

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE - ANAM
DIRECCIÓN DE FOMENTO A LA CULTURA AMBIENTAL
CENTRO DE DESARROLLO SOSTENIBLE AMBIENTAL
-CEDESAM-



MANUAL DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

Elaborado por:

Ing. Carlos A. Sánchez Borbón

Ing. Germán Jaén

CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

Prácticas que el hombre realiza para garantizar o minimizar la pérdida de Suelo.

Factores físicos que afectan el suelo:

1. Clima:

A mayor intensidad y duración de lluvia mayor es la capacidad erosiva y mayor es el daño a los suelos.

2. Topografía:

Conforme aumenta el largo de la pendiente el volumen y la velocidad del agua de escorrentía, crece y por lo tanto su poder erosivo.

3. Suelo:

La materia orgánica juega un papel muy importante en la resistencia que puede ofrecer el suelo a la erosión.

4. Cobertura vegetal:

Con la intersección de la lluvia y la reducción de la velocidad del agua de escorrentía, la vegetación juega un papel primordial en la protección del suelo contra la erosión.

Erosión

Erosión es el desprendimiento de las partículas de suelo, debido a la acción del viento, el agua y al pisoteo de los animales.

Tipos de erosión:

1. Erosión eólica:

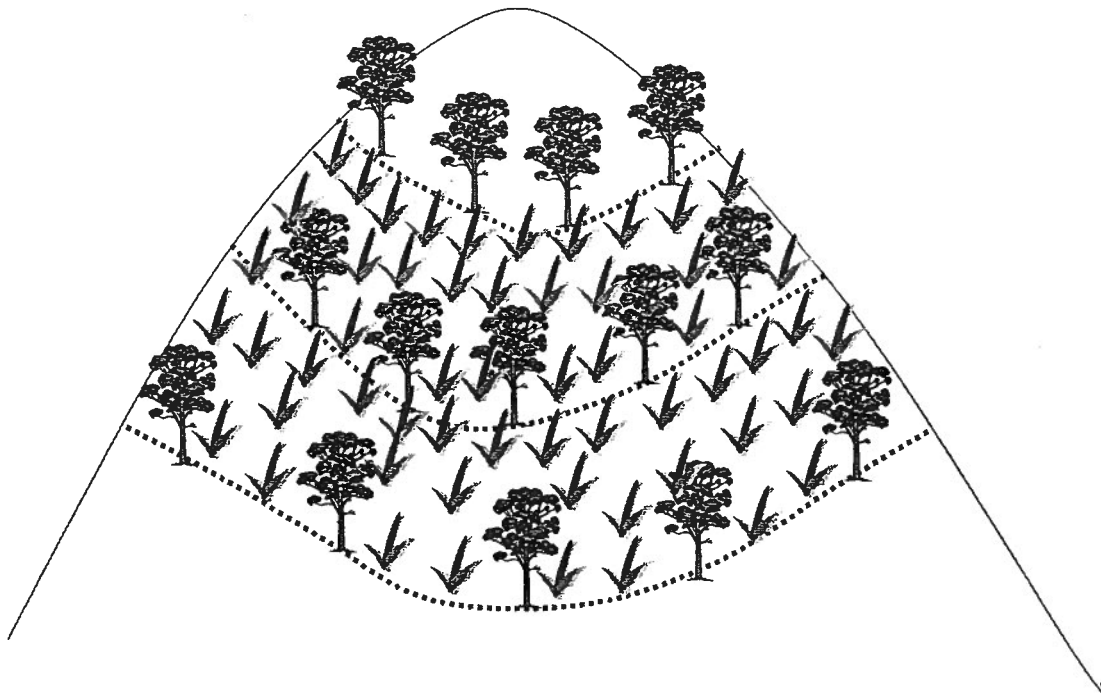
Cuando el viento sopla con fuerza, desprende y arrastra partículas de suelo. En la época seca, los suelos con alto contenido de arena se ven afectados por este tipo de erosión, al no tener una cubierta vegetal adecuada.

2. Erosión Hídrica:

Es la acción de desprendimiento de las partículas de suelo y su transporte por el agua que se escurre sobre el terreno. Este proceso de erosión es el más común en terrenos con pendientes fuertes (terrenos inclinados).

Prácticas de conservación de suelos y aguas:

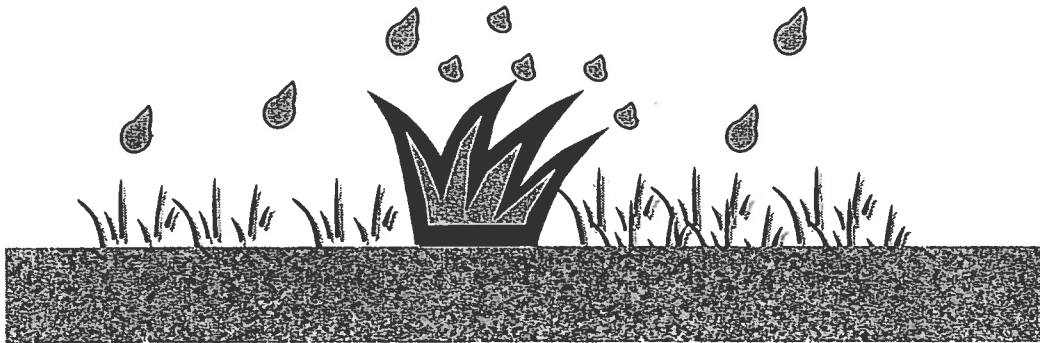
Para conservar un terreno, se recomienda incorporar todas las prácticas apropiadas dentro del sistema de producción, es decir, hacer una combinación de obras físicas con medidas agronómicas para el control efectivo de la erosión, la conservación del agua y el mejoramiento del suelo. Esta integración de prácticas forma un sistema de conservación de suelos y aguas.



