

**Proyecto Asociatividad, Resiliencia y Mercados  
para Pequeñas y Pequeños Productores**

# **GUÍA TÉCNICA: OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS**



**Esta publicación ha sido realizada con la contribución de la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Los contenidos de esta publicación son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan necesariamente el punto de vista de la Agencia, ni del PMA, ni del Instituto.**

**Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA),  
2017**



Guía Técnica: obras de conservación de suelos está publicado bajo  
licencia Creative Commons Reconocimiento – Compartir igual 3.0 IGO  
(CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en [www.iica.int](http://www.iica.int)

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea  
citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en  
el sitio web institucional en: <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Nadia Chalabi. IICA El Salvador

Diagramación: Miguel Velásquez

Diseño de portada: Miguel Velásquez

Impresión: Imprenta Ricaldone

## CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
CONSTRUCCIÓN DEL NIVEL TIPO “A”	4
CURVAS A NIVEL	9
SIEMBRA EN CURVAS A NIVEL	14
ACEQUIAS DE LADERAS	15
BARRERAS VIVAS	18
BARRERAS MUERTAS	20
DIQUES DE PIEDRA	22
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	23



## PRESENTACIÓN

El Programa Mundial de Alimentos (PMA) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) ejecutan acciones técnicas conjuntas para impulsar la asociatividad agroempresarial y la resiliencia en pequeños productores agropecuarios en El Salvador, en el marco del Proyecto conocido como “Asociatividad, resiliencia y mercados”, con financiamiento de la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo.

El Proyecto se ejecuta en los caseríos El Carmen y 14 de Julio (cantón San Pedro, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután) y los caseríos Mata Palo, Portillo, Sálamo y San José (cantón Calavera, municipio de Cacaopera, departamento de Morazán), particularmente afectados por la sequía en años recientes.

La intervención se realiza aplicando el esquema de Creación de Activos del PMA, así como por medio de “Escuelas de Campo de Agricultores” (ECAs), un método innovador lanzado por la FAO con un enfoque de capacitación de adultos y de investigación participativa. En el marco del Proyecto, se crearon diez ECAs que agrupan a más de 250 productores y productoras.

En las ECAs se lleva a cabo un programa de capacitación y transferencia tecnológica orientado principalmente a la conservación de suelos, al mejoramiento del cultivo de granos básicos y a la diversificación productiva con hortalizas. Las sesiones de capacitación se refuerzan con prácticas en los Centros de Desarrollo Productivo (CDP) o parcelas demostrativas de cada una de las ECAs y en las parcelas propias de los agricultores.

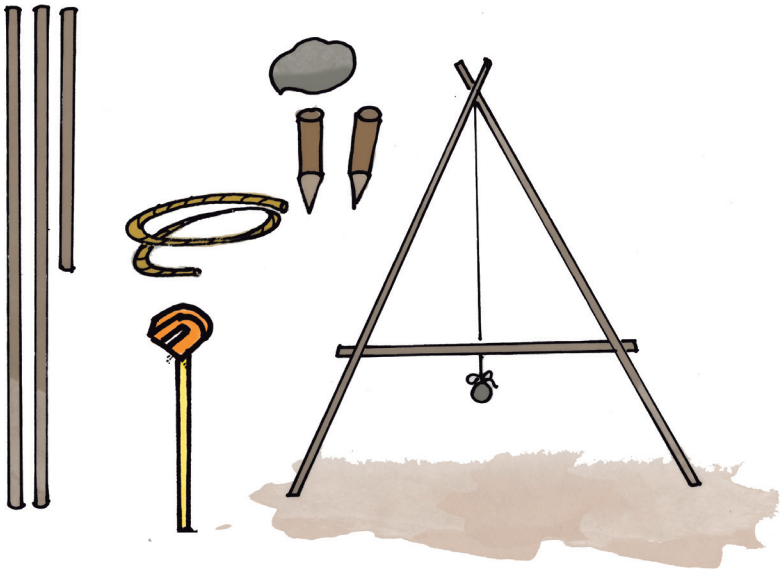
La presente guía técnica va dirigida a los participantes del Proyecto ASOCIATIVIDAD, RESILIENCIA Y MERCADOS, como material de consulta que compila las principales técnicas de manejo y conservación de suelos transferidas en las ECAs. Al ponerlas en práctica ayudará a evitar la erosión, reducir la pérdida de fertilidad del suelo y mejorar los niveles de humedad de la tierra permitiendo así desarrollar una agricultura resiliente frente al impacto del cambio climático.

