



Manejo agroecológico de suelos de ladera

Serie: Cuadernillos de Agricultura Agroecológica
Colección: Rescatando y Compartiendo Conocimientos sobre Agricultura Sostenible
para El Desarrollo de los Pueblos de América Latina

Investigador

Ingeniero Manuel Cordero Cevallos

Coordinación General

Licenciada Xenia Iris Pereira

Colaborador en Investigación

Ingeniero Marlon Arévalo

Adaptación de texto y Arte

Irma Dinora López Rivas

Fotografías

Archivo de Asociación El Bálsamo, Comunidades del Municipio de Chiltiupán, Departamento de La Libertad y del Municipio de Cuisnahuat, Departamento de Sonsonate, El Salvador, Centroamérica.

Esta es una Producción de:



Asociación El Bálsamo

Residencial San Luis, Calle Principal y avenida No. 4, Block 1, casa No. 3. San Salvador, El Salvador. Centroamérica. Teléfonos: (503) 2274-7721 y 2274-6913.

E-Mail: asociacionelbalsamo@gmail.com

Sitio web: www.asociacionelbalsamo.org

Con el apoyo de:

**Nancy Finlayson
Alberta, Canadá.**

San Salvador, El Salvador, agosto de 2013

Se autoriza su reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite la fuente

Contenido

- 1. Introducción**
- 2. El Suelo**
- 3. La Deforestación**
- 4. La Erosión**
- 5. La conservación de suelos de laderas**
- 6. Beneficios ambientales, agronómicos y socio económicos al realizar obras de conservación de suelo de ladera**
- 7. Uso de instrumentos para la conservación del suelo**
 - 6.1. Curvas a nivel “A” o Agro nivel
- 8. Prácticas estructurales o mecánicas**
 - 8.1. Acequias de ladera
 - 8.2. Terrazas Individuales
 - 8.3. Terrazas de banco
- 9. Practicas culturales o agronómicas**
 - 9.1. Barreras vivas
 - 9.2. Cercos vivos
- 10. Modelo de parcela de ladera manejada agroecológicamente**
- 11. Glosario**
- 12. Referencias Bibliográficas**

Manejo agroecológico de suelos de ladera

1. Introducción

En El Salvador, como en varios países de América Central, el cultivo de cereales se realiza en áreas que deberían ser utilizadas únicamente para cultivos perennes y pastos. Esto ocurre debido a que más del 65% del territorio salvadoreño se ubica en zona de laderas, con pendientes que superan al 15%, que se caracterizan por ser poco profundos (menos de 0.50 mts.) y con diferentes niveles de pedregosidad, lo cual dificulta el desarrollo de las plantas, además de reducir la capacidad de almacenamiento de agua (Reyes, 2009); pero que ante la necesidad apremiante de alimentar a las familias, la población campesina se ve obligada a deforestarlos para sembrar maíz, maicillo y frijol.

Considerando que quienes cultivan en estos terrenos son mujeres y hombres, con muy bajos ingresos y que por tanto su producción es destinada casi en su totalidad, para la subsistencia, en este décimo primer Cuadernillo se presenta una serie de prácticas agroecológicas para el manejo apropiado de suelos en ladera.

El propósito de este documento es brindar alternativas a las y los pequeños productores para trabajar la agricultura conservacionista, la cual además de detener el deterioro de los suelos y agua, posibilita, progresivamente, mejorar la economía familiar a través de la diversificación de cultivos.



2. Suelo

Se denomina suelo a la capa superficial de la corteza terrestre y está formado por elementos como roca, arena, arcilla, humus y diferentes minerales. Es un recurso natural renovable indispensable para la vida y su fertilidad actualmente se encuentra en peligro por problemas como la deforestación, erosión, contaminación por desechos tóxicos y por uso excesivo de agroquímicos.

El suelo se origina a partir de la roca sólida que se ha ido transformando a lo largo de la historia por efecto del viento, agua, temperatura, descomposición de animales y plantas, erupciones volcánicas, sismos, etc. La proporción entre arena, limo y arcilla determinan la textura del suelo:

1. **Suelos arenosos**, son grisáceos y están formados en su mayoría por arena. Se caracterizan por su poco contenido de materia orgánica y no retienen el agua, ni nutrientes y son poco fértiles
2. **Suelos arcillosos**, de textura fina, color rojizo o naranja y como su nombre lo indica se componen de arcilla. Su contenido de materia orgánica es mayor, pero retienen demasiado la humedad. Su fertilidad es mayor
3. **Suelos humíferos**, su color es oscuro por su contenido de materia orgánica en descomposición (humus), retienen muy bien el agua y son adecuados para la actividad agrícola.
4. **Suelos calizos**, su color es blanco, son áridos y no son buenos para los cultivos.
5. **Suelos limosos**, su textura es media entre fina y gruesa. Su fertilidad es de media a alta

Cada productora o productor debe aprender a conocer su suelo y puede mejorarlo para que se adapte a sus necesidades. Para ello es importante considerar lo siguiente:



* Las partículas grandes como la arena ayudan a que el suelo sea más suelto y que las raíces puedan respirar y crecer adecuadamente.

* Las partículas pequeñas como la arcilla o el limo ayudan a retener la humedad.

* El humus proporciona nutrientes que la planta necesita para alimentarse.

* Un suelo apto para la agricultura, es aquel que actúa como un reservorio de nutrientes para las plantas y contiene las cantidades apropiadas de arena, arcilla y humus. Terrenos muy deteriorados pueden recuperarse realizando prácticas agroecológicas.

2.1 Suelos de ladera

Una ladera es una superficie inclinada (escarpado) del terreno que presenta características específicas como pedregosidad superficial, diversos niveles de pendiente, poca profundidad y son muy variables las propiedades físicas y las condiciones químicas de sus suelos como la textura, densidad, porosidad, pH y nutrientes.

La topografía es un conjunto de técnicas que analizan la pendiente de la tierra, la posición que adopta su superficie.



