

PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

JORGE CARRASCO J.¹
Ingeniero Agrónomo, Dr.

¹Centro Regional de Investigación Rayentué (INIA) - España 512, 2° Piso, San Fernando, VI Región, Chile - Telefonofax (72) 723531 - Santiago: Teléfono 2-5417223, Fax 2-5417667. E-mail: jcarrasc@platina.inia.cl

ÍNDICE

	Pág.
A. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	31
1. Introducción	31
2. El concepto de suelo y su importancia	31
3. Factores que influyen en la formación de los suelos	31
4. Composición del suelo	32
5. Características de los suelos	32
B. COMO EVITAR LA EROSIÓN: TÉCNICAS DESTINADAS A LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS	34
1. Consideraciones básica	34
2. Prácticas para la conservación de los suelos	35
3. Conservación de suelos y aguas	37
4. Descripción de las alternativas de conservación de suelos	37
5. Ejecución de normas prácticas para la conservación de suelos	38
ANEXO 1.	48
ANEXO 2. Medición de la pendiente de un terreno	49
ANEXO 3.	50
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	51

PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Jorge Carrasco J.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

A. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1. Introducción

La problemática ambiental ha tomado gran importancia durante la última década, siendo objeto de preocupación permanente, fenómenos tales como la contaminación de las aguas (ríos, lagos, mares), la contaminación atmosférica, los problemas derivados de la deforestación, inundaciones causadas por grandes masas de agua, entre otros. Sin embargo, no se ha abordado con la debida atención, el problema de la erosión de los suelos, especialmente, lo concerniente a las pérdidas de material edáfico, provocadas por escurrimientos hídricos, así como también medidas que aminoren esta situación.

Los objetivos de la presente publicación, son los de entregar los conceptos fundamentales en relación al suelo y su erosión, así como también, proporcionar las bases sobre las técnicas de manejo necesarias para la conservación de los suelos, aquí propuestas.

2. El concepto de suelo y su importancia

El suelo se define como la superficie de la corteza terrestre (llamada "litósfera"), la cual está en contacto directo con el ser humano, y donde se establecen y desarrollan gran parte de las especies vegetales existentes (cultivos, empastadas, árboles, arbustos y especies herbáceas), debido a que aquí encuentran los nutrientes y el agua, que son indispensables para su crecimiento. Por lo tanto, como la vida humana y animal depende absolutamente de la existencia de las plantas, el suelos debe ser usado en forma racional, de modo de evitar su rápido deterioro, ya que es un recurso natural muy susceptible al agotamiento, y que sin su existencia, la vida sobre el planeta se vería seriamente amenazada.

3. Factores que influyen en la formación de los suelos

El suelo se considera como un ente dinámico, que está sujeto a la acción de distintos agentes, los cuales darán como resultado diferentes tipos de suelo.

Se definen principalmente cinco factores que influyen en la formación de los suelos: clima (aquí se consideran las precipitaciones, la temperatura y el viento), organismos vivos, el relieve la roca madre originaria y el tiempo transcurrido. A estos factores se les puede agregar el efecto del hombre, hecho que ha adquirido gran importancia en los últimos tiempos.

La acción parcial o total de estos factores, le darán a los suelos características propias, las cuales se describen a continuación.

4. Composición del suelo

Los suelos están constituidos básicamente por cuatro partes:

- Mineral, donde el tipo y cantidad de minerales existentes, se presentan en forma distinta en cada tipo de suelo.
- Orgánica, representa por la acumulación de restos de animales y vegetales en distintos grados de descomposición.
- Hídrica, donde se encuentran disueltos diferentes elementos, dando origen en la llamada "solución suelo", lugar en el cual se producen diferentes reacciones químicas, que serán la principal fuente de nutrición de las plantas.
- Gaseosa es decir, "el aire del suelo", que difiere del atmosférico por poseer un mayor contenido de CO_2 , con respecto al O_2 , así como también por presentar una mayor humedad.

Debido a que la proporción en que se presentan estos cuatro elementos es variable, las características de los suelos también serán distintas, dando como resultado diferencias en las cualidades, que determinarán los usos que se le puede dar a cada tipo de suelos.

5. Características de los Suelos

5.1 Características Físicas

a. Textura: La textura se refiere al tamaño de las partículas minerales del suelo, que han pasado por un tamiz de 2 mm de diámetro, donde se definen tres tamaños característicos llamados separados texturales: arena, limo y arcilla.

La arcilla se caracteriza por tener las partículas de menor tamaño (las más finas), el limo tiene partículas de diámetro mediano y la arena es la que presenta las partículas más grandes. El porcentaje de arena, limo y arcilla que posea un suelo, se denomina clase textural, y es el nombre que recibe la textura.

Los suelos con un mayor contenido de arena, se caracterizan por retener una baja cantidad de agua, por lo tanto, se secan rápidamente. Son suelos bien aireados y con buen drenaje. Aquí, las raíces de las plantas pueden penetrar con facilidad el suelo, pero ellas no encuentran alimentos suficientes, ya que estos suelos se caracterizan por ser bastante pobres en elementos minerales, salvo que contengan un abundante contenido de materia orgánica.

Los suelos que contienen mayor cantidad de arcilla, poseen poco espacio entre partículas, ya que éstas son de tamaño muy pequeño, y por lo tanto el agua, el aire y las raíces penetran con

dificultad. Estos suelos son clasificados “pesados”, porque son más difíciles de manejar, cuando no se trabaja con la humedad adecuada. Sin embargo, los suelos con alto contenido de arcilla, suelen ser ricos en nutrientes.

Los suelos francos son los que contienen porcentajes similares de arena, limo y arcilla. Por lo tanto como existe un equilibrio en sus características, son considerados como los más aptos para su uso agrícola.

b. Estructura: Se refiere a la ordenación natural de las partículas del suelo en unidades específicas. Estas unidades están separadas por superficie de debilidad o grieta, que pueden estar manifestadas o latentes.

Para que exista estructura, se requiere del proceso de agregación, que es el acercamiento y unión de las partículas de suelo, por medio de agentes y elementos cementantes.

La estructura considera tres aspectos:

- Forma, que se refiere al tipo de estructura formada, que puede ser laminar, prismática, columnar, de bloque, subangular o granular.
- Tamaño, que puede ser muy fino, fino, medio, grueso o muy grueso.
- Grado o Nitidez, que considera la dificultad de observar a simple vista la formación de la estructura como unidad.

