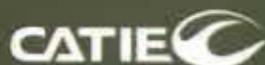


Manejo integrado del sistema de captación de escorrentía



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza
en América Central



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Manejo integrado del sistema de captación de escorrentía

MEFCCA
COSUDE, CATIE

Nicaragua, 2018

Contenido

Introducción	4
Glosario	6
Manejo del área de recarga o zona de infiltración y escorrentía	8
Estimulación de la regeneración natural del bosque	8
Reforestación con árboles nativos	10
Establecimiento de barreras vivas	11
Construcción de acequias a nivel	12
Construcción de acequias colectoras de agua	14
Construcción de barreras muertas	15
Siembra y manejo de pastos naturales en la zona de recarga	16
Construcción de diques en cárcavas	18
Uso de rastrojos como cobertura de suelo	20
Pastoreo en áreas de recarga con obras de conservación de suelos y agua	21
Manejo del reservorio	22
Mantenimiento de la capa de arcilla en buen estado	23
Chequeo permanente al plástico negro o la geomembrana para soldar roturas	23
Protección de taludes externos	24
Siembra de zacate o grama de amarre	24
Mantenimiento y protección de la corona	25
Mantenimiento y protección del vaso	26

Mantenimiento de la obra de toma y de la tubería	27
Mantenimiento del vertedero o aliviadero	28
Mantenimiento de la cerca de alambre	28
¿Cómo reducir la evaporación de agua en el reservorio?	29
Manejo del área agrícola y/o del abrevadero	30
Labranza mínima con cobertura vegetal	30
Prácticas agrícolas que reducen la evapotranspiración	31
Uso de tecnologías de riego para un mejor aprovechamiento del agua	32
Microriego por goteo	32
Riego por aspersión con sistema tipo microjet	32
Microriego por gravedad	33
Claves para un mejor aprovechamiento del agua	34
Uso apropiado del agua en el abrevadero	35
Bibliografía	36

Introducción

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí y que funcionan como un todo. En el caso de los sistemas de cosecha de agua sus componentes son: área de recarga, reservorio y área de cultivo.

Los sistemas de captación de escorrentía o sistemas de cosecha de agua, son una técnica que tiene la finalidad de captar y almacenar, en reservorios (embalses) superficiales, el excedente de agua que corre en la superficie del suelo después de cada evento lluvioso (FAO 2000, p. 94).

La durabilidad de los sistemas de cosecha de agua depende del diseño, calidad de los materiales del reservorio, protección de la zona de recarga, del uso adecuado y el mantenimiento de los diversos componentes.

El mantenimiento requiere ser integral, dado que al funcionar inadecuadamente cualquier componente, se pone en riesgo todo el sistema o se dejan de cumplir los objetivos para los que fue concebida la obra en su conjunto.

La guía de **Manejo integrado del sistema de captación de escorrentía** reúne las orientaciones básicas para el mantenimiento integral de los diversos componentes.

Una gran parte de las orientaciones presentadas en la guía, están basadas en la experiencia del Proyecto Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a través de la Cosecha de Agua en Nicaragua, que es desarrollado por el Ministerio de Economía Familiar Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA), junto con el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Ministerio de Agricultura y Ganadero (MAG). Los recursos financieros son aportados por la Cooperación Suiza en América Central (COSUDE) y la

asistencia técnica del CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

El objetivo de esta guía es ofrecer a personal técnico, extensionistas, capacitadores y familias productoras, los conocimientos fundamentales sobre las más importantes prácticas o actividades de mantenimiento que les permitan garantizar el adecuado funcionamiento de todos los componentes del sistema de cosecha de agua.

Glosario

Acuífero: formación geológica natural que guarda agua.

Aridez: condición climática permanente en la que predomina una muy baja precipitación anual o estacional.

Cambio climático: es un cambio de clima atribuido, directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Concreto ciclópeo: cimentación compuesta por concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes o bloques que no contienen armadura.

Corredor seco: define a un grupo de ecosistemas que se combinan en la ecorregión del bosque tropical seco de Centroamérica en la vertiente pacífica, abarcando gran parte de la región central premontaña de El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Guanacaste en Costa Rica y el Arco Seco de Panamá.

Cosechar agua: recolección de agua precipitada y de escorrentía superficial en un reservorio para su posterior uso.

Cuenca hidrográfica: es la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye a través de corrientes, ríos y lagos hacia el mar por una desembocadura única, estuario o delta.

Diques: el término se emplea para nombrar a la estructura que se construye con el objetivo de contener el agua, impidiendo su paso y el de los sedimentos que arrastra.

Escorrentía: en este documento se refiere a la lámina de agua proveniente de la lluvia que se desliza cuesta abajo sobre la superficie del suelo.

Geomembranas: son láminas geosintéticas impermeables que estancan los líquidos. Uno de sus principales usos es evitar la pérdida por infiltración en vertederos, balsas, canales, lagos ornamentales, reservorios, etc.

Micorriza: las micorrizas son asociaciones simbióticas entre los hongos y las raíces de las plantas vasculares, en cuyo crecimiento juegan un papel muy importante. En apariencia, las raíces segregan azúcares, aminoácidos y otras sustancias orgánicas utilizadas por los hongos.

Perímetro: en el documento se refiere al contorno del reservorio.

Prevención: actividades y medidas previstas con anticipación para asegurar una respuesta eficaz a una situación potencial de riesgo.

Rastrojos: son los restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cosechar un cultivo. El rastrojo es un recurso muy bueno para proteger el suelo del impacto de la precipitación erosiva y la consiguiente escorrentía.

Recarga: es el volumen de agua de lluvia que se infiltra al suelo o que se escurre por la superficie de suelos, especialmente de los que no cuentan con protección vegetal.

Reforestación: es la acción por la cual se vuelve a poblar de árboles un territorio. Su finalidad es de tipo medioambiental, ya que la masa forestal es esencial para el oxígeno que respiramos, regula el clima y es el hábitat natural de especies vegetales y animales.

