

**Máquinas de ruedas y de cadenas, *skidders*, autocargadores y procesadoras**

# Tractores utilizados en explotaciones forestales, características e innovaciones

La mecanización de los trabajos forestales comienza en España en los años sesenta con el claro objetivo de mejorar la productividad y la seguridad en estos aprovechamientos. Sin embargo, ha sido en los años 90 cuando la mecanización forestal ha experimentado

un auge importante, principalmente, debido a la falta de mano de obra especializada en el medio rural, a la necesidad de mantener niveles altos de competitividad y a la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad y salud en las explotaciones forestales.

**Gregorio Blanco.**

G.I. Mecanización y Tecnología Rural. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Los trabajos que se realizan en el monte se pueden dividir en tres grandes grupos: las labores culturales y de eliminación de residuos, las repoblaciones y los aprovechamientos forestales. Al igual que en el ámbito agrícola, el tractor es el rey de la mecanización forestal, si bien, en este caso, se puede hablar de varios tipos de tractores, desde los convencionales agrícolas adaptados hasta máquinas base específicas.

La labores culturales son las más pareci-

das a las agrícolas y, por tanto, se utilizan los tractores de ruedas, si la pendiente es suave, y los tractores de cadenas, cuando el terreno es más escabroso. En el caso de los aprovechamientos madereros, es donde entran en juego las máquinas que se identifican como las eminentemente forestales: el tractor arrastrador (*skidder*), utilizado en labores de saca de madera para su apilado; el autocargador forestal, usado en labores de saca de madera larga (fuste completo); y la procesadora forestal, utilizada en labores de derribo, desramado y tronzado.

En cuanto a innovaciones técnicas, señalar que las preocupaciones emergentes en la mecanización forestal actual por la seguri-

dad, la ecología y la economía, marcan las pautas a seguir.

## Tractores de ruedas

La utilización del tractor agrícola de ruedas en los trabajos forestales se encuentra muy extendida debido a su menor coste respecto a los forestales y a su versatilidad, como ya ha quedado ampliamente demostrado en el sector agrario (**foto 1**). Aunque se pueden utilizar en tareas de desembosque de madera, en el caso de terrenos accesibles y en explotaciones pequeñas, en las que los rendimientos quedan en un segundo plano, es en las labores de agrupación y eliminación de residuos de poda, desbroce y astillado donde más comúnmente se suele emplear. En estos trabajos compite en desventaja de condiciones en cuanto a versatilidad y productividad con el tractor de cadenas, al contrario de lo que ocurre en el ámbito agrícola, donde la mayoría de explotaciones se decantan por el tractor de ruedas gracias a la facilidad en el desplazamiento que presentan. No obstante, para poder emplearlos se han tenido que realizar modificaciones constructivas dictadas por la experiencia de su trabajo en el medio forestal.

Las particularidades de los terrenos forestales hacen que las características fundamentales que deben tener estén relacionadas con la tracción (doble tracción), la esta-





bilidad (lastrado de los ejes), la superación de los obstáculos del terreno (mayor despeje) y la protección de sus elementos (protección de la cabina y del chasis ante la proyección y el impacto de objetos) (foto 2). La potencia debe ser superior a los 80-90 CV. Algunos modelos incorporan una hoja frontal *dozer*, presente en el resto de máquinas forestales, que confiere mayor estabilidad.

Desde hace algunos años, ya existen algunas marcas comerciales de tractores de ruedas, poco extendidas en las explotaciones agrícolas, que han apostado por especializarse en este tipo de tractores, para lo cual han realizado en sus modelos las modificaciones citadas.

En cuanto a los equipos y maquinaria que se pueden acoplar a estos tractores, pueden ser tan variados como tareas realicen, desde los más comunes, como desbrozadoras de cadenas y picadoras (foto 3), hasta los más específicos, como remolques de transporte de madera con grúas hidráulicas (fotos 4 y 5), grapas frontales acopladas en los brazos del cargador frontal (para la recogida de residuos) o cabrestantes (para el arrastre de trozas).

