

TÉCNICAS TRADICIONALES DE RECOLECCIÓN DE AGUA: POSIBILIDADES DE EMPLEO EN LA RESTAURACIÓN FORESTAL

Jorge Mongil Manso

Grupo de Hidrología y Conservación de Suelos. Universidad Católica de Ávila. Canteros s/n. 05005-ÁVILA (España). Correo electrónico: jorge.mongil@ucavila.es

Resumen

Los sistemas tradicionales de recolección de agua han sido empleados desde antiguo para cultivos agrícolas. Sin embargo, estas técnicas tienen una gran potencialidad en la restauración forestal, especialmente en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, sensibles a la desertificación. Dentro de estos sistemas, los que mayor aplicación tienen en la restauración forestal son los de captación de escorrentía, no en vano muchos de los actuales métodos de preparación del suelo en repoblaciones constituyen sistemas de recolección de agua de escorrentía.

Palabras clave: *Captación de agua, Cosechas de agua, Repoblación forestal, Zonas áridas y semiáridas*

INTRODUCCIÓN

La recolección de agua se define como un método para inducir, recoger, almacenar y conservar escorrentía superficial local, en zonas áridas y semiáridas, para emplearlo en la agricultura, la ganadería, la repoblación forestal o el abastecimiento a poblaciones humanas (BOERS & BEN-ASHER, 1982; CRITCHLEY & SIEGERT, 1991; FRAISER, 1994; MONGIL *et al.*, 2009). Aunque la aplicación original de estas técnicas estuvo en el campo de la agricultura (AL-LABADI, 1994), la ganadería o el abastecimiento humano, en los últimos tiempos han pasado al ámbito de las repoblaciones forestales, tanto las de objetivo principalmente productor como las de carácter restaurador o protector (CRITCHLEY & SIEGERT, 1991; PRINZ, 2001). En el primer caso, la aportación suplementaria de agua consigue mejorar la producción, mientras que en el segundo, la mayor

aportación de agua incrementa la garantía de supervivencia de los brinzales recién instalados. De esta manera, es posible hablar de una recolección forestal de agua, bien sea con fines productivos o bien con fines restauradores.

Todos los sistemas de recolección de escorrentía constan de un área de impluvio, que genera escorrentía, y un área de recepción, que recibe el agua de escurrimiento. En el área de recepción es precisamente donde se instalan los brinzales de la repoblación, cuyas necesidades hídricas se ven compensadas por el suplemento de agua recibido, además del agua de lluvia.

En este trabajo se analizan las posibilidades de utilización de algunas técnicas de recolección de agua de escorrentía en la restauración de la vegetación, indicando las dimensiones más adecuadas, algunas experiencias al respecto, y las ventajas e inconvenientes que conlleva su uso.

RECOLECCIÓN DE AGUA Y RESTAURACIÓN FORESTAL

Aunque existen otros tipos de sistemas tradicionales de captación de agua, en el ámbito de la restauración forestal se emplean principalmente aquellos que recogen agua de escorrentía superficial. Este tipo de técnicas han sido empleadas desde antiguo en la plantación de árboles frutales, y sólo recientemente en repoblaciones forestales. No en vano, algunas preparaciones del suelo para repoblación utilizadas en España funcionan como sistemas de cosechas de agua, como los acaballonados siguiendo curvas de nivel.

Las principales ventajas de la utilización de técnicas de recolección de agua para la restauración forestal son:

- La sencillez, en cuando a su planificación y ejecución
- Los costes reducidos, ya que la mayoría de ellas pueden mecanizarse
- La conservación del agua y del suelo, porque un sistema de recolección de agua bien dimensionado no sólo recoge toda la esco-

rrentía generada en el área de impluvio sino también los materiales sólidos movilizados.

Por estas razones, las técnicas de recolección de agua constituyen una buena alternativa frente a otros métodos, en la restauración hidrológico-forestal y, en general, en cualquier proyecto de restauración de la vegetación.

En la Figura 1 se muestra un diagrama que clasifica las principales técnicas y sirve para tomar una decisión sobre la elección de la técnica más adecuada en cada situación.

A continuación se analizan algunas de las principales técnicas de captación de escorrentía con objetivo de restauración forestal. En la Tabla 1 hace un resumen de la información aportada.