Reservorio: depósito o estructura de tierra impermeabilizada que capta agua de lluvia directa y de escorrentía en un lugar determinado.

Riego: es el aporte artificial de agua a un determinado terreno, con la intención de facilitar el crecimiento de los vegetales. Es implementado desde la antigüedad por su relevancia en el desarrollo de la agricultura.

Sequía: rasgo recurrente del clima que se caracteriza por la escasez temporal del agua.

Talud: es la diferencia que existe entre el grosor del sector inferior de la pared o muro y el sector superior y que, como consecuencia, crea una pendiente.

Manejo del área de recarga

Las diferentes prácticas realizadas en el área de recarga tienen por objetivo favorecer la infiltración del agua, controlar la erosión y concentrar el agua de escurrimiento para llevarla hacia el reservorio. Estas prácticas son fundamentales para reducir, o en el mejor de los casos, evitar el arrastre de sedimentos hacia el reservorio de agua ya que le restaría capacidad de almacenamiento y obstruiría o dañaría alguna de sus partes o toda la estructura.

En general, las prácticas de manejo de las zonas de recarga tienen diferentes tiempos de ejecución y demanda de mano de obra. La selección y las prácticas a implementar, requieren de un buen conocimiento de las condiciones del sitio donde se ubicará el sistema de captación de agua, el diseño del mismo y la disponibilidad de mano de obra. Con base en esto, puede organizarse un plan de manejo que resulte viable en términos técnicos y económicos.

Estimulación de la regeneración natural del bosque

La regeneración natural es la recuperación de un bosque sin intervención humana o con muy poca intervención, después de que el sitio ha sufrido una alteración por el uso del mismo o por incendios. Las áreas de regeneración natural contribuyen a mantener la humedad, mejorar la infiltración y disminuir la escorrentía. La



regeneración natural es una actividad de mediano a largo plazo y contempla las siguientes actividades (Mancomunidad Colosuca 2011, p, 113-115):

Delimitación de área: consiste en señalar los linderos de las zonas de regeneración natural. Se colocan señales claras, las cuales permitan visualizar fácilmente el área.

Limpias del terreno: se debe proceder a limpiar los terrenos, eliminando toda maleza e incluyendo arbustos o matorrales, a fin de crear condiciones para la entrada de luz, situaciones de emergencia y crecimiento de las especies de interés. Cada zona debe tener su propio banco de semillas.

Caseo o comaleos: se realizan a mediados del invierno o a la salida del mismo, para favorecer la producción de *micorriza* en los alrededores y promover el desarrollo de las plantas.

Raleos: se efectúa una selección de árboles, buscando la uniformidad de las áreas de recarga. Esta actividad se puede realizar al segundo o tercer año de la regeneración, pero conviene hacerla antes de la entrada del invierno.

Podas: consisten en la eliminación de ramas muy bajas, quebradas, enfermas o que están muriendo. Las podas se hacen en las partes bajas de la copa, acorde con la especie de árbol de interés.



Reforestación con árboles nativos

Consiste en el establecimiento de plantaciones en la zona de recarga, mediante la siembra de semillas o plántulas de árboles nativos de la zona. Contempla los siguientes pasos (Bloomfield & Calle 2000):

Selección de especies: con base en su valor ecológico o económico, su adaptación a las condiciones del sitio a reforestar y la disponibilidad de semilla o material vegetativo.

Cosecha de semillas: de acuerdo con cada especie y una vez que los frutos están maduros, se procede a la recolección y selección de la semilla.

Establecimiento de viveros: la ubicación del vivero debe ser de fácil acceso, protegido del viento, con topografía plana o ligeramente inclinado, con buen drenaje, disponibilidad de riego y debe estar cerca del lugar de trasplante y protegido de los animales. La siembra se realiza en bolsas para facilitar su traslado al sitio de plantación.

Plantación: es importante realizar el trasplante al campo definitivo en épocas de abundante precipitación, lo cual favorecerá una rápida adaptación de la planta y disminuirá el riesgo de pérdidas. Debe planificarse la construcción de viveros entre los meses de marzo y abril para que la siembra en el campo definitivo se pueda efectuar a los cuatro o cinco meses de edad de la plántula.

Mantenimiento y manejo del área reforestada: incluye la fertilización, la protección contra el pastoreo de animales, la resiembra, limpieza de malezas, entre otros.



Establecimiento de barreras vivas

Las barreras vivas son hileras de plantas que se siembran en curvas a nivel, en laderas, para controlar la erosión y favorecer la infiltración de agua en el suelo. En los sistemas de captación de escorrentía, las barreras vivas ayudan a retener sedimentos que, de otra manera, caerían en el reservorio. Las especies más usadas son: zacate de limón, caña, vetiver (valeriana), gandul, espada de San Miguel, madero negro, leucaena, banano, entre otras. Para establecer barreras vivas se contemplan las siguientes actividades (García 2011):

1. Seleccione el material de siembra y asegúrese que esté libre de plagas o enfermedades.



Figura 1. Esquema del establecimiento de barreras vivas. Fuente: CATIE.



Barreras vivas de zacate y árboles nativos para proteger laderas. Foto: WOCAT.

2. Determine la pendiente del terreno y, con base en esta, establezca la distancia entre las barreras.
3. Trace las curvas con el nivel A y márkelas con estacas (Figura 2).
4. Pique la tierra más o menos en un surco de 30 cm de ancho y 25 cm de profundidad, tomando como centro la línea de la curva.
5. Siembre la especie seleccionada como barrera según el tipo de material de reproducción (estacas, semillas, cormos, esquejes, etc.).
6. Cuando crezcan, las barreras vivas deben recibir mantenimiento como cualquier cultivo, haciendo podas, control de malezas, etc.

Construcción de acequias

Las acequias son excavaciones o zanjas en el terreno que se recomiendan para coleccionar y dirigir el agua de escorrentía hacia el reservorio. Se sugiere construir las en fincas que tienen pequeñas áreas de recarga.

