

# Maquinaria para el mantenimiento y la conservación del medio forestal



Foto 1. Vía de saca de madera de zona incendiada.

Cuando se habla de medio forestal se suele asociar este concepto a explotaciones madereras, actividades de recreo y expansión o aprovechamientos cinegéticos. Esta visión productivista del monte quizás sea válida en países del centro y norte de Europa, así como en el resto de países de latitudes medias y altas. Sin embargo, el monte mediterráneo, que cumple una labor fundamental de conservación del

suelo, de los cauces hidrológicos y hace las veces de reservorio de riqueza botánica y faunística, no siempre genera beneficios económicos directos. Además, debido a sus peculiaridades climáticas y topográficas, presenta unas características distintivas que hacen que su gestión sea un verdadero problema de equilibrio entre los aprovechamientos y su mantenimiento y conservación.

G.L. Blanco Roldán,  
J. L. Gamarra Diezma.

G.I. AGR 126 Mecanización y Tecnología Rural.  
Dpto. de Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos y de Montes.  
Universidad de Córdoba.

**U**no de los principales problemas a los que se enfrenta el monte mediterráneo, y que lo caracteriza frente a otros ecosistemas, es la incidencia

de los incendios forestales. En España, por este motivo, año tras año, quedan arrasadas miles de hectáreas, provocando pérdidas económicas y ecológicas importantes. El fuego es un fenómeno que siempre ha estado asociado a nuestro clima de forma natural, y por ello, cuando se trazan planes de gestión y conservación de un terreno forestal, una parte muy importante hace referencia a la prevención y extinción de los incendios, dotando

a cada actuación de importantes recursos humanos y materiales, entre los que destaca la maquinaria y el personal con formación cualificada que la maneja.

Cuando se habla de maquinaria forestal, suele pensarse en un *skidder*, un autocargador o una procesadora de madera, sin embargo, estas máquinas, asociadas al aprovechamiento maderero, representan solamente una pequeña parte de la maquinaria que tra-

baja en el monte mediterráneo. Por el contrario, las máquinas que se utilizan con mayor asiduidad son las encargadas del mantenimiento y conservación de caminos forestales y vías de saca (**foto 1**), áreas cortafuegos, franjas de defensa contra incendios o zonas de seguridad y de la eliminación de residuos de poda, como son el *bulldozer*, el tractor de cadenas o el tractor de neumáticos, éstos últimos implementados con desbrozadoras y picadoras de restos.

## Prevención y extinción de incendios forestales

En la lucha contra los incendios forestales, la extinción es solo una parte de la misma, y aunque es la más vistosa, y la que más repercusión tiene en la sociedad, ya que la mayoría de los medios de comunicación se hacen eco de este tipo de noticias, no es la más importante. Tras los meses de calor del verano, durante los cuales todos los medios humanos y materiales se dedican a la extinción de incendios, se empieza con la campaña de prevención de los mismos, que por lo general abarca los meses de otoño, invierno y primavera, para enlazar con la nueva campaña de extinción, a principios del verano del siguiente año. Por lo tanto, el periodo de extinción se suele extender a lo largo de cinco meses y los restantes se dedican a la prevención.

El objetivo general de la silvicultura y las infraestructuras preventivas, dentro de las cuales se enmarcan las áreas cortafuegos, las fajas de defensa contra incendios o las zonas de seguridad (**foto 2**), es modificar la estructura de la masa forestal existente para dificultar el establecimiento y propagación de los incendios forestales. Además, se consigue una rápida, eficaz y segura extinción del mismo, en caso de producirse, ya que uno de los principales problemas asociados a los incendios es la dificultad de acceso hasta el foco, por lo que se hace imprescindible contar con una red de caminos y pistas forestales suficientes y, en perfectas condiciones de tránsito, para acortar los tiempos de respuesta. Esto se consigue con la diversificación y la ruptura de la continuidad de la masa forestal, estableciendo discontinuidades lineales en su dominio, apoyándose, para ello, en divisorias de aguas, carreteras, caminos, vaguadas o cursos de agua.

Las actuaciones de extinción, en muchos



Foto 2. Cortafuegos.