Las prácticas de conservación de suelos reducen la pérdida de este vital recurso y del agua porque:

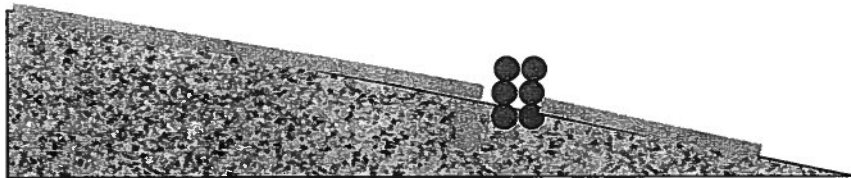
Protegen la superficie del suelo

Contra la erosión al protegerla del golpe de las gotas de lluvias y el arrastre del agua de escorrentía.



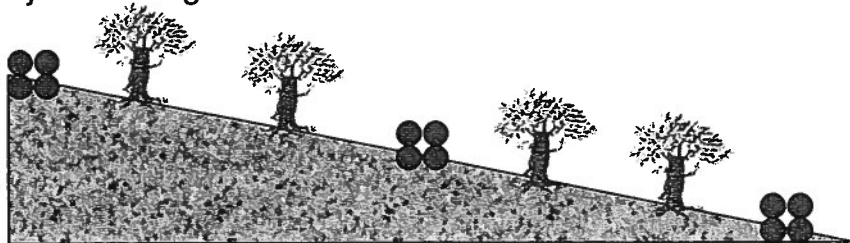
Aumentan la infiltración al suelo

Reducen la cantidad de escorrentía, aumentan la proporción del exceso de agua que entra al suelo como infiltración.



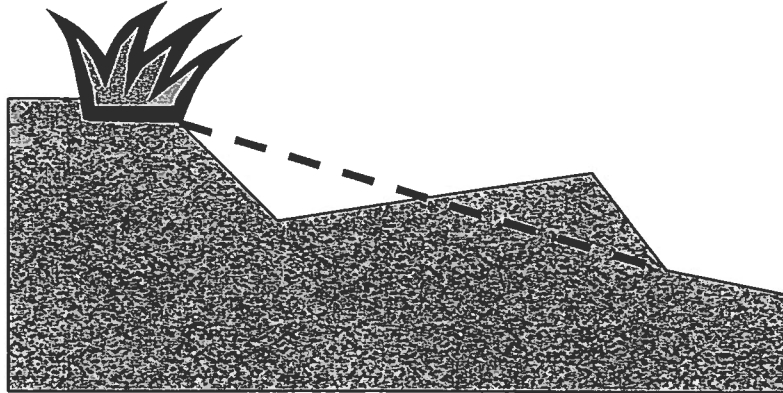
Reducen el largo de la pendiente

Reducir la velocidad de la escorrentía y cortan el largo de la ladera al dividirla en una serie de fajas más angostas.



Reducen el grado de la pendiente

Al disminuir la velocidad de la escorrentía y reducen la pendiente de la ladera con la construcción de estructuras y la subsiguiente nivelación que ocurre con la acumulación de sedimentos



Prácticas Mecánicas

Las prácticas mecánicas son obras estructurales construidas para controlar el movimiento del agua; entre ellas se incluyen las obras físicas, el control de cárcavas y el drenaje agrícola.

Las prácticas mecánicas de conservación de suelos modifican los factores del proceso erosivo para reducir la erosión.

Entre las prácticas mecánicas más comunes tenemos:

1. Barreras:

Consisten en líneas de material como arbustos, piedras, troncos de árboles, plantas, vetiver y hierba de limón.

Estos obstáculos se colocan para retener la tierra arrastrada y disminuir la velocidad del agua.

De acuerdo al material que las forman, las barreras se dividen en barreras vivas y barreras muertas.

1.1. Barreras vivas:

Son líneas de plantas de crecimiento denso, con raíces profundas y resistentes a la escorrentía.

