

# Recursos Rurais

*Serie Cursos*



*Serie Cursos*



**IBADER**  
Instituto de Biodiversidade  
Agraria e Desenvolvimento Rural

Volume 1 número 1 Setembro 2004

---

# Recursos Rurais

Revista oficial do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)

## Comité Editorial

---

### Dirección

---

Pablo Ramil Rego  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Botánica  
Universidade de Santiago de Compostela

### Secretaría

---

M<sup>a</sup> Elvira López Mosquera  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Producción Vexetal  
Universidade de Santiago de Compostela

### Membros

---

Carlos Alvarez López  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Enxeñería Agroforestal  
Universidade de Santiago de Compostela

Rafael Crecente Maseda  
Departamento de Enxeñería Agroforestal  
Universidade de Santiago de Compostela

Elvira Díaz Vizcaíno  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Botánica  
Universidade de Santiago de Compostela

María Luisa Fernández Marcos  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Edafoloxía  
Universidade de Santiago de Compostela

Agustín Merino García  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Edafoloxía  
Universidade de Santiago de Compostela

Antonio Rigueiro Rodríguez  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Producción Vexetal  
Universidade de Santiago de Compostela

Luciano Sánchez García  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Departamento de Producción Animal  
Universidade de Santiago de Compostela

*Dirección para envíos postais:*

IBADER  
Instituto de Biodiversidade  
Agraria e Desenvolvemento Rural  
Universidade de Santiago de Compostela  
Campus Universitario s/n.  
E 27002 Lugo, Galicia (Spain)



IBADER  
Instituto de Biodiversidade  
Agraria e Desenvolvemento Rural

## Comité Científico Asesor

---

Dr. Juan Altarriba Farrán  
Dpto. Producción Animal  
Universidad de Zaragoza

Dr. José Manuel Barreiro Fernández  
Dpto. de Organización de Empresas  
Universidade de Santiago de Compostela

Dr. Christian Buson  
Institut de l'Environnement  
Liffreé, Francia.

Dr. Emilio Chuvieco Salinero  
Dpto. de Geografía  
Universidad de Alcalá de Henares

Dr. Estanislao De Luis Calabuig  
Dpto. de Ecología  
Universidad de León

Dr. Francisco Díaz-Fierros Viqueira  
Dpto. de Edafología  
Universidad de Santiago de Compostela

Dr. Javier Esparcia Pérez  
Dpto. de Geografía  
Universidad Politécnica de Valencia

Dra. Dalila Espirito Santo  
Instituto Superior de Agronomía  
Universidade Técnica de Lisboa

Dra. María Teresa Felipó Oriol  
Dpto. de Edafología  
Universidad Politécnica de Cataluña

Dr. Eduardo Galante  
Centro Iberoamericano de la Biodiversidad  
Universidad de Alicante

Dr. Domingo Gómez Orea  
Dpto. de Proyectos y Planificación Rural  
Universidad Politécnica de Madrid

Dr. Helena Granja  
Dpto. de Geología  
Universidade do Minho

Dr. Jesús Izco Sevillano  
Dpto. de Botánica  
Universidad de Santiago de Compostela

Dr. Knut Kryzywinski  
Botanisk Institut  
Universidad de Bergen, Noruega

Dr. Jaume Lloveras Vilamanyá  
Producción Vegetal  
Universidad de Lleida

Dr. Edelmiro López Iglesias  
Dpto. de Economía Aplicada  
Universidade de Santiago de Compostela

Dr. Felipe Macías Vázquez  
Dpto. de Edafología  
Universidade de Santiago de Compostela

Dr. Manuel Madeira  
Instituto Superior de Agronomía  
Universidade Técnica de Lisboa

Dr. Francisco Maseda Eimil  
Dpto. de Enxeñaría Agroforestal  
Universidad de Santiago de Compostela

Dr. Guillerma Meaza Rodríguez  
Dpto. de Geografía  
Universidad del País Vasco

Dr. Diego Rivera Núñez  
Dpto. de Botánica  
Universidad de Murcia

Dr. Antonio Rodero Franganillo  
Dpto. de Producción Animal.  
Universidad de Córdoba

Dr. Isidro Sierra Alfranca  
Dpto. de Producción Animal  
Universidad de Zaragoza

Dr. Louis Trabaud.  
Dpto. de Ecología.  
Universidad de Montpellier

Dr. Eduardo Vigil Maeso  
Dpto. de Producción Animal  
Universidad de Zaragoza

# Recursos Rurais

Revista oficial do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)

**SERIE CURSOS nº 1 Setembro 2004**

## **Xestión de Solos Forestais: Produción Sostible e Calidade Ambiental**

Curso realizado polo IBADER, Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural e o Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola da Universidade de Santiago de Compostela, ca colaboración da Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais da Consellería de Medio Ambiente da Xunta de Galicia, o Concello de Lugo, TRAGSA, Asociación Galega Monte-Industria, Sociedad de Ciencias del Suelo e Sociedad de Ciencias Forestales

## **Recursos Rurais**

**Serie Cursos · Número 1 · Setembro 2004-ISSN 1698-5427**

### **Relatorios do Curso de verán**

### **Xestión de solos forestais: Produción sostible e calidade ambiental**

#### ***I. Propiedades e limitacións dos solos para a xestión forestal***

Calvo de Anta R.:

**Solos forestais das rexións temperadas 1**

Carballas M<sup>a</sup>. T.:

**Microbioloxía e bioquímica do solo forestal 5**

Fernández de Ana-Magán F. J.:

**O papel dos fungos nos solos forestais 9**

Rodríguez Soalleiro R.:

**Condicións das masas forestais e a súa relación coas propiedades dos solos I 13**

Sánchez Rodríguez F.:

**Condicións das masas forestais e a súa relación coas propiedades dos solos II:  
Fertilidade e nutrición 17**

#### ***II. Xestión de solos forestais***

Serrada Hierro R.:

**A preparación do solo na repoboación forestal 21**

Martins A.:

**Efeitos da preparación do terreno nas propiedades do solo e na resposta das  
plantas em sistemas forestais e agro-forestais 35**

Gallardo Lancho J. F.:

**Propiedades dos solos forestais de montaña 39**

Dans del Valle F., Molina Martínez B.:

**A xestión do solo no sistema PEFC de certificación e a súa incidencia na  
selvicultura 45**

Madeira, M. A.V.:

**A promoção da produción florestal através da gestão dos residuos de abate e da  
fertilização 47**

#### ***III. Conservación e recuperación dos solos forestais***

Macías F.:

**Recuperación dos solos degradados, reutilización de residuos e secuestro de  
carbono. Unha alternativa integral de mellora da calidade ambiental 49**

Vega J. A.:

**Recuperación de solos en montes incendiados 57**

Merino A., Balboa M.:

**Aproveitamento da biomasa forestal e a súa implicación sobre a conservación  
dos solos 61**

#### ***IV. Solos forestais e calidade ambiental***

Díaz-Fierros Viqueira F.:

**Erosión do solo e calidade da auga en sistemas forestais 65**

Meiwes K.J., Meesenburg H. H.:

**Solos forestais nun ambiente de choiva ácida e estratexias para recuperalos 69**

Farrell E. P.:

**The Carbon Cycle in Forest Ecosystems 73**

Álvarez Rodríguez E.:

**Contaminación por oligoelementos en sistemas forestais 77**

Rigueiro Rodríguez A.:

**Manexo do solo e biodiversidade vexetal 91**

Pérez Moreira, R.:

**Valor e valoracións do solo 93**

Rafael Serrada Hierro

# La preparación del suelo en la repoblación forestal

Recibido: 4 Septiembre 2004/ Aceptado: 16 Octubre 2004  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2004

## Introducción

El diseño de una repoblación forestal debe abarcar, en un primer nivel de estudio, dos decisiones: planificación y ejecución. La planificación se ocupa de proponer, en función de los objetivos preferentes para la masa forestal a crear, la extensión, la localización y la elección de especies de la nueva masa, es decir responder a las preguntas de ¿por qué?, ¿cuánto?, ¿dónde? y ¿con qué? repoblar. Resueltas estas cuestiones se puede pasar a la ejecución, ¿cómo repoblar?, proponiendo una correcta forma de realizar las tres operaciones básicas: desbrozar; preparar el suelo; y plantar o, en su caso, sembrar, incluyendo la propuesta de tipo y calidad de planta adecuados.

Tras la instalación de la nueva masa forestal procede aplicarle un correcto tratamiento según propone la Silvicultura General, para que se mantenga con vigor y pueda cumplir las funciones que de ella se demandan.

La presente intervención dentro de este Curso de Verano sobre Gestión de Suelos Forestales, y más concretamente dentro del Módulo cuyo contenido es el relativo a la Silvicultura y a la Repoblación Forestal, se centra fundamentalmente en lo referente a la operación denominada preparación del suelo, sin incidir en los temas de edafología básica y especialmente en el análisis de propiedades limitantes para la instalación y desarrollo de las masas forestales, pues son aspectos que han sido tratados en anteriores sesiones.

La exposición, dada la necesaria brevedad, se centrará en los siguientes aspectos: definición de objetivos para la preparación del suelo en un rodal concreto; clasificación de los procedimientos de preparación del suelo; enumeración y descripción de los procedimientos habituales; efecto hidrológicos de los procedimientos de preparación del suelo en combinación con los desbroces. A este esquema responde el texto que se presenta, sin embargo, la exposición oral resumirá la enumeración y descripción de los procedimientos mediante la agrupación de lo mismos por el tipo de labor que efectúan.

La enumeración de los tipos de labor es: hoyos, mecanizados o no; raspas, picadas o someras; banquetas, con o sin microcuenca; subsolados, simples o cruzados; caballones, en sus tres modalidades (superficiales, con desfonde y en llano); terrazas; y alzados. Se incluye como anexo al presente texto las fichas-resumen de los tipos de labor que se utilizan en la exposición.

Estos siete tipos de labor son perfectamente mecanizables en la actualidad, lo que conduce a mayor eficacia y menor costo. Paradójicamente, la mecanización ha tenido serias críticas que, en muchos casos no han discriminado respecto del tipo de labor, de sus efectos y del tipo de perfil en que se aplican.

## Justificación y objetivos de la preparación del suelo para la repoblación forestal

La preparación del suelo para la repoblación forestal, que está justificada en todo caso para poder alojar la planta o la semilla, tiene otra justificación genérica en la debilidad y poca edad de las plantas de la nueva masa a las que hay que facilitar el arraigo y el primer desarrollo. También en la mayor parte de los casos se justifica la preparación del suelo en que las deficientes condiciones edáficas del monte que se repuebla pueden ser mejoradas y con ese fin debe ser proyectada.