Cuando la capa superior de un suelo en ladera pierde la vegetación, de inmediato es erosionada por la lluvia y el viento (lavada) el agua no filtra y se vuelve cada día más escasa pues por lo general estas regiones son zonas de recarga acuífera.



Cuando se siembra en laderas, sin antes haber realizado obras de protección, es cuando se produce el mayor lavado o pérdida de nutrientes del suelo.

Esto disminuye la fertilidad y productividad del terreno, reduce su valor y obliga a las y los agricultores a invertir fuertes cantidades de dinero en abonos sintéticos para obtener cosechas.

Para evitar este grave daño al suelo es necesario aplicar prácticas de manejo o de conservación, con lo cual, además se preservará por más tiempo la humedad en el terreno.

3. La Deforestación

La deforestación es un proceso provocado principalmente por el ser humano y consiste en la destrucción de vegetación. Generalmente al hablar de deforestación pareciera que sólo ocurre cuando se destruye un bosque, pero el término es más amplio, ya que se refiere a cualquier acción que deje “desnudo el suelo”.

Cuando se elimina su protección natural, la cubierta vegetal, un terreno se vuelve vulnerable y sus partículas son arrastradas rápidamente por la acción de la lluvia y el viento. La situación se agrava aún más, cuando luego de talar los árboles se procede a realizar quemas y aplicar herbicidas a los cultivos, la vida del suelo va desapareciendo progresivamente.

A lo largo de la historia, el ser humano ha debido recurrir a la deforestación para satisfacer algunas necesidades básicas como obtención de madera y leña, utilización del suelo para la construcción de viviendas, el cultivo de los alimentos, la ganadería e industria.



Durante el último siglo, la deforestación a gran escala, ha sido implementada principalmente por grandes empresas locales y multinacionales, que amparadas en una débil legislación ambiental y ordenamiento territorial construyen empresas en terrenos planos propios para la agricultura. Esto está provocando un creciente empobrecimiento de los suelos, pues obliga anualmente a miles de trabajadores/as agrícolas a recurrir al cultivo de granos básicos en laderas con pendientes cada vez más elevadas.

El Salvador es uno de los países más pequeños del continente americano, apenas con una extensión de 20.742 km², pero que presenta condiciones ambientales muy deterioradas pues sólo el 2% del territorio se encuentra cubierto por bosque natural secundario y más del 75% de los suelos están erosionados (Robles, Oliveira, & Villalobos, 2000).



Algunas regiones muy deforestadas, se están volviendo lugares desérticos debido al deterioro del suelo, incrementándose el riesgo de extinción de especies de plantas y animales, la pérdida de fuentes de agua y de deslizamientos de tierra e inundaciones.

La sobreexplotación de las empresas, el desconocimiento de la población sobre el verdadero valor del suelo, la deficiencia en políticas y regulación ambiental por parte de los gobiernos, el crecimiento desordenado en la construcción de viviendas y las inadecuadas prácticas agrícolas son algunas de las principales causantes del acelerado aumento de la deforestación.

4. La Erosión

Se llama erosión al desgaste de la superficie terrestre y se produce, naturalmente, por acción de la lluvia, el viento, los ríos, el sol, entre otros; sin embargo, la acción humana puede convertirse en un problema, cuando no se realizan buenas prácticas agrícolas.

La erosión afecta principalmente los suelos para uso agrícola, a los cuales se les destruye su capa fértil y su capacidad para retener el agua lluvia, impidiendo que las plantas puedan desarrollarse adecuadamente.

Conservar el suelo es la prioridad fundamental en los terrenos en ladera, la mejor manera de controlar la erosión es mediante la cobertura de suelos. Si el suelo no está protegido, la capa fértil puede ser lavada y perdida para siempre.

El fenómeno de la erosión tiene tres fases: (Cubero, 1996).

Desprendimiento:

El impacto de las gotas de lluvia causa desagregación de las partículas del suelo, las cuales pierden adherencia y comienzan a desprenderse.

Transporte: Si la lluvia que cae sobre el terreno sobrepasa la capacidad de infiltración, se produce el arrastre de las partículas del suelo. Cuando el flujo del agua de escorrentía alcanza cierta velocidad, llamada erosiva, ocurre un desprendimiento acelerado y se produce erosión en surcos o cárcavas.

Sedimentación: Ocurre cuando los materiales transportados se depositan en la parte baja de los terrenos. Es por esa razón que estos suelos son más fértiles. En otros casos son arrastrados hasta los ríos, lagos o mares.



Las y los agricultores muchas veces ignoran que la erosión es la causante de disminución de los rendimientos de sus cosechas y generalmente lo atribuyen a otros factores. Cuando se refieren a este problema afirman que “la tierra ya no produce como antes”, “la tierra está cansada”, “la tierra y el abono se lavan” o “los fertilizantes ya no logran los mismos resultados que antes” (Reyes, 2009) .

.....continuación. La Erosión

Actualmente, millones de personas que se dedican a la agricultura, aún usando grandes cantidades de agroquímicos, enfrentan serios problemas de altos costos y bajos rendimientos debido a la pérdida de la fertilidad de sus suelos a causa de la erosión.

Esta situación se debe en gran medida a inadecuadas prácticas de manejo como la tala indiscriminada de árboles, las quemas de rastrojos para la preparación de siembras, los cultivos intensivos en áreas vulnerables, y el sobre pastoreo.

5. La conservación de suelos de ladera

Existe un conjunto de prácticas y obras que permiten controlar los procesos de degradación de los suelos. Son acciones para mantener la productividad potencial de los mismos.



El suelo, es un recurso natural renovable, es decir, aunque se encuentre muy deteriorado, puede regenerarse, sin embargo, dependiendo del grado de daño, así será el tiempo que tardará en recuperarse, porque es un proceso muy lento. Para formar 10 cm de suelo se necesitan cientos de años, pero para erosionar esos mismos 10 cm de suelo sólo bastará un par de temporadas de cultivo en ladera.



Considerando los dos principales problemas en un suelo de ladera: la deforestación y la erosión, es urgente realizar acciones que promuevan la conservación de los recursos naturales (agua, suelo, bosque y biodiversidad) a través de prácticas agroecológicas.

