

ASPECTOS HIDROLÓGICOS DE LAS REPOBLACIONES Y DE LA FORESTACIÓN DE TIERRAS AGRARIAS. MODELOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL

E. De Simón Navarrete, I. Bocio Peralta & J. A. De Simón Gallego

Centro de Investigación y Formación Agraria de Granada. Camino de Purchil s/n - 18080 GRANADA

1. INTRODUCCIÓN

Para plantear una repoblación es necesario considerar una serie de fundamentos hidrológicos, tanto a nivel local, como a nivel de cuenca hidrológica. En ambos casos, la preparación del terreno juega un papel esencial en el control de las escorrentías superficiales y subsuperficiales, ya que pueden ser aprovechadas en sus primeras edades por la vegetación que se trata de implantar en el suelo. Ello contribuye, no sólo a la mejora de la vegetación instalada, sino que a largo plazo puede favorecer incluso el comportamiento del ciclo hidrológico en todo el sistema cuenca.

En las actuaciones puntuales, las técnicas de repoblación tienen unos fundamentos y una justificación hidrológica marcada, que se agudiza en climas mediterráneos, en los que existe un periodo de sequía estival más o menos prolongado, que puede condicionar la permanencia o no de la forestación.

Los sistemas de preparación del terreno (bien sean banquetas, caballones, subsolados, fajas, etc.) llevan implícitos unas funciones de carácter hidrológico que permiten mejorar las condiciones iniciales de la repoblación, ya que incrementan las disponibilidades de agua en el entorno de las plantas objeto de repoblación.

A nivel de cuenca hidrográfica, la cubierta vegetal, fundamentalmente el bosque, representa un factor estabilizador de la misma ante los mecanismos torrenciales; pues contribuye tanto a incrementar la infiltración, ya que la vegetación aumenta la porosidad del suelo; como a disminuir la velocidad de la lámina de escurrido superficial, pues incrementa la rugosidad de la superficie por la que circula y, por último, favorece el flujo subsuperficial del agua en los periodos de precipitaciones abundantes. En síntesis, el tapiz vegetal es un regulador natural de los recursos hídricos (J.A. MINTEGUI 1.996).

Por otro lado, las actuaciones de repoblación deben tener como objetivo el uso racional de los dos recursos básicos de los que disponen y que, a su vez, necesitan los sistemas agrarios: el agua y el suelo.

Con la repoblación se consigue la retención del suelo mediante el control de la erosión, tratando al mismo tiempo de aprovechar este recurso. Por ello, en los terrenos erosionados o que presentan una alta vulnerabilidad a la erosión, resulta necesario realizar trabajos de conservación de suelos, al tiempo que se ejecutan las actuaciones de preparación del terreno en el entorno donde posteriormente se van a introducir las plantas. Ambas acciones tienen unos fines esencialmente hidrológicos, porque se trata de diseñar y construir

unas estructuras hidrológicas, en el propio terreno donde tiene lugar la forestación, que controlen las escorrentías en beneficio de las plantas que se introducen y, al mismo tiempo, impidan el arrastre del suelo, evitando de este modo la pérdida del mismo por la erosión.

Estas labores influyen también en el incremento de la capacidad de campo y en la cantidad de agua retenida por el suelo.

En las áreas mediterráneas, estos trabajos de preparación del terreno previos a la repoblación, así como las medidas de conservación de suelos, no sólo constituyen unos requisitos indispensables desde el punto de vista de la ingeniería forestal, sino que además tienen una respuesta muy favorable de la vegetación repoblada, ya que le permite disponer a ésta de una mayor cantidad de agua, cuanto menos superior a la que le proporcionaría la estación, si no se realizarán actuaciones de esta naturaleza.

Este incremento de las disponibilidades de agua y del control de la erosión, obtenido mediante las labores indicadas, tiene su periodo de eficacia hasta que la vegetación forestada, adulta y con capacidad de regeneración, constituya su propio microclima, en beneficio de sí misma y de su entorno, lo que con demasiada simpleza le llamamos medio natural o medio ambiente.

2. PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del terreno debe hacerse aplicando procedimientos de preparación del suelo que mejoren temporalmente sus propiedades y favorezcan la instalación de la repoblación, poniendo en el entorno de la planta repoblada un volumen de tierra eficaz, más o menos mullida, que facilite el desarrollo de los sistemas radicales y permita que las raíces de las plantas repobladas puedan prospectar volúmenes útiles de suelo inviables en suelos sin tratar. En climas secos y semiáridos, la preparación del suelo puede ser determinante para la supervivencia de la repoblación en sus primeros años.

Cuando el suelo carece de una cubierta de matorral que pueda evitar los efectos de los

impactos de las gotas de lluvia sobre el suelo y la formación de escorrentías, los procedimientos de preparación del suelo deben contemplar la regulación del flujo de agua que se produce con los episodios de lluvia de fuerte intensidad y que provoca que tales terrenos constituyan importantes focos de erosión acelerada.

La primera consecuencia derivada de las precipitaciones de carácter torrencial es la formación de una potente lámina de escorrentía en la ladera, que conforme circula aguas abajo va aumentando su velocidad y calado, incrementando con ello su capacidad de arrastre del suelo (J.A. MINTEGUI; E. DE SIMÓN, 1993).

En las zonas donde se pueden producir lluvias intensas, es conveniente preparar el terreno construyendo pequeñas estructuras hidráulicas de conservación de suelos, como las fajas y caballones, que permiten controlar la capacidad tractiva de las escorrentías y reducir los procesos erosivos desde el inicio de la forestación.

Los procedimientos de preparación del terreno que se apliquen para regular las escorrentías, utilizando sus caudales en beneficio de la repoblación, y las estructuras hidráulicas necesarias para regular el escurrido del agua, representarán una modificación temporal del comportamiento hidráulico de la ladera, ya que se hace una parcelación de la misma en cuencas de contorno o fajas intermitentes con desagüe, con base en una faja o caballón. Con la construcción de estas estructuras será posible controlar la velocidad del flujo por debajo de los límites erosivos al evitar una excesiva acumulación de caudal.

Con el fin de evitar que en los episodios de lluvia de gran intensidad se produzca una acumulación de caudal que pueda romper las estructuras de conservación de suelos construidas y provocar una rotura en cadena de las situadas aguas abajo de la ladera, las fajas y los caballones deben tener los desagües necesarios, que deben confluir en el drenaje natural del terreno, para asegurar su estabilidad.

Como complemento a los procedimientos de preparación del suelo es muy conveniente

aplicar técnicas de cosecha de agua basadas en la captación de escorrentías.

La técnica de cosecha de agua se ha practicado secularmente por los agricultores de las zonas mediterráneas semiáridas y se basa en coleccionar agua recogida en el impluvio de una microcuenca y dirigirla mediante regueros laterales a la zona de plantación. Esta técnica tradicional se ha actualizado para su aplicación en las repoblaciones empleando maquinaria forestal diseñada para estos trabajos o adaptando la existente para trabajos agrarios. El impacto sobre el medio y el paisaje es temporal y muy bajo, y puede ser asumido sin causar perturbaciones.

El análisis de los beneficios que proporciona este tipo de técnicas de cosecha de agua en el establecimiento y desarrollo de una forestación es la base del Proyecto de Investigación FO-96022, llevado a cabo por el Departamento Forestal del CIFA de Granada y financiado por el INIA y la CICYT, sobre "Evaluación de técnicas de repoblación aplicadas a la forestación de tierras agrarias".

2.1. Fundamentos hidrológicos de la preparación del terreno

La preparación del suelo puede mejorar temporalmente su estructura y aumentar su capacidad de retención de agua y sus reservas hídricas pero, a su vez, puede producir impactos negativos, no deseados, en el suelo y en el paisaje.

En las zonas mediterráneas la preparación del suelo debe realizarse de forma que se mejore notablemente su capacidad de acogida y se puedan aumentar sus reservas hídricas, facilitando así el desarrollo inicial de la repoblación, especialmente sus sistemas radicales.