Microcuencas *Negarim*

Son estructuras de forma cuadrada o romboidal, rodeadas por pequeños caballones de tierra y con un hoyo de infiltración en el vértice inferior de cada una de ellas, en el que se sitúa la planta. Las microcuencas se han utilizado siempre para la plantación de frutales, puesto que fueron diseñadas especialmente para la ins-

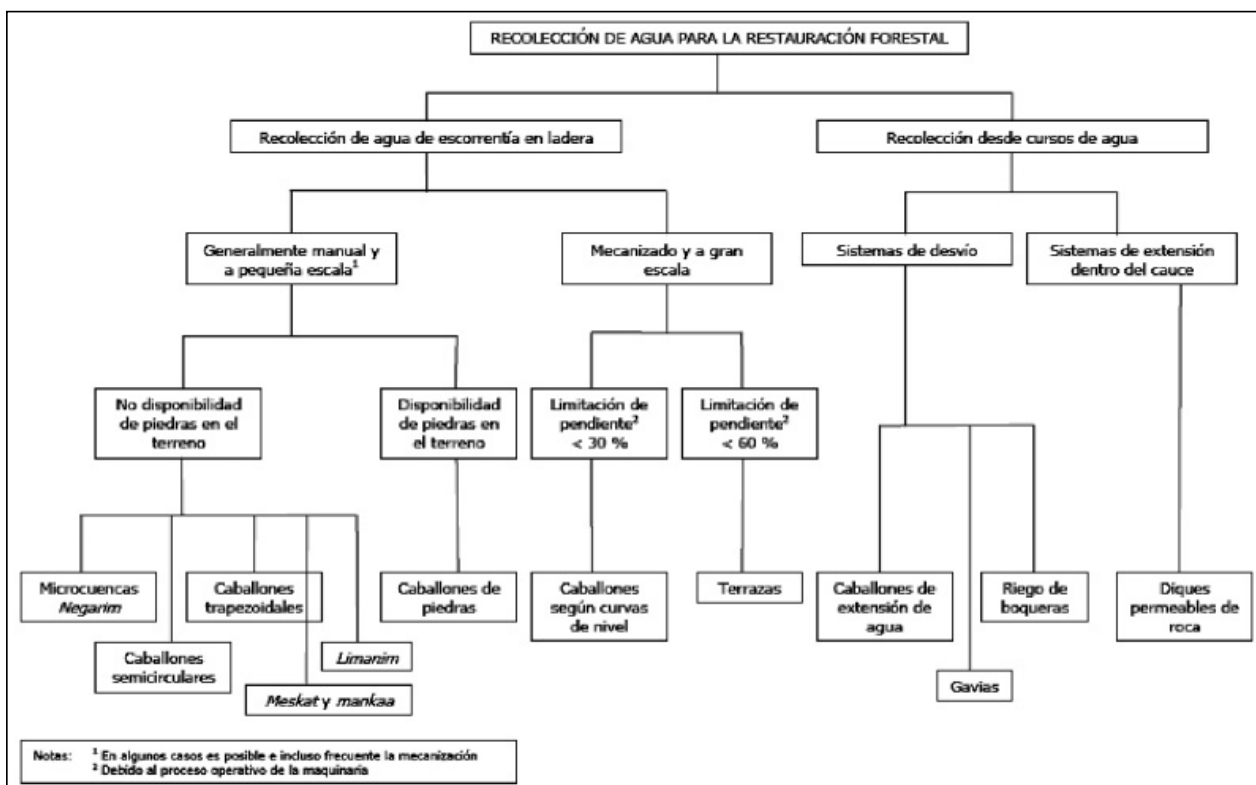


Figura 1. Clasificación y diagrama de decisión de las técnicas tradicionales de recolección de agua para la restauración forestal