Se siembran siguiendo las curvas de nivel y cumplen funciones como:

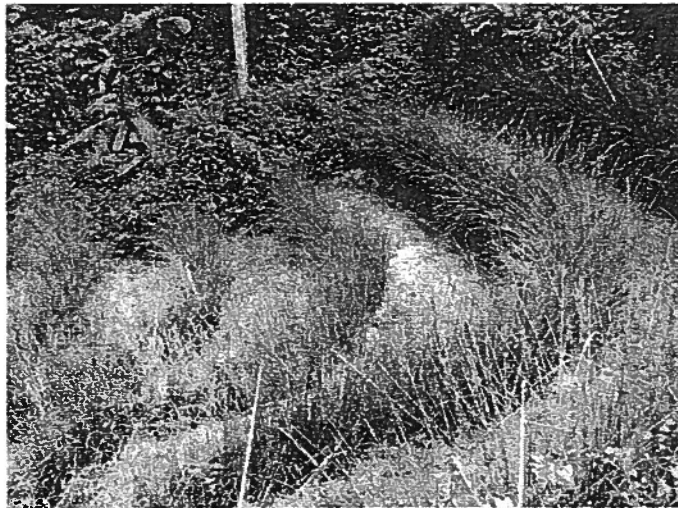
- Proteger el suelo contra la erosión reduciendo la velocidad del agua.

- Retener sedimentos.

Las Barreras vivas en suelos con mucha inclinación deben combinarse con barreras muertas (muros de piedras o troncos) y terrazas.

Algunos ejemplos de plantas para establecer barreras vivas son: Pasto rastrero, maní forrajero, vetiver, hierba de limón, leucaena, balo y piña.

Se recomienda plantar las macollas a una distancia de 15 a 20cm. entre plantas.



Barreras vivas con vetiver

1.2. Barreras muertas:

Es un tipo de barrera de material muerto (piedras, maderas, bambú) que se coloca de manera transversal a la pendiente para disminuir la velocidad del agua y retener el material arrastrado.



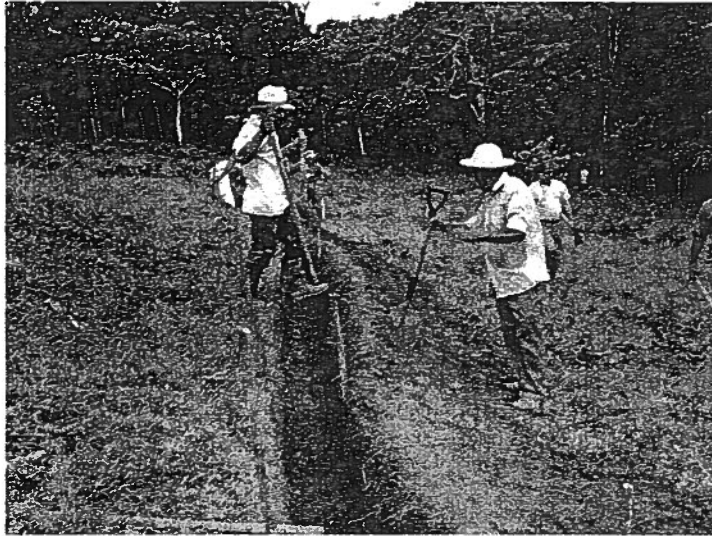
Barreras muertas con troncos



Barreras muertas con piedras

2. Zanjas de laderas o acequias:

Son canales angostos trazados transversalmente a la pendiente y se construyen para interceptar las aguas de escorrentía y luego sacarlas o retenerlas según las condiciones del terreno.



Zanjas de laderas o acequias

3. Terrazas:

La terraza es muy efectiva para controlar la erosión y es tal vez, la obra más estética de todas. existen tres tipos de terrazas que son las más utilizadas en el área (individual, angostas y de banco).

3.1. Terrazas angostas:

Son plataformas continuas y de base angosta, trazadas transversalmente a la pendiente para interceptar el agua de escorrentía. Las dimensiones y espaciamiento entre terrazas se determinan según la pendiente del terreno y el cultivo.

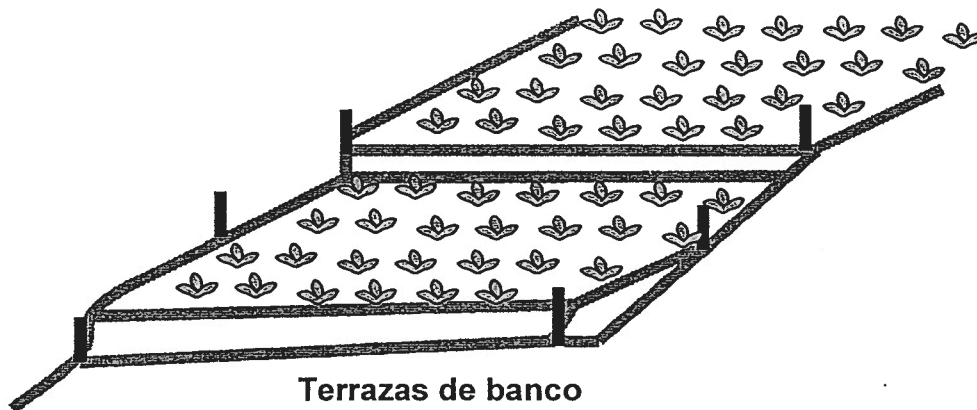
La construcción de la terraza debe iniciarse con la curva de nivel normalmente en la parte más alta del terreno. En cuanto a su mantenimiento lo más importante es la protección del talud con la siembra de barras vivas.