### CUADRO I. Actuaciones de prevención de incendios y maquinaria con la que se realizan.

| Maquinaria  | Actuaciones  |
|---|--|
| <b>Bulldozer</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apertura y limpieza de caminos y pistas forestales (<b>foto 3</b>).</li> <li>- Construcción de charcas y pantanos para acumulación de agua.</li> <li>- Apertura y limpieza de cortafuegos.</li> </ul>   |
| <b>Tractor de cadenas y tractor de neumáticos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de cortafuegos con gradas de discos.</li> <li>- Trituración y picado de restos de entresaca y poda de arbolado.</li> <li>- Desbroce de matorral inflamable bajo arbolado.</li> <li>- Transporte de materiales auxiliares para construcción de infraestructuras diversas de apoyo.</li> </ul> |

casos se realizan con medios humanos, debido a las dificultades del terreno, siempre con el apoyo de maquinaria como el *bulldozer*, tractores de cadenas y de neumáticos. Sin embargo, los trabajos de prevención y conservación se suelen realizar de forma mecanizada.

Las principales actuaciones de prevención y conservación que sirven como apoyo a la lucha contra los incendios son las que aparecen en el **cuadro I**. En el caso del tractor de neumáticos y el tractor de cadenas, ambos realizan el mismo tipo de trabajo, por lo que la elección de uno u otro va a depender, fundamentalmente de la pendiente del terreno, la irregularidad del mismo y la distancia entre



Foto 3. Construcción de camino forestal con *bulldozer*.

puntos de actuación. En este sentido, si las zonas de trabajo están muy separadas, puede ser interesante elegir un tractor de neumáticos, aunque se pierda productividad debido a la pendiente, ya que su velocidad y autonomía de desplazamiento es mucho mayor.

## Bulldozer

También recibe el nombre de tractor empujador, ya que sus principales funciones son las de excavación y empuje, siendo habitual su uso para el movimiento de tierras en obra civil, aunque por su versatilidad es utilizado en innumerables situaciones. En el **cuadro II** se resumen las características más destacadas de los empujadores empleados en el ámbito forestal y más concretamente en la extinción de incendios.

El *bulldozer* cuenta con dos elementos de trabajo muy efectivos. Por un lado, una hoja frontal dozer móvil, tanto en altura con el ángulo en el plano perpendicular al sentido de la marcha, que se emplea para desmontar, arrastrar y rellenar el terreno. Así va despejándolo de vegetación y rocas, consiguiendo allanarlo, por lo que, en pocas pasadas, es capaz de realizar la explanación de caminos y cortafuegos, roturaciones y acondicionamiento de fincas, apertura de terrazas, etc. Gracias a la inclinación de la hoja, el *bulldozer* va desalojando el material que se encuentra a su paso y depositándolo a un lado u otro (**foto 4**), en función de la dirección de la evacuación de las aguas de lluvia.

La hoja, que se fija a los largueros de los trenes de rodaje mediante un bastidor en forma de U, tiene el filo o cuchilla intercambiable. La elevación y descenso se realiza por la acción de dos cilindros hidráulicos de doble efecto.

En función de los movimientos de la hoja, los tractores empujadores se clasifican en: *bulldozer* (hoja perpendicular al tractor y con movimientos de elevación y descenso); *angledozer* (además la hoja se puede situar en diferentes ángulos en el plano perpendicular al sentido de avance); *tiltdozer* (que añade al anterior que la hoja se puede inclinar por los extremos, empleándose para nivelar o refinar el terreno, realizar un acaballonado en tareas de forestación o construir cunetas en los caminos forestales) y *tipdozer* (reúne los movimientos anteriores y suma el de variación del ángulo de ataque de la hoja). Aunque el tipo más compacto es el primero y es el que da nombre

### CUADRO II. Características principales de los tractores empujadores utilizados en el medio forestal.

| Características                    |  |
|------------------------------------|--|
| Potencia (CV/kW)                   | 145-240 CV / 107-176 kW  |
| Peso (t)                           | 16-30  |
| Altura (m)                         | Máximo 3,2   |
| Ancho de vía (m)                   | 1,9-2,1  |
| Velocidad mínima de trabajo (km/h) | 3-4  |
| Tren de rodaje                     | Cadenas, de perfil bajo, rueda motriz 0,9-1,1 m sobre el suelo |



Foto 4. Procedimiento de trabajo con bulldozer.

genérico a la máquina, la mayoría de los tractores empujadores que se utilizan en trabajos forestales son del tipo *angledozer*.