Es posible recuperar la fertilidad de un suelo en ladera realizando acciones: mecánicas y agrícolas, entre las que se destacan las siguientes: (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2008).

Prácticas Agronómicas	
* Labranza mínima	 Cobertura vegetal
* Uso de semilla nativa, pues es más resistente a sequías	
* Abonos orgánicos	
* Abonos verdes	
* Cultivos en fajas	 Ordenamiento de fincas
* Rotación de cultivos	
* Reforestación	
* Cultivos de cobertura	
* Barreras Vivas	 Semilla nativa
* Cercos Vivos	
* Ordenamiento de fincas	 Barreras vivas
* Cortinas Rompe vientos	
* Barreras de rastrojos	
* Cultivos asociados	

.....continuación. Conservación de suelos de ladera

Prácticas Mecánicas o Estructurales	
* Acequias de ladera	Conservación y mantenimiento de reservorios con revestimiento plástico
* Control de cárcava	
* Establecimientos de muros de piedra	
* Construcción de terrazas individuales	Cocina ahorradora de leña
* Construcción de terrazas de banco	
* Conservación y protección de fuentes de agua	
* Construcción y uso de cocinas ahorradoras de leña	Uso eficiente de agua para riego
* Uso eficiente de agua para riego y manejo de riego por goteo	
* Conservación y mantenimiento de reservorios con revestimiento plástico	
	Terrazas individuales



6. Beneficios ambientales, agronómicos y socio económicos al realizar obras de conservación de suelos de ladera

Toda nueva obra de conservación de suelos puede resultar ser muy costosa, tanto en dinero como en trabajo para las y los agricultores y por ello, en un principio puede no ser atractivo realizarlas. Sin embargo, al analizar las ventajas y los futuros beneficios, la agricultura de conservación puede ser muy lucrativa.

Beneficios Económicos

- * Uso intensivo y permanente de la tierra y de materiales locales
- * Disminuye riesgos de inundaciones
- * Mejoran la eficiencia de la producción

Beneficios Agronómicos



- * Desarrollo de zonas que anteriormente no eran aptos para la agricultura
- * Mejora la productividad del suelo, principalmente en las laderas
- * La erosión puede reducirse hasta un 90 ó 95%
- * Al controlar la erosión en su terreno, se logra retener suelo y nutrientes
- * Con mayor acumulación de materia orgánica, aumenta la regeneración del suelo
- * El terreno mantiene su capacidad para infiltrar y retener agua, favoreciendo la recarga de acuíferos, nacientes y pozos

Beneficios medio ambientales y sociales

- * Disminuye la contaminación de ríos y quebradas por tierra suspendida
- * Con ríos más limpios se contribuye a la conservación de la biodiversidad acuática
- * Disminuye el riesgo de inundaciones
- * Se protege el suelo y se logra que la agricultura sea sostenible

En el largo plazo puede recuperarse la capacidad productiva del suelo y con ello mejorar la calidad de vida de las familias y comunidades, pues al conservar los recursos naturales, se garantiza trabajo, ingresos, alimentación y buena salud.

7. Uso de instrumentos para la conservación del suelo

7.1. Curvas a Nivel “A” o Agro nivel

Este instrumento sirve para trazar líneas en contorno o curvas a nivel y también para trazar líneas en ciertas pendientes.

Es una práctica de conservación que se aplica principalmente en terrenos inclinados, aunque también pueden utilizarse en suelos planos.

Cuando se realiza en laderas es necesario hacer uso del agro nivel o nivel "A", con el cual se trazan las curvas a nivel o a desnivel. Estas curvas sirven de referencia para realizar otras prácticas de conservación como acequias, siembra de cultivos, barreras vivas y barreras muertas.

Materiales y herramientas para la construcción del Agro nivel “A”

- * 3 reglas o varas muy rectas
- * 3 clavos de tres pulgadas
- * 1 martillo
- * 1 machete
- * 1 cinta métrica
- * 1 cuerda de nylon
- * Plomada o nivel



Nota: Los materiales se pueden encontrar en la comunidad.

Cálculo del porcentaje (%) de una pendiente

El porcentaje de pendiente de un terreno no es más que el número de metros que una persona baja o sube cada vez que camina 100 metros.

Por ejemplo: si usted al caminar 100 metros bajó o subió 10 metros el porcentaje de la pendiente será de 10 %.

¿Cómo se mide el porcentaje (%) de pendiente en un terreno?

Debido que generalmente los terrenos no tienen un mismo nivel de pendiente, se debe calcular el porcentaje promedio de cada parcela. Esto no es más que medir la pendiente en 5 puntos diferentes en todo el terreno que se desea proteger y/o cultivar.

Para calcular el desnivel o el porcentaje de pendiente en cada punto de la parcela se realizan los siguientes pasos:

a) Colocar el agro nivel "A" sobre el terreno, cuidando de que una de sus patas esté tocando el suelo y que la otra quede en el aire, apuntando en dirección de la pendiente. Observar que la plomada marque el nivel correcto



b) Medir con una cinta métrica la distancia que hay entre el suelo y la punta de la pata del agro nivel "A" que se encuentra levantada.

c) El resultado se divide entre 2, debido a que la distancia entre las 2 patas mide 2 metros y esto nos dará el porcentaje (%) de la pendiente en ese punto.

En el ejercicio que se presenta en la imagen, la distancia fue de 70 centímetros, al dividirlo entre 2, nos da 35. Ese será el porcentaje (%) de la pendiente en este punto.

d) Repetir este procedimiento en al menos 4 puntos del terreno. Luego se suman todas las pendientes y se divide entre el número de ellas.

Trazado de la línea madre: Con el dato o los datos que se encontraron, revisar la siguiente tabla para trazar la línea madre, que está formada de los puntos o guías en el terreno en donde se establecerán las obras de conservación.