## CONSTRUCCIÓN DEL NIVEL TIPO “A”

El nivel tipo “A”, también llamado aparato tipo “A”, es un instrumento sencillo que se utiliza para realizar el trazo de curvas a nivel. Está formado por tres varas o palos clavados o amarrados en forma de “A” y una plomada en el centro.

### Materiales requeridos para construir un nivel tipo “A”:

- Dos varas de 2.10 metros (m) de largo. Es importante que ambas varas tengan exactamente la misma longitud. Se puede usar palos de madera seca, lo más rectos posibles.
- Una vara de 1.20 m de largo.
- Cinta métrica.
- Dos estacas de aproximadamente 20 a 25 centímetros (cm) cada una.
- Un plomo de albañil o una piedra (de menos de una libra) o una botella llena de arena para utilizarlos como plomada.
- Tres clavos de unos 6-8 centímetros de largo.
- Hilo Nylon, pita o cáñamo.
- Tiza o lápiz para marcar (se puede usar también la punta de un clavo).
- Navaja.



Dibujo 1. Materiales requeridos para construir el nivel tipo “A”.

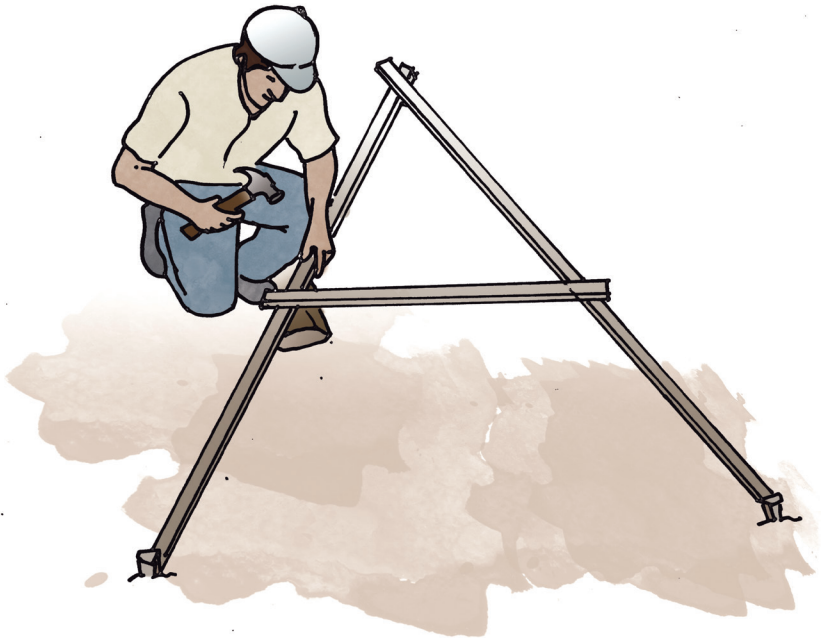
## PASOS A SEGUIR PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL NIVEL TIPO “A”:

1. En un lugar plano, colocar las 2 estacas a una distancia de 2 metros entre sí.
2. Colocar un extremo de las varas de 2.10 m en cada estaca para guiar la apertura del aparato de manera que la distancia entre las patas quede de dos metros.
3. Hacer una marca a una distancia de 10 cm del otro extremo. Servirá para ubicar posteriormente el lugar donde clavar las varas juntas.
4. Colocar estos extremos uno encima del otro, y clavar las varas juntas en el lugar donde dejó la marca (a 10 cm de la punta). La cabeza del clavo debe quedar salida para poner luego la plomada.



Foto 1. Se clavan las varas juntas, a una distancia de 10 cm del extremo.