Los procedimientos de preparación del terreno, bien sean puntuales, lineales o areales, tienen unos fundamentos y una justificación hidrológica marcada que se agudiza en los climas mediterráneos, en los que existe un período de sequía estival, más o menos prolongado, que puede condicionar la permanencia de la forestación.

En este sentido, la preparación del terreno lleva implícita unas funciones de carácter hidrológico porque mejoran las disponibilidades de agua en el entorno de las plantas, objeto de forestación, y permiten mejorar las condiciones iniciales de la repoblación.

2.2. Objetivos de la preparación del suelo

La preparación del suelo se realiza construyendo sobre su superficie pequeñas estructuras hidráulicas con la propia tierra del suelo que pueden cumplir las siguientes funciones:

<u>Función</u>	<u>Actuación</u>
- Control de la erosión	- Conservación de suelos
- Ordenar el drenaje natural y desaguar las escorrentías	- Sistematización del terreno
- Aumentar la cantidad de agua que puede disponer la repoblación en un periodo de establecimiento	- Cosecha de agua
- Mejorar la capacidad de retención de agua y favorecer la infiltración en el entorno de cada planta repoblada	- Mejora temporal de la estructura suelo
- Facilitar las labores de plantación y los primeros desarroyos de la repoblación	- Mejora de las condiciones iniciales medio

En las zonas mediterráneas, la preparación del suelo está íntimamente relacionada con el agua, y todos los procedimientos de preparación del mismo se justifican si mejoran la cantidad de agua que puede utilizar la vegetación repoblada en la fase inicial de la repoblación y en los primeros años de su desarrollo.

Los agricultores de las zonas mediterráneas semiáridas han practicado técnicas de manejo de escorrentías que asociadas a los procedi-

mientos de preparación del suelo pueden tener un alto nivel de eficacia en las repoblaciones.

3. OBRAS DE SISTEMATIZACIÓN DEL TERRENO Y DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Las obras de sistematización del terreno deben planificarse atendiendo a las consideraciones siguientes:

- a) El porcentaje de escorrentía se incrementa al disminuir el tamaño de la cuenca (J.L. AYUSO, F. CIRIA y J.V. GIRALDEZ, 1982).
- b) Las obras de preparación del suelo y de sistematización del terreno, tienen una duración limitada y su eficacia irá disminuyendo en la medida que los agentes atmosféricos actúen sobre ellas.
- c) Cuando se producen escorrentías superficiales en episodios de lluvias de fuerte intensidad, los flujos de las zonas de impluvio se acumulan en el canal de desagüe situado en la base de la microcuenca, por lo que las obras de preparación del terreno y de conservación de suelos deben tener un aliviadero por el que desagüen, los caudales que exceden a su capacidad de regulación, a la red inicial de drenaje. En estos casos será necesario escalonar el colector mediante diquecillos de piedra en seco o gaviones.

En las estructuras puntuales, como son las banquetas con microcuenca, los aliviaderos estarán en la intersección del plano que forma la explanación de la banqueta con el plano del terreno, por los que los volúmenes excedentes se integrarán en el flujo de escorrentía superficial de la ladera.

En las estructuras lineales, los canales que formen las fajas o los caballones deben calcularse con la sección suficiente para que no puedan rebosar sobre el impluvio inmediatamente inferior.

La sistematización del terreno debe cumplir dos normas esenciales para que sean eficaces en el control de las escorrentías y no produzcan erosiones no deseadas:

1. No deben alterar los drenes naturales por donde se descargan las aguas de escorrentía que exceden a la capacidad de retención del suelo y de la vegetación.
2. Las estructuras de conservación de suelos y de sistematización del terreno deben tener siempre un extremo por donde se viertan directamente a la red de drenaje los posibles caudales que no puedan retener el suelo y el canal de la estructura (faja o caballón).

Las redes de drenaje se modelan de acuerdo con el volumen de agua que reciben, la topografía del terreno, las características hidráulicas de la cuenca y la vegetación.

