

AVANCES TÉCNICOS 296

Cenicafé



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Febrero de 2002

CONSTRUCCIÓN DE TRINCHOS VIVOS PARA CONDUCCIÓN DE AGUAS DE ESCORRENTÍA EN ZONAS TROPICALES DE LADERA

José Horacio Rivera-Posada *

Un trincho se define como un muro pequeño transversal que se construye en una quebrada o arroyo para provocar sedimentación aguas arriba y en otros casos cortar la pendiente del terreno (2). También, como estructuras construídas para disminuir la velocidad del agua de escorrentía y de esta forma, favorecer el depósito de sedimentos aguas arriba de la obra, o como presas de control de sedimentos (1, 3).

Estas definiciones no se pueden generalizar para la construcción de trinchos en condiciones de ladera, ya que el hecho de promover la acumulación de sedimentos aguas arriba, puede conllevar a la

* Investigador Científico II. Conservación de Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.



construcción de trinchos demasiado altos, los cuales pueden convertirse en represas acumuladoras de gran cantidad de sedimentos que superan la capacidad de soporte del trincho, provocando el volcamiento de estas obras aguas arriba y hacia abajo y como consecuencia, la ocurrencia de avalanchas con resultados catastróficos en un aguacero de duración larga e intensidad alta.

FUNCIÓN DE LOS TRINCHOS EN ZONAS DE LADERA

Su construcción en zonas de ladera debe conducir únicamente a la estabilización del fondo de cauces y de taludes de cárcavas o drenajes naturales. Por tanto, deben utilizarse principalmente para disminuir la velocidad del agua de escorrentía (disipadores de energía) en derrumbes, cárcavas y cauces de drenajes naturales y para evitar en ellos el socavamiento del fondo y la base de sus taludes. También para evitar formación de cárcavas en canales, cunetas de carretera y taludes bajos de cajas colectoras de aguas de escorrentía, provenientes de cunetas en carreteras y caminos.

TIPOS DE TRINCHOS

Existen diferentes tipos de trinchos, los cuales se clasifican como temporales o permanentes dependiendo del material de construcción. Se construyen entonces en concreto, piedra, madera y materiales vegetales vivos (3, 4).

Por lo general, los trinchos construidos en concreto y con gaviones en



Figura 1. Trinchos en concreto (a); en gaviones en piedra (b); y en piedra (c).

piedra (Figura 1) son temporales y demasiado costosos y tienen una vida útil muy corta (3 a 5 años), ya que generalmente se rompe el concreto o se destruye la malla de alambre que los conforman.

Lo anterior hace que unos y otros resulten menos recomendados (1, 5).

Los trinchos elaborados en madera son menos costosos que aquellos construidos en concreto y piedra, pero igual que los anteriores, presentan una vida útil corta debido a la descomposición rápida de los materiales. Por tanto, éstos deben complementarse con coberturas y estacas vivas para alargar su vida útil.

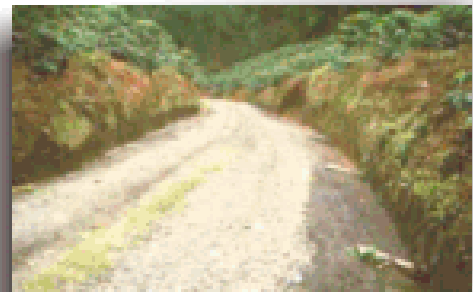
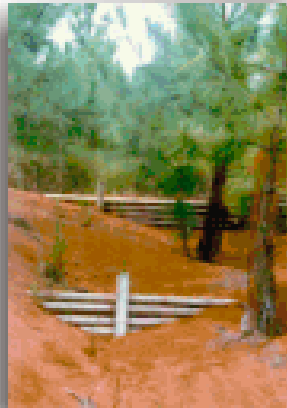
Los trinchos vivos son los realizados con materiales vegetales que rebrotan fácilmente y se consideran como obras de bioingeniería permanentes, debido a que los materiales con los que están construidos persisten y se hacen más vigorosos a través del tiempo.