La preparación del suelo a que nos vamos a referir es únicamente física. El empleo de enmiendas o abonados no ha estado justificado con carácter general en el campo forestal, reduciéndose a casos especiales relacionados con la instalación de jardines o parques y con repoblaciones forestales de muy alta productividad. En la actualidad, y con el desarrollo de los fertilizantes pastillados, se ha avanzado en la fertilización sobre el hoyo de plantación, con objetivos y metodologías se suelen estudiar junto con el conjunto de la fertilización forestal como tratamiento de mejora en selvicultura (Bará, 1990).

Otras líneas, todavía en fase de ensayo, que pueden catalogarse como preparaciones del suelo no físicas para la repoblación son: la aplicación de residuos sólidos urbanos y fangos de depuradoras, con graves complicaciones sobre el modo de incorporación de los productos al suelo e importantes limitaciones por razón de la pendiente y los costos; la aplicación al hoyo de plantación de productos absorbentes de agua o acondicionadores de estructura, cuya eficacia, con relación al costo, no ha sido comprobada (Oliet *et al.*, 2003).

De la justificación enunciada se deducen los objetivos de la preparación física del suelo, que en cada caso pueden ser todos o varios de los siguientes según las condiciones edáficas iniciales, pero que siempre cubrirá el enumerado en último lugar (Serrada, 2000):

- Aumentar la profundidad útil del perfil, disgregando capas profundas mediante acción mecánica, para conseguir una mayor profundización de los sistemas radicales.
- Aumentar la capacidad de retención de agua del perfil, a través del aumento de profundidad explicado en el punto anterior.
- Aumentar la velocidad de infiltración de agua en el perfil mediante un mullido que posibilite anular la escorrentía y por tanto la erosión hídrica. Esta reducción de la escorrentía se puede reforzar con cambios en la forma de la superficie del suelo, creando estructuras que contengan el agua.
  - Facilitar la penetración mecánica de las raíces de las plantas introducidas mejorando transitoriamente la permeabilidad mediante las labores, de modo que un sistema radical más extenso pueda compensar la baja fertilidad y las posibles sequías. El mullido también facilita la aireación de las capas profundas del perfil mejorando el ambiente edáfico.
- Reducir las posibilidades de invasión del matorral después de la plantación o siembra que puede haber sido conseguida con los desbroces.
- Facilitar las labores de plantación o siembra y mejorar la supervivencia de las plantas introducidas.

Para definir claramente estos objetivos, cuestión previa e ineludible en cada rodal, es necesario en cada caso estudiar el perfil del suelo y diagnosticar sobre sus carencias, estado de degradación, posibilidades de evolución, riesgos que pueden inducir labores no adecuadas y finalmente decidir el procedimiento de preparación que corresponda.

Un estudio edáfico completo no debe ser obviado, salvo en casos donde sea fácilmente previsible la inexistencia de disfunciones o carencias y el diagnóstico edáfico realizado a través del análisis de la fisiografía, la litología y el clima resulte suficiente. No obstante, también en este caso y aunque no se realicen análisis de laboratorio, es necesario proceder a la apertura de calicatas que permitan una descripción de la profundidad, la pedregosidad global y sus variaciones, el color de los horizontes y de la disposición de los sistemas radicales.

## **Clasificación de los procedimientos de preparación del suelo**

Para definir adecuada y suficientemente una preparación del suelo es necesario referirse a cuatro criterios de clasificación que suministran para cada procedimiento cuatro atributos simultáneos. A continuación se refieren los cuatro criterios, los tipos que según ellos se establecen y los factores que en cada uno es necesario analizar para fijar el tipo conveniente.

El primer criterio se refiere a la extensión superficial afectada por la preparación. Los tipos de preparación que se definen en función de ella son: puntual; lineal y a hecho. No necesitan aclaración.

Los factores a tener en cuenta para decidir en esta cuestión son: la calidad del suelo o la importancia de sus carencias y estado de degradación, necesitando mayor intensidad de preparación los perfiles de peor calidad; la pendiente, en cuanto es factor determinante del estado erosivo del monte y hay que tener en cuenta el efecto hidrológico de cada tipo de preparación, que en los puntuales es indiferente, en los lineales positivo si se ejecutan en curva de nivel y en los plenos o a hecho muy variable según el procedimiento empleado; el tipo de planta o en su caso el método de repoblación empleado, las plantas en envase requieren menos intensidad de preparación, las siembras a voleo preparaciones a hecho y las siembras por golpes preparaciones puntuales; el objetivo preferente de la repoblación, pues en las productoras puede resultar rentable preparaciones intensas que mejoren sensiblemente el crecimiento de la masa y abaraten los desbroces posteriores; y los efectos sobre el paisaje, siendo los más patentes los que producen las preparaciones lineales.

El segundo criterio está relacionado con la acción sobre el perfil del tipo de preparación. Los tipos que se definen en función de ella son: con inversión de horizontes y sin inversión de horizontes. Tampoco estos tipos necesitan aclaración.

El factor a analizar para decidir entre los tipos de este criterio es únicamente las características del perfil. En perfiles evolucionados o maduros, salvo excepciones que más adelante tendremos ocasión de tratar, la inversión de horizontes supondrá un rejuvenecimiento y una cierta pérdida de calidad edáfica. También en perfiles calizos poco evolucionados la inversión de horizontes es inconveniente pues pueden aflorar en superficie tierras con mucha caliza

activa y pH extremadamente básico que, entre otros inconvenientes, tiene el de dificultar la nutrición de las plantas a instalar. En el caso de perfiles silíceos poco o nada evolucionados, la inversión de horizontes resulta indiferente. Los casos en los que, en principio, puede resultar necesaria la inversión de horizontes se refieren a la podsolización y a la planosolización.

El tercer criterio se refiere a la forma de ejecución de la preparación. Distinguiremos dos tipos: manual y mecanizada.

Los factores a analizar para decidir sobre la forma de ejecución son: la pendiente, en cuanto que es un factor limitante para la mecanización en curvas de nivel (en tramos de 0% a 15% de pendiente se puede mecanizar en curva de nivel con tractor agrícola normal; en tramos de 15% a 35% puede actuar en curva de nivel el tractor de cadenas; en pendientes del 35% al 55% puede trabajar en curva de nivel el equipo TTAE o el Foresta); por encima del 55% sólo se puede mecanizar en línea de máxima pendiente, habitualmente con retroexcavadoras); la pedregosidad del perfil y su consistencia que puede hacer inviable la manual en unos casos y algunos procedimientos de mecanización en otros; la pedregosidad superficial y los afloramientos rocosos frecuentes que pueden impedir el tránsito de maquinaria; los defectos del perfil, que si son muy graves pueden no ser superados por una preparación manual; los aspectos económicos, pues las preparaciones manuales comparables con las mecanizadas, a igualdad de densidad de plantación, tienen un costo del orden del doble que las mecanizadas; y los aspectos sociales, pues las preparaciones manuales generan mayor empleo siendo, por otra parte, muy onerosas por lo que se tiende a descartarlas cuando se repueblan grandes superficies.

El cuarto criterio es la profundidad que alcanza la preparación del suelo. Se valora en tres tipos: profundidad baja cuando alcanza entre 0 y 20 cm; media entre 20 y 40 cm; y alta entre 40 y 60 cm, aunque algunos procedimientos pueden superar esta profundidad.

Los factores a considerar para decidir sobre la profundidad que debe alcanzar la preparación del suelo en la repoblación son: el método de repoblación, ya que en las siembras es suficiente con profundidades medias y bajas; la calidad del perfil, pues los suelos buenos no necesitan altas profundidades; el tipo de planta, ya que según la longitud del sistema radical la profundidad de la preparación variará, siendo ésta al menos 10 cm más con planta a raíz desnuda que utilizando planta en envase; y régimen hídrico de la estación, pues donde no haya sequía estival la profundidad podrá ser menor.

Como se ha dicho, para definir completamente un procedimiento de preparación del suelo hay que hacer mención a su clasificación según los cuatro criterios. En principio se pueden hacer todas las combinaciones posibles entre los tipos definidos, aunque hay algunas incompatibilidades que se manifiestan a continuación:

-las preparaciones a hecho y en fajas tienden a ser únicamente mecanizadas por el esfuerzo y el costo que suponen.

- las preparaciones manuales, realizadas con herramientas de cava y profundidad más que baja, siempre alteran el orden de los horizontes, aunque este efecto, al ser puntuales, no es inconveniente por alcanzar profundidades medias y no afectar más que a una pequeña parte de la superficie del monte.

- según lo comentado en el punto anterior, todas las preparaciones puntuales pueden ser consideradas como sin inversión de horizontes.

En el siguiente epígrafe se describen los procedimientos más usuales de preparación del suelo, ordenados según la extensión superficial afectada y dentro de ésta exponiendo en primer lugar los manuales y después los mecanizados.

En cada procedimiento se expresa su denominación y definición; las herramientas, equipos y aperos; el método operativo; las condiciones de aplicación y efectos; y finalmente el rendimiento. Es importante resaltar, al estudiar cada procedimiento, sus efectos sobre: las posibilidades de mejora del perfil; la supervivencia de la planta a introducir; el régimen hidrológico; y el paisaje.

## Descripción de los procedimientos de preparación del suelo

### Ahoyado manual

Los hoyos realizados manualmente son cavidades con dimensiones alrededor de 40x40x40 cm en los que la dimensión que debe ser más controlada es la profundidad.

Herramientas.- Azada, pico, zapapico y pala. Cuanto más duro sea el terreno, más estrecha será la boca de la herramienta y mayor su peso.

Método operativo.- Se realiza un marcado previo a marco real o tresbolillo, que puede obviarse si se han hecho casillas de desbroce. Se forman cuadrillas de 15 a 25 trabajadores que avanzan en línea de máxima pendiente y de arriba hacia abajo, o en curva de nivel, abriendo los hoyos en los que lo más habitual es dejarlos abiertos con la tierra extraída aguas abajo. Se trabaja cuando el terreno tiene buen tempero y sin heladas. El relleno de hoyo se hace a la vez que la plantación. El hoyo se vuelve a tapar inmediatamente en climas muy secos donde se puede desecar la zona profunda del perfil si permanecen abiertos largo tiempo. El tapado también se puede realizar cavando en la zona aguas arriba del hoyo, con lo que se amplía la superficie desbrozada por arranque.