4. MODELOS DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS RECEPTORAS Y RECOLECTORAS DE AGUA PARA LA PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para utilizar el agua de escorrentía en beneficio de la repoblación se pueden realizar dos tipos de preparación del terreno, uno lineal, en cuencas de contorno o en fajas intermitentes, y otro puntual, en banquetas con microcuenca.

Las cuencas de contorno y las fajas intermitentes permiten instalar varias plantas en línea y las banquetas con microcuenca árboles individuales o pequeños grupos. En ambos casos la zona de plantación se beneficia de la escorrentía generada en la zona de impluvio directo, que hace las veces de cuenca colectora. Su superficie de impluvio se puede ampliar construyendo regueros laterales que actúan como colectores de las escorrentías generadas en los impluvios ampliados.

Las preparaciones del suelo más utilizadas en las repoblaciones suelen ser (Cuadros 1 y 2):

- Preparaciones lineales:
 - * Fajas.
 - * Caballones.
 - * Fajas intermitentes con desagüe.
 - * Acaballonado superficial (terrazza volcada).

Cuadro 1. Planificación de una repoblación realizada mediante una sistematización del terreno basada en las disponibilidades hídricas del terreno		
Rodales	Características	Especies de repoblación • Vegetación restaurada
1. Zonas de impluvio: exportadoras de escorrentías.	* Pendientes pronunciadas * Ambientes más secos * Suelos erosionados * Suelos poco profundos * Suelos de menor potencial biológico	* Especies más frugales: arbustivas y matorral * Especies colonizadoras: matorral y pinos • Matorrales • Pinar • Pinar claro con matorral
2. Zonas de acumulación de sedimentos: receptoras de escorrentías	* Pendientes suaves * Ambientes más húmedos o menos secos * Suelos profundos * Suelos de mayor potencial biológico	Especies más exigentes y de mayor porte: - arbóreas - arbustos - matorral arbustivo • Formaciones arbóreas con arbustos • Matorral arbustivo
3. Zonas de transición: Dominio de la diversidad de especies y estructuras	* La microtopografía del terreno origina una amplia diversidad de situaciones de transición que favorecen la diversidad: - especies - estructuras vegetales	* Variedad de especies más o menos exigentes: - Árboles - Arbustos - Matorrales • Mosaico de formaciones arbóreas mixtas con arbustos, en bosquetes o dispersas entre los matorrales
4. Zonas de acumulación de escorrentías de las dos vertientes	* Ambientes húmedos	* Especies riparias: - Arbóreas - Arbustivas - Matorral • Bosques en galería • Galerías secas de arbustos y matorral • Galerías húmedas de arbustos, árboles y matorral

- Subsulado profundo con formación de un pequeño caballón.
- Preparaciones puntuales:
 - * Hoyos.
 - * Banquetas.
- Todas estas estructuras constan de las siguientes partes:
 - Zona de impluvio:

- * recibe y cosecha el agua de lluvia.
- Base de la microcuenca:
 - * Zona donde se reciben las escorrentías que se generan en la zona de impluvio.
- Canal de desagüe:
 - * Parte de la estructura donde se reciben las escorrentías y suele coincidir con la base de la microcuenca. Debe tener un

Cuadro 2. Técnicas de preparación del terreno aplicables a una restauración forestal hidrológica