.....continuación. Trazado de la línea madre

Distancia entre las obras de conservación de suelos en laderas	
Porcentaje (%) de pendiente del terreno	Distancia entre pendientes en metros
2%	30
5%	28
8%	24
10%	20
14%	18
15%	16
20%	14
25%	12
30%	10
35%	8
40%	6
45%	4

La línea madre, está formada por los puntos o guías en el terreno en donde se establecerán las obras de conservación.

Esta línea se traza desde el punto más alto de la parcela hasta el más bajo. Se ubica una primera estaca en la parte más alta y siguiendo el sentido de la pendiente, se van marcando puntos con estacas, separados de acuerdo al porcentaje de la pendiente.

Demostración del procedimiento para la construcción del Agro nivel A

- 1) Cortar 2 reglas de madera, de 2.10 metros de largo X 2 pulgadas de ancho. La tercera regla debe medir 1.10 metros de largo X 2 pulgadas de grosor.



- 2) Trazar en el suelo 2 metros.



- 3) Coloque las dos reglas más grandes en forma de "V" invertida y clave ambas reglas a la altura de 10 centímetros. Dejando el clavo un poco salido para amarrar la plomada.



- 4) Mida las dos reglas que se clavaron, a la mitad (a la altura de 1 metro) y marque los puntos medidos y luego clave exactamente en esos puntos la regla más corta (1.10 metros).



- 5) Amarre la plomada (hecha con una botella o una piedra) en la cabeza del clavo, de tal manera que quede debajo del travesaño. Si está trabajando con nivel de burbuja o de albañil, amárrelo encima del travesaño.



Demostración de la calibración del Agro nivel A

1. Coloque el nivel en un terreno inclinado y marque donde las patas tocan el suelo. Haga una marca en el travesaño en el punto donde lo cruza la cabuya de la plomada.



2. Dele media vuelta al nivel "A" o agro nivel, de tal manera que cada pata quede sobre la marca donde estaba la otra anteriormente. Ponga una marca con lápiz en el travesaño en el punto donde lo cruza la cabuya. El centro entre ambas marcas, indicará el nivel a seguir para trazar curvas a nivel.



8. Prácticas estructurales o mecánicas

8.1. Acequias de ladera

Son zanjas o canales de forma trapezoide de 30 cm de profundidad y taludes que se construyen a nivel, en dirección transversal a la pendiente, para conservar el suelo fértil ya que ayuda a retener y a infiltrar el agua de lluvia que cae sobre la tierra.

Se recomienda construir las acequias en terrenos con pendientes de 12% a 50%. Las acequias de ladera a nivel, son trazadas en zonas de baja precipitación para conservar la humedad. En zonas de alta precipitación, son trazadas a nivel, en suelos permeables y a desnivel para evacuar los excedentes de aguas de lluvia con desnivel de 0.1 a 1.0 %. Sin embargo, también se pueden implementar en zonas lluviosas pero que tienen alto riesgo de canículas.

Las acequias deben estar siempre acompañadas por una barrera viva en la parte superior del canal, que retienen el agua y permiten que se infiltre lentamente en el suelo. El propósito es evitar que la escorrentía del agua lluvia arrastre el suelo. Otra función es recoger el agua de lluvia, retenerla, filtrarla y drenar el exceso evitando que corra a lo largo de la pendiente. Esta práctica favorece, a los cultivos que requieren una mayor humedad, por eso, antes de construir las acequias y barreras vivas, se hace necesario trazar las curvas a nivel y determinar la pendiente.

Beneficios que aportan las acequias al suelo, a las y los agricultores



- * Incrementa la capacidad de infiltración y aumenta el almacenamiento de agua
- * Disminuye los efectos de la erosión del suelo
- * Recupera la capacidad productiva de los suelos
- * Aumenta el caudal freático de los mantos acuíferos en partes bajas

La acequia contribuye a la conservación de suelos siempre que se combine con la siembra de barreras vivas. (REDSICTA, s.f.)

Textura del suelo

En suelos arcillosos, de baja infiltración, se deben hacer acequias profundas. En suelos arenosos, se estabilizan los taludes sembrando barreras vivas en la parte superior de las acequias.

Demostración del proceso construcción de una Acequia de Ladera

1- Con el aparato agrónivel A se determina la pendiente y se marcan las curvas a nivel. La distancia entre las acequias depende del grado de la pendiente.



2- Con palas y azadones se remueven 30 cm de tierra y se coloca en la parte baja de la acequia. Se puede usar tracción animal, se dan de 4 a 5 pasadas con el arado sobre la curva trazada.



3- Con los azadones se construyen los taludes. El talud superior debe estar inclinado en ángulo de unos 75° grados.



4- En la parte superior de la zanja se siembran barreras vivas, para que retengan el suelo y dejen pasar el agua.

Recomendaciones:

5- Construir tabiques a cada 3 ó 6 metros de distancia, para mantener una distribución proporcional del agua en el campo.

6- Las acequias retienen el agua que pasa por las barreras vivas y permiten que se infiltre lentamente en el suelo. No se construyen para controlar la erosión del suelo provocada por escorrentía. Esa función la hace la barrera viva, que se siembra en la parte superior de la acequia. El agua que se retiene en la acequia se infiltra en la parcela y ofrece humedad al cultivo.

7- Se limpian una o dos veces al año.

8.2. Terrazas individuales

Las terrazas individuales son prácticas de conservación de suelos y aguas que consisten en, construir pequeñas plataformas individuales, redondas o cuadradas y que sirven principalmente para plantar en su centro árboles frutales, forestales u otros cultivos perennes.

Su nombre se debe a que en cada terraza se planta un árbol. Tiene normalmente una leve inclinación contra la pendiente y se combina bien con una acequia, barrera viva o muro de piedras al borde del relleno (parte inferior). La función principal, es la conservación de la humedad a través de la acumulación e infiltración del agua. Otra finalidad, es un mejor aprovechamiento de los fertilizantes.

Se recomienda hacer la construcción de las terrazas individuales antes de establecer la plantación de los árboles frutales, ya que así se evita destruir hasta más del 70% del sistema radicular (raíz) y también causar otros problemas a los árboles.