5. Marcar el lugar donde irá el travesaño, que es a mitad de la distancia entre el clavo de unión y los extremos de las patas, es decir a un metro. Es importante que el travesaño quede a igual distancia en ambas varas. Una forma de asegurarlo es usar una pita, amarrarla al clavo, y con la pita extendida hacer una marca a igual distancia en las dos varas.
6. Clavar el travesaño en las marcas que hizo en los palos, de manera a formar la "A". Verificar que la apertura del aparato sigue siendo de 2 metros a nivel de las patas.



Dibujo 2. Se clava el travesaño de manera a formar una "A".

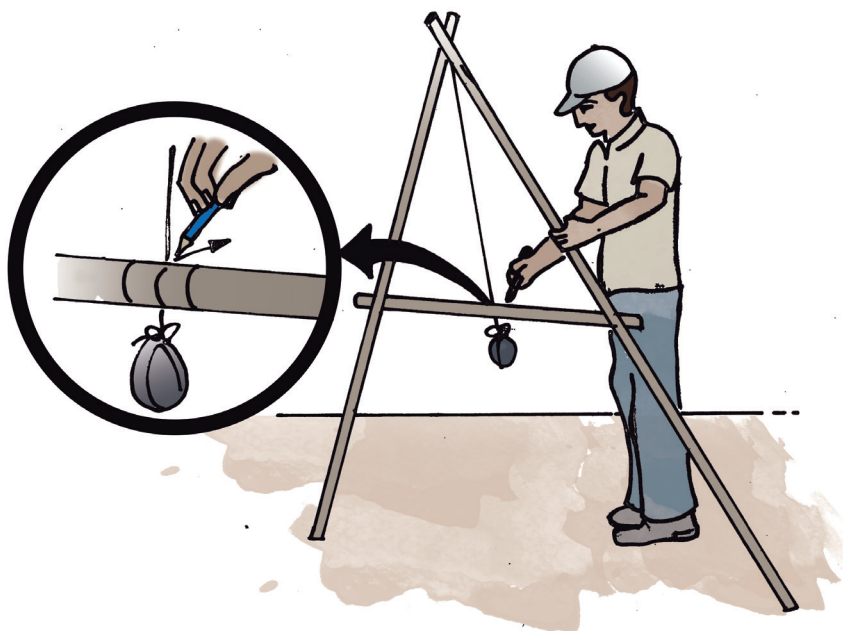
7. Amarrar la plomada en la cabeza del clavo. El hilo que sostiene la plomada debe superar más largo que la distancia entre el clavo y el travesaño. De esta manera, la plomada queda por debajo del travesaño.



Foto 2. La plomada debe quedar debajo del travesaño.

## CALIBRACIÓN DEL NIVEL TIPO “A”:

1. Colocar el nivel tipo “A” en un terreno inclinado, con las patas en dos puntos fijos, uno más alto que el otro. Marcar donde las patas tocan el suelo. Hacer una pequeña marca en el travesaño en el lugar donde lo cruza la pita de la plomada.
2. Darle media vuelta al nivel tipo “A”, de tal manera que cada pata quede sobre el punto donde estaba la otra anteriormente. Poner una pequeña marca en el travesaño en el lugar donde lo cruza la pita de la plomada.
3. El centro entre ambas marcas se debe marcar de manera bien visible; esta marca indicará el nivel a seguir para trazar curvas a nivel. Se llama “punto de nivel” o “centro”.



**Dibujo 3.** La plomada debe quedar en el “punto de nivel” que se encuentra en el “centro” de las dos marcas.

## VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

1. Mover una de las patas hacia arriba o abajo de la pendiente hasta que la plomada caiga en el punto de nivel. Colocar marcas donde las patas tocan el suelo.
2. Dar media vuelta al aparato para intercambiar la posición de las patas. Si está bien calibrado, la plomada caerá en el punto de nivel. De lo contrario, se debe realizar nuevamente el proceso de calibración.
3. Asimismo, en un terreno plano, la plomada deberá caer en el centro.

