

Novedades en mecanización de repoblaciones forestales

Equipos y maquinaria de desbroce, preparación del suelo y plantación

A diferencia de la maquinaria que se utiliza en los aprovechamientos forestales, la mecanización de las repoblaciones ha permitido hasta hoy el empleo de equipos y máquinas que no requieren demasiada especialización y que, por tanto, pueden realizar otras funciones. Nos estamos refiriendo, concretamente, a diferentes aperos de uso agrícola y maquinaria pesada de obras públicas.

● **PEMÁN, J.* ; ARNÓ, J.**.** (*) Dpto. de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. (**) Dpto. de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Lleida.

Las peculiares condiciones en que deben realizarse las repoblaciones (pendiente, pedregosidad), junto con la necesidad de aumentar los rendimientos de las máquinas tradicionales, han propiciado la modificación de ciertos componentes y el desarrollo de nuevos equipos mejor adaptados y con mayores prestaciones.

Atendiendo a las fases en que normalmente se ejecutan las repoblaciones forestales (desbroce, preparación del suelo y plantación), presentamos los equipos y máquinas que, dada su gran difusión o novedad, constituyen las alternativas más interesantes a la hora de planificar la mecanización de los trabajos de repoblación forestal.

Desbroce

El tratamiento previo de la vegetación (matorrales si se repuebla sobre terrenos forestales, o comunidades de herbáceas si se repuebla sobre terrenos agrícolas) persigue dos objetivos básicos: mejorar las condiciones previas de establecimiento, al reducir la competencia de la vegetación por agua y nutrientes, y facilitar la preparación del suelo y posterior plantación, al mejorar las condiciones de accesibilidad de equipos y operarios.

Existen diferentes procedimientos de desbroce mecanizado. Cuando la vegetación es densa y leñosa, es recomendable la utilización de **desbrozadoras de eje horizontal** (desbrozadoras de martillos).

Estas máquinas (**fig. 1**) cortan y trituran la parte aérea de la vegetación, sin producir prácticamente alteración alguna en la capa superficial del suelo. Los elementos



prendidos entre los 40 m/s y los 70 m/s.

Al tratarse de aperos suspendidos (acoplados al enganche tripuntal del tractor), la regulación de la altura de corte se obtiene mediante el elevador hidráulico.

Las desbrozadoras que se utilizan forestalmente suelen tener anchos de trabajo entre 1,60 y 2,00 m, siendo necesarios para su correcto funcionamiento tractores con potencias comprendidas entre 70 CV y 140 CV.

Según que el tractor utilizado sea de ruedas o de cadenas, la máquina puede realizar desbroces en curva de nivel hasta una pendiente del 20% o del 35%, respectivamente. Con todo, el acoplamiento de este tipo de desbrozadoras sobre tractores autonivelables (tipo TTAE o TRAMET), permite incrementar su ámbito de aplicación hasta pendientes del 45% o el 55%.

El rendimiento, variable con la anchura del apero y la potencia del tractor, pue-

de establecerse, como media, entre 2 y 5 horas/ha cuando se ejecutan desbroces por fajas al 50%.

Preparación del suelo

La preparación del terreno para la realización de una repoblación forestal se justifica por la necesidad de alojar la planta o la semilla de las especies elegidas, facilitar su supervivencia y arraigo en el terreno y/o corregir determinadas características edáficas que dificulten las mismas. Claramente, por tanto, los métodos de preparación del terreno pretenden crear las condiciones más favorables para el establecimiento y desarrollo de la vegetación introducida en los primeros años, ya que sus efectos beneficiosos desaparecen con el tiempo, de forma más o menos rápida según el tipo elegido.

Durante los años 70 y 80 la preparación mecanizada del suelo se reducía a labores en los terrenos llanos y a los acaballonados y subsolados siguiendo las curvas de nivel en los terrenos hasta un 35% de pendiente y a los aterrazados en los casos de mayor pendiente. El límite de estos últimos estaba en el 60%. Esto suponía que en esos años, por encima del 35% de pendiente transversal, el único método mecanizado de preparación del suelo siguiendo las curvas de nivel eran las terrazas.

Las máquinas utilizadas de forma preferente eran los tractores de cadenas, de potencia entre 120 y 170 CV según la labor a realizar, dotados de movimiento "angledozer" para poder realizar el caballón o formar la plataforma de la terraza y con un subsolador tipo "ripper" con 2 ó 3 rejonos, separados dos metros cuando son dos y un metro cuando son tres, para la realización del subsolado. Los acaballonados y aterrazados solían llevar pareja la labor de subsolado.