Condiciones de aplicación y efectos.- Es un procedimiento puntual, con inversión muy parcial de los horizontes, manual y de profundidad media. Su efecto hidrológico es muy limitado contribuyendo en poca medida a la reducción de la escorrentía. Al ser un procedimiento muy caro, la densidad de plantación deberá ser baja cuando se emplea. No tiene limitaciones ni por la pendiente, ni por la pedregosidad del perfil, ni por la superficial, ni por los afloramientos rocosos. Su efecto paisajístico es muy reducido, por lo que es el más empleado en repoblaciones ornamentales. Por el escaso



mullido que hace en el suelo es recomendable, cuando se utiliza, emplear planta en envase para disminuir las marras. Es muy discutible su efecto social, pues aunque da mucho empleo, resulta un trabajo muy penoso.

**Rendimiento.-** Es muy variable con la pendiente, la dureza del suelo y la habilidad del operario. Es una tarea que tradicionalmente se ha contratado a destajo. Los rendimientos oscilan entre 50 y 38 hoyos/jornal, lo que para una densidad de 1500 hoyos/ha, requiere un empleo de 30 a 39 jornales/ha. Antiguamente, en ejecuciones a destajo, se obtenían rendimientos de 100 hoyos/jornal. En precios actuales, se puede valorar un hoyo en dos €/unidad.

### **Raspas**

Las raspas, también denominadas casillas (por ir asociadas frecuentemente a desbroces puntuales), son preparaciones del suelo que consisten en una cava superficial en forma rectangular o cuadrada de 40x40 cm, realizadas con azada, sin extraer la tierra removida. Se llaman someras cuando la profundidad es de 10 cm y picadas cuando alcanza 30 cm. Su ejecución requiere un desbroce previo.

**Herramientas.-** Azadas, pico y zapapico o retamero.

**Método operativo.-** Igual que en el caso del ahoyado, excepto que no se extrae la tierra y no se puede comprobar la profundidad alcanzada. Puede mecanizarse su ejecución con el llamado cabezal mullidor (Masip y Arno, 1993) que realiza preparaciones puntuales mecanizadas sin alteración de horizontes de media profundidad, mediante un apero montado sobre brazo hidráulico acoplado a tractor, que acciona un soporte giratorio provisto de cuchillas verticales.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Es un procedimiento puntual, sin inversión de horizontes, manual y de profundidad baja. Su efecto hidrológico es muy reducido, así como la mejora del perfil. El efecto paisajístico es inapreciable. Se pueden emplear con dos objetivos: bajo climas húmedos empleado casi como un sistema de desbroce o escarda y como operación previa a la preparación con barrón o plantamón que se describe a continuación para realizar una plantación simultánea; y como preparación del suelo para realizar siembras por golpes, debiendo tener en este caso el suelo una buena calidad que permita el arraigo efectivo de las plántulas. De forma manual y simultáneamente a la siembra, se realizan sobre surcos de subsolado o sobre caballones, preparaciones lineales mecanizadas. La ejecución con cabezal mullidor convierte el procedimiento en mecanizado.

**Rendimiento.-** Con densidades de 1500 raspas/ha, para las someras del orden de 5 a 12 jornales/ha y para las picadas del orden de 20 jornales/ha.

### **Empleo de barrón o plantamón**

Consiste el procedimiento en realizar hoyos de escasa anchura y profundidad suficiente mediante percusión sobre el suelo de una herramienta adecuada.

**Herramientas.-** El barrón es una barra metálica, cilíndrica, de 1,50 a 1,70 m de longitud, de 5 a 7 cm de diámetro, de 7 a 15 kg de peso y con un extremo afilado. El plantamón es una pala recta de sección romboidal con mango de madera

de 1,50 m, que una vez clavada en el suelo y tras un movimiento de vaivén, genera una cavidad de forma paralelepípedica (Navarro, 1975).

**Método operativo.-** En ambos casos el procedimiento consiste en levantar verticalmente la herramienta y dejarla caer sobre el suelo para que profundice entre 30 y 40 cm. Una vez clavada se le imprime movimiento de giro al barrón y de vaivén al plantamón, abriéndose así una cavidad suficiente para alojar el sistema radical de una planta. El tempero del suelo para poder operar debe ser muy favorable. Inmediatamente a la apertura, se procede a la plantación, por lo que se puede considerar como un procedimiento de preparación del suelo con plantación simultánea.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Es un procedimiento puntual, sin inversión de horizontes, manual y de profundidad media. Los efectos hidrológico, paisajístico y sobre la mejora del perfil son inapreciables. No tiene más limitación que una alta pedregosidad interna en el perfil y que la textura de la tierra fina sea poco arcillosa para que la percusión no genere una zona compactada alrededor del sistema radical de la planta introducida. Se emplea siempre para plantación y en dos casos característicos: bajo climas húmedos y sobre suelos de calidad con una ejecución previa de raspas someras o picadas, como auxiliar a la plantación; y en terrenos con muchos afloramientos rocosos de imposible mecanización, pero con zonas discontinuas de suelo arenoso o franco que se seleccionan para instalar las plantas sin un marco previamente definido.

**Rendimiento.-** Es una operación relativamente barata, apropiada para la plantación de planta en envase que a veces también se aplica como auxiliar a la plantación sobre preparaciones lineales mecanizadas. Incluyendo la plantación, el rendimiento es de 180 a 110 pies/jornal.

### **Ahoyado con barrena**

Con barrena helicoidal, consiste en la apertura de hoyos cilíndricos de unos 30 cm de diámetro mediante barrenas helicoidales accionadas por un motor, la profundidad del ahoyado oscila entre 0,40 y 1,00 m, en función del tipo de planta y las condiciones edáficas. Con barrena romboidal, los hoyos tienen forma cónica en su parte inferior y cilíndrica en la superior, con diámetro máximo de 40 cm y profundidad de 60 cm.

**Equipos y aperos.-** Hay dos tipos: barrenas helicoidales; y barrenas romboidales (Arenas y Riveiro, 1997), que consiste en un rombo formado por una pletina metálica, con enganche y broca opuesta en la diagonal mayor y diagonal menor de 40 cm.

Se montan sobre equipos portátiles, o motoahoyadoras, manejadas por uno o dos operarios y accionadas por un motor de dos tiempos similar al de las motosierras, que ha resultado poco operativo y oneroso para los trabajadores en el campo forestal. El trabajo con este equipo se puede considerar como manual. También se montan las barrenas enganchadas a la toma de fuerza trasera de un tractor de más de 75 CV, que puede ser de ruedas o de cadenas, con

diámetros y longitudes mayores que las manuales, que están resultando más operativas. El trabajo con este equipo resulta mecanizado.

**Método operativo.-** Tras un marcado previo de los hoyos, el tractor o los operarios avanzan y se estacionan en cada punto para perforar hasta la profundidad deseada. La tierra extraída queda depositada alrededor del hoyo, aunque nunca se extrae toda la tierra. La profundidad se controla con señales pintadas sobre la propia barrena. El tempero debe ser muy favorable para operar con buen rendimiento. Se sufren frecuentes roturas en suelos pedregosos y barrenas helicoidales.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Es un procedimiento puntual, con inversión muy parcial de horizontes, mecanizado y de profundidad de media a alta. Sus efectos hidrológicos y paisajísticos son inapreciables. Como el tractor circula en línea de máxima pendiente, la limitación por pendiente no es muy estricta y se puede operar hasta un 60%. Las limitaciones edáficas son mayores pues sólo es efectivo en suelos profundos, poco pedregosos y poco arcillosos para evitar compactación en las paredes del hoyo, siendo esta restricción mucho menos importante empleando barrenas romboidales. El terreno debe carecer de matorral o haber sido previamente desbrozado. Se suele aplicar en la repoblación de frondosas que utilicen plantones de más de un metro de longitud, en terrenos muy favorables como cultivos agrícolas abandonados, como son las plantaciones de choperas a profundidad normal. También se emplea en repoblaciones ornamentales.

**Rendimiento.-** Variable con la densidad de plantación, la potencia del tractor y la profundidad del ahoyado. En choperas con hoyos de 1 m y 300 pies/ha el rendimiento es de 15 horas/ha. En ahoyados de 0,5 m de profundidad y con densidades de 1600 pies/ha para especies con planta de tamaño normal, incluyendo la plantación se tienen rendimientos de 26 horas/ha. Con motoahoyadoras de dos operarios se obtienen rendimientos de 500 hoyos/jornal.

### **Ahoyado con pico mecánico**

Consiste en la formación de banquetas con microcuena, formadas por remoción de la tierra contenida en un prisma de dimensiones variables entre 0,4 y 0,6 m de ancho, 0,4 y 0,8 m de largo y 0,3 y 0,5 de profundidad, sin extraerla, mediante un pico mecánico o pala percutora, haciendo a continuación una plataforma horizontal o con contrapendiente y unos regueros o canales laterales que arrancan de los dos vértices superiores, en ángulo de 45° y que tienen la misión de recoger el agua de escorrentía de la ladera, con azada (de Simón, 1990).

**Herramientas y equipo.-** Azadas. Picos mecánicos percutores con boca plana de 10 cm de ancho y vástago de longitud suficiente en función de la profundidad deseada accionados por un motor eléctrico conectado a un generador mediante conductor eléctrico. El peso de cada pico mecánico varía según modelos y longitud del vástago entre 5 y 12 Kg. El generador eléctrico puede ser un modelo portátil transportado por dos operarios, teniendo en este caso capacidad para dos o tres picos. Más operativo es instalar un generador de mayor potencia enganchado a la

toma de fuerza de un tractor de cadenas ligero que abastece a 6 u 8 picos y es transportado por el propio tractor.

**Método operativo.-** Se hace un marcado previo de los hoyos y banquetas. Si el matorral es muy denso se requiere la elaboración de un desbroce previo, siendo el más concordante las casillas y si no es denso el matorral, la acción del pico mecánico procede a un desbroce por arranque en la zona de la banqueta. El operario clava el pico en el terreno hasta la profundidad deseada y realiza movimientos de oscilación que ayudan al mullido de la tierra. Repite la operación hasta que se alcanzan las dimensiones superficiales proyectadas. A continuación otro operario con azada forma la microcuena. Se controla la profundidad con señales pintadas sobre el vástago del pico mecánico.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Es un procedimiento de preparación del suelo puntual, sin inversión de horizontes, mecanizado en las tareas más penosas y manual por su accesibilidad, y de profundidad media o alta. El efecto hidrológico es favorable para reducir la escorrentía. El efecto sobre el paisaje es poco apreciable. Respecto del desarrollo de las plantas mejora sensiblemente los efectos del ahoyado manual, pues el volumen removido es superior. No tiene limitaciones importantes ni por la pendiente, ni por las condiciones edáficas. Se ha empezado a emplear recientemente en repoblaciones protectoras con fuertes pendientes y bajo clima muy torrencial. La ejecución banquetas con microcuena, aunque se clasifica como preparación puntual, el hecho de que las microcuenas queden desfasadas según una distribución al tresbolillo, consigue respecto de la escorrentía un efecto similar al de las preparaciones del suelo de tipo lineal.