Actuación	Efectos sobre la economía del agua	Técnica aplicada
1. Sistematización del terreno	<ul style="list-style-type: none"> * Cortar la sábana de agua que escurre por la ladera e impedir que adquiera la energía cinética suficiente para iniciar la erosión (J. M^a. GARCÍA NÁJERA, 1954). * Favorecer la infiltración aprovechando gran parte de la capacidad de absorción del suelo. * Ordenar la red de drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> * Construir en la superficie del terreno y con la misma tierra del suelo: <ul style="list-style-type: none"> - cuencas de contorno. - fajas intermitentes con desagüe ó banquetas de infiltración. Estas sencillas estructuras de infiltración y de desagüe forman canales que surcan la ladera. Siguiendo curvas de nivel. La ladera queda dividida en impluvios cuya base es un caballón o una faja, que recoge el agua de sus correspondientes impluvios, y conducen los caudales que no quedan retenidos en el suelo a la incipiente red de drenaje formada por pequeños barrancos.
2. Cosecha de agua.	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de la cantidad de agua de escorrentía directa que pueden recibir cada planta o grupo de plantas repobladas en los episodios de lluvias que generan flujos superficiales de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> * Formación de cuencas de contorno que reciben en su base los caudales intercalares de escorrentía que se generan en sus impluvios. * Ampliar la superficie de impluvio mediante colectores laterales en forma de surcos que dirigen las escorrentías a la base de la microcuenca.
3. Preparación superficial del suelo en el entorno de la repoblación.	<ul style="list-style-type: none"> * Aumentar la capacidad de retención del suelo, limitada por su composición, textura y profundidad. 	<ul style="list-style-type: none"> * Laboreo en el entorno de la repoblación para mejorar la estructura superficial del suelo y aumentar su conductividad hidrául. y capacid. de retención.
4. Preparación profunda del suelo en surcos lineales siguiendo curvas de nivel	<ul style="list-style-type: none"> * El aumento de la profundidad del suelo aumenta notablemente su capacidad de retención 	<ul style="list-style-type: none"> * Subsulado profundo en las preparaciones lineales. * Construcción de hoyos profundos sin alterar los horizontes del suelo en las preparac. puntuales.

amplio perímetro mojado para aumentar la superficie de contacto del suelo con el agua y facilitar su retención.

- Vertedero lateral:

* Situado en un extremo de la estructura con el fin de que se puedan desaguar directamente a la red de drenaje los caudales que escuden a su capacidad de carga.

4.1. Microcuencas

Desde antiguo, los agricultores de las zonas mediterráneas secas y semiáridas han practicado este tipo de técnicas de conservación del suelo y manejo de escorrentías que asociadas a los procedimientos de preparación del suelo pueden tener un alto nivel de eficacia en las repoblaciones ya que permiten proporcionar a la plantación una mayor cantidad de agua en los períodos de mayor necesidad.

Su construcción permite aumentar la superficie de impluvio y organizar la superficie del terreno en cuencas recolectoras de agua de escorrentía superficial, de forma que toda la escorrentía generada en la microcuenca se conduce a su base, que es la zona de plantación, y donde se desarrollan los sistemas radicales en la etapa de implantación de la repoblación. Para aumentar los impluvios directos se forman regueros laterales que sirven para definir la microcuenca y dirigir las escorrentías a la banqueta o a pequeños caballones o fajas intermitentes.

En la base de la microcuenca, las plantas repobladas pueden disponer de un volumen de agua superior al que tiene la vegetación de su entorno que le permite mejorar su desarrollo.

4.2. Cuencas de contorno

Son terrazas de absorción paralelas construidas siguiendo curvas de nivel sobre terrenos con una cierta pendiente.

Estas fajas cortan la pendiente natural del terreno y lo dividen dos zonas:

1. Cuenca receptora constituida por el terreno situado entre dos fajas contiguas, y que actúa como zona de impluvio.
2. Base de la cuenca, formada por un caballón o una faja de reducida pendiente (5 por 1.000), con un dispositivo de desagüe para evacuar los excedentes directamente a la red secundaria de drenaje.

Su construcción se simplifica mucho con respecto a las microcuencas individuales mecanizando todo el proceso.

Su construcción se adapta a las características del terreno y debe hacerse una buena nive-

lación de la base de la cuenca (una faja o un caballón) para que no se produzcan acumulaciones de agua en su trazado. El dimensionado del canal, que constituye la base de la cuenca, y la separación entre dos contiguos dependen de la pendiente del terreno, de las precipitaciones máximas para un periodo determinado y del suelo, con el fin de que cada línea de plantas pueda tener el impluvio necesario para poder reducir sus déficit hídricos en el periodo de implantación y primeros desarrollos.