Por otro lado, los tractores empujadores disponen de un subsolador o *ripper* en la parte trasera (**foto 5**), accionado por cilindros hidráulicos, compuesto por entre tres y cinco brazos, acabados en una reja intercambiable. Se utiliza para levantar el terreno, tras el paso de la hoja, y sacar a la super-



Foto 5. Detalle del ripper.

ficie grandes piedras, raíces y tocones, que podrían hacer las pistas o los caminos intransitables. Realiza una labor profunda, que puede superar los 50 cm de profundidad, por lo que se estima que la potencia mínima para desenvolverse con este apero es de unos 70 CV (51 kW).

Otro elemento auxiliar es el tren de rodadura. Aunque su función principal es la de tracción, también sirve para ayudar a la compactación del terreno.

En el ámbito forestal, el *bulldozer* presenta una doble modalidad de trabajo: por líneas de máxima pendiente, cuando realiza trabajos sobre cortafuegos, ya que éstos se suelen situar en divisorias; y por curvas de nivel, cuando realiza apertura de caminos.

Desde el punto de vista teórico, se admite que el *bulldozer* pueda desarrollar trabajos por curva de nivel en condiciones de estabilidad con pendientes elevadas. Sin embargo, la mayoría de los trabajos se realizarán siguiendo la línea de máxima pendiente. En la realidad, existen numerosos parámetros que condicionan dicha situación, entre otros: el estado de humedad del terreno, pedregosidad, la regularidad de la ladera y las características intrínsecas de la máquina.

## Tractores de neumáticos

La utilización del tractor agrícola de neumáticos en los trabajos forestales se encuentra muy extendida debido a su menor coste con respecto a los forestales (*skidder*) y a su versatilidad. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, su uso es bastante limitado y solamente trabaja en los terrenos más accesibles, siendo las labores de agrupación y eliminación de residuos de poda, desbroce, limpieza de cunetas y astillado donde más comúnmente se suele emplear. Aunque, generalmente, en estos trabajos compite en desventaja de condiciones, en cuanto a versatilidad y productividad, con el tractor de cadenas.

Por lo general, el tractor de neumáticos se empleará en zonas de fácil acceso que ya han sido previamente despejadas de matorral en años anteriores (**foto 6**) y que deben ser limpiadas de nuevo. Se trabaja con él tanto por curvas de nivel como por línea de máxima pendiente, realizando desbroces o picado de restos por franjas paralelas y contiguas. También se utiliza con frecuencia para transporte de diversos materiales con remolques agrícolas (**foto 7**) o forestales. Otros implementos que puede llevar son una grapa frontal (acoplada en los brazos del cargador, o trasera, en el enganche tripuntal, para la recogida de residuos), o el cabrestante para el arrastre de troncos.