**Rendimientos.-** Los rendimientos obtenidos en las zonas donde se aplica el procedimiento están oscilando entre 18 y 36 unidades de banqueta, incluido el marcado y la formación de microcuenas, por jornal. Hay que añadir el costo del tractor y de los picos.

### **Ahoyado con retroexcavadora**

Consiste en la remoción del suelo, sin extracción de la tierra, en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora. El hoyo removido es posteriormente refinado en su plataforma y se ejecutan, con azada, los regueros para conformar una banqueta con microcuena.

**Equipos y aperos.-** El único equipo necesario es una máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, con cazo de 40 a 50 cm, de buena estabilidad y potencia de más de 100 CV. Como variante cabe instalar en vez de la cuchara convencional, otra formada por pletinas y no por una chapa, que puede realizar el despedregado de piedras de diámetro superior a la separación de las pletinas. También se ha ensayado un apero similar a un subsolador en forma de uña.

Otro equipo alternativo de reciente implantación es la llamada retroaraña. En este caso la retroexcavadora tiene dos ruedas sin capacidad motriz y dos patas de acción

hidráulica regulables en longitud. Desde la cabina, autonivelable según la pendiente, se regulan los apoyos y la prolongación del brazo telescópico, que clavado en el suelo, actúa como tracción para el desplazamiento de la máquina. Su potencia es del orden de 60 CV.

**Método operativo.-** Tras un marcado previo de hoyos, la máquina avanza en línea de máxima pendiente y hacia arriba estacionándose de forma que desde un mismo punto puede realizar los hoyos correspondientes a tres o cinco líneas. En cada hoyo clava el cazo, gira, levanta y suelta la tierra en el mismo sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones del prisma proyectado que oscilarán entre 0,5 y 0,8 m de largo, 0,4 y 0,6 m de ancho y 0,4 y 0,6 m de profundo. Con esta operación concluye la preparación del suelo propiamente dicha, pero se puede complementar con la elaboración de una plataforma horizontal o con contrapendiente y de unos canales laterales en ángulo de 45° que parten de los vértices superiores y que tienen la misión de recoger el agua de escorrentía. Todas estas últimas operaciones se realizan manualmente y con azada y la resultante se denomina también banquetas con microcuenca (de Simón 1990).

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Se trata de un procedimiento de preparación del suelo puntual, sin inversión de horizontes, mecanizado en su mayor parte y de profundidad alta. El efecto hidrológico si se forman microcuencas es favorable a la reducción de escorrentía. El efecto paisajístico es apreciable pero no muy desfavorable. La mejora de las condiciones del perfil es notable por el alto volumen removido. La limitación en pendiente es poco estricta, pues las máquinas convencionales pueden circular en línea de máxima pendiente, siempre que no se presenten afloramientos rocosos, hasta un 65%. Las retroarañas tienen menores restricciones por pendiente, irregularidad de la superficie o por afloramientos rocosos o pedregosidad superficial. Las condiciones edáficas no son limitantes. Sobre la banqueta removida por el cazo se produce un desbroce por arranque simultáneo, por lo que el terreno no requiere un desbroce previo. Se está empezando a aplicar el procedimiento en repoblaciones protectoras en fuertes pendientes y zonas de alta torrencialidad, aunque no es despreciable utilizarlo para productoras también en fuertes pendientes y con alta competencia del matorral.

**Rendimiento.-** Varía con la pendiente, el espaciamiento de los hoyos y la potencia de la máquina. Valores entre 40 y 65 hoyos/hora para la retroexcavadora convencional. Con retroaraña el rendimiento es de 60 a 80 hoyos/hora, lo que supone con precios actuales, costos del orden de 1 €/hoyo. Se comprueba la ventaja económica, con mayor eficacia, frente al ahoyado manual.

**Caso especial.-** Un caso especial del ahoyado con retroexcavadora y empleado habitualmente lo constituye la plantación a raíz profunda de chopos. La retroexcavadora con cazo de 90 cm profundiza hasta alcanzar la capa freática en una longitud de 1,8 a 3 m, sobre un punto previamente marcado. En este momento se introduce un plantón de 2 o 3 saviyas y de más de 4 m de longitud que es sostenido por un operario mientras se rellena el hoyo con la tierra extraída del siguiente. El rendimiento de esta

operación es de 6 a 10 min/hoyo plantado. Estas choperas tienen un abastecimiento hídrico independiente de la precipitación.

### **Ahoyado mecanizado transversal**

Consiste en la remoción, sin extracción, de la tierra en forma de triángulo, con dimensiones de 40 x 40 x 60 cm, ejecutada con el ahoyador forestal o "cangrejo".

**Equipos y aperos.-** Se trata de un equipo diseñado por J. Ezpeleta y promovido por el Gobierno de Navarra, conseguido mediante apero acoplado a barra portaherramientas de tractor convencional que circula en línea de máxima pendiente y trabaja en ambos sentidos de la marcha, formado por dos cucharas o rejonos que se clavan simultáneamente en el suelo por acción hidráulica

**Método operativo.-** El tractor circula en línea de máxima pendiente. Estacionado en un punto, el maquinista acciona los brazos hidráulicos, que clavan el suelo los dos rejonos. La separación entre la pareja de hoyos puede oscilar entre 2,5 y 3,5 m. A continuación se desplaza el espacio necesario según el marco y repite la operación.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Es un procedimiento puntual, mecanizado, sin alteración de horizontes y de alta profundidad. No tiene más limitación que pendientes superiores a 60 o 65% y que la superficie resulte muy irregular por afloramientos rocosos. Los efectos hidrológicos y paisajísticos son inapreciables. Requiere refinado manual al realizar la plantación. El terreno debe de carecer de matorral o haber sido previamente desbrozado.

**Rendimiento.-** El rendimiento máximo se sitúa en 250 hoyos/hora.

### **Ahoyado mecanizado con ripper**

Consiste en la apertura de hoyos mediante la introducción intermitente sobre el suelo de los subsoladores de un tractor convencional de cadenas que circula en línea de máxima pendiente.

**Equipo y aperos.-** Tractor de cadenas de más de 120 CV, dotado con dos subsoladores o ripper separados 2 m sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica. El movimiento del sistema hidráulico admite variantes que condicionan el proceso operativo (Torre, 1995). Estos subsoladores o rejonos van modificados mediante la soldadura de unas pletinas triangulares en la cercanía de la bota, para conseguir un efecto mullidor con el movimiento ascendente. También admiten la fijación de una chapa rectangular en la parte alta del rejon para favorecer la formación de plataformas y el desbroce puntual por arranque.

**Método operativo.-** Situado el tractor en la parte alta de la ladera, circula en línea de máxima pendiente clavando, alternativamente y a distancia prefijada, los dos rejonos separados entre sí dos metros. Completa la doble línea de hoyos y puede remontar según tres alternativas: marcha atrás sin hacer labor; marcha atrás, interrumpiendo alternativamente la subida para realizar al ahoyado con cortos movimientos de bajada; marcha adelante, invirtiendo la colocación de los rejonos para realizar el ahoyado

interrumpiendo alternativamente la subida para realizar al ahoyado con cortos movimientos de bajada en marcha atrás. Los hoyos así realizados, y en el momento de la plantación, son refinados en su plataforma mediante azada.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Se trata de un procedimiento puntual, sin inversión, mecanizado y de alta profundidad. Da, a igualdad de costo que otros procedimientos mecanizados puntuales, mayor densidad. Tiene una limitación en pendiente máxima del orden del 65% y otra por presencia de afloramientos rocosos. El terreno no debe requerir un desbroce intenso, o estar desbrozado previamente por roza. El efecto paisajístico es medio, los efectos sobre la planta favorables, sobre el conjunto del perfil no produce las mejoras que corresponden al subsolado en curva de nivel, y tiene reducido efecto hidrológico.

**Rendimiento.-** Para unos 2.000 hoyos/ha, de 7 a 15 horas/ha, según pendiente y proceso operativo.

#### **Cuencas de contorno discontinuo**

Consiste en un mosaico de pequeñas cuencas, formadas por una cuneta vaciada, de forma prismática, de bases triangulares y aristas horizontales, limitada aguas abajo por un caballón formado por las tierras que ocupaban dicho espacio (Martínez Artero *et al.*, 1997).

**Equipo y aperos.-** Tractor convencional de cadenas de más de 120 CV, dotado de tres subsoladores separados entre sí un metro y de pala frontal empujadora de más de 3,5 m de ancho.

**Método operativo.-** En forma parecida al procedimiento anterior, al bajar por la pendiente el tractor primero clava los rejonos y los eleva haciendo tres hoyos, a continuación da marcha atrás y clava la pala aguas arriba de los hoyos y descende empujando y moviendo la tierra para realizar la cuenca. El caballón de la cuenca queda sobre la zona ahoyada. Las cuencas se separan entre 4,5 y 6 m según línea de máxima pendiente. En las pasadas paralelas, las cuencas quedan al tresbolillo. Se realizan entre 333 y 635 cuencas/ha. Se planta en los dos hoyos externos de cada cuenca, y se está ensayando la localización más eficaz: alto del caballón; zona intermedia; base del caballón.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Es un procedimiento puntual que se acerca al tipo lineal, con inversión de horizontes muy localizada, mecanizado y de profundidad alta. Tiene efecto paisajístico mediano, efecto hidrológico favorable y sobre la supervivencia de la planta parece muy efectivo. Implica un desbroce asociado, por arranque y puntual. Tiene las mismas limitaciones que el ahoyado con ripper.

**Rendimiento.-** De 6 a 10 unidades de cuenca por hora.

Terminan aquí los procedimientos puntuales. Se insiste en que la formación de banquetas con microcuenca (bien con pico mecánico, bien con retroexcavadora o retroaraña) y la ejecución de cuencas de contorno discontinuo, aunque descritas entre procedimientos puntuales, tienden a tener efectos hidrológicos que aproximan a los de los procedimientos lineales.

#### **Subsolado lineal**

Consiste en producir cortes perpendiculares en el suelo de una profundidad de 40 a 60 cm, dados generalmente en curva de nivel, que no alteran el orden de los horizontes, mediante un apero denominado subsolador o ripper.