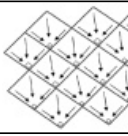
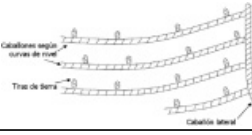
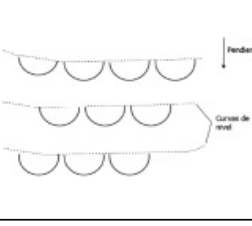
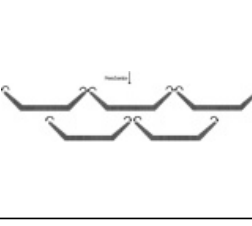
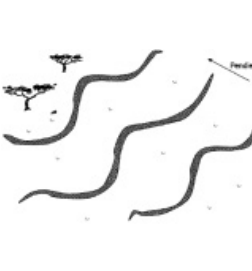
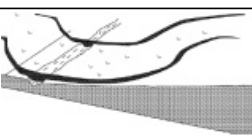
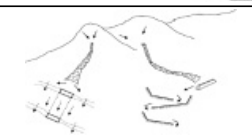
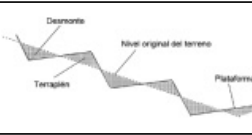
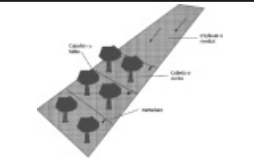
TÉCNICA	DIMENSIONES RECOMENDADAS ¹	OBSERVACIONES	CROQUIS
Microcuencas <i>Negarim</i>	9 a 36 m ² , con caballón de 25 a 55 cm. Superficies mayores dan densidades de plantación muy bajas	Muy interesante en la restauración forestal, con árboles o arbustos	
Caballones a nivel	10 a 50 m ² , con caballón de 20 a 40 cm. Superficies mayores dan densidades muy bajas	De gran interés para la restauración forestal. Mecanizable.	
Caballones semicirculares	Tradicionalmente 30 a 137 m ² . Esto da densidades bajas, salvo que se plante por bosquetes. Para plantación individual mejor de 7 a 50 m ² . Altura de caballón 25-50 cm	Interesante en la restauración forestal, especialmente si se hace de forma mecanizada. Plantación individual o en bosquetes	
Caballones trapezoidales, <i>Limanim</i>	El tamaño tradicional es excesivamente grande, salvo para plantación por bosquetes. Es más interesante tomar caballones de unos 30 m ² . Altura de caballón hasta 60 cm	Muy interesante en la restauración forestal, para plantación individual o de bosquetes	
Caballones de piedra	Longitud según convenga. Altura mínima 25 cm. Separación entre caballones normalmente 15-30 m	Interesante especialmente en terrenos pedregosos. Similar a los diques de reconstitución ya utilizado en restauración hidrológico-forestal en España	
Diques permeables de roca	Longitud sin límite, según la anchura del cauce.	Uso limitado a lugares muy concretos	
Caballones de extensión de agua	Dimensiones indiferentes dado que sirven para instalación de bosquetes y no de árboles individuales	Uso en lugares concretos para la creación de bosquetes	
Terrazas	En España, las terrazas forestales tienen plataformas de unos 3 m de anchura	Muy interesante en la restauración forestal, en las condiciones adecuadas	
<i>Meskat</i> y <i>mankaa</i> , gavias	Las dimensiones para <i>meskat</i> y <i>mankaa</i> son variables. Gavias: 3.000 m ² de superficie y 0,6-1 m de altura de trastón	Uso en lugares concretos para la creación de bosquetes	

Tabla 1. Resumen del uso de las técnicas tradicionales de recolección de agua para la restauración forestal. Las dimensiones indicadas son las que, dentro de las que se han venido utilizando tradicionalmente, se consideran más adecuadas para la restauración forestal, fundamentalmente en base a un análisis realizado con el modelo hidrológico MODIPÉ (MARTÍNEZ DE AZAGRA, 1996)

talación de árboles. También han sido empleadas para el establecimiento de especies forestales, aunque con menores espaciamentos. En nuestro país, esta técnica fue introducida a nivel teórico y experimental pero no se han realizado con ella repoblaciones a gran escala. El inconveniente principal de aplicación en restauración forestal no es técnico, sino económico. A pesar de que la realización de los hoyos se puede mecanizar, la construcción del caballón perimetral de tierra que define las microcuencas sólo puede construirse de manera manual, lo que supone un encarecimiento sustancial de la obra. No obstante, este incremento en los costes queda plenamente justificado en zonas muy secas, debido a la cantidad de agua que se logra recoger. Por otro lado, sería deseable el diseño de un apero que pudiera realizar de forma mecanizada los caballones, si no para formar microcuencas completas, sí la variante consistente en microcuencas en forma de “V”.

Caballones según curvas de nivel

Se trata de la construcción, generalmente mecanizada, de caballones de tierra siguiendo curvas de nivel. De esta manera se compartimenta la ladera en unidades más pequeñas. Tradicionalmente se realizan también unos caballones más pequeños, perpendiculares a los anteriores y separados varios metros, que delimitan las microcuencas. Esta técnica puede asimilarse a preparaciones del suelo tales como acaballonado con desfonde u otros acaballonados, utilizados con mucha frecuencia en España desde hace varias décadas. Se han llevado a cabo experiencias satisfactorias en la plantación de árboles con este método en Baringo (Kenia), donde se han instalado especies de los géneros *Acacia*, *Prosopis* y *Combretum* (CRITCHLEY & SIEGERT, 1991). También se emplean actualmente con mucha frecuencia en la restauración forestal en Israel.