Existen grados de no estructura, como por ejemplo suelos muy livianos, sin elementos cementales (como por ejemplo, la materia orgánica) o que forman una masa muy coherente.

Un suelo estructurado es muy favorable para el desarrollo de las plantas, ya que permite un adecuado crecimiento de las raíces. Por lo tanto, es deseable un buen grado de estructura, para la obtención de mejores producciones agrícolas.

5.2 Propiedades Biológicas y Químicas

a. La materia orgánica: Además de los elementos minerales (arena, limo, arcilla, aire, agua y otros componentes), en el suelo hay restos de plantas y animales muertos, y de fecas en diferentes grados de descomposición, que reciben el nombre de materia orgánica. Para la vida del suelo es muy importante la presencia de materia orgánica, ya que ésta mejora las propiedades físicas del suelo. Sin ella, el suelo se presenta más duro con lo que las raíces manifiestan gran dificultad para poder crecer. Cabe señalar, que materia orgánica es rica en nutrientes que sirven de alimento a las plantas. Se debe también des-tacar, que la materia orgánica mejora la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, debido a que un alto contenido de materia orgánica, produce un comportamiento en el suelo, similar al de una “esponja”. Esto es especialmente importante en zonas don-de el agua es escasa, y el suelo es la única alternativa que puede actuar como reservorio.

La materia orgánica del suelo es del color oscuro. Por este motivo, la capa superior de los suelos, que contiene mayor cantidad de restos de plantas descompuestas, suele ser de un color que varía pardo oscuro a negro, según el grado de descomposición en que se encuentre la materia orgánica (mientras más descompuesta esté, más oscura se presenta el suelo). En los relictos naturales y bosques, que no han sido intervenidos por el hombre, suelen encontrarse suelos casi negros por la gran cantidad de materia orgánica que poseen.

En conclusión, es aconsejable que los suelos agrícolas posean un alto contenido de materia orgánica (más de un 5%), para la obtención de buenos resultados, al momento de la cosecha.

b. Los seres vivos: en el suelo viven lombrices, larvas de insectos, microflora y otros organismos que no podemos ver porque son muy pequeños, para ser discriminados por el ojo humano.

Estos seres vivos son los que descomponen la materia orgánica del suelo, para que esta pueda ser aprovechada por las plantas. Esto sucede, por ejemplo, con el guano, que se mezcla con el suelo. El guano fresco, no le sirve directamente a la planta, ya que sus raíces no pueden absorberlo, pero luego de un tiempo, los seres vivos del suelo se alimentan del guano y lo descomponen en elementos que son fácilmente asimilables y muy útiles para las plantas.

Es por esto, que es importante mantener las condiciones adecuadas para el óptimo desarrollo y crecimiento de los seres vivos que habitan en el suelo.

B. COMO EVITAR LA EROSIÓN: TÉCNICAS DESTINADAS A LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS

1. Consideraciones básicas

Existen una serie de técnicas destinadas a la conservación de los suelos. Algunas de ellas son adecuadas para pendiente ligeras y grandes explotaciones agrícolas, mientras que otras son de mayor utilidad para predios más pequeños y con pendiente mayores. En general, con respecto a las pequeñas explotaciones, la aplicación de determinadas técnicas de conservación de suelos, deben considerarse los siguientes puntos:

i. Control de escorrentía: La escorrentía o escurrimiento superficial que se produce en el secano costero e interior, es inevitable, debido a que entre los meses de mayo y agosto, las precipitaciones son, en algunos casos, frecuentes e intensas. Cuando la escorrentía ocurre en campos que han sido cultivados en suelos con pendientes fuertes, ésta suele concentrarse en las zonas bajas o depresiones donde su velocidad aumenta colina abajo. En poco tiempo se forman surcos y cárcavas, si no se adoptan medidas eficaces de control. Por consiguiente, las técnicas destinadas a la conservación de los suelos, deben dar gran importancia a la disminución de velocidad, desvío y evacuación efectiva del agua de escorrentía.

- ii. **Integración:** Aunque el control de la erosión es vital importancia, también se debe luchar contra la disgregación del suelo cuando se cultiva en áreas que poseen pendiente. Las medidas de conservación a examinar, sean éstas estructurales, agronómicas o de acondicionamiento del suelo, no pueden ser aplicadas aisladamente en el campo. La conservación del suelo, en el sentido amplio de la expresión, es un sistema donde se manejan las tierras en forma integrada. Por otro lado, las prácticas que tienen como objetivo la conservación del suelo, deben incorporarse o integrarse en cualquier sistema de explotación agrícola donde existan pendientes y/o microrrelieves, para poder obtener una producción sostenida en el tiempo.

- iii. **Análisis costos eficacia:** La erosión suele ser más grave en las pendientes escarpadas que en pendientes ligeras o en tierras casi llanas. El mayor riesgo de erosión del suelo se produce en áreas tropicales húmedas con pendientes escarpadas, destinadas al uso agrícola. A veces se pretenden aplicar medidas de conservación baratas sin tener en cuenta su efecto cuando existe un conjunto particular de condiciones ambientales. Medidas baratas e ineficientes, son un desperdicio de tiempo y dinero. Por esta razón, el costo y la eficiencia se deben evaluar cuidadosamente al momento de planificar un proyecto dirigido a la conservación de suelos.

- iv. **Oportunidad de la elección:** Dentro de los límites de la eficacia, se deben establecer un conjunto de prácticas destinadas a la conservación del suelo para que los pequeños agricultores puedan elegir las más convenientes, en función de sus intereses, planificación y capacidad de uso de la tierra. Por ejemplo, un agricultor de edad, que no desea una explotación intensiva, puede optar por prácticas de conservación sencillas para cultivos semipermanentes o arbóreos. Por otro lado, una familia campesina que dispone de mucha mano de obra y tiene niños que alimentar, puede tomar en consideración el adoptar un tipo de práctica de conservación más intensiva.

- v. **Función de producción:** La conservación del suelo no debe limitarse a prácticas cuyo único objetivo, sea el de combatir la erosión. El concepto de conservación, debe considerarse como un medio para conseguir una mayor producción agrícola, y que ésta sea constante a través del tiempo, o de lo contrario los pequeños agricultores no estarán interesados en ellas. Es por esto, que las técnicas de conservación deben favorecer tanto la producción como el ordenamiento de las explotaciones.