Terrazas angostas

3.2 Terrazas de banco:

Son plataformas o bancos escalonados, construidas transversalmente a la pendiente y separados por taludes protegidos con vegetación. El ancho varía con la pendiente, el cultivo y la profundidad del suelo.



Terrazas de banco

3.3 Terrazas Individuales

Son pequeñas plataformas circulares o redondas trazadas al tresbolillo que consisten de un corte y un relleno, pero no son continuas. Son utilizadas para árboles frutales o algunas veces maderables.



Terrazas individuales

Las terrazas son plataformas continuas y de base angosta, trazadas transversalmente a la pendiente para captar el agua producto de la escorrentía y controlar la erosión. El agua captada se almacena en la plataforma para que se infiltre, si es que la terraza está trazada a nivel, o de lo contrario para que se evacue cuando la terraza se traza a desnivel.

Uso Adecuado de Terrazas

Siendo estas terrazas, de plataformas menos anchas, Se adaptan a suelos menos profundos y requieren menos movimiento de tierra.

Principales usos de las terrazas :

En los terrenos menos inclinados, las terrazas se utilizan conjuntamente con las medidas agronómicas para los cultivos como, hortalizas y flores.

Ventaja.

- ✓ Permiten el cultivo en terrenos muy inclinados que de otra forma no serian aprovechados.

Desventaja.

- ✓ Requieren suelo relativamente profundos.
- ✓ Se necesita mucha mano de obra para su construcción.

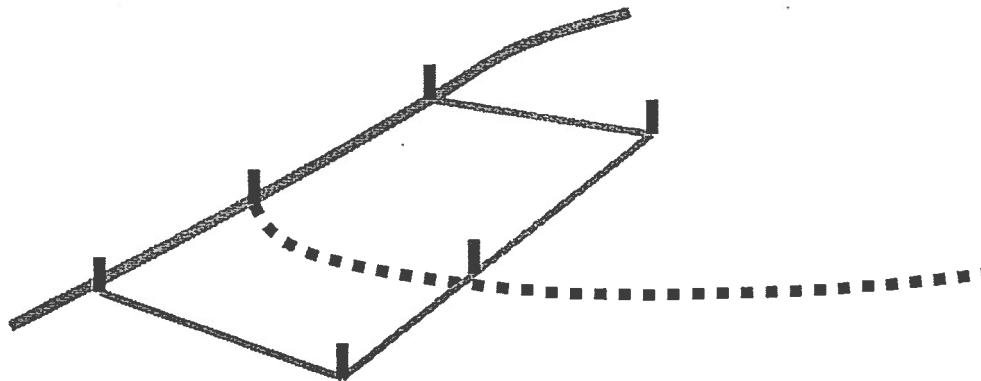
Especificaciones para Terrazas.

Las dimensiones y el distanciamiento entre terrazas se determinan según la pendiente del terreno y la clase de cultivo.

El distanciamiento varía con la pendiente en cultivos.

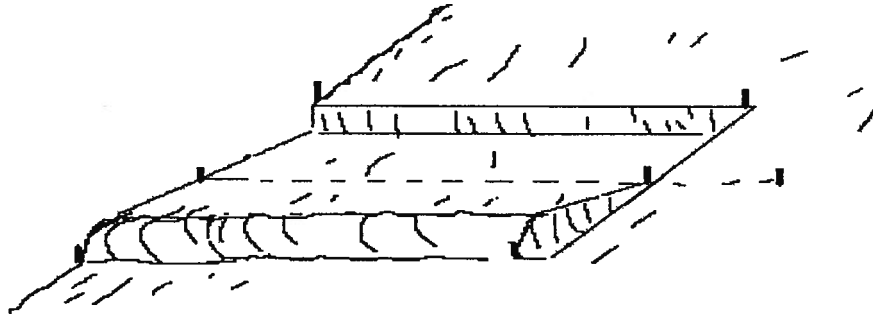
Construcción de las terrazas

1. Esta debe iniciarse con marcado de las curvas a nivel en la parte alta de la ladera con el nivel A.
2. Marcar el limite de la excavación según las especificaciones y se determina el ancho total de la terraza.



Se coloca una estaca arriba de la curva, a la distancia que corresponde a la mitad del ancho total y otra a la misma distancia al lado de abajo de la línea. Se repite la operación en la siguiente estaca de la curva, conectando esas seis estacas con una cuerda.