**Equipo y aperos.-** Tractor de cadenas de más de 120 CV con barra portaaperos de elevación hidráulica sobre la que se pueden instalar 1, 2 o 3 subsoladores separados 2 m cuando son dos y un metro cuando son tres. Se utiliza también en los subsolados el nuevo tractor con ejes de ruedas independientes, denominado todo-terreno de alta estabilidad (TTAE), cuyo ripper único tiene unas pequeñas aletas superiores que realizan un ligero acaballado a la vez que el subsolado. Hay que advertir que este tractor se ha diseñado y construido recientemente en España, por IARA, IBERSILVA, Diseños y Montajes Andaluces SA, Servicios Forestales SA y TAIFOR en Andalucía, que lleva sus ruedas sobre dispositivos hidráulicos independientes y puede circular con diferente altura de los ejes y por tanto mantener la cabina horizontal hasta pendientes del orden del 55%.

**Método operativo.-** Sobre un terreno previamente desbrozado o que no lo necesite, circula el tractor en curva de nivel más o menos inclinado según lo sea la ladera, dando uno, dos o tres surcos de subsolador. Trabaja en los dos sentidos. Es muy importante conseguir la correcta nivelación de todos los surcos de subsolado. Cuando con el mismo tractor dotado de pala frontal se realiza una roza al aire como desbroce, en la primera pasada sobre una faja hace el desbroce y vuelve sobre la misma subsolando. Se deben ejecutar en tiempo seco preferiblemente por ser más efectivo el mullido del suelo en la zona de influencia del subsolador. En suelos con pedregosidad de gran tamaño es preferible no utilizar tres subsoladores. El TTAE circula en curva de nivel manteniendo la horizontalidad de la cabina.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Se trata de una preparación lineal, sin inversión de horizontes, mecanizada y de profundidad alta. Su efecto hidrológico es bastante notable. El efecto paisajístico del subsolado en sí es inapreciable, aunque el desbroce lineal que le suele acompañar sea más patente. Sobre el perfil actúa muy favorablemente al no invertir los horizontes, mejorar sensiblemente la profundidad, la capacidad de retención de agua y la velocidad de infiltración en los surcos. El desarrollo de las plantas sobre el surco subsolado es más rápido que en ahoyados. El subsolado en curva de nivel con tractor convencional tiene una limitación de un 35% de pendiente por riesgo de vuelco lateral. Con el TTAE se puede alcanzar hasta un 55%. El procedimiento no tiene limitaciones de tipo edáfico, salvo los frecuentes afloramientos rocosos. Se aplica ventajosamente en todo tipo de repoblaciones, tanto protectoras como productoras, y es especialmente aconsejable en los suelos evolucionados y en los calizos.

**Rendimiento.-** Para ejecutar 5000 m/ha de subsolado con dos ripper se emplean del orden de 4 horas/ha.

**Caso especial.-** El subsolado lineal paralelo se aplica en algunos casos especiales en línea de máxima pendiente,

únicamente donde el riesgo de erosión hídrica sea muy bajo. Se supera así la limitación impuesta por la pendiente.

### **Acaballonado superficial**

Este procedimiento que también se denomina terraza volcada, es la combinación en una misma faja de un decapado y un subsolado, ejecutados en curva de nivel.

Equipos y aperos.- Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia dotado de pala o cuchilla frontal angledozer y tilledozer y barra portaaperos trasera con elevación hidráulica con dos ripper separados dos metros.

Método operativo.- En una primera pasada en curva de nivel la pala produce un decapado que forma un caballón de restos vegetales y tierra en la parte inferior de la faja, cuya anchura total es de 3 a 2,5 m. En la segunda pasada y en sentido contrario levanta la pala y clava los subsoladores. Se dejan entrefajas sin alterar de anchura variable según la densidad de plantación que se desee. Es muy importante conseguir la correcta nivelación de las fajas y surcos.

Condiciones de aplicación y efectos.- Se trata de un procedimiento de preparación del suelo lineal, con inversión de horizontes muy limitada al espesor de 5 cm afectado por el decapado, mecanizada y de profundidad alta. Su buen efecto hidrológico se debe al subsolado y a la formación de caballones que superan con creces el efecto negativo producido por el decapado. El efecto paisajístico es notable por la alternancia de fajas paralelas de diferente color producidas por el decapado lineal. La mejora del perfil para la instalación de las nuevas plantas es similar a la que produce el subsolado. El decapado libera de competencia por parte del matorral a la nueva masa durante bastante tiempo.

Está limitada su aplicación hasta una pendiente del 35 % y no tiene otras limitaciones edáficas, aunque es más recomendable en suelos silíceos degradados. Es un procedimiento con desbroce simultáneo muy efectivo, por lo que, en relación con el objetivo, es adecuado a las repoblaciones productoras y a aquellas que tengan alto riesgo de incendio forestal por la profusión del matorral. Se pueden ejecutar acaballonados superficiales en pendientes entre 35% y 55% con el TTAE, ya que este tractor puede montar en la parte delantera, en vez de la desbrozadora de martillos, una pala frontal tilledozer y angledozer de 2 m de anchura.

Rendimiento.- Para ejecuciones con 5.000 m/ha de subsolado, con separación entre ejes de faja de 4 m, y entrefajas de 1 m, los rendimientos están entre 4 y 6 horas/ha.

### **Acaballonado con desfonde**

Consiste en la formación de lomos de tierra o caballones, según curva de nivel, de diferente anchura y altura en función del tamaño del apero, a base de hacer pasar arados de vertedera, lo que a su vez deja un surco o canal en la zona aguas arriba del caballón que se ha formado con la tierra extraída del surco.

Equipo y aperos.- Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia equipado con un arado forestal de vertedera

bisurco y reversible, modelo Alchi o Chirlaque. El arado es forestal por que es de gran tamaño lo que permite alcanzar una profundidad de labor de hasta 70 cm. Tiene dos vertederas desfasadas del orden de dos metros con ataque también desfasado lo que hace que el caballón se forme en dos etapas. Y es reversible por que tiene dos equipos iguales pero con sentido de desplazamiento de tierras contrario, lo que permite trabajar al tractor en ladera en los dos sentidos de marcha, dejando siempre el caballón aguas abajo sin más que girar el eje que sostiene las vertederas al final de cada besana.

Método operativo.- El tractor trabaja en curva de nivel manteniendo estrictamente la horizontalidad del surco. Como se ha dicho al describir el apero, trabaja en ida y vuelta cambiando las vertederas. Si el terreno tiene un matorral muy denso, es necesario que esté desbrozado por roza previamente, mejor con desbrozadora de cadenas, pues las partes aéreas pueden embozar las vertederas, cuyo efecto posterior arranca las cepas completando el desbroce. Si el matorral no es muy denso y continuo, la aplicación directa del arado realiza el desbroce simultáneamente. El tempero para la ejecución debe ser bueno, pues en suelos excesivamente secos se pueden formar terrones que hagan el caballón discontinuo. Este es el único procedimiento lineal y mecanizado de preparación del suelo que permite realizar una plantación simultánea a su ejecución. Con planta preferiblemente a raíz desnuda, un operario situado entre las dos vertederas va andando a la vez que el tractor y va colocando las plantas sobre el caballón formado por la primera vertedera de manera que el sistema radical va siendo tapado por la tierra que aporta la segunda vertedera. De esta forma, en casos especiales, se pueden realizar al tiempo las tres operaciones de la repoblación.

Condiciones de aplicación y efectos.- Es un procedimiento de preparación del suelo lineal, con inversión de horizontes en la faja donde se aplica con una anchura de 60 a 90 cm, mecanizado y de profundidad alta. Su efecto hidrológico es bastante efectivo si los surcos están bien nivelados, pues aunque no se hace subsolado, la escorrentía se almacena sobre ellos permitiendo un mayor tiempo de infiltración que permite absorber el aguacero. El efecto sobre el paisaje es apreciable, pero menos que en el caso de las fajas decapadas. El efecto sobre la plantación es bastante favorable tanto si se hace simultáneamente como si se hace después, lo que en este caso se puede ejecutar sobre el caballón o en el fondo del surco. Su aplicación se limita por la pendiente hasta un 30%. La alta pedregosidad del perfil es un grave inconveniente, así como los afloramientos rocosos. Es más apropiado para suelos silíceos, homogéneos, poco evolucionados y erosionables.

Rendimiento.- Para 3000 m/ha de caballón, precisa 3 horas/ha.

### **Aterrazado con subsolado**

Consiste en la formación de terrazas o plataformas horizontales o con contrapendiente en una ladera, horizontales según curvas de nivel, mediante la ejecución de un desmorte y un terraplén, con anchura suficiente para la circulación del tractor que la construye y que son

subsoladas en toda su longitud. Las dimensiones que definen un aterrazado son la anchura de la terraza y la separación entre ejes de dos consecutivas, que junto con la pendiente de la ladera y las pendientes de tierras en desmonte y terraplén, permiten configurar su geometría. Son un procedimiento de preparación del suelo que es muy discutido en la actualidad. Constituyen la herramienta más segura para anular la escorrentía en una ladera, por lo que su concepción está más en el campo de la hidrología que en el de las repoblaciones forestales, siendo por tanto estructuras que se dimensionan en función de la intensidad máxima del aguacero y cuya repoblación es necesaria para asegurar a largo plazo la defensa del suelo.

**Equipos y aperos.-** Se emplea en la construcción de terrazas un tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia provisto de pala o cuchilla frontal angledozer y tilldozer y de barra portaaperos trasera de elevación hidráulica dotada de dos o tres ripper o subsoladores. La anchura de la pala frontal condiciona la de la plataforma.

**Método operativo.-** La labor se debe empezar desde la parte baja de la ladera hacia arriba, para evitar la rodadura de piedras. Se replantea con nivel una línea horizontal que sirva de guía a la primera terraza y conseguir así una perfecta e imprescindible correcta nivelación del conjunto. El tractor realiza en primer lugar la plataforma con la pala dando un ángulo de ataque adecuado a la dureza del terreno y a la anchura de plataforma que se desee, a base de extraer tierras en desmonte de la parte alta de la ladera y verterlas en terraplén sobre la parte baja. Va circulando sobre la plataforma recién construida. Cuando termina la plataforma, da la vuelta y vuelve a circular por ella con la pala levantada y subsolando a 50 o 60 cm de profundidad con los dos o tres ripper. A continuación pasa a construir la terraza siguiente paralela a la anterior. Es muy conveniente no cruzar con las terrazas los cauces de circulación natural de las aguas, pues la concentración de caudales romperá con toda probabilidad la estructura provocando un inútil movimiento de tierras.