2. Prácticas para la conservación de los suelos

Las prácticas de conservación de suelos son aquellas actividades que se ejecutan para evitar la pérdida de los mismos, por efecto de los agentes causantes de la erosión. Estas prácticas son muy diversas y deben ser seleccionadas según el lugar donde se llevarán a cabo. Muchas veces para lograr un buen resultado es necesario aplicar más de una práctica a la vez.

Por lo tanto, se debe considerar:

- Establecimiento de cobertura vegetal en el suelo.

La erosión empieza cuando el impacto de la gota de lluvia destruye el suelo, liberando partículas finas que son llevadas fácilmente por el agua. Por lo tanto, la cobertura del suelo a través de una capa de vegetación (árboles, arbustos, malezas, pajas o cualquier cultivo), lo protege de la erosión causada por las precipitaciones, porque «amortigua» la fuerza con que caen las gotas sobre el suelo.

- Mejoramiento en la capacidad de penetración del agua en el suelo, evitando que ésta escurra sobre la superficie.

Un suelo que contenga mucha materia orgánica, absorbe con mayor facilidad el agua de las lluvias, evitando que ésta escurra sobre la superficie. Por lo tanto cualquier práctica que enriquezca al suelo con materia orgánica, ayuda a disminuir los riesgos de erosión.

En los terrenos con pendiente, se suelen establecer obstáculos o barreras que impiden escurrimiento del agua de lluvia. Esto se hace con la finalidad de mejorar su infiltración, para así evitar que ésta arrastre partículas de suelo.

Al mejorar la penetración del agua en el suelo, se aumentan también las reservas hídricas, asegurando un mejor aprovechamiento por parte de los cultivos. En las áreas de secano, donde el éxito de los cultivos depende del agua proveniente de las precipitaciones, toda práctica destinada a mejorar su infiltración, aumenta la probabilidad de obtener una buena producción¹.

Los obstáculos que se establecen en las laderas para detener el agua son diversos, entre los que se encuentran:

- Los surcos en curvas de nivel: con ello se evita que el agua corra hacia las partes bajas arrastrando fácilmente partículas de suelo en los surcos, los que suelen estar sueltos por haber sido preparados para la siembra².
- Las zanjas de infiltración: son acequias que recogen el agua que escurre sobre la ladera, de modo de no causar daño, ya que penetra paulatinamente en el suelo.
- Las pircas: son paredes de piedra que evitan que el agua escurra arrastrando las partículas de suelo.

¹En algunos casos muy particulares, no es recomendable la infiltración de agua en el suelo, porque podría causar deslizamientos masivos de suelo. Por ejemplo, en el caso de algunos suelos muy superficiales, o en presencia de alguna estrata impermeable.

²Es importante tomar en cuenta, que los surcos deben tener siempre una ligera pendiente, para permitir la evacuación del agua en caso de precipitaciones muy violentas. De este modo, se evita el encharcamiento y/o el desborde del agua de los surcos, el cual provocaría un arrastre de material, que sería muy perjudicial para el suelo.

- Las terrazas y los andenes: son construcciones de piedras establecidas en parcelas, con pendientes tales, que permiten la formación de una superficie horizontal, sobre la cual se cultiva sin que el agua escurra.
- Las barreras vivas: son hileras de árboles o arbustos dispuestos en curvas de nivel, que tienen por finalidad detener la escorrentía del agua y de suelo en laderas empinadas.

3. Conservación de suelos y aguas

Las áreas de secano, son aquellas que no son regadas, y que dependen de las precipitaciones para el éxito de sus cultivos. Por lo tanto, si las precipitaciones son escasas, los rendimientos serán bajos o nulos.

Sin embargo, existe una alternativa para prevenir la escasez de agua por efecto de bajas precipitaciones, en zonas de secano, por lo menos, parcialmente. Se trata de captar el agua de la lluvia favoreciendo su penetración en el suelo e impidiendo que ésta escurra sobre la superficie del suelo. Las obras de conservación de suelos también cumplen estas funciones, ya sean las zanjas de infiltración, las barreras vivas, las terrazas, etc. Todas ellas tienden a detener el escurrimiento del agua sobre la ladera y, por lo tanto, aumentan la probabilidad de obtener buenas cosechas.

4. Descripción de las alternativas de conservación de suelos

a) Barreras vivas

Son barreras constituidas por plantas perennes, establecidas en laderas en contra de la pendiente, de modo que contrarrestan la erosión. Al colocarlas en forma transversal a la pendiente del terreno, cumplen con la finalidad de reducir la velocidad del agua que escurre sobre la superficie del terreno, así como también captar y retener los materiales transportados por el agua.

b) Zanjas de infiltración

Son acequias excavadas en curvas de nivel, es decir, en forma transversal a la pendiente del terreno. Su función es la de contener la escorrentía del agua y favorecer su infiltración en el suelo. Por lo tanto, las zanjas aumentan la disponibilidad de agua para las plantas y evitan la erosión del suelo.

Estas zanjas o acequias deben ser protegidas en la parte superior con arbustos y en la parte inferior con árboles.

c) Pircas protegidas con árboles y arbustos

Son muros de piedra contruidos en forma transversal a la máxima pendiente del terreno. Su finalidad es detener la pérdida de suelo y lograr que se fije en la parte superior de los muros. Con la finalidad de dar más estabilidad y proteger a las pircas es conveniente plantar árboles o arbustos en su base.

Además de su utilidad para controlar la pérdida de suelos, las pircas crean un microclima favorable para el desarrollo de la vegetación, porque protegen a las plantas del viento y de las heladas.

d) Recuperación de cárcavas menores

En aquellas laderas sin cobertura vegetal, el agua de las lluvias cae con tal fuerza que no penetra en el suelo sino que corre sobre su superficie. Luego, debido a las irregularidades de relieve de la zona en cuestión, el agua se va concentrando en pequeños canales, los que arrastran poco a poco, grandes cantidades de suelo, creando zanjas profundas, las que son conocidas con el nombre de cárcavas.

La recuperación de cárcavas se realiza mediante diferentes técnicas:

- El repoblamiento de la ladera con vegetación permanente (pastos, arbustos o árboles) con el fin de mejorar la infiltración del agua de la lluvia en el suelo.
- La construcción de zanjas de desviación, que canalicen o encaucen el agua que escurre sobre el suelo.
- La construcción de diques de piedra en las cárcavas, para que así detengan la escorrentía del agua y del suelo.