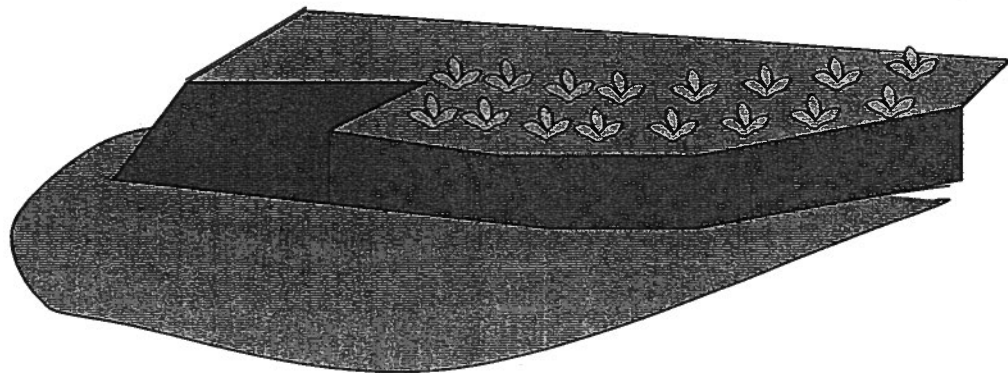
3. Se inicia la excavación removiendo la tierra arriba de la línea central y regándola en la parte inferior del cuadro inferior formado por la cuerda para conformar el relleno. Debe tenerse cuidado en no excavar debajo de la línea central.



El relleno debe compactarse bien después de cada nueva capa de 3 a 5 cm de tierra suelta, se continua con la operación hasta que el corte alcance el ancho de la plataforma .

Una vez alcanzado el ancho en la plataforma se debe hacer un corte inclinado al talud superior, empezando desde la parte superior hasta el fondo de la plataforma.

El corte del talud debe realizarse en la parte superior de la terraza dándole una inclinación al terreno para disminuir la erosión.



Protección y mantenimiento de la terraza:

Hay puntos importantes para la protección y mantenimiento de la terraza.

1. La protección del talud de corte debe hacerse con la siembra de barrera viva.
2. La protección del talud de relleno con la siembra de grama o una hierba baja y densa.
3. Se recomienda la siembra de balo para la protección de las terrazas.

Prácticas Agronómicas

Las medidas o prácticas agronómicas son prácticas culturales y agronómicas que implican generalmente el uso de material vivo o muerto para el control de la erosión.

Las medidas agronómicas son un complemento para proteger el suelo cuyo propósito principal es rehabilitar y mantener la capacidad productiva del suelo.

Las medidas agronómicas permiten principalmente, aumentar la capacidad productiva del suelo mediante sistemas de manejo directo, incluyen practicas que se realizan en la preparación del terreno para aumentar la producción pero tienen el propósito secundario de reducir la escorrentía y la erosión.

Las medidas más apropiadas según las condiciones agroecológicas y los sistemas de producción son cultivos en curvas a nivel, labranza conservacionista, incorporación de abonos orgánicos y prácticas agroforestales.

Curvas de nivel

Son líneas imaginarias que unen puntos de la misma altitud en el terreno.

El espaciado de las curvas de nivel depende de la pendiente del terreno. Cuanto más empinada sea la pendiente, más próximas entre sí aparecerán las curvas de nivel.



Labranza conservacionista

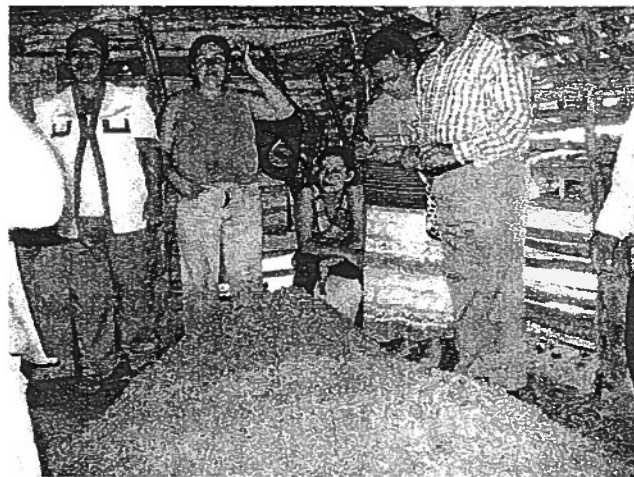
La labranza conservacionista es la remoción y volteo del suelo que busca mejorar las condiciones para el crecimiento de los cultivos, el control de malezas y plagas del suelo y el mantenimiento de la capacidad de infiltración.



Labranza conservacionista

Incorporación de abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son cualquier material orgánico que se incorpora al suelo para mejorar sus propiedades físicas y químicas; pueden ser residuos de cultivos, estiércoles, aboneras y abonos verdes.



Abonos orgánicos

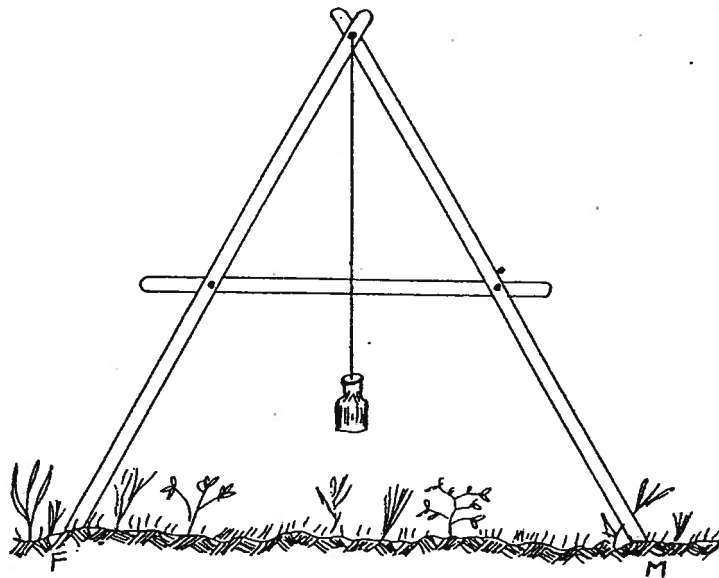
Prácticas agroforestales.