**Condiciones de aplicación y efectos.-** Se trata de un procedimiento de preparación del suelo lineal, con inversión de horizontes, mecanizado y de alta profundidad. Es el que tiene mayor capacidad de control de la escorrentía. También es el que mayor impacto negativo paisajístico posee, por ser muy visibles los desmontes y terraplenes formados durante un tiempo cercano a los 20 años. Realiza simultáneamente un desbroce intenso por arranque. Permite en todo caso, al formar una plataforma horizontal, la plantación mecanizada que se explica en el siguiente capítulo.

Deja el monte en difíciles condiciones de transitabilidad en línea de máxima pendiente, lo que dificulta a posteriori la ejecución de cuidados culturales en la masa. El marco de plantación que se obtiene no es homogéneo, pues el espaciamiento entre las dos filas de una terraza es de 2 m y la separación entre dos próximas de diferentes terrazas del orden de 4 m o más, en función de la pendiente, del volumen del terraplén y de la anchura del terreno inalterado entre terrazas.

Las limitaciones para su aplicación por razón de la pendiente son: como límite inferior el 35%, pues en

pendientes inferiores las condiciones de riesgo erosivo se pueden superar con procedimientos lineales mecanizados ya descritos que no tengan los inconvenientes de éste; y como límite superior una pendiente del orden de 60%, pues con esta cifra la pendiente de la ladera tiende a ser igual a la de vertido natural de tierras en terraplén y por tanto la longitud de éste sería demasiado grande, lo que obliga a separaciones entre ejes excesivas y a alturas de desmonte también demasiado grandes. No tiene limitaciones respecto del tipo de vegetación preexistente, pues produce simultáneamente el desbroce. No es limitado por la pedregosidad del perfil o superficial, pero sí por los afloramientos rocosos. Por invertir el orden de los horizontes no es aconsejable su empleo en suelos evolucionados o maduros y en aquellos de naturaleza caliza o yesosa.

Resumiendo, se pueden enunciar los casos en que puede resultar adecuado el empleo del aterrazado con subsolado, que serán aquellos en que coincidan las siguientes circunstancias: lugares con erosión hídrica intensa, con suelos silíceos no evolucionados o degradados y con pendientes comprendidas entre 35% y 60%. Se resumen también a continuación las ventajas e inconvenientes que este procedimiento presenta. Ventajas: corregir la erosión hídrica con su simple aplicación; abaratar los costos de ejecución al hacer innecesario un desbroce previo y permitir la plantación mecanizada; y conseguir repoblaciones con muy bajos porcentajes de marras por la intensidad del mullido, el tipo de plantación y la anulación de la escorrentía. Inconvenientes: generar masas con espaciamentos muy heterogéneos; dificultar la aplicación de cuidados culturales posteriores por hacer bastante intransitable la superficie en línea de máxima pendiente; impacto paisajístico negativo y duradero. Los inconvenientes apuntados se refieren, lógicamente, a los que el procedimiento tiene en las condiciones de aplicación debidas y con una correcta ejecución, que son ajenos a los que se pueden derivar de una ejecución defectuosa o de unas condiciones de aplicación inadecuadas.

La aplicabilidad actual de los aterrazados se ha reducido mucho al surgir equipos, como el TTAE o el asurcador Foresta, capaces de realizar labores de alta eficacia hidrológica en pendientes del 35 al 55% por una parte, y otros, como los empleados en procedimientos mecanizados puntuales que realizan banquetas con microcuenca, que superan el 55% de pendiente.

**Rendimiento.-** Variable con la potencia del tractor, separación entre ejes de terrazas, pendiente, longitud de las besanas y dureza del terreno. Oscila, para 2.500 metros de terraza por ha (separación entre ejes de terraza de 4 m, normalmente esta separación es mayor), entre 6 y 12 horas/ha.

#### **Acaballonado forestal**

Consiste en la ejecución de un surco de 70 a 80 cm de ancho, con caballón aguas debajo de 30 a 40 cm, realizando en segunda pasada un subsolado en el fondo del surco (Abascal, 1997).

Equipos y aperos.- Sobre un tractor de cadenas convencional de 130 a 170 CV, se montan dos nuevos aperos: un asurcador, que sustituye a la pala convencional, y que consiste en una o varias puntas de ataque, un plano inclinado rematado en una teja de volteo y una cuchilla taluzadora, disponiendo de dos asurcadores independientes para poder trabajar en ambos sentidos de la marcha; un subsolador que sustituye al ripper convencional, de modo que la barra portaherramientas quede horizontal aunque el tracto marche inclinado, así, el subsolado se realiza siempre verticalmente y actúa en cada pasada un único subsolador.

Método operativo.- El tractor se desplaza en curva de nivel realizando en la primera pasada el surco y caballón con el asurcador frontal. La cadena de aguas arriba circula por el surco mejorando la estabilidad del equipo y permitiendo trabajar en pendientes mayores del 35%. A la vez realiza un desbroce simultáneo lineal y por arranque. En la segunda pasada, se levanta el asurcador y se clava el subsolador correspondiente, que muelle el suelo y favorece la infiltración después de haber pasado la cadena sobre el surco.

Condiciones de aplicación y efectos.- Se trata de un procedimiento lineal, mecanizado, de alta profundidad y con inversión de horizontes en la anchura del surco. La pendiente máxima que puede alcanzar, según el fabricante, es del 55%. Está limitado por afloramientos rocosos o irregularidades bruscas en la superficie de la ladera. Los surcos no deben interrumpir la red natural de drenaje. Un matorral excesivamente denso puede ser limitante por embozar los aperos y por no ser suficientemente ancho el desbroce asociado, por lo que en este caso sería necesario aplicar un desbroce lineal por roza y trituración. Parece más adecuado el sistema sobre suelos silíceos y calizos descarbonatados, en ambos casos de baja pedregosidad. Sus efectos son: hidrológicos favorables; para la supervivencia de la planta eficaces; y para el paisaje poco importantes y poco duraderos. Como todos los procedimientos que ejecutan un subsolado, es mejor ejecutar el trabajo con el suelo seco.

Rendimiento.- Según el fabricante, entre 800 y 3000 metros lineales de surco subsolado por hora, en función de la pendiente, tipo de matorral y dureza del terreno.

### **Laboreo pleno**

Consiste en realizar una labor similar a la de los alzados que se utilizan en el campo agrícola, removiendo toda la superficie del terreno.

Equipos y aperos.- Tractor agrícola de ruedas de más de 50 CV de potencia con arados de vertedera o de discos, de diferentes anchuras de labor y pesos.

Método operativo.- Se procede de la misma forma que en el cultivo agrícola, dando pasadas paralelas, preferiblemente en curva de nivel. La pendiente para esta forma de operar será inferior al 20 %, en evitación de vuelco del tractor.

Condicionantes de aplicación y efectos.- Es un procedimiento de preparación del suelo a hecho, con inversión de horizontes, mecanizado y de profundidad media pues difícilmente se superan los 40 cm de

profundidad de labor. El efecto hidrológico se puede considerar negativo, pues puede favorecer los procesos erosivos, por lo que únicamente se debe emplear en zonas de pendiente reducida, en todo caso inferior al 15 %. El efecto sobre el paisaje, al aplicarse en terrenos relativamente llanos y no dejar fajas alternas de diferente color, no es muy patente. Su aplicación requiere un monte sin vegetación consistente o previamente desbrozado por roza y trituración. No es conveniente aplicarlo a suelos con alto contenido de caliza activa en profundidad alcanzable por la labor. Su aplicación en reforestación está limitada a la ejecución de siembras a voleo. Puede ser de aplicación con especies adecuadas en la repoblación de terrenos agrícolas abandonados con suelos de buena permeabilidad, siendo siempre conveniente realizar un subsolado profundo previo. También puede ser de aplicación en montes de pino piñonero y rodeno, de poca pendiente, texturas arenosas, a regenerar por siembra tras un incendio o una corta a hecho. Implica un desbroce a hecho, simultáneo a la preparación del suelo, por arranque y con efectos duraderos.

Rendimiento.- Dadas las fáciles condiciones, escasa pendiente y desbroce previo o innecesario, el rendimiento es alto, alrededor de 4 horas/ha.

### **Acaballonado superficial completo**

Se trata de un procedimiento de acaballonado en toda la superficie del monte conseguido a través de aproximar suficientemente los ejes de las fajas descritas anteriormente en el acaballonado superficial (IV.11).

Equipo y aperos.- Similar al descrito en IV.11.

Método operativo.- El tractor realiza un decapado sobre una faja que posteriormente subsola. Al realizar la siguiente faja se aproxima a ella de manera que el nuevo caballón queda sobre el borde de la anterior faja decapada, afectando de esta forma a toda la superficie del monte y no dejando entrefajas inalteradas.

Condiciones de aplicación y efectos.- Es un procedimiento de preparación a hecho, con inversión de horizontes limitada a la profundidad del decapado, máximo 10 cm, mecanizada y de profundidad alta por el subsolado. El efecto hidrológico es similar al del acaballonado superficial. El efecto paisajístico es algo menor al no observarse fajas alternas de diferente color. Produce un desbroce simultáneo, a hecho y por arranque de gran efectividad, que reduce largo tiempo la reinvasión por el matorral. Esta limitada su ejecución con tractores convencionales a un 35% de pendiente. No es aconsejable en suelos calizos ni en casos de alta torrencialidad climática. Será interesante en repoblaciones productoras sobre suelos profundos, de escasa pendiente, con matorral que no necesite desbroces selectivos, todo ello para retrasar los desbroces posteriores.

Rendimiento.- De 5,5 horas/ha a 8 horas/ha.

### **Acaballonado completo en llano**

Es un procedimiento de preparación del suelo que se ha denominado también acaballonado en páramo ácido, tomando el nombre de las muy particulares condiciones en que se aplica. Éstas son zonas llanas, con suelo silíceo, de

relativamente alta pluviometría en las que una deforestación provocada frecuentemente por el cultivo agrícola y su posterior abandono o la reiteración de incendios y pastoreo han conducido a la existencia de una vegetación de matorral de escasa talla formada por ericáceas y a un suelo evolucionado y profundo caracterizado por la presencia de un horizonte intermedio muy impermeable por su alto contenido en arcillas. Las condiciones fisiográficas y edáficas provocan encharcamientos periódicos en invierno y primavera del perfil lo que limita en gran medida la instalación de una vegetación arbórea. La preparación que se describe tiende a superar estas circunstancias mediante un rejuvenecimiento de perfil por labores muy intensas. Son particularmente frecuentes estas situaciones en extensas zonas del norte de la cuenca del Duero donde se sitúan los páramos ácidos que han dado nombre al procedimiento, pero evitamos esta denominación por que la aplicación es también extensible a algunas rañas de la cuenca del Tajo e incluso a algunas zonas del Guadiana.

