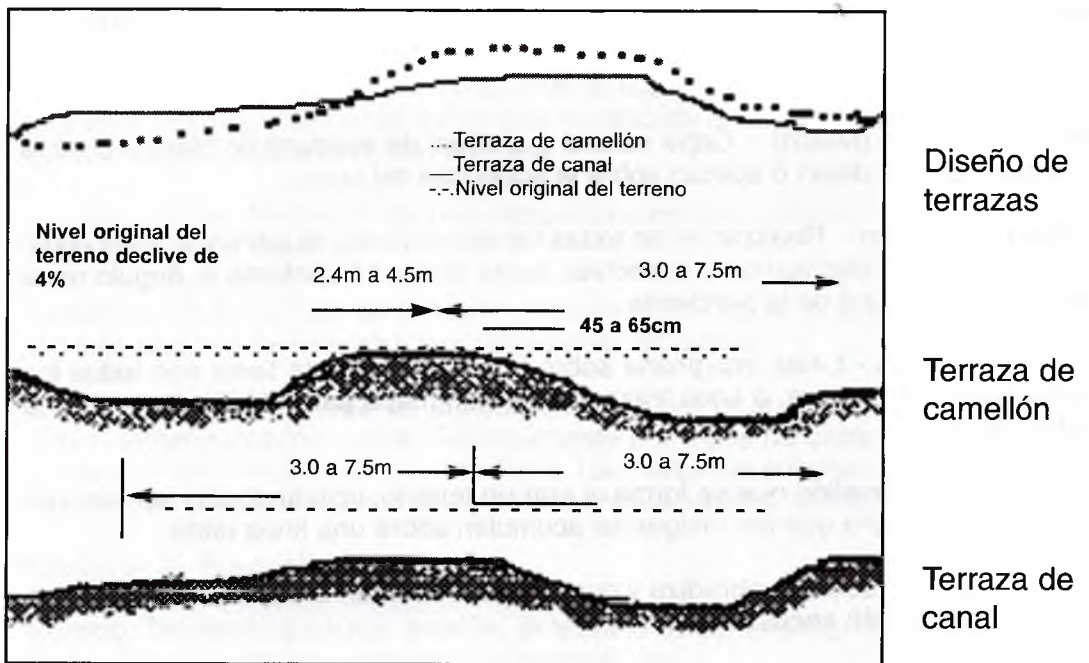
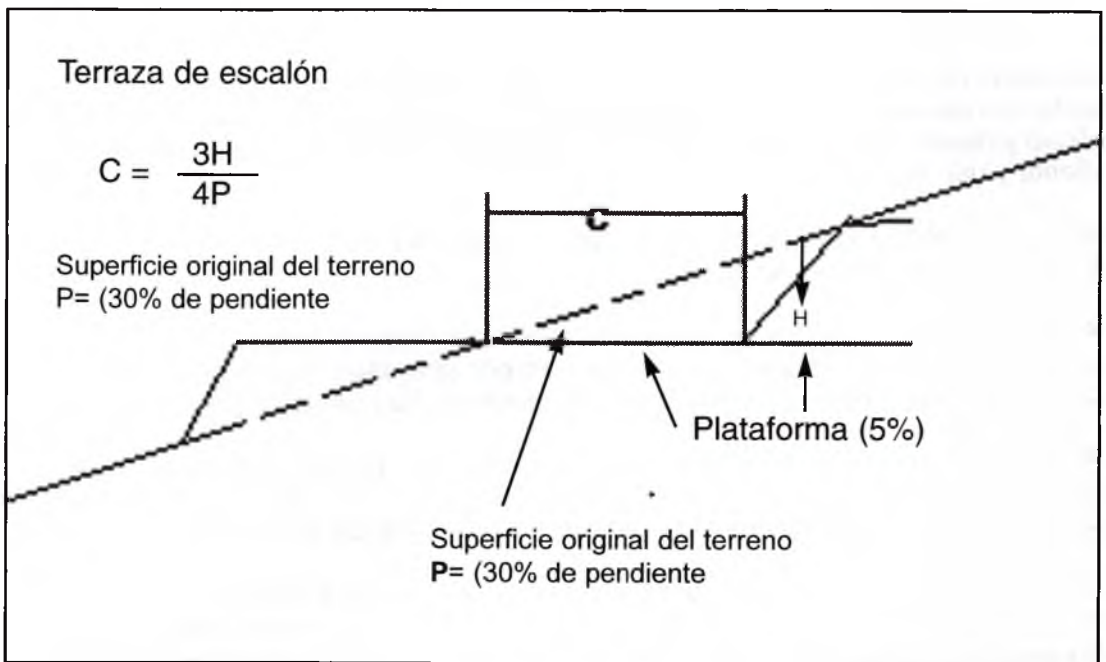


Gráfico 5.- Diseño de terrazas

GLOSARIO

Acequias de laderas.- Estructuras mecánicas de conservación de suelos que consisten en canales de 30 cm. de ancho en el fondo, con taludes de 1 : 1 con profundidad y desnivel variables, contruidos a distancias regulares de acuerdo a la pendiente y uso del terreno.