### Tractores de cadenas

Las operaciones que pueden desarrollar son similares a las del tractor de ruedas, decidiéndose el empleo de uno u otro, sobre todo, en función de la seguridad y la productividad, factores que, en la mayoría de las explotaciones, hacen que la elección sea el de cadenas. Este hecho lo convierte en la máquina forestal (aunque puramente hablando no

lo sea) más usada en la geografía española.

Fundamentalmente, se utilizan para el desbroce de matorral bajo el arbolado (foto 6), la trituración de residuos de poda o el repasado de franjas y áreas cortafuegos con gradas de discos (foto 7). Trabajan casi siem-

pre siguiendo la línea de máxima pendiente para que así la estabilidad sea mayor.

El carácter eminentemente agrícola del tractor de cadenas hace que para su uso en operaciones forestales deba adaptarse, incorporando algunos elementos como estructuras de protección frente al vuelco (ROPS) y la caída de objetos (FOPS) (foto 6). La rigidez del sistema de rodadura puede suponer un inconveniente al no permitir que el tractor se ajuste al terreno cuando existan piedras o trozones.

Los tractores de cadenas de nueva generación presentan asientos neumáticos y amortiguadores del tipo silent block que reducen las vibraciones transmitidas al operario. Los motores que se utilizan tienen mayor eficiencia energética y un nivel de emisiones mucho más reducido, atendiendo a la normativa Tier II. La productividad se ha mejorado, por un lado, gracias a los cambios ergonómicos, al evitar la fatiga del conductor, y, por otro, gracias a sistemas como el mando único de la dirección, con lo que se dispone



### CUADRO I.

Características técnicas de tractores forestales.

	POTENCIA (CV)	PESO OPERATIVO (kg)	DIMENSIONES (mm)		
			Ancho de vía	Longitud	Altura
Tractor de cadenas	90 - 100	3.700 - 5.200	1.100 - 1.300	3.300 - 3.500	2.300
Skidder	165 - 280	6.500 - 22.000	2.000 - 3.100	4.300 - 10.300	2.800 - 4.300
Autocargador	130 - 300	10.000 - 25.000	2.400 - 3.000	8.100 - 10.200	3.500 - 3.800

así de la otra mano para manejar el resto de los mandos, sin necesidad de interrumpir el avance para hacerlo.

En el **cuadro I** se muestran características técnicas de algunos tractores forestales utilizados en España.

### Tractores arrastradores o skidders

Dentro de los aprovechamientos forestales es el tractor por excelencia. Se trata de la máquina más versátil de cuantas se usa en el monte debido a su estabilidad, su reducido tamaño y por el hecho de poder accionar diversos implementos de trabajo.

Aunque pueda desempeñar multitud de tareas, fundamentalmente se utiliza en la saca y transporte de madera hacia las zonas de apilado. Este trabajo lo comparte con el autocargador y, aunque presenta menores rendimientos en cuanto a volumen de madera sacada, sustituye al anterior en zonas de difícil acceso, por la elevada pendiente o por la dificultad de maniobra.

En función del modo en el que transporte de la carga, los *skidder* (**foto 8**) se denominan *skidder* de cable o *skidder* de pinza (*grapa*). Los primeros son los que comúnmente se utilizan en nuestros montes. En el semi-

chasis delantero se encuentra el puesto de conducción, el motor y la hoja frontal (*dozer*) y en el semichasis trasero, el cabrestante y el escudo de apoyo de la carga.

Para realizar su trabajo, previamente es necesario que los operarios a pie agrupen la madera en paquetes de, aproximadamente un estéreo, que es equivalente a la carga que puede transportar el *skidder* en cada viaje (**foto 9**). Estos paquetes de madera son enganchados, mediante un cable que es recogido por el cabrestante que llevan en su semichasis trasero, y arrastrados hasta el tractor, de forma que el paquete es transportado suspendido y apoyado en el escudo trasero (**foto 10**), por lo que el sistema de aprovechamiento en el cual se utiliza es el de madera corta.