Las obras de sistematización del terreno se tienen que adaptar a la topografía y a la estructura de la red de drenaje, pudiéndose llevar a cabo cuando la pendiente del terreno es inferior a la de resbalamiento del tractor.

La utilización de tractores de alta estabilidad permite la construcción de cuencas de contorno siguiendo curvas de nivel en pendientes fuertes, ya que mantienen la horizontalidad de la cabina.

A efectos de preparación del suelo y de cultivo de escorrentías, las cuencas lineales se pueden reducir a un surco formado por un subsolado profundo con un pequeño caballón en la línea inferior para facilitar la recogida de escorrentías.

A su vez, se puede aumentar la capacidad de retención construyendo un caballón sobre un subsolado, siendo necesario, en ambos casos, conservar la red de drenaje natural, de manera que el canal, más o menos definido, que forman los caballones, pueda tener siempre su drenaje en las barranqueras o barrancos que forman la red de desagüe natural.

4.3. Fajas intermitentes con desagüe

Por el interés que puede tener su aplicación para las repoblaciones hidrológicas, se describe la preparación del suelo en fajas intermitentes con desagüe, también llamadas banquetas de infiltración, descritas por el profesor J. M^a. GARCÍA NÁJERA (1962).

Con la construcción de fajas intermitentes con desagüe y de caballones se divide la ladera en pequeñas cuencas lineales, que tienen como base un faja o un caballón. Estas estructuras forman con el terreno un pequeño

canal que recoge el agua de sus correspondientes impluvios, y por los que se pueden desaguar los volúmenes que exceden a su capacidad de regulación hacia los colectores naturales que forman la red inicial de drenaje de la ladera.

Estas obras realizadas enteramente en tierra forman un ángulo muy pequeño con las curvas de nivel, con una reducida pendiente cuyo valor óptimo es del 5 por 1.000 (J. M^a. GARCÍA NÁJERA, 1962).

La ladera queda así reticulada en pequeñas cuencas lineales que recogen el agua de sus correspondientes impluvios. El conjunto de estas obras de sistematización del terreno es una red de drenaje construido en la misma superficie del terreno, cuyo periodo de eficacia deberá ser el que necesita la repoblación para proporcionar al suelo la protección necesaria. Su efecto consiste en cortar la sábana de agua que baja por la ladera e impedir que adquiera la energía suficiente para iniciar la erosión (J. M^a. GARCÍA NÁJERA, 1962).

La retención del agua en los canales que forman los caballones, las fajas o el surco de un subsolado profundo y la pequeña velocidad que pueden alcanzar las escorrentías entre cada dos caballones, hacen que se facilite la infiltración, constituyendo estas estructuras verdaderas fajas de infiltración.

5. PLANTEAMIENTO DE LAS FORESTACIONES EN BASE A LAS DISPONIBILIDADES DE AGUA EN EL SUELO

En la Región Mediterránea, el mejor comportamiento de las repoblaciones, en cuanto a crecimiento y recuperación de comunidades vegetales maduras, está siempre ligado a una situación relacionada con el movimiento del agua en la unidad hidrológica que permita tener una mayor disponibilidad de agua útil en el suelo.

En general, hay dos situaciones en las que vegetación pueda tener unas condiciones más favorables en cuanto a la cantidad real de agua que puede ser utilizada por la vegetación:

1. Las zonas receptoras de escorrentías que incrementan la cantidad de agua en suelo

procedente de lluvia con respecto a la que recibe de sus impluvios.

2. Las zonas con menor evapotranspiración, generalmente relacionadas con las orientaciones de umbría

La posición fisiográfica del terreno diferencia el crecimiento de la vegetación por la proximidad ó lejanía a la red de drenaje natural de cada cuenca, de forma que, en las proximidades a barrancos y ramblas, la vegetación espontánea presenta los crecimientos mejores y las comunidades tienen un nivel de madurez elevado, disminuyendo estos parámetros conforme se alejan hacia las divisorias de aguas.