Para su construcción se consideran los siguientes pasos:

1. Con el nivel "A" se marcan las líneas de ubicación de la zanja, perpendiculares a la dirección de la pendiente. Sobre la línea, con un mecate fino y con estacas se marcan las áreas para excavar las zanjas de infiltración (largo de la zanja: 2 a 3 m. y ancho de la zanja: 60 cm).

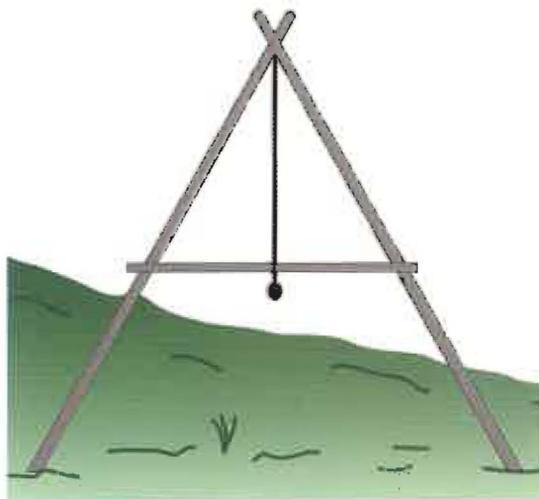


Figura 2. Nivel A. Fuente: CATIE.

2. Excave la zanja hasta una profundidad de 40 a 50 cm. Posteriormente, ensánchezela en la parte superior, para evitar que se derrumben las paredes o taludes (Figura 3).

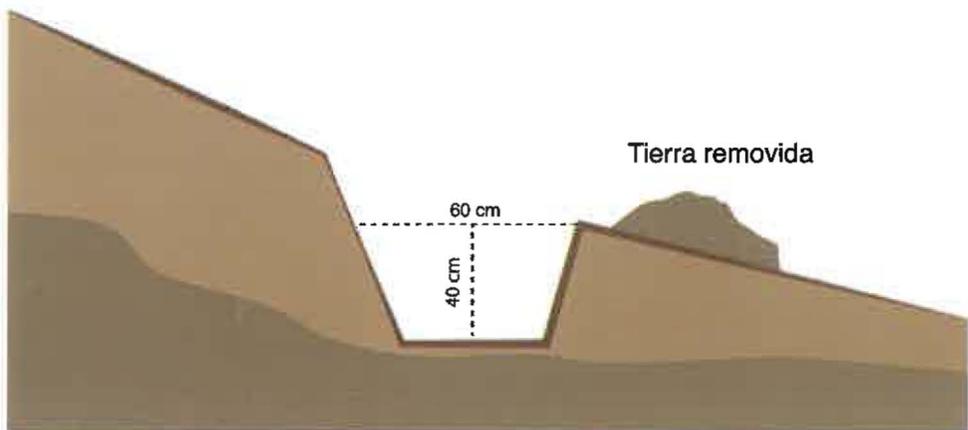


Figura 3. Excavación de acequias o zanjas a nivel o desnivel. Fuente: CATIE.

3. Saque la tierra de la zanja y deposítela en la parte baja de esta, formando un pequeño camellón. Deposite la tierra a unos 30 cm de distancia para que no caiga nuevamente dentro de la zanja.
4. Establezca las barreras vivas junto a la parte alta de las zanjas para que se encarguen de retener los sedimentos y eviten que saturen estos canales. Las barreras vivas también reducen la velocidad de la escorrentía, brindando así protección a las zanjas (Figura 4).
5. Dele mantenimiento a la obra al menos dos veces al año para mantener su estructura y evitar que se llene de residuos, sedimentos o malezas que limiten su funcionamiento.

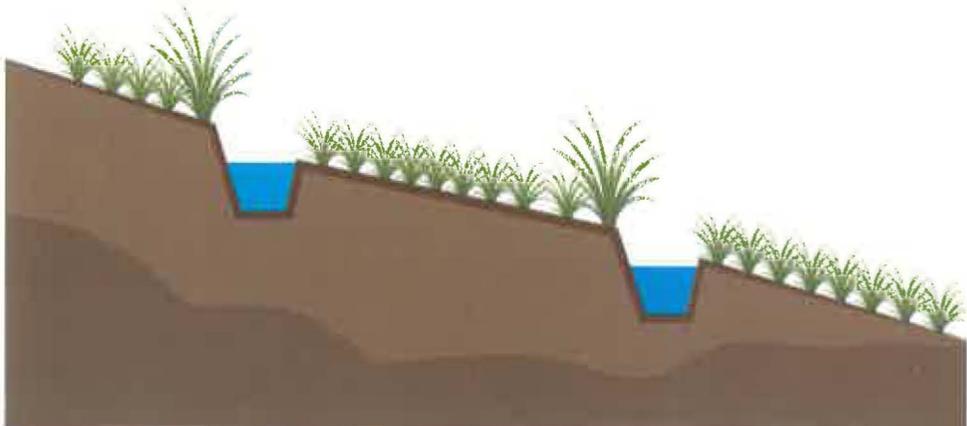


Figura 4. Acequias a nivel o desnivel protegidas con barreras vivas. Fuente: CATIE

Construcción de acequias colectoras de agua

Las acequias colectoras contribuyen a recoger lluvia directa y escorrentía para favorecer la infiltración. La profundidad y ancho de estas acequias dependerá de la cantidad de lluvia que cae en la zona. Su inclinación debe ser mínima (1-2%) para evitar el arrastre de tierra, arena o cascajo. Para su construcción, se siguen los siguientes pasos (Universidad de Chapingo 2012):

1. Se construyen transversalmente a la pendiente (manual o mecánicamente), con un desnivel de 2% para longitudes menores a 30 m y 1% para longitudes de hasta 150 m.
2. La sección hidráulica será trapezoidal, con ancho mínimo de 30 cm en la base y una altura efectiva mínima de 30 cm, la cual se ampliará a lo largo del recorrido, en función del escurrimiento acumulado.
3. Los canales deberán diseñarse con un regulador de gasto para desalojar los excesos de agua y reducir el riesgo de rupturas del bordo en lugares no deseados. Así, en los últimos 9 a 12 m del canal se trazará la rasante a nivel y sin bordo libre (Figura 5).
4. Con el fin de mantener la capacidad de descarga de la zanja, después de una lluvia se recomienda realizar inspecciones para detectar daños y organizar la redistribución de los sedimentos.