5. Ejecución de normas prácticas para la conservación de suelos

5.1 Barreras vivas

a. Utilidad de las barreras

Las barreras vivas son hileras de plantas perennes (árboles o arbustos) destinadas a evitar y/o controlar la erosión producidas en las laderas. Su ubicación en forma transversal a la pendiente del terreno, tiene por finalidad de reducir el escurrimiento del agua de las lluvias sobre la superficie del terreno además de retener y fijar la tierra y los nutrientes transportados por el agua. En el largo plazo, las barreras vivas reducen la pendiente, ya que van creando pequeñas terrazas.

Las barreras vivas además tienen la utilidad de estabilizar los barrancos, por lo que se les ubica en los bordes y dentro de los barrancos mismos.

b. Selección de las especies de árboles o arbustos

Para que las barreras cumplan eficazmente su papel de control de la erosión, es muy importante seleccionar adecuadamente las especies vegetales a utilizar. Obviamente, para seleccionar las especies, también se deben tomar en cuenta las condiciones climáticas y edáficas del lugar.

Es importante observar si existen barreras vivas en la zona y el tipo de plantas que las componen. Posiblemente se encontrarán algunas especies arbóreas y arbustivas adecuadas, que tendrán la posibilidad de ser incluidas y establecidas como barreras vivas.

Estas deben tener las siguientes características:

- Deben ser plantas perennes.
- Poseer un sistema radical denso.
- Que sus ramificaciones se inicien bajo o lo más cerca a la superficie del suelo.
- Que posean una fácil propagación.

Una barrera viva no debe necesariamente estar constituida por una sola especie, al contrario, es preferible plantas distintas especies, una junta a la otra.

c. Cómo se construye una barrera viva

Para construir una barrera viva se deben ejecutar las siguientes tareas:

1) DEFINICIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO

De acuerdo al procedimiento señalado en el Anexo 2, se debe determinar la pendiente promedio del terreno, la que es necesario conocer para calcular la distancia que debe haber entre las barreras. Cuanto más fuerte sea la pendiente del terreno, menor debe ser la distancia entre las barreras.

2) DEFINICIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE BARRERAS

La distancia entre barreras depende de la pendiente del terreno. Sin embargo, deben tomarse en cuenta también otros factores, como los descritos a continuación:

- El uso que se le va a dar al terreno. Si el terreno se usará para sembrar cultivos anuales puede requerirse una distancia menor, que si es usado para praderas perennes, ya que éstos protegen más el suelo.

- La intensidad de las precipitaciones. Si en la zona suelen caer lluvias torrenciales, es necesario establecer una distancia menor entre las barreras vivas.

Sin embargo, tomando en cuenta estos factores, se ha elaborado el siguiente gráfico, para que sirva como referencia. Aquí se indica la distancia que debe existir entre barrera, de acuerdo a la pendiente.

3) TRAZADO DE LOS PUNTOS DONDE SE ESTABLECERÁ LA BARRERA VIVA

Las barreras vivas deben establecerse siguiendo las curvas de nivel. Esto permite retener mejor el agua de modo de favorecer su infiltración y contrarrestar eficazmente la erosión. Utilizando el Nivel "A" (ver Anexo 3) se determina en el terreno una sucesión de puntos en curvas de nivel, los que se marcan con estacas. Sobre esta línea se establecerá la barrera.

En regiones lluviosas es conveniente dar a las barreras una ligera inclinación lateral que posibilite el desagüe, con la finalidad de evitar apozamientos.

4) EXCAVACIÓN DE LOS HOYOS

La plantación de árboles y arbustos debe ser efectuada sobre las curvas de nivel, anteriormente marcadas. Para que la barrera cumpla adecuadamente su papel, es necesario establecer las plantas a poca distancia unas de otras. En todos los casos las plantas deben colocarse en hilera dobles entrelazadas y distanciadas de 15 a 100 cm según la especie.

Si son plantas de árboles pueden plantarse hasta con un metro de distancia entre ellas.

En consecuencia, la plantación puede hacerse en una zanja de 40 cm de profundidad y de 50 a 60 cm de ancho, para dar a las plantas todas las facilidades para el desarrollo de sus raíces. En lo posible, se deben utilizar plantas obtenidas del vivero del agricultor, porque de esta forma se tiene certeza de su procedencia.

Con el fin de lograr un buen prendimiento de la plantación, es de suma importancia tomar en cuenta ciertos cuidados en relación a la preparación del sitio y la plantación propiamente tal.

d) Mantenimiento de las barreras vivas

Para que las barreras instaladas se desarrollen rápidamente y cumplan con su papel, es importante realizar su mantenimiento. Para este fin se debe:

- Regar las plantas después de transplantadas, tantas veces sea necesario hasta su perfecto prendimiento.

- Desmalezar alrededor de los plantones de modo que se evite la competencia con la maleza por los alimentos.
- Evitar que los animales hagan daño cuando las plantas aún están pequeñas y frágiles.
- Podar periódicamente los árboles para evitar su excesivo crecimiento y desarrollo. De esta manera se evita que invada el terreno y produzcan sombra sobre el cultivo.

Además, se puede aumentar la densidad de las barreras haciendo acodos. Los acodos se obtienen doblando cuidadosamente unas ramas de modo que puedan ser enterradas parcialmente en una posición intermedia. Al cabo de algunos meses se desarrollan raíces a partir de la porción de tallo enterrado. Finalmente, esta planta puede ser separada de la planta madre. Este sistema permite aumentar el número de plantas de una barrera viva, aprovechando así las plantas que la componen.

5.2 Zanjas o acequias de infiltración

1. Definición

Las zanjas de infiltración son acequias excavadas en curvas de nivel, es decir en forma transversal a la pendiente del terreno.

Las zanjas tienen dos finalidades: por una parte aumentan el nivel hídrico de suelo y en consecuencia, la disponibilidad de agua para las plantas, ya que contiene el agua de la escorrentía y favorece su infiltración en el suelo. Por otra parte, evita que el suelo se erosione por efecto de las lluvias torrenciales.

2. Lugares donde deben construirse las zanjas de infiltración

- En zonas donde existan precipitaciones moderadas.
- En las partes altas de laderas muy empinadas.
- En terrenos donde no se producen anegamientos.
- En terrenos que no sean excesivamente superficiales y que no estén propensos a los deslizamientos.