Este efecto se hace más patente en las zonas semiáridas donde se pueden llegar a formar galerías de vegetación de ribera en las zonas de concentración de escorrentías, como en cañadas y vaguadas. Este fenómeno ha sido aplicado desde antiguo por la agricultura tradicional que ha aprovechado y cultivado las escorrentías estableciendo en estas zonas plantaciones de olivos, almendros y otros frutales de gran frondosidad, que destacan entre la aridez del entorno.

El aporte de agua procedente de las escorrentías lo reciben determinadas zonas de forma natural con los flujos de agua de sus vertientes directas, como ocurre con las vaguadas, cañadas y piedemontes; sin embargo, de forma artificial y temporal, se puede incrementar el agua que recibe la repoblación, o en su caso la forestación, sistematizando el terreno con la construcción de cuencas de contorno que sigan curvas de nivel, fajas intermitentes con desagüe, un subsolado profundo que forme un pequeño caballón o, incluso, con preparaciones puntuales del suelo complementadas con la ampliación de sus impluvios naturales con pequeños regueros.

Si se tiene en cuenta que el principal factor limitante para el crecimiento y estabilidad de una repoblación, situada en una zona mediterránea, es el agua, se puede afirmar que un estudio previo del movimiento superficial del agua de la zona a repoblar puede facilitar la zonificación del terreno en función al grado de humedad y disponibilidad de agua del

suelo provocado por el aporte o la pérdida que provocan los flujos de agua en el suelo, lo que permite la distribución de las especies a repoblar en base a sus exigencias hídricas, favoreciendo, de esta manera, la diversificación tanto en especies como en estructuras de las repoblaciones, fomentando, en definitiva, su biodiversidad.

5.1. Rodales de repoblación

Considerando el movimiento superficial del agua en una unidad hidrológica básica, como es una pequeña cuenca o una ladera con entidad suficiente para que tenga influencia sobre la repoblación, se pueden distinguir las siguientes unidades ambientales en base al agua que reciben y que tendrán **microclimas edáficos más o menos secos**:

1. Zonas de impluvio

Las zonas de impluvio o exportadoras de escorrentías suelen ser las cabeceras de las pequeñas unidades hidrológicas, como las zonas altas de las laderas de fuertes pendientes y prolongadas longitudes de declive. En ellas, el agua que recibe el suelo no puede ser aprovechada en su totalidad por la vegetación, porque parte se pierde por escorrentía lo que provoca que la vegetación que en ellas se instale deberá estar formada por especies poco exigentes y muy frutales.

Las características más importantes de estas zonas son:

- Ambientes más secos que el entorno.
- Suelos poco profundos.
- Suelos con menor potencial biológico.

2. Zonas receptoras de escorrentías o de acumulación de sedimentos

Son zonas, que por su situación topográfica en una unidad hidrológica, pueden recibir los caudales que se generan en las zonas de impluvio aguas arriba y, con ello, aumentar las cantidades de agua que puede retener el suelo en beneficio de la vegetación.

Los piedemontes y zonas bajas de las laderas, donde se suaviza la pendiente y los flujos superficiales pierden velocidad potencial de arrastre, son los receptores naturales de los caudales que se generan en los impluvios.

Estas zonas se caracterizan porque:

- Su microclima edáfico es más húmedo que el de los suelos del entorno, o menos seco.
- Presentan suelos más profundos.
- Son suelos con mayor contenido de materia orgánica y mayor potencial biológico.

3. Zonas de transición

Se sitúan entre los impluvios y las zonas de sedimentación. En ellas la topografía del terreno origina una amplia diversidad de situaciones entremezcladas que favorecen la diversidad de especies en la vegetación y donde puede ser necesario diversificar las estructuras de conservación de suelos para la preparación del terreno, adaptándolas a las características de cada rodal, con preparaciones puntuales y lineales.

4. Zonas de concentración de escorrentías

Los flujos de escorrentía superficial y sub-superficial de las dos vertientes que conforman los drenes naturales confluyen en el entorno de la red de drenaje, en las cañadas y vaguadas. Se trata de zonas donde se puede disponer de un nivel freático, más o menos permanente, utilizable por la vegetación que permite establecer galerías húmedas o galerías secas.