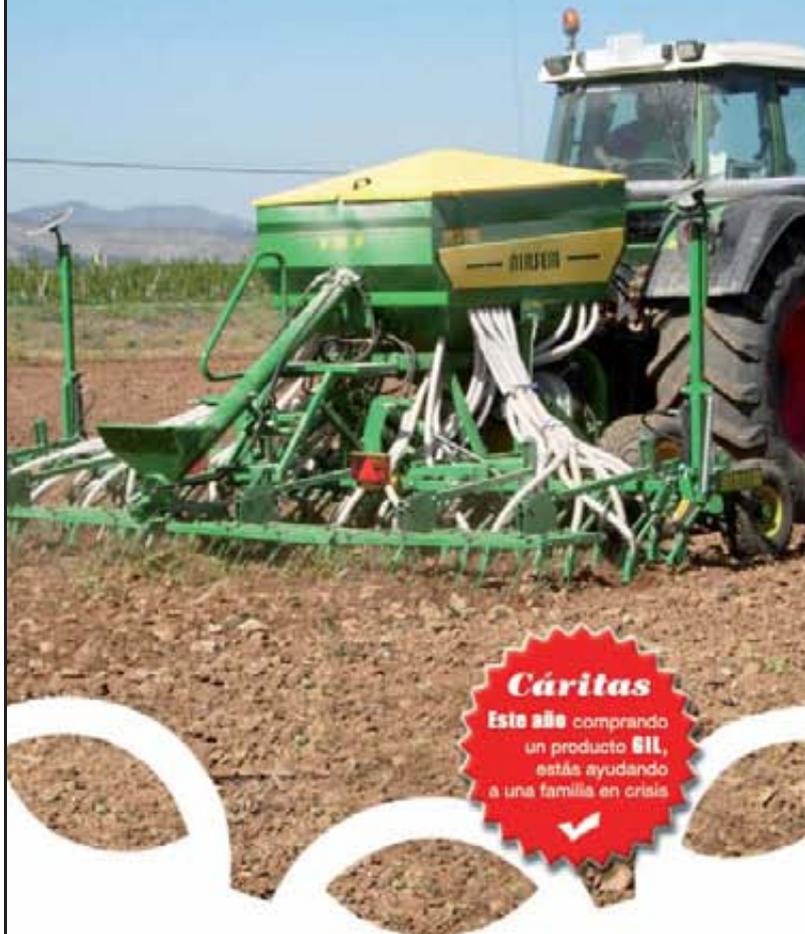


Foto 6. Tractor de neumáticos con picadora.



Foto 7. Tractor de neumáticos con remolque agrícola en transporte de residuos de aclarado para biomasa.

# Sembradora AIRSEM



**Cáritas**  
 Este año comprando un producto GIL, estás ayudando a una familia en crisis

Tolva de gran capacidad.  
 Presiembra independiente.  
 Tramos laterales flotantes.  
 Plegado a 2,5 mt.



**GIL**

Calidad rentable



Julio Gil Águeda e hijos, S.A.  
 Ctra. de Alcalá-Torrelaguna, Km 10.1  
 28814 - Daganzo de Arriba (MADRID)  
 Tf. (+34)91 884 54 29/91 884 54 49 Fax. (+34)91 884 14 87  
 E-mail: ventas@sembradorasgil.com

[www.sembradorasgil.com](http://www.sembradorasgil.com)



Foto 8. Tractor agrícola adaptado especialmente al medio forestal.

Desde el punto de vista práctico, cualquier tractor agrícola que presente doble tracción y potencia superior a 80-90 CV puede ser empleado en aprovechamientos y trabajos forestales. La elección solo depende de la problemática específica que presente el terreno en el que se pretende trabajar. Sin embargo, desde hace algunos años, existen algunas marcas comerciales que han apostado por especializarse en este tipo de aprovechamientos (foto 8), para lo cual, han realizado modificaciones en sus modelos tales como la protección de la cabina (estructuras FOPS) y las partes inferiores del vehículo, la disminución en la altura del centro de gravedad o el lastrado de los ejes del tractor, encaminadas hacia la superación de los impedimentos específicos del medio forestal (cuadro III).

## Tractores de cadenas

El tractor de cadenas es el más utilizado en el ámbito forestal dentro de la geografía española. La elección de éste frente a otros tipos de tractores se fundamenta en aspectos económicos (menor valor de adquisición),

### CUADRO III. Principales características de los tractores de neumáticos utilizados en trabajos forestales.

| Características           |  |
|---------------------------|--|
| Potencia (CV/kW)          | Superior a 80-90 CV / 59-66 kW                                   |
| Tracción                  | Doble  |
| Despeje (m)               | Mayor de 0,80  |
| Estructuras de protección | FOPS y ROPS  |
| Aumento de la estabilidad | Lastrado de ejes   |
| Otras protecciones        | De motor y partes inferiores                                     |
| Cabina                    | Preferible asiento giratorio y mandos dobles                     |
| Neumáticos                | Tipo agroforestal (cima reforzada con tejido de cables de acero) |

productivos (mejor operación en terrenos complejos, debido a su sistema de rodadura y a su mayor estabilidad) y de seguridad (menor accidentabilidad, debido a su mayor estabilidad).