3. Pasos a seguir para la construcción de una zanja de infiltración

a. Determinación de la pendiente del terreno

La pendiente es necesaria para definir la distancia entre zanjas. Para su determinación, se debe seguir el procedimiento descrito en el Anexo 2.

b. Determinación de la distancia entre zanjas

Para fijar la distancia entre zanjas, se utiliza el gráfico de la Figura 1, que permite definir la distancia adecuada en función de la pendiente.

c. Trazado de los puntos por donde pasarán las zanjas

Para trazar los puntos por donde pasarán las zanjas, se utiliza el Nivel «A», descrito en el Anexo N° 1.

- Se traza la línea donde se ubica la primera zanja, empezando por la parte alta del terreno. Se colocan las estacas o piedras para delimitar este trazo.
- Se traza la línea guía A-B en el sentido de la máxima pendiente. El uso de la línea guía A-B permite ubicar la distancia entre cada una de las zanjas.
- En base a la línea A-B, se señala con piedras o estacas la distancia entre zanja y zanja.
- El trazado de las demás zanjas empieza a ambos lados de la línea guía A-B y se realiza también con el Nivel «A».

d. Excavación de las zanjas

Con la ayuda de una picota, un chuzo y una pala se procede a abrir una zanja de 40 cm de profundidad. El ancho de la parte superior será de 60 cm y la parte inferior de 40 cm. La tierra que se excava fuera de la zanja debe ser cuidadosamente acomodada en el borde inferior de la zanja, para así darle una sobre elevación.

Es recomendable interrumpir la zanja con pequeños tabiques o espacios sin excavar cada 15 cm aproximadamente a lo largo de la misma. Esta operación tiene por finalidad homogeneizar la infiltración del agua y, en el caso de que la zanja tenga una ligera inclinación, se evita que el agua corra, se acumule se desborde cuando se produzcan lluvias intensas.

e. Plantación de los árboles y arbustos

A unos 20 cm del borde superior de la zanja y a lo largo de ella se plantan arbustos, de modo que cumplan el papel de barrera viva. Se deben escoger especies que tengan un sistema radical ampliamente desarrollado, abundantes tallos y que posean una fácil reproducción. Una barrera bien conformada cumplirá el rol de filtro del agua de la escorrentía, de modo de retener el suelo, evitando que se deposite en la zanja.

Así, siguiendo el mismo procedimiento, se pueden plantar especies arbóreas nativas de la zona, aproximadamente a 50 cm del borde inferior de la zanja, los que ayudarán a fijar el suelo.

f. Mantenimiento de las zanjas de infiltración

Para asegurar la eficiencia de las zanjas por mucho tiempo, se le deben dar los siguientes cuidados:

- Se debe evitar el paso del ganado sobre todo cuando las plantas son pequeñas.
- La época seca se aprovecha para limpiar la zanja de infiltración. Si la zanja se llena de piedras, tierra o plantas, cuando se produzcan precipitaciones intensas, el agua puede desbordarse de la zanja y causar daños en los suelos.
- Se deben aplicar todos los cuidados necesarios a las plantaciones de árboles y arbustos (como riego y recubrimiento, entre otros).

5.3 Construcción de pircas

Las pircas son muros de piedra contruidos en forma transversal a la pendiente del terreno. Su finalidad es detener la pérdida del suelo y fijarlo en la parte superior de cada muro. Paulatinamente, disminuye la pendiente del terreno, entre pircas, creándose pequeñas terrazas mucho más fértiles que el suelo original.

Además de ser útiles para controlar la pérdida de suelos, las pircas crean un microclima favorable para el desarrollo de la vegetación, porque protegen a las plantas del viento y de las heladas. Con la finalidad de proteger las pircas es recomendable plantar árboles en la parte inferior de ésta.

Las tareas a realizar para construir una pirca:

a) *Determinación de la pendiente del terreno*

Es necesario determinar la pendiente del terreno, para lo cual se sigue el procedimiento indicado en el Anexo 2.

b) *Definición del distanciamiento entre las plantas*

Para definir la distancia entre pircas, se debe tener en cuenta la pendiente del terreno, calculada previamente. Para definir la distancia entre pircas, se recurre a la Figura 1.

Sin embargo, en terrenos donde se utiliza la yunta para realizar las labores de preparación de suelos, se debe tomar en cuenta el espacio mínimo que ésta necesita para trabajar, siendo éste no menor a 8 m, ya que es el espacio mínimo que la yunta necesita para trabajar.