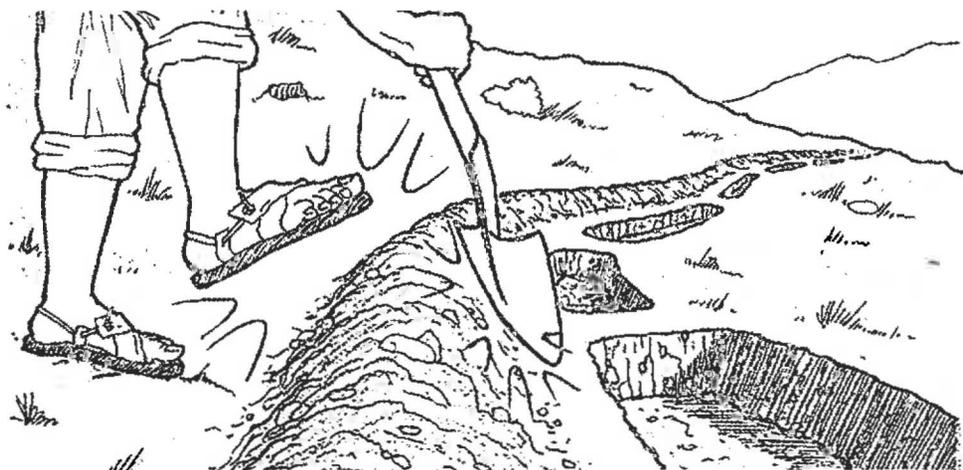


Figura 5. Acequia colectora de agua con barrera muerta de tierra. La tierra se compacta para que no caiga en la acequia. Fuente: JALDA 2003.



Los muros de piedra o barreras muertas actúan como disipadores de energía, reduciendo la velocidad de la escorrentía que ingresa directamente al reservorio. Foto: CATIE.

Construcción de barreras muertas

Las barreras muertas son muros relativamente bajos, que se construyen con piedras o rastrojos de cultivos, siguiendo las curvas a nivel. El objetivo de las barreras muertas es retener sedimentos, reducir la velocidad de la escorrentía y favorecer la infiltración de agua de lluvia en el reservorio.

Su construcción requiere los siguientes pasos (Proyecto Red SICTA 2004, p, 8,9):

1. Con el aparato A se traza la curva a nivel colocando estacas en cada punto marcado.
2. Con piocha, o preferiblemente con arado, se excava una zanja de 12 cm de profundidad y 35 cm de ancho para formar la base donde se comenzarán a colocar las piedras.
3. En la parte baja se colocan las piedras grandes y planas para formar la base del muro. Con las piedras más pequeñas, se rellenan espacios, hasta darle una forma ligeramente piramidal. En barreras muertas de tierra, una vez terminada la excavación y formación de la barrera muerta de tierra, se procede a compactar la misma.
4. La distancia entre las barreras depende del porcentaje de la pendiente. En laderas mayores al 20%, la distancia mínima debería ser de 8 m.



Muro de piedra con protección de barrera muerta de tierra compactada. Foto: CATIE.

5. Combine la barrera muerta con barrera viva, plantándola en el lado superior de la barrera muerta, para que las plantas y sus raíces protejan la obra.
6. Cada vez que se necesite, debe darle mantenimiento a la barrera muerta, volviendo a formar la barrera en aquellos lugares donde ha habido mucha acumulación de suelo, en lugares destruidos por el agua o por los animales.

Siembra y manejo de pastos naturales

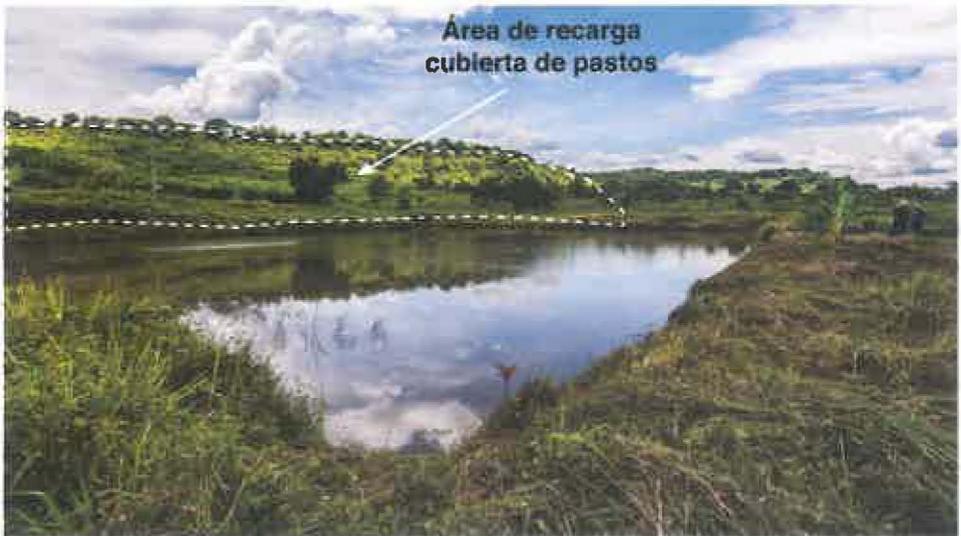
La recuperación o establecimiento de pastos en laderas, es una tarea clave para facilitar e incrementar la infiltración del agua de lluvia y disminuir la erosión de los suelos. Los pastos nativos son muy usados, debido al fácil acceso y a su nivel de prendimiento.

Las actividades requeridas para su establecimiento son:

1. Delimitación del área para el establecimiento de pastos.
2. Cercado del área para que el cerco impida el ingreso de animales y facilite la programación de actividades de mantenimiento.