Equipos y aperos.- Se precisan tractores de cadenas de gran potencia a los que en primer lugar se les aplica un subsolador de gran tamaño, a veces con topo y después un potente arado abrezanjas de doble vertedera.

Método operativo.- Se procede realizando un estudio topográfico que permita orientar los caballones para una más eficaz evacuación del agua. Perpendicularmente a esta dirección se hace un subsolado profundo y paralelo. A continuación, y perpendicularmente al subsolado, se procede a formar unos caballones de aproximadamente 60 cm de altura con el abrezanjas mediante dos pasadas, una a cada lado del eje del caballón, haciéndose una vertiente del mismo a la ida y otra a la vuelta. El terreno queda alterado en toda la superficie, ondulado y completamente desbrozado. El agua circulará por los surcos y la plantación se puede realizar en lo alto del caballón.

Condiciones de aplicación y efectos.- Es un procedimiento de preparación del suelo a hecho, con fuerte inversión de horizontes, mecanizado y de alta profundidad. Al aplicarse en zonas llanas no hay que comentar su efecto sobre la escorrentía. Consigue drenar el perfil para permitir la respiración de las raíces de las plantas introducidas. El efecto paisajístico es inapreciable al aplicarse en zonas llanas. El efecto a largo plazo es permitir la instalación de una masa arbórea que mejore por sí misma la permeabilidad del suelo y su enriquecimiento. Las limitaciones se refieren a las especiales circunstancias de aplicación comentadas.

Rendimiento.- Para el subsolado se emplean, dando 5000 m/ha, 3 horas/ha y para el acaballonado un tiempo similar.

### **Subsolado pleno**

También se denomina subsolado cruzado pues consiste en ejecutar un doble subsolado lineal según se describió en IV.3.10 en direcciones que serán perpendiculares en terrenos sensiblemente llanos y oblicuas en terrenos con pendiente.

Equipos y aperos.- Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia con barra portaaperos de elevación hidráulica con dos subsoladores separados 2 m.

Método operativo.- El terreno no debe necesitar desbroce o estar previamente desbrozado por roza a hecho. Se procede igual que en el subsolado lineal pero en terreno llano se repite la operación dando sucesivas pasadas perpendiculares a las anteriores. Queda el terreno con 10.000 m de subsolado/ha en forma de retícula de 2 por 2 m de lado y se planta en las intersecciones. Para densidades de plantación menores se utiliza un solo ripper central dando un solo surco en cada pasada, que se separan en función del marco real elegido. En pendiente las pasadas son oblicuas entre sí y paralelas a las diagonales imaginarias del rectángulo definido por la ladera, quedando una retícula de forma romboidal. Se plantará en las intersecciones.

Condiciones de aplicación y efectos.- Es un procedimiento de preparación del suelo a hecho, sin inversión de horizontes, mecanizado y de alta profundidad. En pendiente, el efecto hidrológico es superior al del subsolado lineal en la medida que duplica la longitud del subsolado, y menor por razón de no aplicarse en curva de nivel, no obstante, donde se ha probado no han inducido los surcos oblicuos abarrancamiento alguno. El efecto sobre el paisaje es pequeño y muy transitorio. Sobre la plantación tiene un efecto muy favorable al permitir el desarrollo del sistema radical en cuatro sentidos. Cuando se trabaja en ladera, la limitación por la pendiente a un tractor convencional es algo superior a la del subsolado simple, se puede llegar hasta un 45%. Otra limitación es la uniformidad de la ladera, que no tendrá frecuentes afloramientos rocosos ni bruscos cambios de pendiente. En repoblaciones productoras es eficaz pues favorece el crecimiento de la masa instalada, independientemente de la pendiente.

En repoblaciones protectoras de terrenos que no necesiten desbroces, uniformes y con pendiente entre 35% y 45% es un procedimiento a tener en cuenta, aunque esta posible necesidad ha sido satisfecha por el TTAE.

Rendimiento.- Variable según se empleen uno o dos ripper y según el lado de la retícula. Para 10.000 m de subsolado por ha con dos subsoladores a la vez, el rendimiento es del orden de 8 horas/ha.

## **Aspectos hidrológicos de los desbroces y de la preparación del suelo**

Se han realizado experiencias con lluvia artificial para cuantificar el efecto hidrológico de las cubiertas forestales y de las labores de desbroce y de preparación del suelo, todo ello en parcelas situadas en Guadalajara y en Málaga (Serrada *et al.*, 1997). Sin entrar en detalles de metodología, se presentan resumidamente los resultados obtenidos en la tabla 1, donde *c* es el coeficiente que representa el cociente entre la precipitación registrada hasta el inicio de la escorrentía en la labor analizada y la precipitación registrada hasta el inicio de la escorrentía en las parcelas testigo, pobladas por matorral sin alterar. Significa que valores inferiores a la unidad han provocado una pérdida de capacidad de infiltración, y valores superiores a la unidad una mejora.



Lugar	Guadalajara		Málaga	
	Variación de c	V. medio de c	Variación de c	V. medio de c
Roza en puntos. 2000 casillas/ha	0,38-0,93	0,66	0,58-0,94	0,76
Roza en fajas de 2 m y 2 m de entrefaja	0,74-1,06	0,90	0,77-0,97	0,87
Roza total	0,73-0,78	0,76	0,56-0,75	0,66
Decapado en fajas de 2 m y 2 m de entrefaja	0,33-0,72	0,53		
Decapado total	0,19-0,73	0,46	0,41-0,61	0,51
Ahoyado manual. 2000 h/ha	0,74-1,89	1,32	1,07-1,51	1,29
Ahoyado con pico mecánico y microcuenca. 2000 h/ha	0,72-1,14	0,93	0,86-1,17	1,02
Ahoyado con retroexcavadora. 1111 h/ha	-	-	1,64-2,70	2,17
Ahoyado con ripper. 2000 h/ha	-	-	1,26-1,48	1,37
Subsolado lineal de 40 cm. 5000 m/ha	1,32-2,0	1,66	-	-
Subsolado lineal de 60 cm. 5000 m/ha	1,25-2,44	1,85	2,27-3,28	2,78
Subsolado cruzado en rombo. 1000 m/ha	0,94-1,90	1,42	0,87-1,09	0,98
Subsolado en máxima pendiente. 5000 m/ha			2,10-2,65	2,38
Acaballonado con desfonde. 5000 m/ha	1,41-2,46	1,94		
Acaballonado superficial. 5000 m/ha	0,71-1,44	1,08	1,39-1,68	1,54
Acaballonado con TRAMET. 5000 m/ha	1,41-3,00	2,21	-	-
Labor completa TRAMET. 5000 m/ha	1,25-1,85	1,55	-	-
Aterrazado con subsolado. 2,5 m de terraza, separación 4 m	0,87-3,47	2,17	2,74-3,41	3,08
Roza en fajas y subsolado TTAE. 3333 m/ha	2,91	2,91	1,22	1,22

**Tabla 1.-** Se hace notar que figuran en la tabla datos correspondientes a labores efectuadas con un equipo denominado TRAMET, que en la actualidad está en desuso. La morfología externa de la labor que hacía este equipo se aproximaba a la del equipo Foresta.

Los valores extremos de las mediciones que figuran en la tabla se corresponden con diferentes contenidos de humedad en el suelo. El comportamiento en las dos parcelas es lógicamente diferente, al estar las parcelas de Guadalajara sobre rañas y las de Málaga sobre dolomías, aunque se puede comprobar una tendencia similar en la ordenación del efecto de las labores.

El valor del coeficiente es directamente proporcional a la mejora o empeoramiento de la capacidad de infiltración que ha podido inducir la labor efectuada. El análisis de los valores medios reflejados cuantifica el efecto hidrológico de las labores que se han descrito en este y en el anterior capítulo.

También sirven los valores de c superiores a la unidad para proyectar, en cada caso, la preparación del suelo suficiente para anular la escorrentía, según las condiciones particulares del rodal a repoblar y de la torrencialidad del clima. Se puede aplicar el siguiente procedimiento:

1.- Se escoge un lugar que reúna las características medias, en relación con la pendiente y con la composición y espesura del matorral, del rodal o zona a repoblar.

2.- Se replantea una parcela testigo, de 4 m de anchura en curva de nivel y de 20 m de longitud en línea de máxima pendiente.

3.- Se dispone sobre la parcela de una batería de al menos

5 pluviómetros. Se realiza un tendido de 4 mangueras a partir de motobombas de incendios. Se inicia la lluvia artificial a razón de 2 a 3 mm de precipitación por minuto. Cada manguera reproduce la precipitación sobre un sector de la parcela de 4 x 5 m. Un observador comprueba, dentro de la parcela cómo se va produciendo la infiltración y el correcto reparto de la lluvia. Detiene la prueba en el momento en que comprueba escorrentía generalizada en varios puntos de la parcela.

4.- Se obtiene la intensidad del aguacero que es capaz de resistir el estado actual del monte como media de la precipitación de los pluviómetros.

5.- Con base en datos de observatorios meteorológicos cercanos, se calcula la intensidad del aguacero máximo en un plazo determinado, para una recurrencia de 15 a 20 años.

6.- Se calcula el cociente entre el aguacero natural esperable y el valor medio obtenido en los pluviómetros. Este cociente es el valor que mínimo que tiene que caracterizar al procedimiento de preparación del suelo a aplicar.

7.- Se escoge el procedimiento cuyo valor medio de c en la tabla sea superior al cociente calculado en el punto anterior.

Aplicando este procedimiento de decisión se puede asegurar que el procedimiento de preparación del suelo

elegido es el necesario, suficiente y no excesivo para cubrir el objetivo de anular la escorrentía, con efectos sobre la anulación de la erosión y sobre el abastecimiento hídrico a las plantas introducidas, que se había marcado en la discusión del primer epígrafe de este capítulo.