Su importancia es que pueden almacenar entre 10 a 20 litros de agua por terraza, conservándose así por mayor tiempo la humedad en el suelo. Además, permite una mayor eficiencia del agua de riego, un mayor aprovechamiento de fertilizantes y plaguicidas que se aplican al suelo, al reducir las pérdidas ocasionadas por el agua de escurrimiento.



Demostración de proceso de construcción de terrazas individuales

1. Formar un triángulo utilizando un cordel, pita o bambú. Luego, con el nivel, "A" se marcan las curvas. El tamaño del triángulo dependerá de la distancia que se quiere tener entre plantas.



2. Ubicaciones de las terrazas individuales

En base a la curva de nivel trazada en el **Paso 1**, se iniciará el trazo para la ubicación de las Terrazas Individuales, usando el triángulo de pita o de bambú.

Si el triángulo es de pita, se necesitan tres personas para hacer la marcación, pero si es de bambú incluso una persona sola puede hacer este trazo.

En cada esquina del triángulo se deja una marca de piedras o estacas, estos son los lugares donde se construirá cada terraza individual. De esta manera se obtiene un diseño llamado tresbolillo ya que las terrazas individuales quedan a distancias iguales y en forma de triángulo.



3. Se marca la terraza, sobre los puntos trazados en el **Paso 2**.

Luego, se marcan los lugares dónde se excavarán las Terrazas Individuales. El diámetro es de 1.5 metros. Si no se cuenta con cinta métrica, se puede calcular con el mango de una piocha, que generalmente mide 1 metro, éste puede servir para hacer la medición de las terrazas.



4. Excavación de la terraza. De la parte alta del círculo marcado, se excava la tierra, colocándola al borde inferior del mismo, hasta obtener una terraza casi plana.

Es recomendable que la terraza tenga una pendiente levemente inclinada hacia el interior, para permitir mayor infiltración del agua.



5. Se forman los bordes con la misma tierra excavada y se compacta con el pie o con la pala esto es para que soporte; luego se refuerza con piedras que se encuentren en el lugar. Acumular agua es fundamental.



6. Para la plantación de frutales se abre un hoyo dentro de cada terracita. Debe medir aproximadamente 0.40 cm X 0.40 cm X 0.40 cm



7. Se realiza el mejoramiento del suelo llenándolo con una mezcla de abono orgánico, estiércol hojarasca y la misma tierra del hoyo, de este modo la plantita tendrá un buen alimento y crecerá rápido!



8. Se siembra el árbol o cepa de guineo y se la coloca al centro del hoyo. Después debe formarse con las manos un pequeño montón de tierra alrededor del tronco de la planta, para evitar que el agua reunida en la terraza Individual la afecte directamente. Se puede colocar maní forrajero como cobertura para controlar malezas y retener la humedad del suelo.



8.3. Terrazas de banco

Las terrazas de banco son una serie de plataformas continuas a nivel, en forma escalonada. Es una práctica para conservación de suelos y aguas que desde hace cientos de años, nuestros antepasados ya construían en terrenos en ladera. Sirve para atenuar la velocidad y el volumen de escurrimiento superficial de agua, controla la erosión.

Las terrazas de banco tienen una parte plana (el “terraplén”) que sirve para cultivar, y una parte cortada (el “talud”). Se llama terraza de banco porque su forma se parece a un banco o una silla.

Beneficios:

- * Reduce la velocidad del escurrimiento y minimiza la erosión del suelo
- * Conserva la humedad del suelo
- * Facilita las labores de cultivo o de plantación de árboles, logrando mecanizar áreas con topografía muy accidentada
- * Se facilita el uso intensivo de la tierra y aumenta los rendimientos de los cultivos



Demostración del proceso de construcción de una terraza de banco

1- Con el nivel "A" se marcan las curvas



2. Se marcan los límites de las terrazas a la mitad, correspondiente a lo ancho, hacia arriba y debajo de la curva a nivel.



3. Excavar primero la capa fértil superior del suelo, colocándolo al lado



4. Luego se escarba removiendo la tierra arriba de la línea central colocándola por debajo, formando el relleno.



5. Después de cada capa nueva de tierra, se compacta, debe tener una inclinación de 3%.



6. Se corta el talud superior y se deposita la capa fértil



9. Prácticas culturales y agronómicas

9.1. Barreras vivas



Las barreras vivas son hileras de plantas perennes y crecimiento denso. Se siembran a poca distancia, en curvas de nivel, con el propósito de reducir la velocidad del agua lluvia (escorrentía), retener los sedimentos que son arrastrados y disminuir la erosión.

Las barreras vivas alargan el tiempo de concentración y logran que el sobrante del agua de escorrentía llegue al pie de la ladera sin haber sido concentrada en sitios específicos.

Se pueden construir barreras con plantas muy valiosas, con uno, doble o triple propósito.

- * Con un solo propósito: Madrecacao, flor de izote, yuca sorgo, leucaena, gandul, king grass, vetiver, piña, caña de azúcar, zacate napier o Taiwán, zacate limón, piñuela, sábila; entre otros

- * Con doble o triple propósito: plantas alimenticias, forraje para el ganado, leguminosas, arbustivas y medicinales.

Barreras vivas

Importancia	Características deseables en una especie para ser utilizada como barrera viva	Ventajas
<ul style="list-style-type: none">* Retienen la tierra que arrastra la lluvia, dejando pasar solamente el agua* Son multiuso porque proporcionan beneficios en pasto, leña y contribuyen al mejoramiento del suelo* Sirven de alimento para animales y humanos* Evitan, a largo plazo, la pérdida de fertilidad de los suelos	<ul style="list-style-type: none">* Rápido crecimiento* Conformación densa y formación de hileras continuas o casi continuas* Porte bajo* Perennes (larga vida)* Reproducción asexual (macollas, rizomas, esquejes o bulbos) para prevenir invasión de malezas en campos de cultivos* Plantas que den nutrientes al suelo	<ul style="list-style-type: none">* Utilización de material vegetativo para su propagación* Tecnología de fácil adopción por los agricultores* Forma terrazas, con el tiempo* Mantenimiento poco exigente* Brindan productos de valor comercial