Área de recarga en el corredor seco de Nicaragua. La cobertura de pastos reduce la erosión y deja escurrir agua más limpia hacia el reservorio. Foto: CATIE.



El suelo de ladera cubierto con pastizales, reduce el arrastre de sedimentos hacia el reservorio. Foto: CATIE.

3. Establecimiento de viveros-semilleros de pastos nativos, comenzando con la recolección de matas de especies previamente seleccionadas por su aptitud tanto forrajera como de conservación de suelos.
4. Construcción de zanjas de infiltración para asegurar el control de la erosión por escorrentía superficial.

5. En áreas aledañas a las zanjas de infiltración se podrán establecer fajas de diseminación, las cuales normalmente poseen un ancho de 1.5 m y longitud variable. En ellas se siembran o trasplantan esquejes de pastos seleccionados y producidos en los viveros-semilleros.

Construcción de diques en cárcavas

Los diques son muros de piedra o madera contruidos en forma de media luna, siguiendo las curvas a nivel, con el objetivo de reducir la velocidad de la escorrentía, detener la tierra y otros sedimentos que son arrastrados por la lluvia. Los diques ayudan a curar y contener la formación de cárcavas.

Para construir los diques se requiere (Sociedad EIAS Ltd 2003):

1. Seleccione la o las zonas de la cárcava donde se construirán los diques. Si la cárcava es relativamente corta (menos de 20 m), bastará con la construcción de un solo dique. Si son varios los diques, se establecen de manera que la altura útil del dique más bajo coincida con el inicio del dique situado aguas arriba.



Los diques actúan como disipadores de energía, pues reducen la fuerza de la escorrentía que desemboca en el reservorio y retienen los sedimentos. Foto: CATIE.



Dique de piedra para reducir velocidad de la escorrentía y “colar” los sedimentos. Foto: CATIE.

2. Suavice los taludes antes de construir los diques para evitar su desmoronamiento y favorecer su estabilidad. La inclinación que se recomienda dar al talud es 3:2 (3 m de altura por 2 m en la horizontal).
3. En los empotrados de la zona de la construcción del dique, excave una zanja del mismo ancho de la obra y con una profundidad entre 50 a 60 cm. Por ningún motivo, puede construirse un dique si no se ha excavado una zanja que permita su anclaje al terreno.
4. Construya el muro desde los cimientos con una leve inclinación hacia adentro, hasta la altura útil del dique, mediante la colocación del material de construcción. El ancho del murete no debe ser inferior a 1 metro (100 cm). La altura útil del dique debe ser la misma que su ancho, en este caso, 1 m (100 cm).
5. Construya el resto de la estructura del dique, dejando una zona central sin construcción destinada al vertedero o aliviadero. El largo del vertedero es de 2 m y su alto es de 0.5 m.
6. Construya el dissipador del dique aguas abajo. Su finalidad es evitar la destrucción del dique en la zona de la caída del agua.
7. De mantenimiento a los diques, observe si tienen daños o si es necesario ajustar su altura (subir el muro), colocando más piedras o postes.

Uso de rastrojos como cobertura de suelo

Los residuos de las cosechas agrícolas o rastrojos en la zona de recarga se usan para cubrir y proteger el suelo. El objetivo es reducir la erosión, promover la infiltración y disminuir la velocidad de la escorrentía que va hacia el reservorio. Esta práctica es compatible con la cero labranza o labranza mínima.

La cubierta de rastrojos contribuye a controlar malezas, aumenta la materia orgánica y los microorganismos y ayuda a mejorar la fertilidad del suelo. Existen tres formas de usar productivamente los rastrojos:

1. **Cero labranza con cobertura:** consiste en dejar los residuos sobre la superficie del suelo y hacer la siembra con chuzo (espeque). En este caso, no se queman los residuos del cultivo ni se introducen animales al sitio de siembra.
2. **Labranza mínima con cobertura:** consiste en dejar los residuos sobre la superficie del suelo, picando o roturando el surco de siembra donde se depositará la semilla.
3. **Incorporación de residuos al suelo:** al momento de preparar la tierra con bueyes se pueden incorporar los residuos al suelo, lo cual, además, permite hacer un control de plagas del suelo.



Los residuos de las cosechas protegen el suelo de la erosión, mantienen la humedad y se transforman en materia orgánica cuando terminan por descomponerse.

Foto: www.notill-farmer.com



El ganado debe permanecer fuera del reservorio. La cerca perimetral es la clave para mantenerlos alejados los animales domésticos. Foto: CATIE.

Pastoreo en áreas aledañas al reservorio

Debido al pisoteo, el ingreso del ganado al reservorio provoca daños en los taludes, los cuales derivan en el rompimiento del sello impermeabilizante, provocando fugas de agua. El pisoteo del ganado genera obstrucción, debido al desprendimiento y erosión del suelo.

Evite el ingreso de ganado a las obras, realizando las siguientes acciones (Palma et ál. 2011):

1. Proteja las áreas del reservorio y obras aledañas con cercas colocadas fuera de los bordes o taludes. De esta manera, evita los daños que produce el pisoteo del ganado.
2. Construya bebederos o abrevaderos en puntos estratégicos para evitar que el ganado se movilice hacia el reservorio y obras aledañas.
3. Movilice el agua por gravedad desde el reservorio a los bebederos o abrevaderos, logrando un mejor uso del agua y evitando el desplazamiento del ganado.



Reservorio de Eliseo López, Mozonte, departamento de Nueva Segovia. Foto: CATIE.

Manejo del reservorio

Para el buen funcionamiento del sistema es fundamental hacer recorridos periódicos por todos sus componentes: área de recarga, reservorio y área de cultivo, particularmente después que ocurren lluvias fuertes. El recorrido permite observar el estado general de los diferentes componentes y valorar si cada uno está cumpliendo su función dentro del mismo. Si se observan daños o fallas, es necesario planificar las reparaciones o ajustes pertinentes.