A finales de los años 80 y principios de los 90 han aparecido distintos aperos y otras máquinas que permiten más alternativas en las preparaciones mecanizadas, concretamente, cuando los intervalos de pendiente se sitúan entre el 35% y el 60%.

Entre los aperos podemos distinguir:

- Los "ripper" modificados (fig. 2). La modificación más usual ha sido la soldadura de una cuchara o cuña inferior en la bota del rejon de forma triangular para abrir el hoyo, y unas orejetas o alas en la parte superior del rejon para empujar y desplazar la tierra del hoyo. Con estos "ripper"



Ahoyador transversal.

modificados se realiza una labor denominada ahoyado mecanizado en la línea de máxima pendiente. Para ello, el tractor, desplazándose de arriba hacia abajo según la línea de máxima pendiente, clava los rejonos en el suelo y se deja caer entre 0,5 y 1 m para abrir el hoyo. Se levantan los rejonos y volviendo marcha atrás se repite la operación. Esta doble pasada, o



Asurcador y "ripper" basculante.

dos golpes, origina un hoyo rectangular en la línea de máxima pendiente, con unas dimensiones medias de 30 a 60 cm de profundidad, 50 cm de longitud y 60 cm de anchura.

Este método empezó a aplicarse en Navarra a finales de los años ochenta, por lo que recibió el nombre de hoyos navarros, extendiéndose posteriormente, con bastante rapidez, al resto del Estado. Es,



Retroaraña.

en la actualidad, uno de los métodos más empleados para la realización de ahoyados mecanizados, teniendo muchas variantes según las zonas. Debe utilizarse para pendientes entre el 35% y el 60%. Su realización debe ser muy cuidadosa para evitar que se produzcan regueros y cárcavas. Para ello, la distribución de los hoyos debe ser al tresbolillo (triángulo equilátero) y debe evitarse el empleo de tractores de mucha potencia y por tanto muy pesados, ya que en su movimiento descendente tenderán a realizar un hoyo con la dimensión máxima en la línea de máxima pendiente. Los rendimientos oscilan entre 8 y 10 horas/ha para una densidad de 1.500 hoyos/ha.

- **Ahoyador transversal (fig. 3).** Este apero consiste en dos brazos laterales deslizantes que salen de los extremos del bastidor y que llevan en su parte inferior unas cuchillas. Los brazos están fijados por medio de bulones, lo que permite obtener distintas separaciones entre las cuchillas y, por tanto, entre los hoyos. El apero se instala en la parte trasera de los tractores de cadenas aprovechando los mismos bulones que mantienen el "ripper".

La preparación del terreno que se realiza con este apero es un ahoyado transversal a la línea de máxima pendiente. Las dimensiones medias de los hoyos son 60x40x40 cm. El tractor se sitúa en la parte superior de la ladera y desciende por ella en la dirección de máxima pendiente. Una vez estacionada la máquina, el maquinista acciona uno o los dos brazos realizándose los hoyos. Las distancias entre los hoyos que permite realizar este apero oscilan entre 2,50 a 3,50 m, pudiéndose regular dentro de este intervalo cada 25 cm. La labor la puede realizar, también, en sentido ascendente.

Este apero ha sido diseñado gracias a una colaboración entre el Gobierno de Navarra y la empresa Viveros y Repoblaciones de Navarra, S. A. En la actualidad puede decirse que, salvo en dicha Comunidad, en el resto del Estado no ha dejado de tener una aplicación experimental.

- **Asurcador y "ripper" basculante (fig. 4).** Son dos aperos que se instalan sobre un tractor de cadenas de 170 CV y que permiten la realización de un caballón y de un subsolado:

- Apero asurcador. Consiste en un arco sobre el que van acoplados los dos asurcadores que giran sobre sendos ejes colocados perpendicularmente a este tramo del arco. Estos

asurcadores trabajan independientes uno del otro y están constituidos por una o varias puntas de ataque intercambiables, un plano inclinado rematado en una teja de volteo y una cuchilla taluzadora. Cuando un asurcador está trabajando el otro está levantado.

- Apero subsolador. Está formado por un "ripper" con dos rejonés de 80 cm o 1 m de longitud, basculantes gracias a un equipo hidráulico accionado desde la cabina, que permite mantener el rejon completamente vertical, asegurando la profundidad en la labor.