Aluvión.- Material fino, como arena, limo u otros sedimentos, depositado sobre la tierra por las corrientes de agua.

Aluviales suelos.- Grupo de suelos formados por material transportado de deposición relativamente reciente; se caracterizan por una débil o ninguna modificación del material de origen ocasionada por los procesos de formación del suelo.

Angulo de reposo.- La pendiente o ángulo máximo en el cual permanece estable el material del suelo. Cuando se sobrepasa puede esperarse que ocurra movimiento de la masa, bien por resbalamiento, o por erosión causada por el agua.

Barreras vivas.- Hileras de plantas perennes y de crecimiento denso (árboles, arbustos o pastos) dispuestas con determinado distanciamiento horizontal y sembradas a través de la pendiente, casi siempre en contorno o en curvas a nivel.

Canales de desviación.- Estructuras mecánicas, generalmente de sección trapezoidal las cuales cortan el flujo del agua de escorrentía desde los predios altos y llevan esas aguas a un desagüe bien protegido, impidiendo que causen daños en tierras bajas.

Cobertura muerta (Mulch).- Capa natural o artificial de residuos de plantas u otros materiales que se dejan o aplican sobre la superficie del suelo.

Cultivo en contorno.- Realización de todas las operaciones de labranza, tales como aradas, siembras, deshierbas y cosechas, sobre líneas en contorno o ángulo recto a la dirección natural de la pendiente.

Contorno línea de.- Línea imaginaria sobre la superficie de la tierra con todos los puntos a la misma altura, o línea trazada sobre un mapa para localizar puntos a la misma altura.

Contra-surco.- Camellón que se forma al arar un terreno, volteando dos surcos consecutivos de manera que las melgas se acumulen sobre una línea dada.

Costra.- Capa de suelo quebradiza y dura que se forma en la superficie de muchos suelos cuando están secos.

Cultivos densos.- Plantas de valor económico que por crecer a muy corta distancia unas de otras, impiden el crecimiento excesivo de malezas.

Cultivos limpios.- Plantas de valor económico que para su adecuado desarrollo y producción, exigen escardas periódicas.

Cultivos en contorno.- Establecimiento de las hileras de plantas en sentido perpendicular a la pendiente o en curvas a nivel siguiendo el contorno del terreno.

Degradación de los suelos.- Es definida como la pérdida de la productividad del suelo cuantitativa y cualitativamente, a través de varios factores como: Erosión, salinización, inundaciones, pérdidas de nutrientes, deterioro de la estructura del suelo y su polución.
(Contaminación).

Desprendimiento. (Erosión del suelo).- Remoción de la masa de suelo, por parte de los agentes erosivos, de fragmentos transportables de material.

Erosión.- Separación y movimiento de los materiales sólidos de la superficie de la tierra por el agua, viento, o hielo, y por otros procesos naturales como derrumbamiento y deslizamiento.

Erosión acelerada. Erosión rápida del suelo o roca provocada por cambios en la cubierta vegetal o en las condiciones de los terrenos; estos cambios incluyen tanto los verificados por la actividad humana como los causados por descargas eléctricas, invasiones de insectos, etc.

Erosión hídrica del suelo.- Remoción de materiales del solum por la acción del agua. Incluye la erosión normal del suelo y erosión acelerada del suelo.

Erosión eólica.- Desprendimiento, transporte y deposición del suelo por la acción del viento..

Erosión normal. Erosión característica de la superficie de los terrenos en su medio ambiente natural, es decir sin haber sido modificada la cubierta protectora de la vegetación natural, por la actividad humana.

Erosión laminar: Remoción de una capa más o menos uniforme de materiales de la superficie de los terrenos.

Erosión en surcos: Tipo de erosión causada por el agua, la cual forma pequeños canales que pueden borrarse con las labores del cultivo.

Erosión en cárcavas. Tipo de erosión causada por el agua que forma canales de mayor tamaño que los surcos. Generalmente por estos no corre agua sino durante o inmediatamente después de una lluvia. Las cárcavas son más profundas que los surcos y no pueden hacerse desaparecer con las labores normales del cultivo.

Erosionable. Susceptible a la erosión.

Erosivo. Tendiente a causar erosión, el término es aplicable a los agentes erosionantes como son el agua, el viento, el hombre, etc.

Escorrentía. Aquella porción de las lluvias que no penetra el perfil del suelo y que fluye hacia los ríos en forma de corriente superficial.