Uno de los principales aspectos a cuidar es mantener la profundidad y capacidad del reservorio. Para lograrlo, es fundamental que el flujo de agua proveniente de la escorrentía esté libre de sedimentos. Las acciones preventivas que se hagan en el área de recarga son claves; sin embargo, estas acciones deben ir acompañadas de otras directamente en el reservorio.



El lodo arcilloso debe usarse con frecuencia para curar fisuras en los taludes internos del reservorio. Foto: CATIE.

Mantenimiento de la capa de arcilla en buen estado

Asegúrese que los taludes mantengan su forma y solidez, revisando con regularidad el estado de las paredes. En caso de encontrar fisuras o desprendimientos producto de la erosión o ingreso de animales, es necesario reparar los daños con lodo arcilloso, a manera de repello, o con otro material impermeabilizante disponible.

Chequeo permanente al plástico negro o la geomembrana para soldar roturas

El plástico negro o la geo membrana pueden degradarse debido al fraccionamiento u oxidación, o sufrir daños por la exposición continua al sol, temperaturas extremas, uso inapropiado de herramientas y materiales que causan abrasión, cortes, rotura o desgaste. Si de detectan daños, se debe limpiar la parte dañada y colocar parches de material sintético en los cortes y roturas detectadas. Esta labor se debe hacer por lo menos una vez al año.

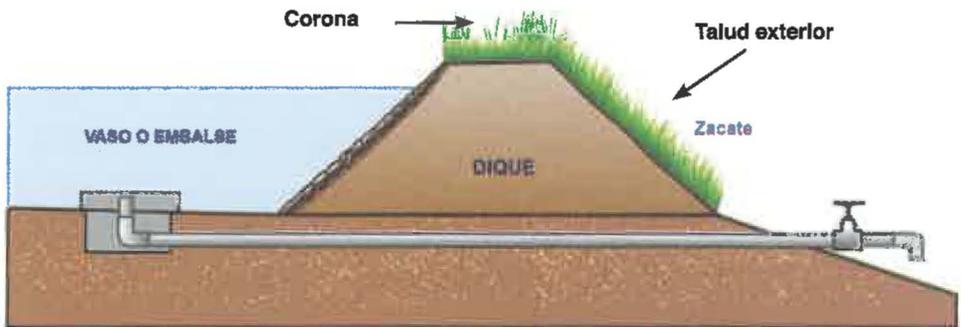


Ilustración 5: Talud exterior y corona protegidos con zacate. Fuente: CATIE.



Talud externo protegido con pastos naturales. Las raíces del arbusto pueden convertirse en un problema futuro, pues podrían llegar a romper el talud. Foto: CATIE.

Protección de taludes externos

Siembra de zacate o grama de amarre

Estos materiales protegen los terraplenes y taludes externos contra la erosión hídrica y eólica. El zacate o la grama disminuyen la velocidad de la escorrentía y el golpe erosivo de las gotas de lluvia, porque aumentan la rugosidad de las paredes y dan estabilidad a las paredes que forman el talud exterior.

Se utilizan especies de grama o zacate de rápido enraizamiento, adaptadas a las condiciones climáticas locales. Se establecen al inicio de la temporada de lluvias, sembrando semillas o plantando estolones directamente sobre la capa de suelo de los taludes externos. El vetiver es un material ampliamente usado, por su resistencia y fácil manejo.

Para garantizar una mayor estabilidad de la obra, es conveniente reforzar el talud externo del dique, colocando piedras, tierra y grama natural cuantas veces sea necesario.

Mantenimiento y protección de la corona

Para evitar que las gotas de lluvia erosionen la corona del reservorio se siembra grama o zacate de baja altura. La siembra se realiza de manera similar que con los taludes externos, descrito anteriormente. Se requiere al menos una revisión anual, para reparar las fisuras o daños que se presenten.



*Siembra de pasto de amarre en la corona, para protegerla de la erosión por la lluvia.
Foto: CATIE.*

Mantenimiento y protección del vaso

Por lo general, tras una fuerte lluvia, es muy posible que se puedan registrar daños en el reservorio y obras aledañas. Es necesario estar atentos y hacer las reparaciones correspondientes antes que el problema se agrave.

Curación del vaso: cuando se ha vaciado toda el agua del reservorio, se revisan los taludes internos y el piso. Cure con barro arcilloso o con parches las grietas que encuentre. La primera vez que el reservorio acumule agua hasta la mitad del vaso, revise que no haya grietas en el dique. Si las hay, debe repararlas de inmediato con barro arcilloso, o con parches en el plástico o en la geomembrana.

Limpieza periódica: lo más recomendable es realizar al menos tres limpiezas totales del reservorio en el año para evitar que se acumulen elementos contaminantes. En el agua estancada aparecen y crecen fácilmente las algas, que deben eliminarse para evitar que obstruyan los emisores, filtros y reguladores de presión del sistema de riego. El tratamiento más efectivo para eliminar las algas es la aplicación de sulfato de cobre en el agua, en dosis de 0,05 a 2 g/m³, según el tipo de alga.



La ausencia de obras de retención de sedimentos en el área de recarga y la falta de limpieza del reservorio dañan rápidamente la estructura. Foto: CATIE.

Reforzar el piso y las paredes con piedra y/o cemento para evitar que se erosione: una opción puede ser el uso del “terracemento”, para lo cual se coloca una malla de hierro y se refuerza con otra malla más fina (“malla de gallinero”). Luego, se prepara una mezcla con una parte de cemento, una parte de cal hidratada y dos partes de arcilla. Siempre que el ganado no transite sobre este material, puede servir como impermeabilizante por muchos años (Palma *et ál*, 2011).

Mantenimiento de la obra de toma y de la tubería

Uso de filtros para evitar ingreso de sedimentos a la tubería: el filtro bloquea el paso de las impurezas que arrastra la escorrentía, a fin de que el agua pase más limpia hacia la tubería.