La rotura de las estructuras de conservación de suelos podría ocasionar una intensa erosión en regueros al romperse por sus puntos más vulnerables.

6. APLICACIÓN DE MODELOS DE RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN CON FINES HIDROLÓGICOS

El modelo de restauración forestal que se propone tiene como fundamento la utilización de las escorrentías en beneficio de la repoblación y la reconstrucción de la estructura de la vegetación repoblada en función

del movimiento del agua en las unidades hidrológicas de la cuenca vertiente.

En las zonas mediterráneas, las cuencas vertientes de una unidad hidrológica pueden tener microclimas topográficos diferentes en una misma ladera producidos por el movimiento del agua dentro de ella.

La topografía del terreno y la profundidad y calidad del perfil edáfico, modificado por el geodinamismo torrencial que se genera, pueden producir diferencias notables en la vegetación de una misma vertiente ocasionadas por las cantidades de agua utilizable que realmente recibe y puede retener cada situación del terreno.

Estas diferencias son suficientes para que se puedan identificar en el terreno unidades homogéneas con diferente ambiente local y microclima edáfico (Cuadro 1), que hacen posible establecer rodales de repoblación suficientemente homogéneos que se pueden diferenciar de forma cualitativa, en un primera aproximación, atendiendo a las necesidades de agua de las especies que se pueden instalar con la repoblación.

Las especies y las comunidades que presenten mayores necesidades de agua se instalarán en las zonas receptoras de escorrentías; en cambio, aquellas menos exigentes se situarán en los impluvios; las zonas de transición por su situación topográfica constituyen el dominio de las masas mixtas y de la diversidad biológica; en las zonas lineales de concentración de flujos se debe tener especial dedicación para formar galerías húmedas y galerías secas, que junto con los corredores o setos de matorral, constituyen excelentes formaciones lineales de gran valor ecológico y paisajístico y unas eficaces áreas cortafuegos.

Esta distribución inicial de las especies en la repoblación permitirá que el estado final de la vegetación esté constituido por poblaciones vegetales con diversidad biológica y estructural en retículos y en estratos.

Por otro parte, la preparación del terreno que se propone en estos modelos tiene como objetivo principal aumentar la cantidad de agua que recibe cada planta en los lugares donde se pueden producir escorrentías

siguiendo una técnica de manejo de escorrentías similar a la utilizada por los agricultores para dar riegos eventuales a plantaciones de olivos y almendros en las zonas mediterráneas. En el Cuadro 2 se resumen las principales técnicas de preparación del terreno aplicables a una restauración forestal con fundamentos hidrológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- AYUSO, J.L., CIRIA, F., GIRALDEZ, F.V; 1982. *Perspectivas hidrológicas en las zonas áridas*. Seminario sobre Zonas Áridas. Almería.
- DE SIMÓN, E; 1990. Restauración de la vegetación en cuencas mediterráneas: Repoblaciones en zonas áridas. *Ecología*, Fuera de serie nº 1. ICONA. Madrid.
- DE SIMÓN, E. & I. BOCIO; 1998. *Restauración de los espacios forestales almerienses*. Encuentros Medioambientales Almerienses. Universidad de Almería.
- GARCÍA NÁJERA, J. M^a; 1962. *Principio de Hidráulica Torrencial*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- ICONA (1992). *Hidrología Forestal y Protección de Suelos: Técnicas y Experiencias en Dirección de Obras*. Colección Técnica.
- LÓPEZ-CADENAS, F. & J. M. MINTEGUI; 1986. *Hidrología de superficie*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A; 1996. *Diseño de sistemas de recolección de agua para la repoblación forestal*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- MINTEGUI, J. A. & F. LÓPEZ UNZU; 1990. *La Ordenación Agro-Hidrológica en la planificación*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria.
- OROZCO, E. & al.; 1992. *Selvicultura Mediterránea*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Colección de Estudios nº14. Albacete.
- SERRADA, R; 1993. *Apuntes de repoblaciones forestales*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.