El método de preparación del suelo con este apero consiste en la realización de un surco de 70 a 80 cm de ancho y un caballón en su parte exterior de 30 a 40 cm en una primera pasada, gracias a un apero asurcador, para luego realizar una segunda pasada subsolando con un "ripper" basculante que le permite introducir la longitud total del rejon (1 m) en la tierra, hasta con pendientes transversales del 50%. Los rendimientos, según los constructores, están entre 800 y 3.000 m/hora. Estos aperos han sido diseñados por la empresa Foresta. El coste horario del tractor con estos aperos está alrede-



Tractor autonivelable TTAE.

dor de 5.000 ptas./h.

Entre las máquinas que han aparecido recientemente, cabe destacar:

- La **retroaraña (fig. 5)**. Es una retroexcavadora que posee dos ruedas sin capacidad motriz y dos patas hidráulicas regulables en longitud (recorrido máximo de 0,6 m), que pueden moverse de forma independiente. Desde la cabina, autonivelable con la pendiente, se regulan los apoyos y la prolongación del brazo telescópico. Su potencia no excede de 60 CV siendo el recorrido máximo del brazo de 7,9 m.

El método de preparación del terreno

es un ahoyado similar al que realiza una retroexcavadora. La máquina se va desplazando por el terreno apoyando su cazo en el suelo, ya que lo utiliza como punto de apoyo, y levantando las patas. Este movimiento le permite moverse en terrenos de elevada pedregosidad. Estacionada en un punto comienza a excavar, con retirada previa de piedras si es necesario, depositando la tierra en el propio hoyo. La operación se suele realizar dos veces para conseguir un hoyo con un tamaño suficiente para el buen desarrollo de la planta. La

superficie media de los hoyos está alrededor de 0,8 m², con una profundidad entre 0,5 y 0,6 m. Su rendimiento está entre los 70 y 100 hoyos/hora. Su limitación en cuanto a pendiente oscila entre el 60 y el 75%. El coste horario es de 6.500 ptas./h.

- **Tractor autonivelable TTAE (fig. 6)**. El tractor se compone de una unidad motora autonivelable de ruedas con una potencia máxima de 160 CV que puede trabajar en pendientes de hasta el 50% o el 60%. Está equipado en su parte delantera con una hoja desbrozadora con movimientos "tilldozer" y "angledozer" y de un "ripper" con un sólo rejon acoplado en

EL PARTNER IDEAL

TXV



TSE



TA



ZL



FERRI

FERRI srl - Via C. Govoni, 30 - 44030 Tamara (FE) Italy
 Tel. +39-532.866866 - Fax +39-532.866851
<http://www.ferrara.com/ferrri> e-mail: info@ferri.ferrara.com

**SE BUSCAN REVENDEDORES
 PARA ZONAS LIBRES**



Preparación del suelo.

su parte trasera, lo que le permite realizar labores con una profundidad de 50 cm.

La preparación del suelo (fig. 7) consiste en un subsolado siguiendo las curvas de nivel. Si al rejón del "ripper" se le acoplan unas aletas en la parte superior, el surco quedará protegido por 2 caballones. Según los constructores, su velocidad en la realización de la labor es de 450 m/h, con lo que para separaciones de surcos de 4 m, su rendimiento sería de 5 horas/ha, y para separaciones de 5 m sería de 4-4,5 h/ha. El coste horario está alrededor de las 15.000 ptas./h.

El primer prototipo fue diseñado por TECFORM y el IARA en el año 1990.

• **Tractor autonivelable TRAMET.** Es un tractor autonivelable con una potencia de 160 CV, articulado en dos partes claramente definidas. En la parte trasera va situado el motor y la cabina y lleva un "bogie" con dos ruedas a cada lado. Este "bogie" puede levantarse por medios hidráulicos a voluntad del maquinista. La parte delantera lleva también dos "bogies" con dos ruedas cada uno y también se puede levantar y bajar a voluntad del maquinista. En esta parte va situada una fresa dentada de 1 m de diámetro que gira a 80 r.p.m. y que puede moverse de arriba a abajo, e inclusive frontalmente, pudiendo realizar el caballón del ancho que se desee. Detrás lleva un rejón de 0,6 m que va subsolando. Este rejón tiene la característica que oscila o vibra a una velocidad de hasta 2.000 golpes/minuto, lo que hace que su capacidad rompedora sea alta.