CONSTRUCCIÓN DE TRINCHOS

Por lo general los trinchos no siempre son construidos con las especificaciones técnicas, lo que los hace fácilmente destructibles por el agua. La mayoría de las veces en lugar de dar solución al problema, conducen a acelerar los procesos erosivos. Los siguientes son ejemplos de trinchos mal elaborados:

- Trincho con vertedero muy pequeño o sin él. Conlleva a la acumulación de sedimento hasta tapar el canal y obligar a las aguas de escorrentía a desviarse hacia sitios menos protegidos, originando cárcavas nuevas (Figura 2).

Figura 2.
*Trinchos mal
construidos con
vertedero muy
pequeño o sin él.*



● Trinchos sin amortiguador de las aguas provenientes del vertedero (babero) (Figura 3), que dan lugar al socavamiento de la base del trincho y desplome posterior del mismo.

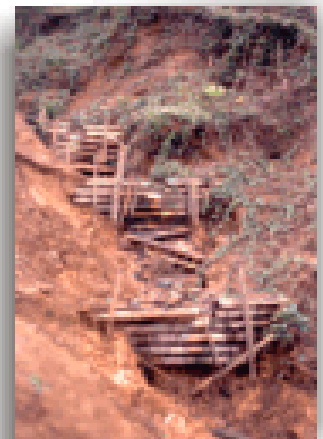
● Trinchos sin empotrar en el terreno. Son aquellos construidos sobre el cauce de la cárcava o drenaje natural, dando lugar al socavamiento del mismo y como consecuencia, el trincho pierde la base y el agua avanza por debajo (Figura 4). Finalmente, el trincho se vuelca.

● Trinchos muy altos (mayores de 1m). Por su altura retienen demasiados sedimentos, de tal forma que debido al peso de los mismos, el trincho también se vuelca (Figura 5).

Figura 3.
*Trincho sin
amortiguador
(babero).*



Figura 4.
*Trincho mal
empotrado
con vertedero
pequeño.*



TRINCHOS BIEN CONSTRUIDOS

Por el contrario, a continuación se describen diferentes clases de trinchos, elaborados de manera adecuada para la solución de problemas específicos.

● **Trinchos para conducción de aguas de escorrentía en cunetas de carreteras, canales y en caminos.** Cuando el caudal de agua no es permanente como en el caso de cunetas de carretera, se pueden hacer trinchos temporales y sencillos, buscando con ellos disipar la energía de las aguas de escorrentía y dar oportunidad a las coberturas vegetales nativas o inducidas de porte denso y rastrero, para que cubran la cuneta (Figuras 6 y 7).

En canales, los trinchos se pueden hacer clavando estacas de latas de guadua a ras del suelo, siguiendo el contorno del canal (Figura 8).

En caminos se colocan acostando las guaduas a través de la pendiente, enterradas sólo hasta la mitad y sostenidas con estacas a ras de las guaduas acostadas. Estos trinchos son temporales y dan lugar al establecimiento de las coberturas vegetales densas, disipadoras de las aguas de escorrentía.

● **Trinchos vivos.** Son las obras más baratas, sencillas y fáciles de construir (7).

Trinchos vivos para conducir aguas de escorrentía en derrumbes superficiales. Luego de un aguacero, cuando se presenten derrumbes superficiales en terrenos pendientes y no haya manera de encauzar las aguas de escorrentía por otros sitios, se puede estabilizar el proceso



Figura 5.
Trincho muy alto

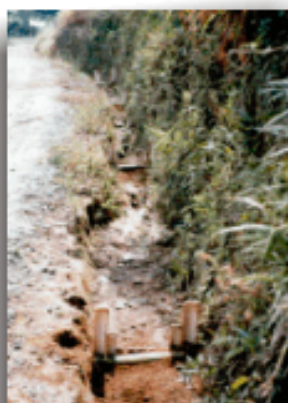


Figura 6.
Trinchos temporales en cunetas



Figura 7.
Cunetas protegidas por cobertura vegetal



Figura 8.
Trinchos temporales en canales

degradativo colocando superficialmente a través de la pendiente estacas vivas de quiebrabarrigo, matarratón o leucaena, sostenidas en sus extremos con estacas vivas de los mismos materiales.