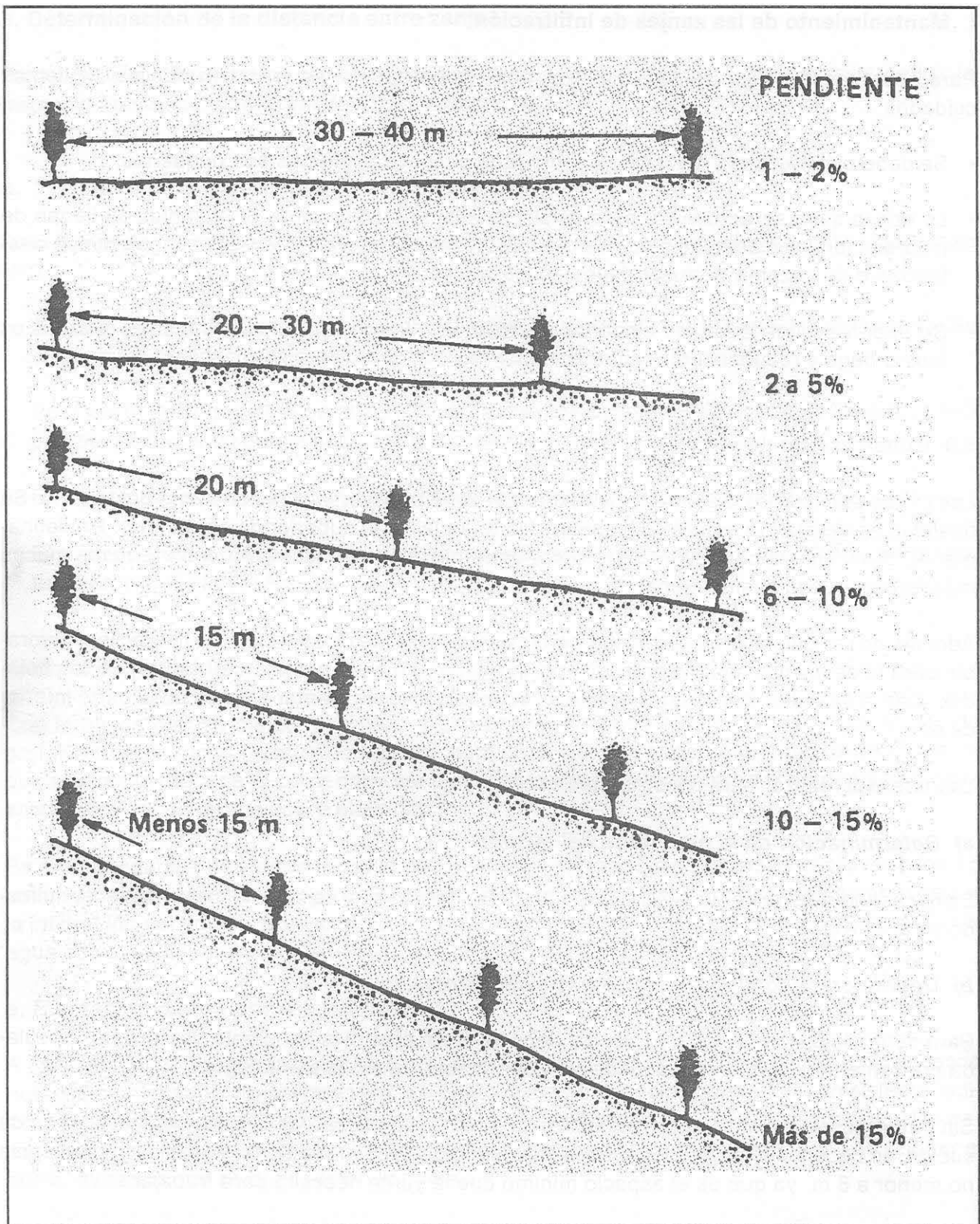


Figura 1. Distancia entre pircas.

c) Trazado del cimientto entre las pircas

Con ayuda del Nivel "A" se trazan en terreno las curvas de nivel, donde se establecerá el cimientto de la primera pirca (Ver Anexo N° 3). Su trazo se inicia por la parte superior del terreno.

Para determinar la distancia por la cual pasarán las demás pircas, se señalan dichos puntos con piedras o estacas.

El trazo de las demás pircas empieza a ambos lados de la línea guía A-B y se realiza también con el nivel "A".

Guiándose con la línea trazada, se excava una zanja de 50 cm de ancho y de una profundidad aproximada de 15 a 20 cm donde se colocarán las primeras piedras del cimientto de la pirca.

d) Recolección de la piedras

En la mayoría de los terrenos existen gran cantidad de piedras que dificultan las labores agrícolas del suelo, y son un obstáculo para el buen crecimiento de las plantas. Para la construcción de las pircas, se deben juntar estas piedras en el lugar donde se construirá cada muro.

e) Construcción de las pircas

El trabajo de construcción de las pircas requiere de habilidades y conocimientos determinados, que posiblemente posean algunos agricultores. Con el fin de enriquecer el conocimiento de futuras generaciones en estos aspectos, y asegurar la adecuada construcción de las pircas, se debe propiciar la participación de los jefes de familia y/o de otros miembros de la comunidad.

Sin embargo, como orientación general para la construcción de las pircas, se debe recordar que las piedras más grandes y planas deben ir en la parte inferior, es decir en el cimientto, y que la pirca debe tener una forma ligeramente piramidal con el fin de asegurar una mayor estabilidad.

La altura inicial de la pirca puede ser de sólo 50 cm. Sin embargo, ésta podrá levantarse años tras año con las piedras que se saquen de la chacra, de acuerdo a las necesidades que existan de fijar el suelo.

f) Plantación de los árboles

Las ventajas que se adquieren con la asociación de árboles y pircas son las siguientes:

- Los árboles refuerzan las pircas.
- Los árboles evitan que las yuntas se acerquen demasiado a la pirca y dañen su cimientto en el momento de preparar el terreno para sembrar.
- Los árboles y las pircas protegen a los cultivos de las heladas.
- Las hojas y ramas tiernas de los árboles, al caer al suelo y descomponerse, fertilizan la tierra, mejorando así la capacidad productiva del terreno.

Los árboles que se escojan, deben ser de fácil propagación, con desarrollo de gran cantidad de follaje, y que éste tenga una rápida y fácil tasa de descomposición.

Las especies que se pueden utilizar son: Aromo, boldo y en general todas aquellas especies nativas que posean un desarrollo radicular superficial.

Una vez construidas las pircas, se establecen plantaciones de árboles al pie de la pirca a una distancia aproximada de 0,5 a 1 m de su base.

La distancia entre los árboles debe ser aproximadamente de un metro.

Se debe realizar podas periódicas para evitar que los árboles compitan con los cultivos o pastos de la parcela, durante su crecimiento.

Delante de la pirca, en la parte superior, se pueden colocar algunas especies vegetales (como tunas o pencas) con el fin de fortalecer la pirca y ayudar a contener el suelo.

5.4. Recuperación de cárcavas

La cárcava se define como una zanja originada por la acción erosiva del agua sobre el suelo. Constituye un cauce natural, donde el agua proveniente de las lluvias, se concentra y escurre.

Las labores descritas en este proyecto, están orientadas a estabilizar las cárcavas con la ayuda de diques de piedra y cobertura vegetal. También cumplen la función de controlar los agentes causantes de la formación de las cárcavas, mejorando la penetración del agua en el suelo y controlando su escorrentía sobre la superficie del terreno. Las prácticas de conservación de suelos que comúnmente se aplican son:

- Repoblamiento de la ladera.
- Construcción de la zanja de desviación.
- Construcción de diques de piedra.

Para controlar una cárcava es recomendable ejecutar conjuntamente todas estas medidas. Sin embargo, en el marco de ejecución de este proyecto escolar, posiblemente no será posible realizar todas estas prácticas a la vez. Por lo tanto, es necesario seleccionar sólo una o dos de las prácticas propuestas.

Es preciso señalar también que, por las características de los proyectos escolares, es recomendable limitarse al tratamiento de una sola cárcava de pequeña dimensión.

a) Repoblamiento de la ladera con vegetación permanente

LA SELECCIÓN DE LAS ESPECIES

La protección de las cárcavas se logra a través de la plantación de árboles y arbustos, favoreciendo tanto el desarrollo de la vegetación herbácea y arbustivo propia del lugar.