Las labores para las que se emplea son las de desbroce de matorral bajo arbolado (foto 9), la trituración de residuos de poda y el repasado de franjas y áreas cortafuegos (foto 10), para lo cual se utilizan las gradas de desmonte. Como estos trabajos son en superficie, la forma de realizarlos es por franjas paralelas, siguiendo la línea de máxima pendiente (presenta un ángulo límite de vuelco superior que trabajando por curvas de nivel). Debido a sus especiales características es el tractor que se utiliza en las zonas más escarpadas, donde el tractor de neumáticos no puede acceder, y en las zonas donde el matorral se desbroza por primera vez o donde hay mayor número de afloramientos rocosos, evitando así problemas de roturas de neumáticos y otro tipo de inconvenientes similares.

La estructura de los tractores de cadenas para uso agrícola y forestal es muy homogénea en todos los modelos. Las diferencias

aparecen en la anchura de vía (normal y estrecha), así como en la anchura de las tejas que componen las cadenas (estrechas, normales, y anchas). La elección de una u otra dependerá siempre de las condiciones del terreno y su estructura, así como de la pendiente, recomendándose, por lo general, la configuración de vía ancha y las cadenas de teja anchas para los trabajos forestales en pendiente, y las estrechas para los trabajos agrícolas. De forma general, los tractores de cadenas más utilizados tienen potencias comprendidas entre 90 y 100 CV (66-74 kW) y dimensiones (ancho de vía/longitud/altura) (mm) de 1.100 - 1.300 / 3.300-3.500 / 2.300, datos importantes a la hora de elegir el modelo si nos preocupa la maniobrabilidad y la estabilidad.

Al igual que ocurre con los tractores de neumáticos, el carácter eminentemente agrícola del tractor de cadenas hace que su uso en trabajos forestales se vea limitado y en algunos casos desaconsejado, presentando ciertos aspectos negativos que se traducen en condiciones de trabajo (de seguridad, higiénicas y ergonómicas) deficientes para el tractorista. Sin embargo, el mercado de los tractores



Foto 9. Tractor de cadenas adaptado al medio forestal desbrozando bajo arbolado.



Foto 10. Tractor de cadenas dispuesto a repasar un área cortafuegos con desbrozadora.

**CUADRO IV. Ángulos de vuelco estáticos.**

| Máquina               | Ángulo lateral (pendiente) | Ángulo longitudinal (pendiente) |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Tractor de neumáticos | 35,72° (79,39%)            | 36,47° (81%)                    |
| Tractor de cadenas    | 40,98° (91%)               | 44,79° (99,5%)                  |
| Bulldozer             | 32,79° (72,8%)             | 36,43° (81%)                    |

no es ajeno al sector forestal y las distintas marcas han atendido a las demandas de los profesionales, solucionando muchos de estos inconvenientes con diferentes innovaciones. Entre ellas, señalar los asientos neumáticos (que limitan el efecto de las vibraciones sobre el operario) y los cambios ergonómicos introducidos en su manejo, como los sistemas de dirección con mando único, la reducción del número de accionadores y su disposición de forma secuencial, lo cual redundará en una mejora de la productividad. Complementariamente, se ha atendido a los aspectos medioambientales, con el montaje de motores contruidos según la normativa de reducción de emisiones correspondiente y con mayor eficiencia energética.

**Seguridad y salud en el uso de la maquinaria**

Los trabajos forestales, en general, adolecen de falta de condiciones de seguridad debido, principalmente, a la gran variedad de escenarios en los que se realizan. A lo largo de su ejecución, el lugar de trabajo va modificándose y junto con él los riesgos a los que se enfrentan los trabajadores. Por ello, es difícil realizar una evaluación adecuada de los mismos, lo que complica en gran medida las labores de prevención.