Caballones semicirculares

Este tipo de caballones, también denominados medias-lunas, son unos bancales de tierra de forma semicircular, cuyos extremos se sitúan sobre curvas de nivel. La plantación de árboles en caballones semicirculares tiene un precedente con buenos resultados en la provincia de

Tahoua (Níger). Allí y en otros lugares se han plantado, por ejemplo, almendros, albaricoqueros, melocotoneros, pistachos, olivos, granados y arbustos para ramoneo (estos últimos en el noroeste de Siria), según relata PRINZ (2001). En nuestro país, GARCÍA SALMERÓN (1995) cita esta técnica, pero no se ha encontrado constancia de haber sido empleada en repoblaciones forestales. Este método de preparación del suelo tiene una gran aplicación en repoblaciones en zonas semiáridas. Sin embargo, conviene adaptar las dimensiones utilizadas tradicionalmente, reduciendo su tamaño, para poder aumentar la densidad de plantación. Por otra parte, para reducir costes, es necesario idear un apero adaptable a un tractor que pueda perfilar mecanizadamente los caballones. En este sentido, algunos intentos ya se han llevado a cabo con éxito.

Caballones trapezoidales, *Limanim*

Estas estructuras son similares a los caballones semicirculares, aunque en este caso su forma es trapezoidal, con un caballón base que sigue curvas de nivel, conectado a otros caballones laterales con un ángulo de 135°. Al igual que los caballones semicirculares, los caballones trapezoidales son técnicas muy interesantes para adaptarlas a la repoblación forestal en zonas áridas y semiáridas. Como se ha indicado para otros casos, la mecanización de estas obras es indispensable para reducir su coste. Es necesario también reducir el tamaño de cada estructura considerablemente (respecto a las dimensiones tradicionalmente empleadas), para que las densidades de plantación puedan ser mayores (como requiere una repoblación). También cabe la posibilidad de repoblar por bosquetes espaciados. Así ocurre también en los *limanim*, que son presas de tierra utilizadas en Israel para la plantación de bosquetes de árboles, que tiene forma aproximadamente de media luna o trapezoidal y pueden llegar a tener varias decenas de metros de longitud. En la zona próxima a la presa de tierra en la que se concentra el agua, se plantan los árboles, que reciben así una cantidad de agua mayor que las propias precipitaciones de la zona. El sistema *liman* se utiliza en cuencas de superficie variable o en *wadi* (cauces de zonas áridas que drenan escorrentías abundantes y erráticas) de fondos planos o lechos anchos.

Cuando los *limanim* se sitúan en *wadi*, pueden construirse en serie a lo largo del lecho, y en este caso sería algo similar a los *wadi* aterrizados, tradicionalmente utilizados en el norte de África, Oriente Medio e incluso en España.

Caballones de piedras según curvas de nivel

Estas estructuras consisten en la creación de unos cordones de piedras siguiendo curvas de nivel, que interceptan la escorrentía. Han sido utilizados con cierta frecuencia en algunos países africanos para la plantación de especies arbóreas (por ejemplo, en Burkina Faso). En principio puede parecer un sistema de muy escasa aplicación en la repoblación forestal de nuestro país, pero esta técnica puede resultar útil para reforestar laderas pedregosas, en las que con una retroexcavadora de cazo especial se creen caballones continuos o discontinuos de piedras y tierra, con el fin de retener e infiltrar un bien tan preciado como es el agua. De hecho, en algunas restauraciones hidrológico-forestales de hace algunas décadas se emplearon los llamados diques de reconstitución, que consistían en cordones de piedras que seguían curvas de nivel. Es también una técnica muy interesante de conservación de suelos.

Diques permeables de roca, barrancos aterrizados

Los diques de roca son unos muros dispuestos perpendicularmente a los cauces (*wadi* o ramblas) con la finalidad de frenar y extender lateralmente el caudal circulante en determinados momentos. Los diques no se limitan sólo al propio cauce, sino que se extienden a ambos lados varias decenas de metros. Han sido utilizados para suministrar agua a plantaciones de frutales en regiones muy áridas. Su utilidad principal consiste en ampliar las zonas regadas por las aguas efímeras de cauces secos. Su limitación espacial resulta evidente, ya que tan sólo en lugares muy concretos podrá ser de aplicación para la repoblación forestal en España. Si en vez de extender lateralmente los diques, simplemente se realizan unos bancales de piedra atravesados al cauce (de orilla a orilla) cada cierto espacio, se trataría de la técnica denominada *wadi* aterrizados, barrancos aterrizados, nateros (en Canarias), paratas (en el levante

peninsular) o *jessours* (en Túnez). Esta técnica es muy interesante tanto en restauración forestal como en la lucha contra la erosión en barrancos.