La agroforestería es el cultivo de árboles en combinación con cultivos agrícolas y/o el pastoreo de animales al mismo tiempo. Las prácticas agroforestales contribuyen a conservar el suelo, reducir el impacto de la lluvia, disminuir la fuerza del viento, todo lo cual aumenta el endimiento del terreno.



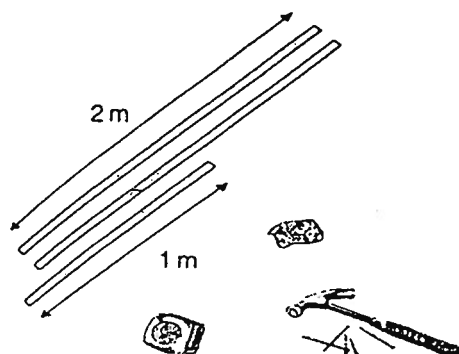
PARA TRAZAR CURVAS DE NIVEL UTILIZAREMOS EL NIVEL "A".

El nivel "A" se usa para trazar curvas de nivel, utilizadas en prácticas de conservación de suelos. En nuestro caso específico lo utilizaremos para establecer en las parcelas los sistemas agroforestales en callejones, Taungya, terrazas y otros.



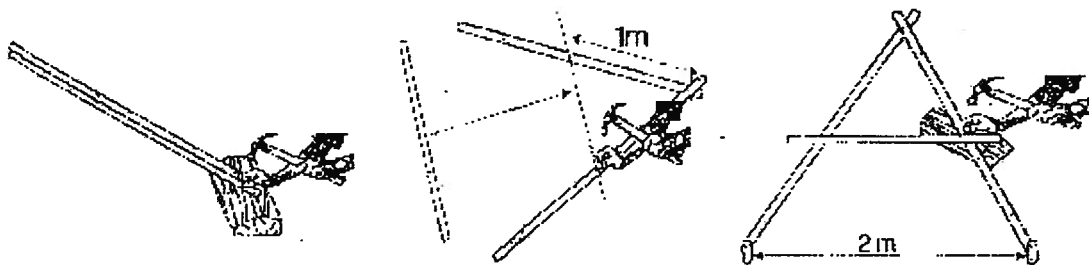
Materiales necesarios para la construcción del Nivel "A":

- 2 varas rectas de más de 2 metros de largo.
- 1 vara recta de más de 1 metro de largo
- 1 cuerda de más de 2 metros de largo
- 3 clavos de 2 pulgadas
- 1 piedra



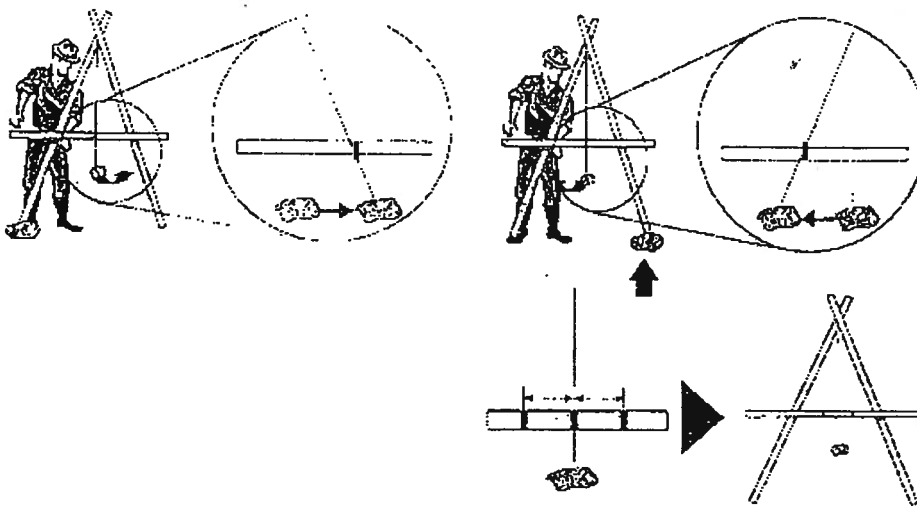
Pasos para la construcción del Nivel "A":

- Se procede a fijar la abertura de las patas, clavando dos estacas en la tierra plana a una distancia de 2 metros, estas estacas nos indicaran la abertura de las patas al momento de clavar las dos varas.
- Se coloca una vara sobre la otra y se procede a clavar en un extremo. Este clavo debe quedar a 2 centímetros del extremo de los palos y con la cabeza un poco afuera, con el fin de amarrar la plomada.
- Se procede a la colocación de la tercera vara llamada travesaño a la mitad de la altura de las patas del nivel y se amarra la cuerda con la plomada.