Escorrentía coeficiente de.- Relación entre la cantidad de escorrentía y la cantidad de lluvia. Por ejemplo. Si se establece para un área determinada una escorrentía de 40 mm con una lluvia de 100 mm, el coeficiente de escorrentía será $40/100 = 0.4$

Escorrentía crítica. La máxima escorrentía que se calcula que puede ocurrir durante el período de vida de una obra construida para hacerse cargo de ese volumen de agua.

Escurrimiento.- Deslizamiento o movimiento de la masa del suelo o de los productos de la meteorización en una dosis imperceptible debido principalmente a la gravedad o acción del agua

Cultivos en fajas al contorno. Práctica cultural de conservación de suelos que consiste en establecer los cultivos en fajas de anchura variable en sentido transversal a la pendiente del terreno o aproximadamente en contorno, entre las cuales se alternan fajas de plantas de crecimiento denso o pastos con otras plantas que exigen escardas periódicas.

Cultivos en fajas contra el viento. Práctica cultural de conservación de suelos que consiste en establecer los cultivos en franjas de anchura variable, en sentido transversal a la dirección de los vientos.

Fajas de contención. Fajas en contorno de pastos u otros materiales vegetativos resistentes a la erosión entre fajas cultivadas, campos, canales, terrazas de drenaje, etc.

Heno. Tallo y hojas secas de plantas forrajeras, tales como la alfalfa y los tréboles, los cuales se almacenan y utilizan en la alimentación de animales domésticos.

Humus. Parte de la materia orgánica del suelo, bien descompuesta y más o menos estable.

Labranza en contorno.- Preparación del terreno, establecimiento de surcos realización de controles fitosanitarios, laboreo o cosecha, en sentido transversal a la pendiente o en curvas a nivel siguiendo el contorno del terreno.

Mulch.- Capa natural o artificial de residuos de plantas, animales u otros materiales dejados o aplicados en la superficie del terreno con diversos propósitos.

Pendiente de un terreno: Declive del terreno medido en términos de metros de subida por cada 100 metros de distancia horizontal.

Percolación: Movimiento descendente del agua a través del perfil del suelo.

Potrero. Área dedicada a la producción de pasto, el cual consumen los animales directamente, es decir sin que el hombre los corte.

Prácticas agronómicas. Sistemas de defensa de los suelos contra la erosión, en los cuales se utiliza la vegetación, manejada convenientemente para controlar la acción de desprendimiento y transporte de partículas de suelo. Las principales prácticas de esta clase son: Las barreras vivas, los abonos verdes, las plantas de cobertura y los abonos orgánicos.

Prácticas culturales. Sistemas de defensa de los suelos contra la erosión en los cuales se recurre a la simple disposición de los cultivos en forma tal que presenten mayor resistencia a la acción del desprendimiento y transporte de partículas de suelo. Las principales prácticas de esta clase son: La distribución adecuada de los cultivos en la finca, la siembra en contorno, la siembra de cultivos en franjas, en rotaciones, cultivos en callejones y cortinas rompe viento.

Prácticas mecánicas. Sistemas de defensa de los suelos contra la erosión, en los cuales se recurre a estructuras artificiales construidas mediante la remoción y disposición adecuada de porciones de suelo. Las principales prácticas de esta clase son: La preparación o laboreo de los suelos en surcos, curvas de nivel, las terrazas de absorción, de desagüe, o individuales, los canales de desviación y acequias de laderas, los bancales y camellones.

Residuos de cultivos. Porción de las plantas o cultivos dejadas en el campo después de las cosechas.

Rotación de cultivos. El desarrollo de diferentes cultivos en sucesión recurrente sobre la misma tierra.

Surcos en contorno. Surcos de aradas en contorno sobre tierras de pastos o bosques para prevenir las pérdidas de suelos y permitir que el agua penetre en el suelo, algunas veces usados para sembrar árboles y arbustos en contorno.

Terrazas.- Son embancamientos o camellones de tierra contruidos a través de las pendientes para controlar las escorrentías y minimizar la erosión del suelo, Los dos tipos generales de terrazas son las de camellones y las de banco.

Terrazas de banco. Un embancamiento de tierra con una parte superior o cima horizontal o casi horizontal y una cara de ladera vertical o inclinada, construido a través de la pendiente. Los tipos principales de estas terrazas son las de banco horizontal que no presentan inclinación en ningún sentido y las de banco inclinado que presentan una pendiente significativa desde la parte de posterior hacia el frente de la terraza, contrastando con las terrazas de camellones.

Terrazas de camellón. Un largo y bajo camellón de tierra con suaves pendientes laterales y un canal somero o poco profundo a lo largo del lado superior para controlar la erosión dividiendo la escorrentía superficial a través de la pendiente en vez de permitir su flujo ininterrumpido pendiente abajo. Los tipos incluyen los de base ancha, drenaje, nivel, gradiente, Mangnun, base angosta y Nichols.