## CURVAS A NIVEL

Una curva a nivel es una línea cuyos puntos se encuentran en el mismo nivel. Si uno caminara por la curva, no subiría, ni bajaría. Las curvas a nivel son útiles para establecer diferentes prácticas que tienden a prevenir la erosión en terrenos con pendientes. Por ejemplo, con una acequia de infiltración construida de acuerdo al nivel, el agua tenderá a no correr por ningún lado y tendrá que permanecer en la acequia e infiltrarse.

### PORCENTAJE DE PENDIENTE

Es el número de metros que uno sube (o baja) por cada 100 metros lineales que se caminan en el sentido de la pendiente.

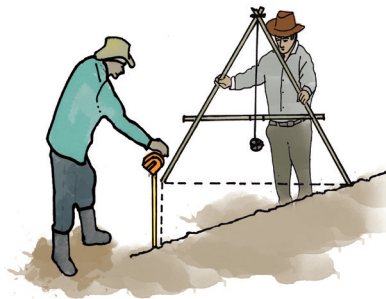
Si disponemos el nivel tipo “A” en el sentido de la pendiente, podemos medir la diferencia de altura entre sus dos patas. Estas dos patas son distantes de 2 metros (ya que es el ancho que hemos dejado entre sus patas al construirlo). Por tanto, el resultado obtenido se tendrá que dividir entre 2 para obtener la pendiente por cada metro recorrido, y luego se multiplica por 100 para obtener la pendiente por cada 100 metros (porcentaje de pendiente).

### CÓMO DETERMINAR LA PENDIENTE PROMEDIO DE UNA PARCELA

1. Reconocer el terreno. Se determina el área de la parcela, lo cual sirve para calcular la cantidad de semilla o de arbolitos que se sembrarán, así como otros materiales que se ocuparán, como pasto para barreras vivas y herramientas. También se observan otras características como tipo de vegetación y tipo de suelo (textura, profundidad, estructura, color, pedregosidad superficial o interna).
2. Se debe medir el porcentaje de pendiente de no menos de 5 puntos distribuidos en toda la parcela. Es importante tratar de abarcar toda la parcela y los diferentes desniveles del terreno. Se debe tener el cuidado en que algunas parcelas presentan más de una inclinación y en este caso deben manejarse por separado, es decir, sacar pendientes promedio por sector, para poder dar un manejo separado por sector.
3. Preparar el nivel tipo “A”. Colocar una de sus patas en el suelo. Apuntar la otra en la dirección de la pendiente hacia abajo, manteniendo la plomada en el punto de nivel. Esta segunda pata no toca el suelo.



4. Con una cinta métrica, medir el espacio entre el suelo y esta segunda pata. Anotar la medición (altura en cm).



**Dibujo 4. Cómo usar el nivel tipo “A” para determinar la pendiente.**

5. Repetir los pasos 3 y 4. En total, se deben sacar mediciones de por lo menos 5 puntos diferentes. Calcular la suma de las mediciones.

### Ejemplo de hoja de registro

**Ubicación de la parcela (o del sector): Loma Mata de Plátano**

**Tabla 1: mediciones de la parcela o del sector**

Punto	Mediciones (altura en cm)
1	50
2	45
3	60
4	54
5	40
6	30
<b>TOTAL</b>	<b>265</b>

6. Cálculo de la pendiente:

Dividir la suma entre 2:

$$265/2 = 132.5 \text{ cm}$$

Posteriormente, dividir el resultado entre el número de puntos:

$$132.5/6 \text{ puntos} = 22.08 \text{ cm en promedio por punto}$$

Luego, se calcula el porcentaje de pendiente:

$$22.08 \text{ cm} \times 100 = 22.08 \text{ metros} = 22.08\% \text{ de pendiente}$$

Esto significa que cada 100 metros, s baja o sube aproximadamente 22 metros respecto a un plano horizontal.

**Fuente: adaptado de CENTEOTL**



## PARA QUÉ SIRVE LA PENDIENTE

Medir la inclinación que tiene la parcela sirve para seleccionar el cultivo, el tipo de prácticas de conservación de suelos más adecuado y para determinar el distanciamiento entre las obras de conservación de suelo.