---

## Bibliografía

- Abascal, J.M. (1997). Nueva trampa de agua que evita la erosión. Aplicable a repoblaciones forestales, dehesas y pastizales. *Revista MONTES*, nº 47: 17-21. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- Arenas, S.G., Riveiro, A.M. (1997). Método de repoblación manual en fajas en montes de la provincia de Lugo: Marras y posibles causas. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, nº 4 – 1997. Actas de la Reunión del Grupo de Trabajo de Repoblación Forestal. Madrid
- Bara, S. (1990). *Fertilización forestal*. Colección Técnica. Serie Tecnoloxía nº 1. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- De Simon, E. (1990). Restauración de la vegetación en cuencas mediterráneas: repoblaciones en zonas áridas. in *ECOLOGÍA*, Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.
- Martinez Artero, J.F., Bago, D., Castillo, V., Albadalejo, J., Roldán, A. (1997). Reforestación en áreas semiáridas mediterráneas. Ensayo de nuevas técnicas. *Actas del II Congreso Forestal Español*. Mesa 3: 383-388. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Pamplona.
- Masip, J., Arnó, J. (1993). Diseño de un prototipo de cabezal mullidor para repoblaciones forestales. *Actas del I Congreso Forestal Español*. Tomo II. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Xunta de Galicia. Pontevedra.
- Oliet, J., Navarro, R., Contreras, O. (2003). *Evaluación de la aplicación de Tubos y Mejoradores en repoblaciones forestales*. Manuales de Restauración Forestal nº 2. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Córdoba.
- Navarro, M. (1975). *Técnicas de Forestación*. Monografías nº 9. ICONA. Madrid.
- Serrada, R. (2000). *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. Fundación Conde Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.
- Serrada, R.; Mintegui, J.A., Robredo, J.C., García, J.L, Gómez, V., Zazo, J., Navarro, R. (1997). Formación de escorrentías con lluvias torrenciales simuladas, en parcelas con diferentes cubiertas vegetales y distintas preparaciones del suelo para las repoblaciones forestales. *Actas del II Congreso Forestal Español*, Mesa 2, 605-610. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Pamplona.

# Recursos Rurais

Revista oficial do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)

## Normas para a presentación de orixinais

### Procedemento editorial

A Revista Recursos Rurais aceptará para a súa revisión artigos, revisións e notas vinculados á investigación e desenvolvemento tecnolóxico no ámbito da conservación e xestión da biodiversidade e do medio ambiente, dos sistemas de produción agrícola, gandeira, forestal e referidos á planificación do territorio, tendentes a propiciar o desenvolvemento sostible dos recursos naturais do espazo rural. Os artigos que non se axusten ás normas da revista, serán devolto aos seus autores.

### Preparación do manuscrito

#### Comentarios xerais

Os manuscritos non deben exceder de 20 páxinas impresas en tamaño A4, incluíndo figuras, táboas, ilustracións e a lista de referencias. Todas as páxinas deberán ir numeradas, aínda que no texto non se incluírán referencias ao número de páxina. Os artigos poden presentarse nos seguintes idiomas: galego, castelán, portugués, francés ou inglés. Os orixinais deben prepararse nun procesador compatible con Microsoft Word®, a dobre espazo nunha cara e con 2,5 cm de marxe. Empregarase a fonte tipográfica "arial" a tamaño 11 e non se incluírán tabulacións nin sangría, tanto no texto como na lista de referencias bibliográficas. Os parágrafos non deben ir separados por espazos.

Os nomes de xéneros e especies deben escribirse en cursiva e non abreviados a primeira vez que se mencionen. Posteriormente o epíteto xenérico poderá abreviarse a unha soa letra. Debe utilizarse o Sistema Internacional (SI) de unidades. Para o uso correcto dos símbolos e observacións máis comúns pode consultarse a última edición do CBE (Council of Biology Editors) Style manual.

#### Páxina de Título

A páxina de título incluír un título conciso e informativo, o nome(s) do autor(es), a afiliación(s) e a dirección(s) do autor(es), así como a dirección de correo electrónico, número de teléfono e de fax do autor co que se manterá a comunicación.

#### Resumo

Cada artigo debe estar precedido por un resumo que presente os principais resultados e as conclusións máis importantes, cunha extensión máxima de 200 palabras. Ademais do idioma orixinal no que se escriba o artigo, presentarase tamén un resumo en inglés.

#### Palabras clave

Deben incluírse ata 5 palabras clave situadas despois de cada resumo distintas das incluídas no título.

#### Organización do texto

A estrutura do artigo debe axustarse na medida do posible á seguinte distribución de apartados: Introducción, Material e métodos, Resultados e discusión, Agradecementos e Bibliografía. Os apartados irán resaltados en negra e tamaño de letra 12. Se se necesita a inclusión de subapartados estes non estarán numerados e tipografiaranse en tamaño de letra 11.

#### Introdución

A introdución debe indicar o propósito da investigación e prover unha referencia curta da literatura pertinente.

#### Material e métodos

Este apartado debe ser breve, pero proporcionar suficiente información como para poder reproducir o traballo experimental ou entender a metodoloxía empregada no traballo.

#### Resultados e Discusión

Neste apartado expóranse os resultados obtidos. Os datos deben presentarse tan claros e concisos como sexa posible,

se é apropiado na forma de táboas ou de figuras, aínda que as táboas moi grandes deben evitarse. Os datos non deben repetirse en táboas e figuras. A discusión debe consistir na interpretación dos resultados e da súa significación en relación ao traballo doutros autores. Pode incluírse unha conclusión curta, no caso de que os resultados e a discusión o propicien.

#### Agradecementos

Deben ser tan breves como sexa posible. Calquera concesión que requira o agradecemento debe ser mencionada. Os nomes de organizacións financiadoras deben escribirse de forma completa.

#### Bibliografía

A lista de referencias debe incluír unicamente os traballos que se citan no texto e que se publicaron ou que foron aceptados para a súa publicación. As comunicacións persoais deben mencionarse soamente no texto. No texto, as referencias deben citarse polo autor e o ano e enumerar en orde alfabética na lista de referencias bibliográficas.

#### Exemplos de citación no texto:

Descricións similares danse noutros traballos (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992).

Andrade (1949) indica como....

Segundo Mario & Tinetti (1989) os factores principais están....

Moore et al. (1991) suxiren iso....

#### Exemplos de lista de referencias bibliográficas:

##### Artigo de revista:

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005).

Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*, 175, 2: 227-243.

##### Capítulo nun libro:

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En: Campbell J.G. (Ed.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society, London.

Lowel, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and morphology of Grasses. En: R.F. Barnes et al. (Eds.). *Forrages. An introduction to grassland agriculture*. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50

##### Libro completo:

Jensen, W (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc. Saddle River, New Jersey.

##### Unha serie estándar:

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964);

Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980).

Cambridge University Press, Cambridge.

##### Obra institucional:

MAPYA (2000). *Anuario de estadística agraria*. Servicio de Publicacións del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, España.

##### Documentos legais:

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), nº 8, 15/1/04. Madrid, España.

##### Publicacións electrónicas:

Collins, D.C. (2005). Scientific style and format. Disponível en: <http://www.councilscience.org/publications.cfm> [5 xaneiro, 2005]

Os artigos que fosen aceptados para a súa publicación incluíranse na lista de referencias bibliográficas co nome da revista e o epíteto "en prensa" en lugar do ano de publicación.

#### Ilustracións e táboas

Todas as figuras (fotografías, gráficos ou diagramas) e as táboas deben citarse no texto, e cada unha deberá ir numerada consecutivamente. As figuras e táboas deben incluírse ao final do artigo, cada unha nunha folla separada na que se indicará o número de táboa ou figura, para a súa identificación. Para o envío de figuras en forma electrónica vexa máis adiante.

Debuxos lineais. Por favor envíe impresións de boa calidade. As inscricións deben ser claramente lexibéis. O mínimo grosor de liña será de 0,2 mm en relación co tamaño final. Ilustracións en tons medios (escala de grises): Envíe por

favor as impresións ben contrastadas. A ampliación débese indicar por barras de escala. Non se publicarán figuras en color.

#### Tamaño das figuras

As figuras deben axustarse á anchura da columna (8.5 centímetros) ou ter 17.5 centímetros de ancho. A lonxitude máxima é 23 centímetros. Deseñe as súas ilustracións pensando no tamaño final, procurando non deixar grandes espazos en branco. Todas as táboas e figuras deberán ir acompañadas dunha lenda. As lendas deben consistir en explicacións breves, suficientes para a comprensión das ilustracións por si mesmas. Nas mesmas incluírase unha explicación de cada unha das abreviaturas incluídas na figura ou táboa. As lendas débense incluír ao final do texto, tras as referencias bibliográficas e deben estar identificadas (ex: Táboa 1 Características...). Os mapas incluírán sempre o Norte, a latitude e a lonxitude.

#### Preparación do manuscrito para o seu envío

##### Texto

Grave o seu arquivo de texto nun formato compatible con Microsoft Word.

##### Táboas e Figuras

Cada táboa e figura gardarase nun arquivo distinto co número da táboa e/ou figura. Os formatos preferidos para os gráficos son: Para os vectores, formato EPS, exportados desde o programa de debuxo empregado (en todo caso, incluírán unha cabeceira da figura en formato TIFF) e para as ilustracións en tons de grises ou fotografías, formato TIFF, sen comprimir cunha resolución mínima de 300 ppp. En caso de enviar os gráficos nos seus arquivos orixinais (Excel, Corel Draw, Adobe Illustrator, etc.) estes acompañarase das fontes utilizadas. O nome do arquivo da figura (un arquivo diferente por cada figura) incluír á o número da ilustración. En ningún caso se incluír á no arquivo da táboa ou figura a lenda, que debe figurar correctamente identificada ao final do texto. O material gráfico escaneado deberá aterse aos seguintes parámetros: Debuxos de liñas: o escaneado realizarase en liña ou mapa de bits (nunca escala de grises) cunha resolución mínima de 800 ppp e recomendada de entre 1200 e 1600 ppp. Figuras de medios tons e fotografías: escanearanse en escala de grises cunha resolución mínima de 300 ppp e recomendada entre 600 e 1200 ppp.

#### Recepción do manuscrito

Os autores enviarán un orixinal e dúas copias do artigo completo ao comité editorial, xunto cunha copia dixital, acompañados dunha carta de presentación na que ademais dos datos do autor, figuren a súa dirección de correo electrónico e o seu número de fax, á seguinte dirección:

#### IBADER

Comité Editorial da revista Recursos Rurais  
Universidade de Santiago.  
Campus Universitario s/n  
E-27002 LUGO - Spain

Enviar o texto e cada unha das ilustracións en arquivos diferentes, ningún dos seguintes soportes: CD-ROM ou DVD para Windows, que irán convenientemente rotulados indicando o seu contido. Os nomes dos arquivos non superarán os 8 caracteres e non incluírán acentos ou caracteres especiais. O arquivo de texto denominarase polo nome do autor.

Cos arquivos inclúa sempre información sobre o sistema operativo, o procesador de texto, así como sobre os programas de debuxo empregados nas figuras.

Copyright: Unha vez aceptado o artigo para a publicación na revista, o autor(es) debe asinar o copyright correspondente.

Febreiro 2005