Además, en las obras forestales, se suele trabajar aislado, lejos de núcleos de población y con infraestructuras de comunicación bastante precarias, por lo que la prevención cobra mayor importancia, ya que, de producirse un accidente, el tiempo de reacción y de rescate se incrementan tanto que disminuye muchísimo la eficacia del mismo.

En el caso de trabajos de extinción de incendios, otro factor importante que agrava aún más la situación, es la premura y la rapidez con la que es necesario actuar. Ante un aviso de incendio es fundamental la rápida intervención, lo que deriva en situaciones de precipitación, fatiga e inconsciencia y lleva a no aplicar las correspondientes medidas de seguridad o hacerlo de forma incorrecta.

A todo esto, es necesario sumar la falta de información y, sobre todo, de formación específica del personal que maneja este tipo de maquinaria. Los principales riesgos a los que se enfrentan los profesionales que trabajan con maquinaria en labores de mantenimiento y conservación del medio forestal son:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Atrapamientos por o entre objetos y elementos de la propia máquina.
- Atrapamiento por vuelco.
- Proyección de partículas (tales como astillas, ramas, piedras, etc.).
- Exposición a ruidos.
- Exposición a vibraciones.
- Contactos térmicos.
- Exposición a ambientes extremos.

De entre todos ellos, destaca el atrapamiento por vuelco de la máquina, ya que sus consecuencias suelen ser fatales, con resultado de muerte en un porcentaje muy elevado de los casos.

El primer paso que hay que dar a la hora de evitar un accidente por vuelco es conocer las aptitudes de la propia máquina en cuanto a su estabilidad. A modo de ejemplo, en el **cuadro IV**, se muestran algunos datos de ángulos límite de vuelco estáticos de las máquinas sobre las que trata este artículo, obtenidos de los trabajos de investigación que en esta materia está desarrollando el Grupo de Investigación AGR 126 de la Universidad de Córdoba.

Como se puede apreciar en el **cuadro IV**, los ángulos de vuelco límite de las máquinas mencionadas son muy elevados, llegando incluso, en el caso del tractor de cadenas, a un ángulo cercano a 45° (pendiente del 100%). Sin embargo, estos datos no deben llevar a confusión, ya que, como se ha mencionado, son datos estáticos, en los que solamente se valora la estabilidad en función de las características dimensionales de la máquina, sin tener en cuenta los elementos que interactúan con ella, como la homogeneidad de la pendiente,

la humedad del terreno, la velocidad de avance, los obstáculos del terreno (piedras, tocónes, cárcavas, etc.), los aperos o máquinas acopladas y la brusquedad con la que se realicen las maniobras. Teniendo en cuenta todos estos factores, en muchos de los casos la pendiente límite de seguridad por la que podrían trabajar y circular estas máquinas no superaría el 30%.

Por último, destacar de nuevo la importancia de la información que, en este caso, entre otras acciones, llevaría a indicar en el manual de instrucciones de la máquina las pendientes límite de seguridad en condiciones reales de trabajo y no las estáticas, y la formación del personal que la maneja, a través de cursos específicos, en los que realmente se prestara mayor atención a la parte práctica (**foto 11**).



**Foto 11.** Formación práctica en maquinaria forestal en el marco de la Jornada de Maquinaria Forestal celebrada en las instalaciones del Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Vadillo-Castril (Junta de Andalucía), dentro del Curso de Praxis Forestal (17 al 20 de abril de 2012) organizado por la ETSI. Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba.

En este sentido, destacar el papel que han tenido y que, actualmente, tienen los Centros de Capacitación y Experimentación Forestal que hay en España. En concreto, en Andalucía, el Centro de Vadillo-Castril en Cazorla (Jaén), dependiente de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, desarrolla un programa formativo muy extenso en materia de formación ambiental, en el que destacan los cursos sobre maquinaria forestal y aprovechamiento de madera y biomasa y el curso en el que se practica con un simulador forestal de maquinaria pesada, este último muy innovador pues ha introducido la teoría y la práctica de la simulación de maquinaria en el ámbito forestal. ●

**Agradecimientos**

A D. Rufino Nieto Ojeda, profesor del Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Vadillo-Castril, por su colaboración en actividades docentes de maquinaria forestal.