**Tabla 2. Distancias entre curvas a nivel según el porcentaje de la pendiente:**

Porcentaje de pendiente del terreno	Distancia entre curvas a nivel
2 %	30 m
5 %	28 m
8 %	24 m
10 %	20 m
14 %	18 m
16 %	16 m
20 %	14 m
25 %	12 m
30 %	10 m
40 %	6 m
45 %	4 m

Fuente: CONFRAS

**Tabla 3. Distancias entre obras de conservación de suelo según el porcentaje de la pendiente:**

Obras de conservación de suelo	Pendiente suave hasta 15%	Pendiente moderada 15 - 30%	Pendiente fuerte 30 - 50%
Barreras vivas	15 - 30 metros	10 - 15 metros	4 - 10 metros
Barreras muertas	10 - 20 metros	6 - 10 metros	4 - 6 metros
Acequias	10 - 20 metros	8 - 10 metros	6 - 8 metros
Diques de 1 metro	4 - 12 metros	2 - 4 metros	1.3 - 2 metros

Nota: a mayor pendiente, menor distancia entre las obras. Por ejemplo, para una “pendiente moderada” (columna del medio), si el porcentaje es de 15%, la distancia entre barreras vivas será de 15 metros; si es de 30%, la distancia será de 10 metros.

Fuente: Proyecto Red SICTA-IICA/COSUDE

## PASOS A SEGUIR PARA TRAZAR CURVAS A NIVEL

1. Trazar la línea madre, que está formada de los puntos o guías en el terreno en donde se establecerán las obras. Es una línea “vertical”, es decir en el sentido de la pendiente.

Para esto, se usa el dato del porcentaje de pendiente de nuestra parcela. En el caso de nuestro ejemplo anterior, de la parcela “Loma Mata de Plátano”, la pendiente es de 22%. De acuerdo con la tabla 2, entre cada curva a nivel, dejaremos una distancia de 14 metros.

En el punto más alto de la loma, ubicamos a una persona o a un punto de referencia visible (ej. roca). En el punto más bajo, en línea recta desde el punto alto, igualmente se ubica una persona o se dispone una referencia bien visible. Se coloca una estaca en el punto más alto: es el inicio de la línea madre. Para continuar con el trazo de la línea madre, se debe colocar una línea de estacas pendiente abajo hasta llegar al punto más bajo. Las estacas deben estar distantes de 14 metros en nuestro ejemplo; para medir esta distancia, se camina usando el nivel tipo “A”, colocando sus patas al suelo y dándole media vuelta para hacer un “paso” más. Como mide 2 metros, se debe caminar 7 “pasos” con el nivel tipo “A” ( $14/2 = 7$ ).



Dibujo 5. Trazo de la línea madre.

2. Trazar las curvas a nivel, que son líneas “horizontales”, es decir transversales a la pendiente.

Se inicia el trazado de la primera curva colocando una de las patas del nivel tipo “A” exactamente en la primera estaca de la línea madre, y la otra pata se mueve en dirección horizontal, para abajo o para arriba hasta que la plomada indique que está a nivel, colocándose en ese punto otra estaca. Se repite este procedimiento hasta cubrir toda la línea horizontal en ese lado de la parcela. Luego se repite el procedimiento para cubrir el otro lado de la parcela. Seguidamente se procede a trazar la siguiente curva partiendo de la siguiente estaca de la línea madre y sucesivamente hasta completar la parcela.

3. Corregir las curvas. Cuando se ha terminado de trazar las curvas, se puede observar que en algunas partes de la misma hay algunas estacas salidas de la línea curva que queremos formar, por lo que se deben hacer las correcciones necesarias.

La corrección de curvas se hace “al ojo”, moviendo en forma alternada aquellas estacas que están fuera de la línea, ya sea hacia arriba o hacia abajo, hasta formar una línea curva uniforme.



Foto 3. Al ojo, se corrige la alineación de las estacas de la curva a nivel.

Después de realizada la corrección, las curvas están listas para establecer o construir la obra de conservación.