Caballones de extensión de agua

Este sistema consiste en unos diques que interceptan el caudal de un cauce efímero, y lo dirigen a zonas de cultivo en las que el agua queda retenida mediante unos caballones. Aunque el interés de esta técnica para la repoblación forestal pueda parecer escaso en un principio, es posible utilizarla para la creación de bosquetes de árboles o para la instalación de especies arbustivas. Las zonas en las que se establecen los brinzales, delimitadas por los caballones, se ven beneficiadas por el agua desviada de un cauce, que de otra forma se desaprovecharía.

Terrazas

Las terrazas, es decir, la creación de plataformas horizontales o con cierta contrapendiente mediante desmontes y terraplenes, son una preparación del suelo ampliamente utilizada en repoblaciones forestales de zonas áridas. En España se han utilizado muchísimo para restauración forestal y en algunos casos de forma algo desafortunada. A pesar de que su uso prácticamente ha desaparecido en nuestro país, por ser una técnica controvertida debido al impacto ambiental que puede producir, en base a sus efectos hidrológicos positivos (retención de escorrentía) es una preparación del suelo interesante para laderas con suelos muy degradados, en zonas de precipitación escasa y torrencial. Para que la preparación minimice los impactos y cumpla con las funciones que se le encomiendan, es posible establecer dos condiciones de aplicación. Por un lado, se trata de reducir al máximo el movimiento de tierras y la remoción del suelo; y por otro, de ajustar el diseño a las necesidades del ecosistema, es decir, el dimensionado debe basarse en la economía del agua (MARTÍNEZ DE AZAGRA et al., 2002). A nivel internacional, han sido utilizadas para cultivos arbóreos en Túnez, Camerún, Sudán, Etiopía, Nigeria y otros países subsaharianos (PRINZ, 2001). En Jordania son muy empleadas por el *Jordanian Forestry Department* en repoblaciones con pinos (AL-LABADI, 1994). Por último, en Israel son frecuentes en restauración forestal las terrazas de piedra, que frenan y retienen la esco-

rentía, y son muy valoradas en la estabilización de cárcavas y barrancos.

Meskat y mankaa, gaviás

En ambos casos se trata de estructuras que producen e interceptan la escorrentía superficial y la conducen a un área de recepción, donde se retiene el agua y se facilita su infiltración. En España su uso se limita a lugares muy concretos, pero puede resultar muy interesante especialmente en la creación de bosquetes de árboles.

En la Tabla 1 se muestra un resumen de las técnicas tradicionales de recolección de agua que pueden ser utilizadas en la restauración forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- AL-LABADI, A.M.; 1994. *Water harvesting in Jordan: existing and potential systems. Water harvesting for improved agricultural production*. Water Reports 3. FAO. Rome.
- CRITCHLEY, W. & SIEGERT, K.; 1991. *Water harvesting*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- GARCÍA SALMERÓN, J.; 1995. *Manual de repoblaciones forestales II*. E.T.S. de Ingenieros de Montes (Fundación Conde del Valle de Salazar). Madrid.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A.; 1996. *Diseño de sistemas de recolección de agua para la repoblación forestal*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A.; MONGIL, J. & FERNÁNDEZ DE VILLARÁN, R.; 2002. Estudio hidrológico del aterrazado con subsolado mediante el modelo MODIPÉ. *Ecología*, 16: 37-44.
- MONGIL, J.; MARTÍNEZ DE AZAGRA, A.; SÁNCHEZ, E. & GARCÍA, M.; 2009. Sistemas tradicionales de recolección de escorrentía en laderas. *En: J. Navarro, A. Martínez de Azagra y J. Mongil (Coords.), Hidrología de conservación de agua. Captación de precipitaciones horizontales y de escorrentías en zonas secas*. Servicio de Publicaciones Universidad de Valladolid. Valladolid.
- PRINZ, D.; 2001. Water harvesting for afforestation in dry areas. *In: Proceedings, 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems, Mannheim*.