Para el repoblamiento con árboles y arbustos, se deben usar los plantones producidos en el vivero forestal escolar. Para este fin, se pueden seleccionar cualquier tipo de especies que desarrollen un sistema denso de raíces.

LA SELECCIÓN DEL LUGAR DE PLANTACIÓN

El repoblamiento con vegetación se debe hacer tanto en los bordes de la cárcava, así como también en los terrenos aguas arriba de la misma. En el margen de la cárcava, es decir cerca de su borde, se recomienda plantar arbustos o árboles de pequeño tamaño, para evitar el desdoblamiento del suelo por el peso que éstos pudieran ejercer.

Se debe repoblar densamente la cabecera de la cárcava pues ésta se forma de manera ascendente, es decir, el agua erosiona siempre la parte superior de la cárcava, tendiendo a ampliarse por arriba.

Es importante cercar el área erosionada para evitar el ingreso de animales que puedan dañar la plantación e impedir la regeneración de la vegetación natural. De hecho, si el área queda protegida del pastoreo de los animales, ésta se debe cubrir paulatinamente con una capa de vegetación que dará una adecuada protección al suelo. Como este proceso es lento, se necesitan varios años y vigilancia permanente por parte de los interesados.

b) Construcción de la zanja de desviación

La desviación de las aguas de una cárcava se realiza mediante una zanja de desviación situada en la parte superior de la misma, para interceptar la totalidad o una parte del caudal, conduciendo las aguas hacia desagües naturales más protegidos (quebrada, riachuelo, etc.).

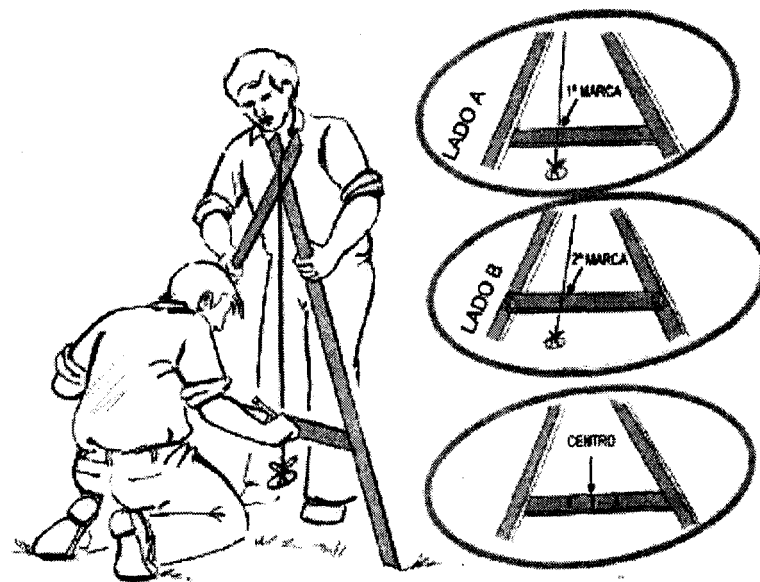
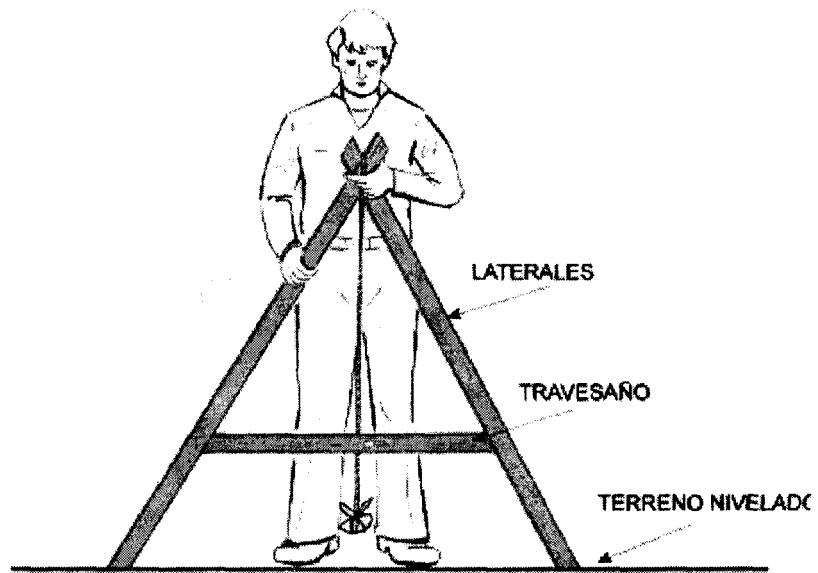
El canal de desviación debe quedar a una distancia de la cabecera de la cárcava, tres veces superior a la profundidad de la misma.

c) Construcción de diques de piedra en la cárcava

La estabilización de la cárcava puede lograrse, además, con la construcción de diques de piedra en sentido transversal a la misma. Esta práctica es especialmente recomendable cuando el suelo dentro de la cárcava es muy pedregoso, dificultando el crecimiento de la vegetación en ella. Para conseguir estabilizar la cárcava, se deben construir muros debidamente espaciados, de tal manera que la base de uno esté al mismo nivel que la parte superior del muro anterior.

Estos muros retendrán parte del suelo arrastrado, donde la vegetación encontrará excelentes condiciones para desarrollarse. La construcción de los muros debe ser lo suficientemente fuerte para así resistir la acción destructora del agua.

ANEXO 1



ANEXO 2

Medición de la pendiente de un Terreno

La erosión de los suelos depende en gran medida de la pendiente del terreno: cuanto más inclinado sea el terreno, es más susceptible a la pérdida de suelo. La medición de la pendiente es una tarea que necesariamente debe realizarse antes del desarrollo de cualquier técnica de conservación de suelos. En efecto, la elección del método de conservación de suelos, y especialmente, la elección de la distancia entre las obras (barreras vivas, terrazas, zanjas, etc.) requiere del conocimiento de la pendiente del terreno.

En seguida se presenta un cuadro con la denominación de las diferentes clases de pendiente.

Veamos en seguida como se procede:

A. Elaboración del instrumento (clinómetro)

Materiales:

- 1 barra de madera recta de 1 m de largo y 3 cm de diámetro.
- 1 soga o cáñamo de 2 m de largo, la cual se une en uno de sus extremos con uno de los extremos de la barra de madera. Es recomendable utilizar una huincha costurera, la cual está graduada en centímetros.