Es importante considerar que no es recomendable trazar más curvas a nivel que el número de obras como barreras, acequias o terrazas que se podrán construir entre dos ciclos de siembra. De esta manera, se evita que las estacas no usadas causen estorbo y no se realiza inútilmente un trabajo exigente.

### SIEMBRA EN CURVAS A NIVEL

Se denominan también siembras en contorno.

Consiste en sembrar en hileras siguiendo las curvas a nivel. Esta práctica contribuye a reducir la escorrentía del agua y las pérdidas de suelo (erosión). Además facilita la realización de las labores de limpia.

Se comienza a sembrar en una línea guía (o curva a nivel) ubicada en el centro de la parcela y se echan las semillas en hileras, paralelas a la línea; a ambos lados, hasta llegar a la siguiente línea. Se procede de igual forma hasta que quede cubierta toda la parcela.



Dibujo 6. Siembras en curva a nivel.

## ACEQUIAS DE LADERAS

Se denominan también zanjas de infiltración.

Las acequias son canales que permiten acumular el agua de lluvia y el exceso de agua de escorrentía, y facilitar su infiltración al suelo o su evacuación fuera del terreno. Se recomiendan en parcelas con pendientes mayores a 15%.

Los canales miden aproximadamente 50 centímetros de ancho en el fondo y 50 cm de profundidad. Deben hacerse taludes (o bordes de protección) en el borde inferior para reducir los riesgos de desbordamiento y de deslizamiento.

Es importante mencionar que si bien fuentes bibliográficas sugieren acequias más pequeñas, el Proyecto ha adaptado las medidas al nuevo patrón de lluvias (intensidad, frecuencia y distribución) que se ha observado en el área atendida. La experiencia del primer invierno durante la ejecución del Proyecto demuestra que un perfil de 0.5 m. x 0.5 m. es necesario para evitar el desbordamiento de la acequia.

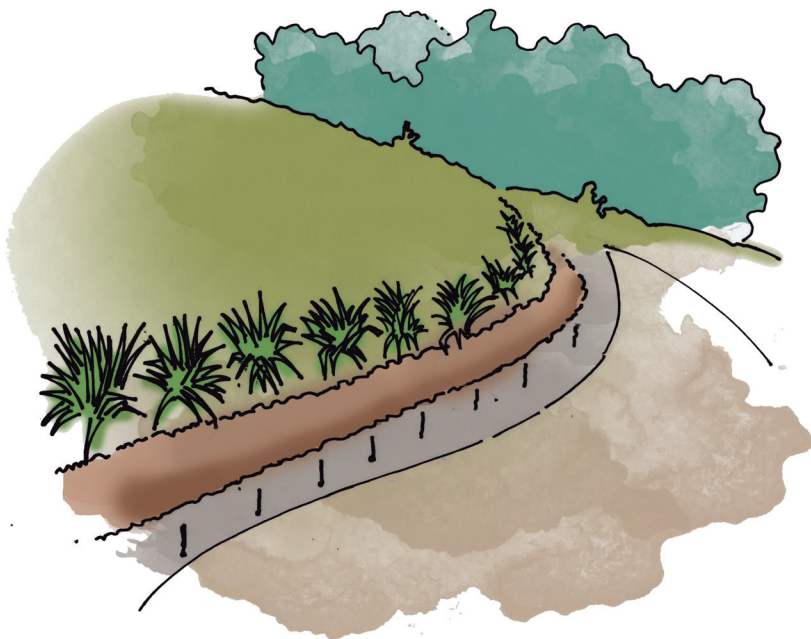


**Foto 4. Productores participantes en el Proyecto Asociatividad, Resiliencia y Mercados construyen una acequia de infiltración.**

En terrenos con baja infiltración, se deben hacer acequias profundas, para evitar que resbalse el agua acumulada. No obstante si el suelo es muy pesado con mal drenaje, es mejor no construir acequias ya que el agua no alcanzaría a filtrar.

Se necesitan formar desagües a los lados de la parcela para evacuar el exceso de agua.

A lo largo de la acequia, a una distancia de aproximadamente 20 centímetros del borde superior de la misma, se siembra una barrera viva que retiene los sedimentos que arrastra el agua y evita así que se rellene el canal.