El tractor se va desplazando por la curva de nivel, realizando con la fresa, con un ángulo de ataque adecuado, un surco de anchura y profundidad prefijados. La anchura del surco oscila entre 80 cm y 1 m y su profundidad es, como máximo, de 20 cm. La acción de la fresa produce un desbroce por arranque en la zona del surco y desplaza aguas abajo la tierra extraída formando un caballón. Simultáneamen-

te, el "ripper" va produciendo un subsolado en el fondo del surco. La anchura total desde el extremo del surco hasta el opuesto del caballón es de 60 a 100 cm. La profundidad alcanza los 50 cm. El rendimiento de esta máquina se sitúa alrededor de los 850 m/hora. El coste horario está alrededor de las 15.000 ptas./h.

El primer prototipo se construyó mediante la colaboración de las empresas TRAGSA y METSA en 1988. En la actuali-



Plantadora Foresta.

dad existe un segundo prototipo, pero su uso ha sido muy limitado.

Plantación

La plantación consiste en la introducción de la planta forestal, bien con cepellón o a raíz desnuda, sobre un suelo previamente preparado. La mecanización de la operación de la plantación está muy limitada por las condiciones del terreno. Pocos terrenos forestales permiten la misma, por lo que ésta sólo se ha venido realizando en los páramos, riberas y zonas llanas.

Fundamentalmente, la plantación mecanizada puede realizarse mediante los siguientes métodos:

• **Retroexcavadora.** Es una operación típica en la plantación de choperas en profundidad.

• **Barrena helicoidal.** Es típico en la plantación de choperas en superficie. Tiene como limitación la pedregosidad en el perfil del suelo, muy corriente en estos casos, al plantarse sobre depósitos fluviales.

• **Arado forestal bisurco.** Fue un método muy utilizado gracias a que la plantación se realizaba de forma simultánea a la preparación del terreno.

• **Plantadoras.** Las plantadoras forestales son muy parecidas a las agrícolas, ya que constan de los siguientes elementos:

- Bastidor: acoplado al enganche tri-

puntal del tractor y sobre el que se enganchan los diferentes elementos.

- Reja abresurcos: realiza una abertura vertical en el suelo con profundidades entre 20 y 60 cm.

- Distribuidores de planta: son los que colocan la planta sobre el surco abierto. Su presencia no es constante en todos los modelos.

- Ruedas de aporcar o rodillos compactadores: cierran el surco abierto debido a su posición convergente.

- Cultivadores: forman un caballón. No están presentes en todas las máquinas.

Pueden ser simples o dobles y van acopladas a un tractor de cadenas de 80 CV de potencia para plantadoras simples y 120 CV para plantadoras dobles. Entre las plantadoras que se vienen empleando, además de las citadas anteriormente, se pueden destacar:

• **Plantaclon:** para plantación de chopo en superficie. Responde al modelo general antes descrito, aunque no lleva ruedas aporadoras y si los cultivadores.

• **Foresta (fig. 8):** para plantación a raíz desnuda o con cepellón. En el caso de planta en envase, el apero, difiere del sistema general descrito en que lleva un tubo alimentador para depositar la planta, cerrando el surco mediante dos ruedas oblicuas y unas cuchillas de cultivador que van haciendo el aporcado.

• **Pico de pato:** para plantación de planta con cepellón. Se ha empleado en diversos lugares de Europa y permite una plantación de tipo puntual. Este procedimiento consiste en hincar en el suelo una uña con forma de doble valva, hueca, en la que se van depositando las plantas. Una vez que la uña está dentro del suelo se abre la doble valva dejando la planta colocada en el hoyo, siendo compactado por unos dispositivos hidráulicos que están situados alrededor de la uña. Estas plantadoras son máquinas hidráulicas muy complejas que van acopladas a tractores forestales con potencia superior a 120 CV.

Los rendimientos medios de estas plantadoras están, cuando se planta en una fila, de 500 a 800 plantas/hora. El Plantaclon presenta unos rendimientos de 120 a 180 chopos/hora. ■

BIBLIOGRAFÍA

- GÓMEZ MAMPASO, V. 1993. "La plantación forestal en terrenos agrícolas. Plantadoras" Montes 33, pp: 128-132.

- MAPA. 1994. "Manual de forestación en tierras agrícolas". Madrid: Coedición MAPA-Mundi-Prensa.

- PEMÁN, J. ; NAVARRO, R. 1998. "Replacaciones forestales". Lleida: Eines 24. Ediciones de la Universidad de Lleida.