Especies recomendadas para construir barreras vivas

Nombre Común	Nombre científico	Usos	Propagación
<p>Flor de izote</p> 	<i>Yucca elephantipes</i> <i>Regel</i>	Comestible, ornamental y medicinal	Estaca
<p>Gandul</p>	<i>Cajanus cajan</i>	Alimentación humana y forraje. Mejorador de suelos, produce sombra temporal, medicinal	Semillas
<p>Zacate limón</p> 	<i>Cymbopogon citratus</i>	Medicinal, repelente de plagas	Su propagación es asexual, por medio de rizomas Esquejes de las raíces
<p>Piña dulce</p> 	<i>Ananas comosus</i>	Comestible, medicinal	Retoños o hijos
<p>Vetiver</p>	<i>Vetiveria zizanioides</i>	Ganadería	Esquejes con raíces
<p>Caña de azúcar</p> 	<i>Saccharum officinarum</i>	Rompe de vientos, alimento humano y animal	Trozos de tallo llamados esquejes

....continuación Especies recomendadas para construir barreras vivas

Nombre Común	Nombre científico	Usos	Propagación
Zacate Brizanta	<i>Brachiaria brizantha</i>	Ganadería	Esquejas
Sábila 	<i>Aloe Vera L.</i>	Medicinal	Hijos
Leucaena	<i>Leucaena Leucocephala</i>	Mejorar fertilidad del suelo y leña	Semillas
Madre Cacao	<i>Glicidia Sepium</i>	Mejorar fertilidad del suelo y leña	Semillas
Eucalipto	<i>Eucaliptus Globulus</i>	Medicinal, maderable y para cerco vivo.	semillas
Piñuela o piña de cerco 	<i>Bromelia Karata</i>	Cercos vivos, comestible y medicinal	Hijos y semillas
Añil 	<i>Indigofera quatemalensis</i>	Colorante, medicinal y mejorador de suelos	Semillas
Chipilín 	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Comestible y medicinal	Semillas

Demostración del proceso de siembra de una barrera viva con piñuela

1. Cortar los vástagos (hijos) de la piñuela, al tamaño de 40 cm y hacer una poda de formación cortando las raíces.



2. Los vástagos de la piñuela se siembran al fin de la época seca o al inicio de la época lluviosa. Se necesitan 3 hijos por metro cuadrado.



3. La piñuela tiene un crecimiento inicial lento hasta que la planta esté bien enraizada (aproximadamente 6 meses).



9.2. Cercos vivos

Los cercos vivos son hileras de árboles o arbustos. Se usan para delimitar el terreno y proteger los cultivos de los animales que andan sueltos, actúan como cortinas rompe vientos. Generalmente se establecen en los linderos de la finca o de la parcela, pero también suele utilizarse para delimitar áreas dentro de una propiedad. En los últimos años, se empezó a valorar sus ventajas económicas y ecológicas.

En términos generales, los cercos vivos son de bajo costo y duran mucho más que las cercas muertas, lo que representa, a mediano plazo un ahorro de dinero importante; pero además producen forraje para la alimentación animal y son una fuente de productos: frutas, madera, postes y leña.

En términos ecológicos son muy beneficiosos, pues la familia puede obtener madera y leña sin tener que talar los pocos bosques que aún quedan, al tiempo que se logran alimentos para el consumo o para la venta en el mercado.

Los cercos vivos también contribuyen a la protección y mejoramiento del suelo, a una mejor calidad del aire (secuestro de carbono) y mayor presencia de animales silvestres en las fincas: ardillas, pájaros, murciélagos, e insectos como las mariposas.

¿Cómo seleccionar las especies de árboles?

Para decidir cuáles especies de árboles son las más indicadas para una finca, es importante considerar lo siguiente:

- * Seleccionar de acuerdo a los productos de interés para la finca y el mercado
- * Que no sean especies tóxicas para los animales domésticos y silvestres
- * Que sean preferiblemente de uso múltiple: madera, leña, forraje
- * Que no sean afectadas por las grapas utilizadas para pegar el alambre de púas
- * Disponibilidad del material a utilizar para la propagación (semilla sexual, plántulas o estacas)
- * Utilizar especies nativas o adaptadas a la zona

Manejo de cercas vivas:

La siembra, resiembra, desyerbos y poda puede ser una o dos veces al año.

Demostración de siembra de un cerco vivo utilizando Moringa o Chaya





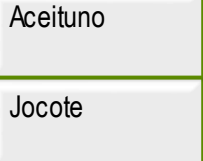
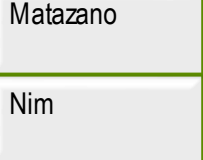
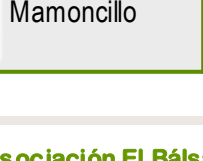

1. Delimitar el terreno y seleccionar la especie a sembrar
2. Abrir los hoyos para la siembra de árbol de Moringa o estacas de Chaya







Beneficios de los cercos vivos

Para las agricultoras y los agricultores	Para el medioambiente
Tienen mayor vida útil que las cercas muertas	Son hábitat para conservar la biodiversidad
Dividen los potreros y marcan los linderos de propiedades	Sirven como cortafuegos
Brindan sombra al ganado	Reducen la tala de bosques porque las cercas aportan leña, postes y madera
Obtienen madera, postes y leña	Mantienen y mejoran los suelos
Producen frutos para el consumo humano	En los suelos de ladera disminuye la erosión hídrica, ya que retiene y disminuye la velocidad de la escorrentía
Son fuentes de forraje y otros frutos para alimentar al ganado	Fijan carbono (importante para reducir el calentamiento global)
Incrementa el valor de sus propiedades	Facilitan el movimiento de la fauna silvestre
Establecer una cerca viva tiene un costo menor que una cerca muerta	Mejoran la belleza del paisaje
	Contribuye a recuperar la fertilidad de los suelos, en el área cercana al cerco vivo