Se deben sembrar acostadas las estacas unas a continuación de otras a través de la pendiente, con distancias entre surcos de 30cm y sembrar en las calles estolones de maní forrajero (*Arachis pintoi*), pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) o pasto braquiaria (*Brachiaria decumbens*) (Figura 9). Lo anterior permite cubrir el área de vegetación en un tiempo aproximado de tres a seis meses (Figura 10).

Construcción de trinchos vivos en drenajes naturales. Estos trinchos deben llevar especificaciones especiales, ya que los caudales de agua son muy variables en el año y a través del tiempo, debido a la presencia de lluvias de duración e intensidades diferentes, lo cual conduce a hacer cálculos dispendiosos de intensidades y caudales máximos, con sus períodos de retorno respectivos y probabilidad de ocurrencia de los eventos.

No obstante, en la mayoría de los casos, no es posible realizar los cálculos necesarios para diseñar obras muy precisas, ya que son pocas las regiones del país que cuentan con información histórica de cantidad e intensidad de lluvias. Además, las soluciones tendrían que ser dadas por personal muy capacitado, lo que

haría aún más costosa la solución. Esto induce a buscar alternativas con obras baratas, sencillas y eficientes que den un margen de seguridad alto contra aquellos eventos máximos, como son los trinchos vivos. Estos son estructuras construidas con materiales vivos existentes en el lugar donde se pretende manejar las aguas de escorrentía. Son permanentes y de bajo costo, y pueden ser elaborados por los mismos agricultores en la finca.

Los trinchos vivos en zonas de ladera no pueden asimilarse a un muro de contención en concreto o de gaviones en piedra. Estos son disipadores simples de energía del agua que escurre y por tanto, estas estructuras no deben obstruir el paso libre del agua, y como tal, no pueden ser muy altas (menores de 1m), ya que así se convierten en acumu-

ladores de sedimentos tal como están recomendadas para terrenos planos. En zonas de ladera los trinchos muy altos pueden volcarse fácilmente ocasionando problemas de avalanchas.

¿CÓMO CONSTRUIR TRINCHOS VIVOS?

Los componentes principales de un trincho son el vertedero y las crestas. El vertedero debe tener una altura máxima por encima del cauce de la cárcava o quebrada de 10 a 20 cm y la anchura de 80 % de la amplitud total del cauce, de tal forma que permita el paso libre del agua, o sea, si la anchura del cauce es de 1m, el vertedero debe tener 80cm de ancho (Figura 11). Las crestas a

Figura 9.

Trinchos vivos para conducir aguas de escorrentía en derrumbes superficiales



Figura 10.

Derrumbe estabilizado por medio de trinchos vivos



lado y lado del vertedero, deben tener una altura a partir del lecho entre 30 y 50cm. El trincho debe enterrarse entre 30 a 50cm por debajo del lecho de la cárcava o quebrada y las crestas del vertedero ir empotradas en el talud del cauce. Toda la estructura es viva y debe reforzarse con estacas vivas de rebrote fácil.