Calibración del Nivel "A":

- Se coloca el aparato en un terreno inclinado y donde las patas tocan el suelo se colocan estacas y cuando la plomada deja de moverse se marca en el travesaño el punto donde la cuerda lo cruza.
- Dar media vuelta al instrumento de manera que las patas queden exactamente donde se colocaron las estacas y cuando la plomada deja de moverse se marca en el travesaño el punto donde la cuerda lo cruza.
- Una vez ubicamos las dos marcas, marcamos la mitad de la distancia entre las dos rayas, la cual indica el nivel.

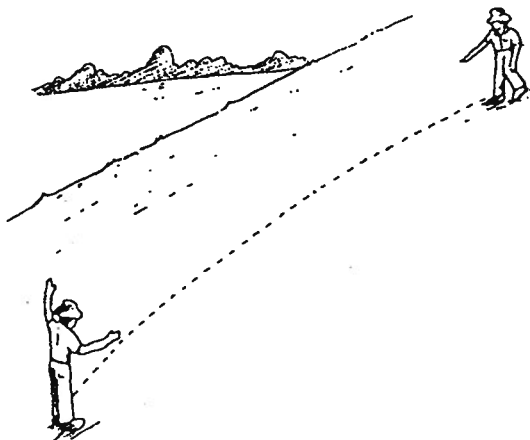


TRAZO CURVAS DE NIVEL

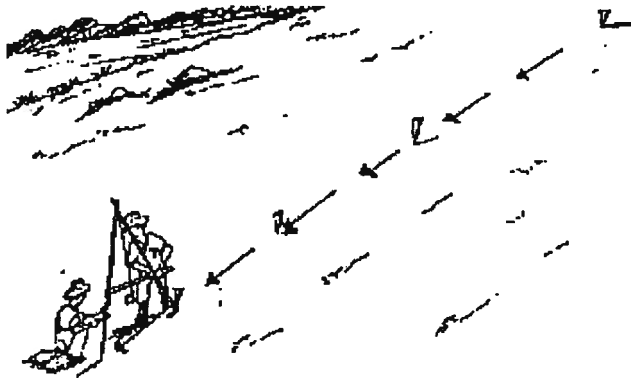
Ubicación y trazo de la línea madre:

La línea madre debe ser colocada en una parte de la ladera que no sea ni la más ni menos inclinada.

Se coloca la primera estaca en la parte más alta de la ladera.

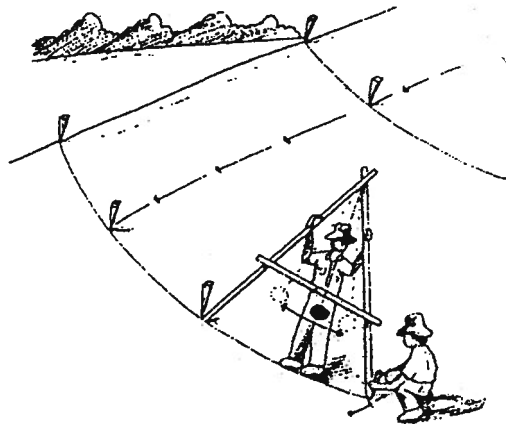


Luego se procede a ubicar el resto de las estacas hasta el punto más bajo de la ladera. Las estacas se colocan a una distancia de dos metros, que es el tamaño de la abertura de las patas.

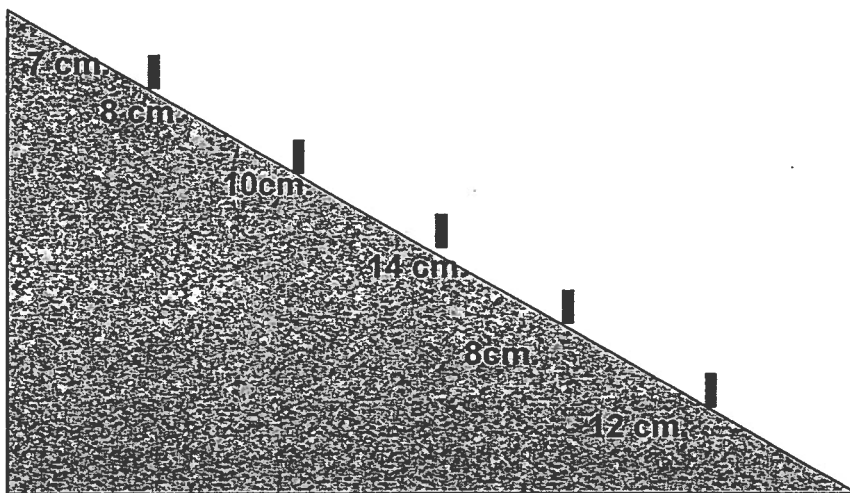


Trazo de las curvas de nivel:

- Una vez concluido el trazo de la línea madre se procede a la ubicación de las curvas de las curvas de nivel.
- Para eso nos trasladamos a la parte superior de la pendiente.
- Colocamos en la primera estaca una de las pata del nivel y la otra la movemos, buscando la posición donde la cuerda caiga sobre la marca en el travesaño que es el punto de nivel.
- Se coloca una estaca en la segunda pata. Se da media vuelta al aparato, girando sobre la segunda pata.
- Se busca el nuevo punto de nivel y se coloca una estaca en la primera pata del aparato. Siempre dando media vuelta al aparato.
- Se siguen colocando estacas hasta completar la línea.