Especies recomendadas para cercos vivos en la conservación de suelos

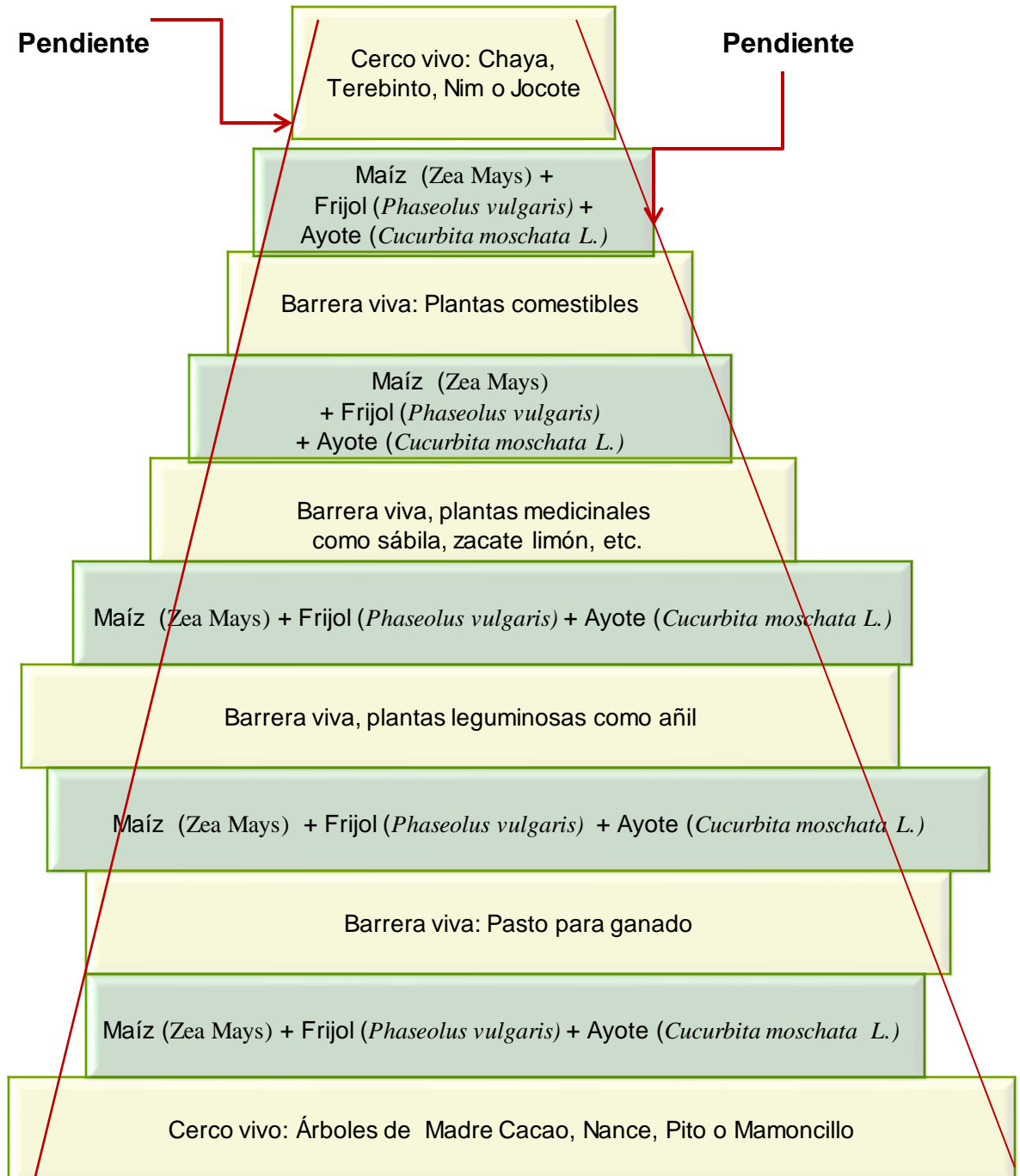
Nombre Común	Nombre científico	Usos	Propagación
Madre Cacao 	<i>Glicidia sepium</i> (Jacq.) Walp	Comestible, medicinal, mejorador de suelos, postes para cerco vivo, banco de proteína y repelente de plagas	Semillas y estacas
Chaya 	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Comestible, medicinal	Estacas
Pito 	<i>Erythra berteroana</i> Kunth	Comestible medicinal, banco de proteína	Semillas y estacas
Nance 	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.)	Comestible, maderable, ornamental, y medicinal	Semillas, estacas e injertos
Aceituno 	<i>Simaruba glauca</i>	Comestible, medicinal y maderable	Semillas e injerto
Jocote 	<i>Spondias purpurea</i> L.	Comestible y medicinal	Estacas
Matazano 	<i>Casimiroa edulis</i> llave & lex	Comestible y medicinal	Semillas
Nim 	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Comestible, medicina maderay bioinsecticida	Esquejes y semillas
Mamoncillo 	<i>(Melicoccus bijugatus)</i>	Comestible y medicinal	Semillas

...continuación. Especies recomendadas para cercos vivos en la conservación de suelos

Nombre Común	Nombre científico	Usos	Propagación
Nim 	<i>Azadirachta indica</i>	Medicinal, insecticida, maderable y cerco vivo	Semillas
Eucalipto 	<i>Eucalyptus globulus</i>	Medicinal, maderable y cerco vivo	Semillas
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Mejorar fertilidad y erosión del suelo, leña y cerco vivo	semillas
Tempate	<i>Jatropha curcas</i>	Insecticida y cerco vivo	Semillas y estacas
Terebinto 	<i>Moringa oleifera</i>	Alimento humano y animal, purificador del agua y cerco vivo	Semillas y estacas
Piñuela 	<i>Bromelia karata</i>	Comestible, medicinal y cerco vivo	Hijos y semillas
Pitahaya	<i>Acanthocerus tetragonus (L) Hummelinck</i>	Comestible y cerco vivo	Semillas y estacas

10. Modelo de una parcela de ladera manejada agroecológicamente

El cerco vivo se siembra en el perímetro del terreno, las especies que se van sembrar en los cercos vivos son opciones de cada agricultor.