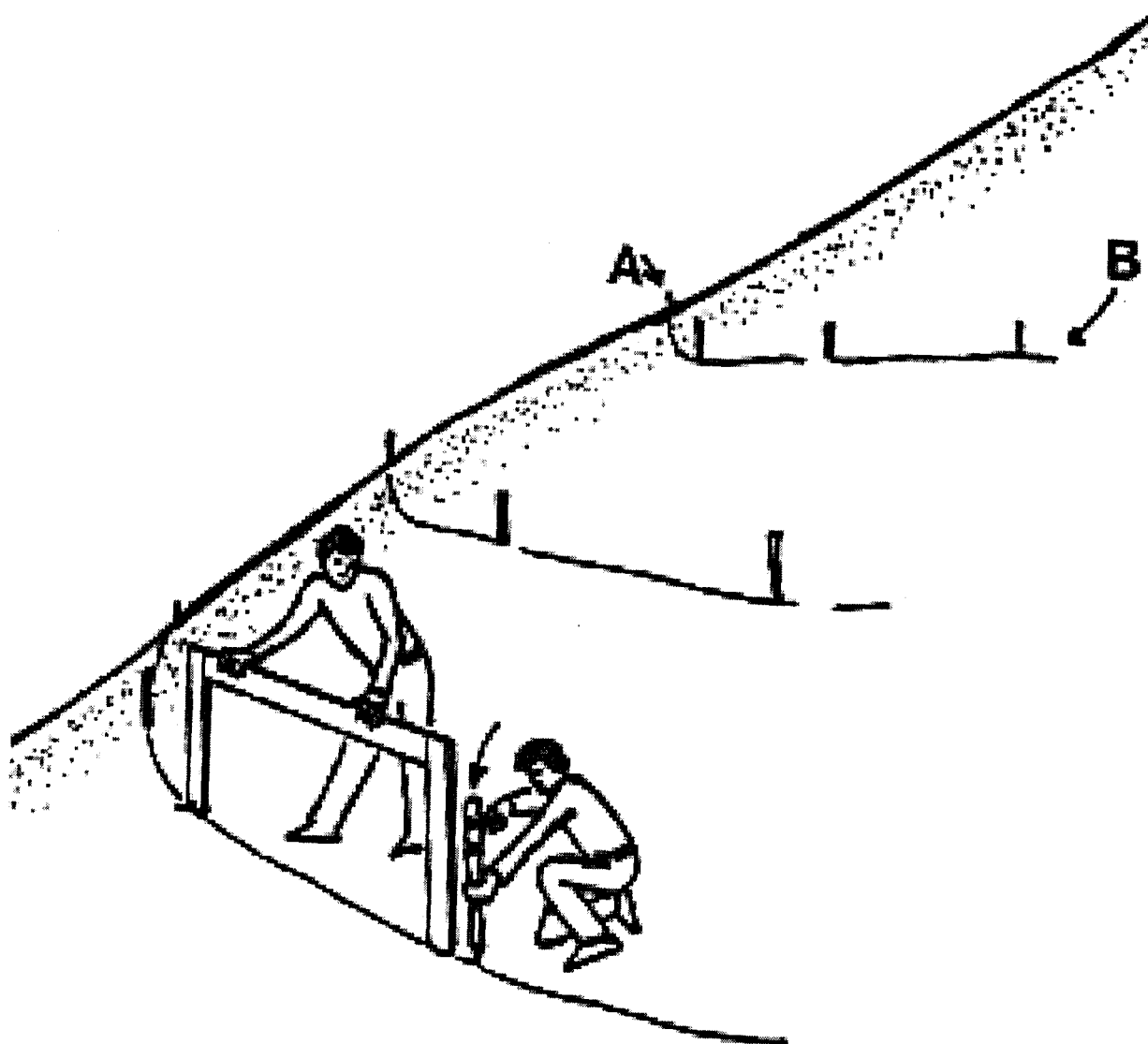
La forma de uso del «clinómetro» es ubicar horizontalmente la barra de madera de 1 metro y apoyándola en uno de sus extremos sobre el suelo y siguiendo la pendiente que se desea evaluar, como indica la Figura 2. Una vez realizada esta operación, se mide la altura que existe entre el otro extremo de la barra y el suelo, a través de la huincha costurera, y esta medida se relaciona con una distancia de 1 00 metros, a través de una regla de tres simple, para determinar la pendiente en forma porcentual.

Ejemplo: Si al utilizar un clinómetro, con una barra de madera de 1 m de largo se determina en un suelo, de pendiente desconocida, que la altura medida según la Figura 2 es de 10 cm. Esto significa lo siguiente:

En 2 metros de largo hay una diferencia de 0,1 metro, por lo tanto en 100 metro, la diferencia o desnivel será:

$$\frac{0,1 \times 100}{2} = 5\% \text{ de pendiente}$$

ANEXO 3



BIBLIOGRAFÍA

- Carrasco, J. y Reckmann, O. 1993.** La conservación de suelos. Revista IPA La Platina N° 78. Santiago de Chile. p. 10-15.
- Carrasco, J. y Reckmann, O. 1994.** La conservación de suelos. II Parte. Determinación de la pendiente distancias y trazados de las curvas a nivel. Revista IPA La Platina N° 80. Santiago de Chile. p. 37-41.
- Carrasco, J. y Valenzuela, J. 1994.** La conservación de suelos. III Parte. Construcción de obras. Revista IPA La Platina N° 81. Santiago de Chile. p. 37-41.
- Carrasco, J. y García-Huidobro, J. 1998.** Los problemas de la labranza y los equipos. I Parte. Revista Tierra Adentro-INIA. N° 20. Santiago de Chile. p. 24-26.
- FAO. 1990.** Conservación de suelos para los pequeños agricultores en la zonas tropicales húmedas. Boletín de suelos de la FAO, N° 60. Roma. Italia. p. 177.
- Meneses, R.; Squella, F.; García-Huidobro, J. y Novoa Q., P. 1985.** Los surcos de infiltración en zonas áridas. Revista IPA-La Platina, N° 29. Santiago de Chile. p. 31-33.
- Porta, J.; López-Acevedo, M.; y Roquero, C. 1994.** Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p. 807.
- Riquelme, J. y Carrasco, J. 1991.** El Arado Cincel como conservador de suelos. Revista IPA La Platina N° 63. Santiago de Chile. p. 40-47.