Como los sedimentos tienden a quedar en el fondo del reservorio, es importante limpiarlo cada vez que las condiciones lo permitan, de preferencia antes de la entrada del invierno y después que se ha terminado de usar toda el agua en labores agropecuarias (FAO 2013, p,109).



Obra de toma desprotegida de la entrada de sedimentos y basura gruesa, como hojas o ramas que pueden obstruir la tubería de desagüe. Foto: CATIE.

Mantenimiento del vertedero o aliviadero



Vertedero con daños por erosión, que debe ser reparado cuanto antes para evitar mayores daños. Foto: CATIE.

Antes de que comience el invierno es necesario revisar el estado del vertedero, para reparar eventuales daños que pudiera tener, debido a la exposición prolongada al sol durante todo el verano.

Las altas temperaturas pueden provocar cuarteaduras o roturas en el piso y las paredes del vertedero, independientemente de si se construyó con arcilla o concreto ciclópeo.

Durante el invierno se debe revisar el vertedero después de cada lluvia y limpiar la basura arrastrada por la escorrentía, como ramas, hojas u otros desperdicios orgánicos o inorgánicos. Además se deben

reparar todos los daños provocados por el agua evacuada.

Mantenimiento de la cerca de alambre

Usualmente, los reservorios tienen una cerca perimetral para evitar el ingreso de animales al reservorio. Esta cerca requiere ser revisada periódicamente, para asegurarse que esté en buen estado o para realizar las reparaciones que sean necesarias. Los daños más frecuentes a las cercas son producidos por personas, así que nunca está demás realizar labores periódicas de vigilancia para evitar que estos daños sucedan.



Revisar periódicamente la cerca, para evitar que ingresen animales al reservorio. Foto: CATIE.

Cómo reducir la evaporación en el reservorio

Cuando los reservorios son pequeños, por ejemplo con capacidad para almacenar 500 m³ de agua, se puede utilizar tela sarán como “techo”. Esta tela reduce el paso de luz solar, generando una apreciable disminución de la temperatura en el espejo de agua y una reducción de la evaporación.

Cuando las condiciones del clima son favorables para el crecimiento de arbustos y árboles, es conveniente plantar especies nativas en partes cercanas al reservorio a una distancia mínima de siembra de 5 m del borde inferior de los taludes externos de la obra. En este sentido, se recomienda:

- Lo mejor que se puede hacer es sembrar árboles al rededor del reservorio (a excepción de la zona por donde ingresa la escorrentía).
- Sembrar los árboles en la zona noreste y sur del reservorio, ya que en la época seca el viento dominante sopla del noreste.
- Sembrar los árboles fuera de los taludes o bordes del reservorio, a una distancia mínima de 5 m del borde inferior de los taludes externos, para evitar que sus raíces rompan la estructura. Por eso, se recomiendan especies de árboles con raíces pivotantes.
- De preferencia, plantar árboles que produzcan poca hojarasca, para que no afecten la calidad del agua.

Manejo del área agrícola y del abrevadero

Los usos más comunes del agua captada en el reservorio son para riego de cultivos agrícolas y/o para los abrevaderos del ganado. En ambos casos, se requieren desarrollar prácticas de manejo que contribuyan a reducir las pérdidas y optimizar el uso del agua.

Combinar mínima labranza con cobertura vegetal



Siembra de espeque. Foto: CATIE.

la remoción de suelo se hace de forma circular, en un espacio de 25 cm alrededor de la postura. El resto de la tierra no se remueve, pero sí se cubre con los residuos de las cosechas anteriores para protegerla de la erosión.

La mínima labranza consiste en la rotura del suelo solo en las fajas o huacas donde se va a sembrar. Los residuos de cultivos o rastrojos se utilizan como cobertura que protege el suelo de la erosión y conserva la humedad.

La mínima labranza incrementa la disponibilidad de nutrientes y facilita la aplicación de abono orgánico directamente en el surco o en la huaca de siembra (FHIA 2014, p, 13).

Cuando la siembra se realiza en surcos, se remueve solamente una faja de tierra de 20 a 30 cm de ancho que será ocupada por el cultivo. La parte de tierra que queda entre surcos no se remueve.

Si la siembra requiere hacer huacas u hoyos para la colocación de la semilla,

La práctica más utilizada por los pequeños agricultores es la siembra con espeque o chuzo, que es una vara de unos 2 m de largo y provista de una punta de acero para abrir el hoyo de siembra. Con este método, la remoción de suelo alcanza aproximadamente 10 cm de diámetro por 10 cm o menos de profundidad.

Prácticas agrícolas que reducen la evapotranspiración

- Las cortinas rompe vientos, los cultivos de abrigo y de cobertura reducen la evaporación y protegen las plántulas ya establecidas (Figura 7).
- Cuando sea posible, se deben utilizar sistemas de cultivo tipo invernadero ya que por su alta eficiencia reducen la evapotranspiración.
- El riego se debe hacer cuando las temperaturas estén en su punto más bajo del día, de preferencia antes de las seis de la mañana o después de las cinco de la tarde.

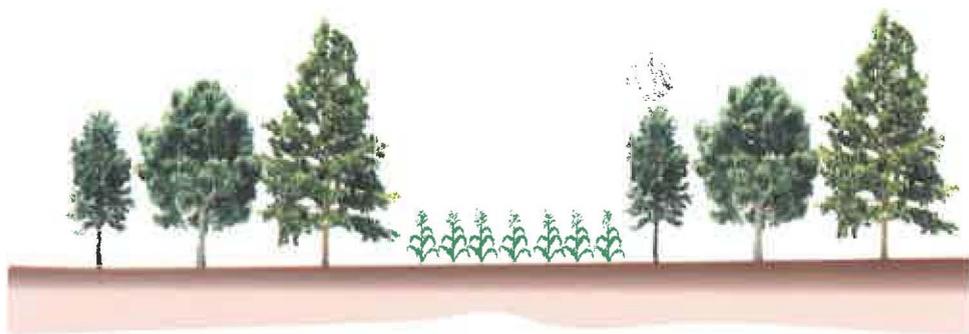


Figura 7. Las cortinas rompevientos reducen la evapotranspiración en el cultivo protegido. Fuente: CATIE.