11. Glosario

- * **Biodiversidad:** Variedad de especies de seres vivos que habitan en todo el planeta o en una región determinada.
- * **Canícula:** En El Salvador, se denomina canícula a un periodo de tiempo, a mediados de cada año, entre los meses de julio y agosto en el que las lluvias se reducen y la temperatura se eleva. Es una especie de estación seca, dentro de la estación lluviosa.
- * **Cárcava:** Es una zanja profunda en un terreno, que se genera por efecto de la erosión severa y que requiere de medidas especiales para su recuperación.
- * **Escorrentía:** Es el agua de las lluvias que no alcanza a penetrar en el suelo. Escurre por la superficie en los terrenos en ladera, se va concentrando en cauces naturales hasta llegar a las quebradas y ríos.
- * **p.H:** Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias.
- * **Ladera:** Declive lateral de un monte o una montaña.

12. Referencias Bibliográficas

- * Alfaro, N., & Martínez, W. (marzo de 2008). *Uso potencial de la Moringa (Moringa leifera Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados*. Recuperado el 25 de mayo de 2013, de <http://redmarango.una.edu.ni/documentos/18-uso-alimentacion-moringa.pdf>
- * Borsy, P., & Gadea, R. (Edits.). (enero de 2011). *Manejo Forestal y Agricultura de Conservación, experiencias de pequeños productores de la Región Oriental de Paraguay*. Obtenido de <http://www.infoagro.net/programas/Ambiente/pages/agricultura/casos/3.pdf>
- * Casanova, M. (s.f.). *Conservación de suelos*. Recuperado el 25 de junio de 2013, de http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_agronomicas/c2003471951renares6.pdf
- * CATIE. (2009). *Manuel Técnico Conservación suelo y agua*. Recuperado el 8 de junio de 2013, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7580E/A7580E.PDF>
- * Contreras, N., & Santos, O. (septiembre de 2012). *Determinación del análisis Bromatológico Proximal y Fitoquímico preliminar de los extractos acuosos y Etanólicos de inflorescencia de Calathea allouia (aubl.) Lindl. (chufle), frutos de*. Recuperado el 7 de junio de 2013, de http://ri.ues.edu.sv/1929/1/FLOR__de_Cucurbita_pepo_L._%28FLOR_DE_AYOTE%29.pdf
- * Corporación Autónoma Regional de Boyacá. (s.f.). *Capítulo III Recomendaciones para la implementación de cercas vivas y barreras rompevientos*. Recuperado el 15 de junio de 2013, de www.corpoboyaca.gov.co/.../1178-capitulo-iii-recomendaciones-para-la-
- * Cubero, D. (Ed.). (1996). *Manual de manejo y conservación de suelos y agua*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- * EcuRed. (s.f.). *Terraza o andén*. Recuperado el 22 de junio de 2013, de <http://www.ecured.cu/index.php/Terraza>
- * FUNDESYRAM. (11 de septiembre de 2012). *Barrera viva con piñuela (Piña de cerco)*. Recuperado el 13 de junio de 2013, de <http://www.fundesynam.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=1018>
- * Guzmán, O., Linares, O., & Rivera, R. (agosto de 2005). *Presión humana sobre la cobertura boscosa y los*. (UES, Ed.) Recuperado el 5 de junio de 2013, de <http://ri.ues.edu.sv/1597/1/13100753.pdf>

.....continuación Referencias Bibliográficas

- * MAG. (1969). Conservación de Suelos. *Extensión Agrícola Enseña* . Santa Tecla, El Salvador.
- * Ministerio del Poder Popular para el Ambiente . (2008). *Manual de conservación de suelos*. Recuperado el 10 de junio de 2013, de <http://www.minamb.gob.ve/files/vice-ministerio-ordenacion-territorio/manua-conservacion-suelo.pdf>
- * Moreno, M., Muñoz, A., & Padilla, A. (octubre de 2007). *Importancia de las regulaciones del medio ambiente y desempeño ambiental sobre la competitividad del sector agroindustrial en El Salvador*. Recuperado el 9 de junio de 2013, de http://www.uca.edu.sv/deptos/economia/media/archivo/c69aed_importanciadelasregulacionesambientalessobrescompetitividadagroindustrial.pdf
- * PROMARENA. (2008). *Guía metodológica para la rehabilitación y construcción de terrazas agrícolas prehispánicas*. Recuperado el 29 de mayo de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/60107488/GUIA-TERRAZAS>
- * Proyecto JALDA. (s.f.). Terrazas individuales. Recuperado el junio de 2013, de Cartilla 8: <http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/bolivia/03text/spanish/09.pdf>
- * REDSICTA. (s.f.). Obras de conservación de suelos y agua en laderas. Recuperado el 20 de junio de 2013, de http://www.redsicta.org/pdf_files/guiaObrasConservacionSuelosAgua.pdf
- * Reyes, L. (mayo de 2009). Informe de País. (CENTA-MAG, Ed.) Recuperado el 10 de junio de 2013, de <http://arcal.unsl.edu.ar/documentos/RLA5051-salvador.pdf>
- * Robles, G., Oliveira, K., & Villalobos, R. (2000). Evaluación de los productos forestales no madereros. (FAO, Ed.) Recuperado el 31 de mayo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/007/ae159s/AE159S04.htm#TopOfPage>
- * Tierramor. (2007). Manejo de agua en el paisaje. Recuperado el 10 de junio de 2013, de <http://www.tierramor.org/permacultura/suelos&agua.htm>



Asociación El Bálsamo es una institución salvadoreña, privada sin fines de lucro, que trabaja en programas y proyectos para el fortalecimiento del desarrollo empresarial y comunitario en armonía con el medio ambiente.

Bálsamo, cuenta con una Red de colaboradoras/es profesionales nacionales e internacionales, y productores/as de comunidades rurales, con quienes coordina acciones para el rescate de prácticas agroecológicas.

Esta serie de Cuadernillos es fruto de todo este trabajo coordinado. Esperamos que contribuya a la mejora de los procesos productivos y a la protección de los recursos naturales en los países de América Latina.