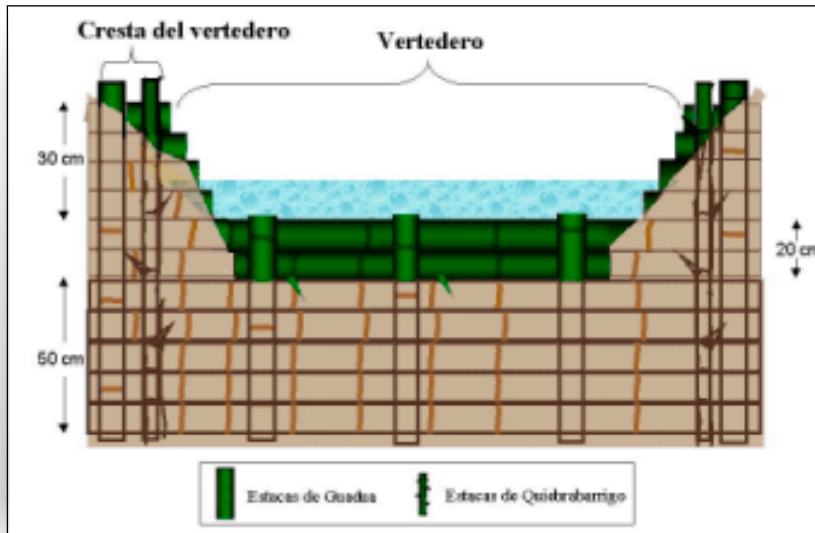


Figura 11.

Esquema de la construcción de un trincho vivo

Con estas especificaciones se busca principalmente evitar socavamiento de lecho y estabilización de los taludes de la cárcava o quebrada.

Cuando el vertedero del trincho se hace a una altura mayor de 20cm por encima del cauce, se hace necesario colocar un dissipador de energía en la base del vertedero para impedir el impacto del agua directamente sobre el lecho y con ello el socavamiento y volcamiento de las estructuras con el paso del tiempo. Estos dissipadores de energía pueden construirse con guadua o piedra (Figura 12).



Figura 12.

Trincho vivo con amortiguador conformado por piedra y guadua para recibir en forma disipada aguas provenientes del vertedero.

Distancia entre trinchos. Los trinchos deben construirse de arriba hacia abajo, siguiendo la dirección del agua.

La distancia entre ellos es fundamental en la estabilización de cárcavas y cauces naturales y aún más en aquellos terrenos muy inestables. Los trinchos deben ir escalonados, de tal forma que la altura de la base del vertedero de la estructura de abajo, proteja la base del trincho anterior aguas arriba (Figura 13). Esto hace que la distancia entre trinchos varíe

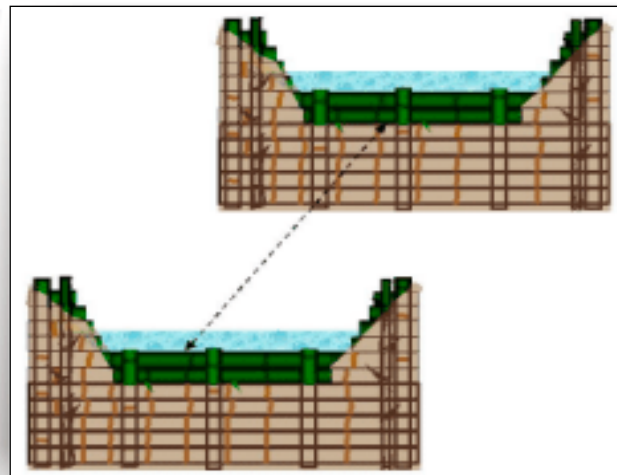


Figura 13.

Esquema de trinchos escalonados, la altura de la base del vertedero de la estructura de abajo, protege la base del trincho anterior aguas arriba.

dependiendo de la pendiente del terreno, de los sedimentos presentes y de la altura efectiva del trincho.

La fórmula más sencilla recomendada para calcular el espaciamiento entre trinchos es la propuesta por Anaya *et al.* (1)

Donde:

$$E = \frac{H}{S} \times 100$$

E = Distancia entre dos trinchos consecutivos (m).

H = Altura efectiva entre trinchos (m).

S = Pendiente de la cárcava (%).

Otros autores registran la misma ecuación con algunas constantes empíricas implícitas (3, 6).