Dibujo 7. Se siembra una barrera viva a lo largo de la acequia, en el lado superior.



Es importante realizar labores de mantenimiento por lo menos dos veces al año, es decir limpiar las acequias de sedimentos y rastrojos de plantas. Asimismo reconstruir las partes de los taludes que pueden haberse deslizado.



**Foto 5. Se deben realizar labores de mantenimiento dos veces al año para mantener la acequia limpia.**

## BARRERAS VIVAS

Las barreras vivas son hileras de plantas sembradas a poca distancia, casi siempre al contorno o en curvas de nivel.

El objetivo principal de estas barreras es formar un obstáculo que permite reducir la velocidad del agua que corre sobre la superficie del terreno y retener el suelo capturando los sedimentos que van en el agua de escorrentía. Para cumplir esta finalidad debe utilizarse plantas perennes de crecimiento denso, sembradas en hileras continuas, a tresbolillo y distancias de 15 a 20 cm.



**Dibujo 8. Barreras vivas en curva a nivel.**

Las barreras vivas pueden utilizarse tanto en cultivos limpios como en cultivos densos. Se pueden sembrar las siguiente plantas: leucaena, gandul, vetiver, caña de azúcar, zacate napier, zacate Taiwán, zacate limón, piña, piñuela, ajonjolí, flor de Jamaica entre otros.

Se recomienda realizar un control de malezas en el primer año, hasta que la barrera este bien establecida. Asimismo, periódicamente, se debe realizar trabajos de mantenimiento de las barreras vivas, es decir recortarlas para



evitar su amacollamiento y evitar que invadan el área destinada al cultivo. Cuando realizan trabajos de limpieza, coloquen los rastrojos contra la barrera.



**Foto 6. Productores del Proyecto Asociatividad, Resiliencia y Mercados establecen una barrera viva siguiendo una curva a nivel.**

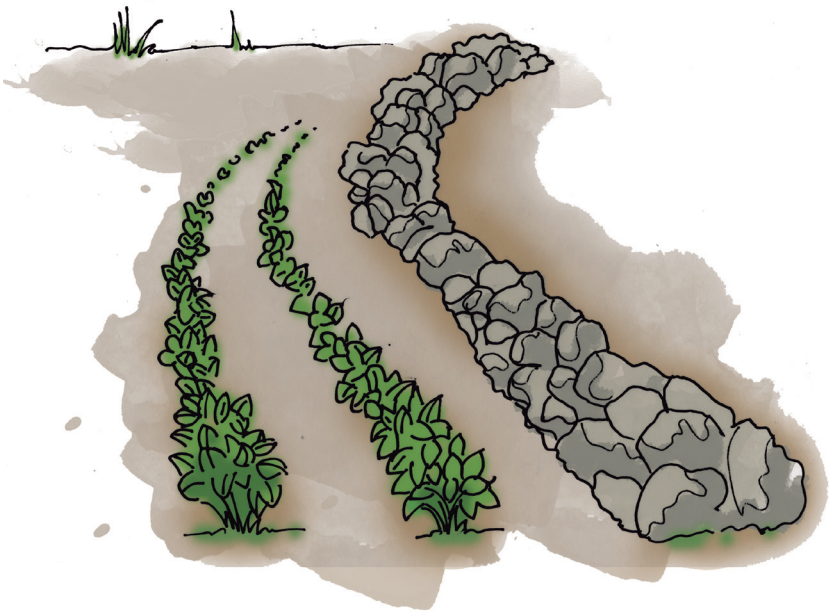
**En el Proyecto Asociatividad, Resiliencia y Mercados, se usaron las siguientes plantas, porque cumplen el doble propósito de proteger el suelo y generar un producto:**

- Piña de azúcarón
- Piñuela
- Zacate Vetiver
- Zacate de corte

## BARRERAS MUERTAS

Las barreras muertas son hileras o muros de materiales como piedras que se colocan siguiendo una curva a nivel.