Terrazas a nivel.- Una terraza que sigue absolutamente el contorno del terreno, usada solamente en suelos permeables donde la conservación de la humedad para los cultivos es particularmente importante o donde la construcción de canales no es posible. Contrastan con las terrazas de gradientes.

Terrazas de base amplia. Una terraza tipo camellón de 10 a 20 pulgadas de alto y de 15 a 30 pies de amplitud con lados suavemente inclinados, una cima o copa redondeada y un canal formado por un disco a lo largo del lado superior, construido para controlar la erosión dirigiendo la escorrentía a través del contorno. Estas terrazas pueden ser a nivel o tener una gradiente hacia uno o ambos finales.

Terrazas individuales. Pequeñas plataformas construidas alrededor del tallo de plantas arbustivas y árboles con la finalidad de detener el flujo de la escorrentía a través de la pendiente, y contribuir al almacenamiento de agua.

Tillaje de limpieza.- Preparación del terreno para prevenir el desarrollo de toda maleza excepto el cultivo deseado.

BIBLIOGRAFIA

ARROYAVE, J. 1996. Erosión de los suelos en el Litoral Ecuatoriano. En Seminario regional evaluación de estrategias y acciones de manejo y conservación de suelos de ladera para el desarrollo sostenible. Ibarra. Ecuador. Memorias (1997). Ed. por F.J. Chirinos y Elio Pérez S. Maracay. Venezuela., IICA/ CREA/ PROCIANDINO/ REDAMACS. 111p.

COOK, R.L. 1962. Soil Management for Conservation and Production. Illinois. U.S.A. impreso por John Wiley & Sons, Inc. 527 p.

FOSTER A.B. 1959. Approved Practices in Soil Conservation. Soil Conservation Service U.S.A. Department Agriculture. Dansville. Illinois. U.S.A. Impreso por THE INTERSTATE. Printers and Publisher, Inc. 38p.

ECUADOR. 1972 Estudios Hidroeconómicos de Manabí. Estudios de suelos INERHI-CRM-JUNAPLAM. Consultores AGRAR UND HIDROTECHNIK GMBH. Quito. Ecuador. copiadora "ATLAS". Tomo IV. 137 p.

_____ 1996 Estudio de factibilidad para el desarrollo de los recursos hidráulicos de las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. JICA-CRM. Portoviejo-Ecuador. Informe final (mimeografiados). Volumen I. Texto Principal. 131 p.

_____ 1996 Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP. Estación Experimental Portoviejo. Departamento Manejo de Suelos y Agua Portoviejo. Informe Técnico 1996. 35 p. (mimeografiado).

HUDSON, N. 1981. "Soil Conservation" Second Edition. Ithaca. New York. Cornell University. Press U.S.A. pp. 38.

KIRBY, M.J., MORGAN, R.P.C. 1984. "Erosión de los Suelos" Primera edición. Editorial LIMUSA S.A. México D. F. pp 68.

STALLINGS, J. H. 1957 Soil Conservation. Englewood Cliffs. N.J. USA. Impreso por Prentice - Hall, Inc. 575 p.

TAYUPANTA J. y CORDOVA J.J. 1990 Algunas Alternativas Agronómicas y Mecánicas para evitar las Pérdidas del Suelo. Publicación miscelánea # 54 Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. INIAP-PROTECA. Quito-Ecuador.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1974 Manual de Conservación de Suelos Servicio de Lenguas Extranjeras de los Estados Unidos de América. Washington D.C. Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.). Impreso en México 1973. Editorial LIMUSA. S.A. reimpresión 1974. 332 p.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1979. Engineering Field Manual for Conservation Practices". U.S. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Washington D.C. Third Printing. 1-1 a 17-54 p. (mimeografiados)

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1979 Conservation Service. North Carolina. Technical guide. Section IV. Conservation Practice Index. (mimeografiados).

VEIRA., M.J., BALMORE, L. FISCHLER, M. et. Al. 1999. Manejo integrado de la fertilidad del suelo

PROYECTO

IG CV 086

**DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS
SOSTENIBLES DE MANEJO Y CONSERVACION
DE SUELOS Y AGUA, CON SISTEMA DE
PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN TERRENOS
DE LADERAS DEL BOSQUE TROPICAL SECO
EN MANABI, ECUADOR**

P R O M S A

**PROGRAMA DE MODERNIZACION
DE SERVICIOS AGROPECUARIOS**

**Entidad gubernamental que integra investigación, transferencia y
capacitación en tecnologías agropecuarias, para elevar la producción y los
niveles de productividad del sector rural**

2001 - 2003