Cálculo de porcentaje de pendiente



A continuación se describe el procedimiento para su trazado.

- La línea madre se traza en el área más inclinada de la parcela, de arriba hacia abajo.
- En la dirección de la pendiente, en línea recta y con el uso del nivel A, se van clavando estacas hasta llegar al punto más bajo.
- Cada vez que se pone una estaca debe anotarse el número en que el hilo (Plomada del nivel) marca.
- Todos los centímetros medidos suman:

$$7+8+10+14+8+12 = 59$$

- Este resultado se divide entre el número de puntos anotados que son, en el caso del ejemplo, seis (6).

$$59/6 = 9.8$$

El porcentaje de pendiente es del 9.8% (Nueve punto ocho por ciento).

PLANIFICACIÓN DE USO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS.

A. PLANIFICACIÓN CONSERVACIONISTA DE FINCAS

El objetivo principal de la planificación conservacionista de fincas es determinar, en forma clara y objetiva, las limitaciones, las necesidades técnicas y las potencialidades productivas de cada unidad de tierra de la finca y de toda la finca en su conjunto.

Implementando el plan de conservación, el productor logrará un aumento de la productividad de los suelos de su finca.

El plan conservacionista debe hacerse con el productor y no solamente para él, ya que de esto dependerá el buen éxito de la construcción y del mantenimiento de obras físicas y de la implementación de toda la práctica de manejo recomendada.

1. Primer Paso: Caracterización

El propósito de una caracterización es entender la situación existente en una finca o parcela.

La caracterización consiste en la descripción y análisis de los aspectos naturales y de producción relevantes de un área, con el propósito de identificar los sistemas de producción existentes y reconocer los problemas más importantes relacionados a esta.

- Factores que Deben Tomarse en Cuenta al Realizar una Caracterización.

a- Físicos

- **Clima:** Es importante buscar información sobre las características de la época lluviosa, ya que la intensidad y duración de las lluvias es un elemento importante a considerar al momento de definir las obras para el manejo del agua de escorrentía en la parcela de producción.

Topografía: determinar la topografía del terreno permite estimar la mayor o menor susceptibilidad del terreno a procesos erosivos y también va a determinar el tipo y la distancia entre las obras..

b. Ecológicos

- **Características de los suelos**

Factor importante en una caracterización para hacer mejores planes para el uso de la tierra.

- **Vegetación**

Debe hacerse un reconocimiento de la vegetación existente en especial la que se encuentra cerca de las fuentes de aguas. Para saber si es necesario reforestar y que especie utilizar.

- **Fuentes de Agua**

Se hace un reconocimiento de las fuentes de aguas para conocer su estado.

c. Socioeconómicos

Para hacer el presupuesto de la ejecución de la actividad productiva y determinar el monto en las obras de conservación de suelos .mano de obra, precios de los insumos, infraestructuras.

1.2-Mapa de Situación Actual de la Finca

El primer instrumento técnico necesario para proceder en este paso es el mapa base de la finca o área que será objeto de planificación. En este mapa se marcan las características de la finca (dónde hay vegetación, fuentes de aguas, caminos, derrumbes, cárcavas, parcelas de producción etc.)

2. Segundo Paso: Diagnóstico Técnico-Económico

Se recolecta información sobre costos de producción y los rendimientos para definir las alternativas propuestas.

3. Tercer Paso : Uso Preferible de la Tierra

El uso actual de la finca debe compararse con su uso preferible, que es el uso más apropiado de acuerdo con sus características y limitaciones y según su capacidad.

4. Cuarto Paso: Mapa del Plan de Manejo Conservacionista de la Finca.

Se analiza la información recolectada y formulan sus recomendaciones, en conjunto con el productor y se confecciona un mapa de finca futura.

5. Quinto Paso: Selección de Medidas y Prácticas de Manejo analizando las limitaciones de la tierra.

El productor con el técnico definen las medidas y practicas de manejo que deben aplicarse.

6. Sexto Paso: Plan de Trabajo/Cronograma

Se enumeran todas las actividades o tareas que deben realizarse para lograr el éxito de la actividad productiva. Tomando en cuenta los recursos con que cuenta el productor.

BIBLIOGRAFÍA

**Autoridad Nacional del Ambiente, Agencia de Cooperación Internacional del
Japón. 2000 Manual de Agroforestería. Río Hato, Panamá. 106P**

**Manual De Planificación de Uso y Conservación de Suelos. SONDEAR, CICH.
Panamá mayo del 2006.**

**Montagnini, F. 1992. Sistemas Agroforestales Principios y Aplicaciones en
los Trópicos. Turrialba , CATIE. 622P**