Al igual que para las barreras vivas, el objetivo de estas barreras es reducir la velocidad del agua y retener los sedimentos contenidos en el agua de escorrentía. Se construyen en áreas donde hay abundante piedra disponible cerca del terreno o en la misma parcela. No se recomiendan en zonas muy húmedas porque podrían dar lugar a encharcamientos, sobre todo en suelos de baja infiltración.



**Dibujo 9. Las barreras muertas protegen los cultivos del exceso de agua de las escorrentías y retienen el suelo.**

La barrera muerta se puede combinar con la barrera viva, sembrando ésta en el borde superior del muro de piedra.

Para construir las barreras muertas de piedra, se utilizan las siguientes dimensiones: 50 centímetros de altura y 40 centímetros de ancho. En caso de no contar con piedras, se puede establecer barreras muertas usando rastrojos y ramas.



Foto 10. Las barreras muertas de piedra miden aproximadamente 50 cm de alto y 40 cm de ancho.

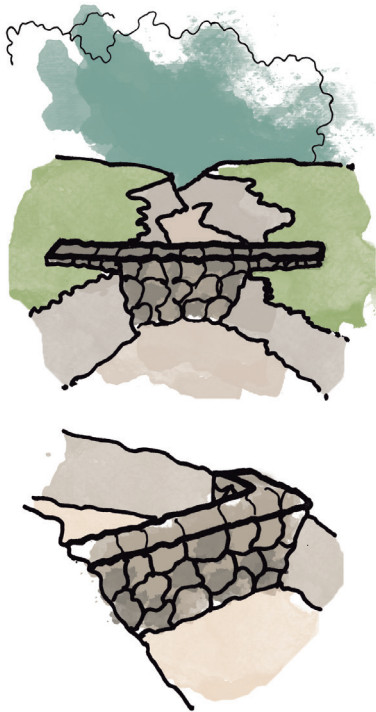
## DIQUES DE PIEDRA

Se denominan también muros secos.

Son muros de piedras que se construyen a lo ancho de los canales donde pasan las correntadas o de las quebradas. Al igual que las barreras, su objetivo es retener el agua de lluvia y evitar o limitar la formación de cárcavas.

Se recomienda una medida de entre 60 a 70 cm de ancho. Debe hacerse una abertura al centro, a una altura prudente para que el agua corra y no se estanque en caso que no logre infiltrarse totalmente en el suelo. En suelos con poco drenaje, puede ser no recomendable instalar un dique ya que las cárcavas son útiles para evacuar el exceso de agua.

Con el paso del tiempo, se acumulan sedimentos en la parte superior del dique, llegando a formarse terrazas en donde se pueden establecer cultivos.



**Dibujo 10.** Los diques se establecen donde pasan las correntadas para limitar la formación de cárcavas.

## FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- CENTEOTL. Construcción y manejo del aparato tipo “A” para la construcción de curvas a nivel. Consultado el 18 de noviembre de 2016 en <http://centeotl.org.mx/web/?p=2906>
- CONFRAS (Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña). Construcción y uso del nivel A. San Salvador, El Salvador, CA. (Serie de folletos Campesino a Campesino No 1). 12 p.
- FAUSAC – USAC (Facultad de Agronomía – Universidad San Carlos de Guatemala). Nivel tipo “A” y curva a nivel. Consultado el 18 de noviembre de 2016 en [http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Nivel\\_tipo\\_%22A%22\\_y\\_curvas\\_a\\_nivel](http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Nivel_tipo_%22A%22_y_curvas_a_nivel)
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras); Proyecto Promoción de Sistemas Agroforestales de Alto Valor con Cacao en Honduras. 2011. Guía sobre prácticas de conservación de suelos. 2 ed. La Lima, Cortés, Honduras, CA. 22 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)/ SICTA (Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agropecuaria) /Cooperación Suiza en América Central. Proyecto Red SICTA. 2012. Obras de conservación de suelo y agua en laderas. C.A. 20 p.
- Soza, F.; Baca, P. 2012. Medidas básicas de protección ambiental. Manual del promotor agrícola. Programa Manejo Integrado de Plagas de la Cooperación Suiza en América Central. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 48 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11036/1344>