Por lo general, las pendientes en la zona cafetera colombiana son superiores al 50%. De allí que al hacer los cálculos de distancia entre trinchos para una pendiente del 50% y una altura efectiva del trincho de 50cm, sería necesario hacer trinchos cada 1m. Esto sería dispendioso y costoso, por lo cual, para un caso de estos se recomiendan los trinchos cada 2m, siendo necesario hacer seguimiento y evaluaciones periódicas, para observar si se presentan socavamientos entre trinchos consecutivos en el cauce de la cárcava o el lecho del drenaje natural, y así disponer en dichos sitios afectados, de una nueva estructura.

Con los trinchos vivos se busca tener una estructura bioingenieril, es decir, totalmente viva, donde el sis-

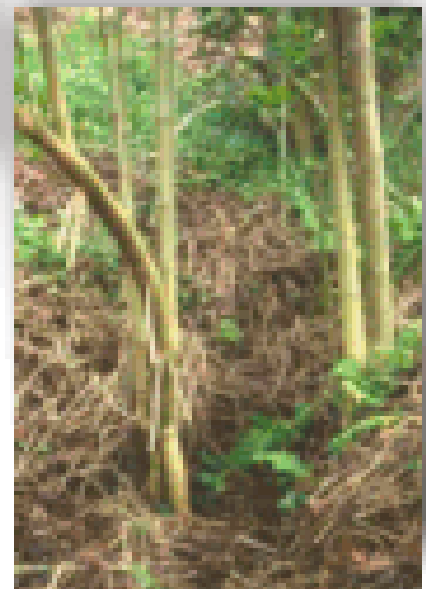


Figura 14.

*Trinchos vivos de guadua (**Guadua angustifolia**) y estacas de quebrabarrigo (**Trichanthera gigantea**) donde finalmente, el entrecruce de raíces de las estacas vivas se transforma en disipadores naturales de las aguas de escorrentía.*

tema radical de las plantas utilizadas en su construcción se convierten en el agente estabilizador principal, mediante el entrecruce de los componentes del sistema radical (Figura 14).

Los Trinchos vivos en zonas de ladera no pueden asimilarse a muros de contención ni a obras acumuladoras de sedimentos, ya que su objetivo es el de obrar como simples disipadores de energía de las aguas de escorrentía y estabilizadores del terreno a medida que crece la vegetación que los conforma.





Las cárcavas por pequeñas que se vean son una gran amenaza para los suelos de ladera.

Los trinchos vivos son obras que detienen el proceso de deterioro de cárcavas y que no son costosos, porque se utilizan materiales adaptados a las regiones cafeteras

LITERATURA CITADA

1. ANAYA G.,M.; MARTINEZ M., MR.; TRUEBA C.,A.; FIGUEROA S., B.; FERNANDEZ M., O. Manual de Conservación de suelos y del agua. Chapingo, Colegio de Postgraduados. 1977. 581 p.
2. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. FEDERACAFÉ. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CENICAFÉ. Manual de conservación de suelos de ladera. Chinchiná, Cenicafe. 1975. 267 p.
3. GRAY D.H.; LEISER A.T. Biotechnical slope protection and erosion control. New York. Van Nostrand Reinold Company. 1982. 271p.
4. GRAY, D.H.; SOTIR, R.B. Biotechnical and soil bioengineering: Slope stabilization, A practical guide for erosion control. John Wiley and Sons. 1996. 378 p
5. HUDSON, N. Conservación de suelos. Barcelona. Reverté S.A. 1982. 335 p.
6. KIRBY, M. J.; MORGAN, R., P., C. Erosión de suelos. 1a ed. México. Limusa S.A. 1984. 367p.
7. SUÁREZ DE CASTRO, F., Conservación de suelos. 3a ed. San José IICA. 1980. 315p.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. 8506550 Fax. 8504723
A.A. 2427 Manizales
cenicafe@cafededecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Fotografía: José Horacio Rivera Posada
Gonzalo Hoyos Salazar
Diagramación: Carmenza Bacca Ramírez