Uso de tecnologías de riego para mejorar el aprovechamiento del agua

Microriego por goteo

El microriego por goteo es el más recomendado para sistemas de captación de escorrentía medianos y pequeños. Consiste en hacer llegar el agua gota a gota hasta la raíz de la planta, permitiéndole un mejor aprovechamiento y un uso más racional del recurso.

Con microriego se puede proveer a la planta la cantidad exacta de agua que necesita. Además, permite aplicar el fertirriego, es decir, llevar a la raíz de la planta una mezcla de agua con la cantidad exacta del fertilizante que necesita para rendir al máximo. Finalmente, el riego por goteo utiliza la gravedad como energía, lo cual reduce los costos productivos.



*El sistema de riego por goteo es el más recomendado para reservorios pequeños y medianos.
Foto: CATIE.*

Riego por aspersión con sistema tipo microjet

Es un sistema artesanal simple que distribuye el agua de manera uniforme, con un daño mínimo al cultivo y al suelo. Utiliza una amplia gama de caudales y diámetros de riego para asegurar una alta eficiencia, ahorrando agua, fertilizante y energía.



Riego por aspersión en cultivo de hortalizas. Foto: www.videoblocks.com

Microriego por gravedad

Esta tecnología se usa en áreas de riego situadas en pequeñas vegas, a las orillas de ríos o quebradas, a orillas de reservorios o en las zonas menos inclinadas de laderas. Permite utilizar la gravedad como energía.



El microriego por gravedad es menos costoso que otros sistemas, porque permite utilizar la gravedad como energía para llevar el agua hasta la planta. Foto: CATIE.



*Reservorio de Lilliam Somoza, comunidad Montañita Arriba, departamento de Chontales.
Foto: CATIE.*

Claves para aprovechar mejor el agua

- Examine su sistema de riego para asegurarse que no haya fugas de agua, líneas obstruidas o dañadas.
- Compruebe que el agua se distribuye uniformemente, sin provocar encharcamientos.
- Evite la saturación o lixiviado del suelo, asegurándose que la aplicación del riego no exceda la capacidad de infiltración del mismo.
- Establezca variedades de cultivos adaptadas a climas áridos, ya que requieren menos agua para producir.
- Riegue en las horas más tempranas de la mañana (antes de las 7:00 a.m.), para que el agua se infiltre antes de exponerse al sol; y después de las cinco de la tarde, para que las raíces de la planta aprovechen la humedad durante toda la noche.
- Convierta el agua superficial de escorrentía en agua subterránea, construyendo obras de conservación de suelos y agua en laderas. Más abajo tendrá manantiales.
- Lo más importante, conserve la flora, y si ya no hay, vuelva a sembrar los árboles nativos. Es la mejor manera de tener agua de lluvia y vida.

Uso apropiado del agua en el abrevadero

- El ganado nunca debe entrar al reservorio porque daña los taludes y ensucia el agua.
- Los bebederos o abrevaderos requieren estar cerca de los potreros, pero no muy largo del reservorio por dos razones; la primera para que la inversión en tubería sea la menor y la segunda, para evitar que el ganado pierda energía, caminando largos trechos en busca de agua.
- Revise siempre la llave de pase que regula las entradas y salidas de agua del reservorio y del abrevadero (incluidas las llaves del sistema de riego) para evitar el desperdicio.
- Chequee los bebederos con regularidad para asegurarse que estén limpios y no tengan fisuras o daños que provoquen fugas.
- Acerque solo la cantidad de ganado que pueda tomar cómodamente el agua del abrevadero.



Abrevadero con capacidad para 10 cabezas de ganado. La llave de pase permite evitar la pérdida de agua. Foto: CATIE.

Bibliografía

Carrasco J. Mora D. 2017. Zanjás de infiltración: La apuesta por la conservación de suelos y aguas. El Mercurio.

EMBRAPA, 2006. Manual de captación de aguas de lluvia. Brasil.

Mancomunidad COLOSUCA, 2011. Plan de Reforestación y Regeneración Natural de 800Mz de la Mancomunidad COLOSUCA.

Bloomfield G. Calle A. 2000. Principios para la restauración de bosques tropicales: La reforestación. Panamá. Presentación en Power Point, Panamá.

Carrasco, J. Mora, D. 2017. Zanjás de infiltración: La apuesta por la conservación de suelos y aguas. El Mercurio. Recuperado de: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2015/08/06/Zanjás-de-infiltración-una-herramienta-para-promover-la-conservación-de-suelos-y-aguas.aspx>

FAO. 2013. Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe.

FAO, 2013. Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

FAO, 2000. Manual de Captación de Aguas de Lluvia. Experiencias en América Latina. Santiago, Chile.

Fernández R. D., Martínez M. M., Ramírez O. M. 2009. Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua. Montecillos, Texcoco, Estado de México.

FHIA. Proyecto UE-Cuencas. 2004. Prácticas de conservación de suelos. Honduras.

García, G. FAO. 2011. Colección de buenas prácticas- Barreras vivas. Guatemala.

Martínez G. M. A. FAO. 2013. Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. Tegucigalpa, M.D.C, Honduras.

Matus O. CATIE, 2009. Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Turrialba, Costa Rica.

Melgar C. M., Salazar C. O. 2011. Plan de Reforestación y Regeneración Natural de 800Mz de la Mancomunidad COLOSUCA. Honduras.

Palma, C. J. 2011. ¿Cómo construir mejores aguadas para el suministro de agua al ganado?. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Proyecto Red SICTA del IICA/Cooperación Suiza en América Central. 2014. Obras de conservación de suelos y agua en laderas. Managua, Nicaragua.

Pizarro, T. R., Sangüesa P. C. et. Sociedad EIAS Ltda. 2003. Manual de conservación de aguas y suelos. Santiago, Chile.

Universidad de Chapingo. 2012. Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua. Chapingo, México.