En los segundos, el semichasis delantero se mantiene igual, sin embargo en el trasero, para el agarre de la carga, en vez del cabrestante, se utiliza una grúa hidráulica equivalente a la del autocargador, y como sistema de amarre en el transporte de troncos se utiliza una grapa o pinza posicionada de forma vertical. De esta forma, la carga se suele transportar parcialmente arrastrada y el sistema de aprovechamiento es llamado de madera larga o fuste completo (**foto 11**).

En cuanto a innovaciones técnicas, si bien en el autocargador y en la procesadora

los principales avances se han conseguido en el aumento de la productividad, en el caso de los tractores arrastradores se ha apostado por la eficiencia energética, la seguridad y el confort. Los nuevos motores con gestión electrónica se caracterizan por una baja emisión contaminante. En el puesto de conducción se integran las funciones de control del consumo y de diagnóstico. Las transmisiones por convertidor de par ofrecen gran flexibilidad de utilización y comodidad de conducción.

Las cabinas se presentan espaciosas y funcionales, con una distribución ergonómica de los mandos y gran visibilidad. Los asientos neumáticos y los acristalamientos posibilitan al conductor estar aislado de las vibraciones y de las inclemencias meteorológicas del exterior, respectivamente.

### Autocargadores

El autocargador interviene en la segunda fase del trabajo, posterior al de la procesadora. Por sus características constructivas, gran tamaño y un elemento móvil desestabilizante, como es la grúa, su ámbito de aplicación se reduce a zonas con una pendiente inferior al 40%, superficie homogénea, más o menos limpia de piedras u otro tipo de impedimentos, y con una densidad de árboles baja que





permite su incursión a través de la masa (fotos 12 a 15).

Al igual que el skidder o la procesadora, el autocargador se divide en dos partes, llamadas semichasis, unidas mediante una articulación. En el semichasis delantero se encuentran el motor, la cabina y una hoja frontal (*dozer*), de acciona-

miento hidráulico, que permite la apertura y el despeje de la zona por donde debe circular. En el semichasis trasero se sitúan la grúa encargada de coger los troncos (foto 16) y el remolque de carga (foto 17).

En cuanto a la tipología de autocargadores utilizados en España, las principales diferencias se establecen en función de la posición de la grúa y del número de ruedas.

Según sea el reparto de pesos entre ambos semichasis, la grúa puede situarse en el trasero o en el delantero. Si se sitúa en el trasero, siempre va a estar en una posición adelantada, entre la parrilla de protección y la articulación. Sin embargo, cuando la grúa se sitúa en el delantero, ésta se puede localizar entre la cabina y la articulación, caso más usual, delante de la cabina, o incluso encima del techo (casi nunca). La posición de la grúa va a depender siempre de la visibilidad a la hora de realizar las maniobras y de la estabilidad, por ello, se debe buscar una ubicación que cumpla con ambos requisitos.

Si atendemos a la conformación del tren de rodadura, los autocargadores se dividen entre los que presentan seis ruedas y los que presentan ocho ruedas. Los de seis suelen presentar rueda simple en el semichasis delantero, de mayor diámetro que las del trasero, y ruedas en *bogie* (foto 18), en el semichasis trasero. Cuando presenta una conformación de ocho ruedas, tanto en el semichasis delantero como en el trasero, el sistema de las mismas es en *bogie*. Estos tienen mayor estabilidad pero también mayores dimensiones, por lo que en España se suele optar por el de seis, que además de ser más económico, presenta mejor maniobrabilidad.

Los autocargadores presentan sistemas de gestión, control y

PIENSA ENMF  
PIENSA ENVISIÓN  
PIENSA ENINNOVACIÓN  
PIENSA ENLIDERAZGO  
PIENSA ENCALIDAD  
PIENSA ENFIABILIDAD  
PIENSA ENSERVICIO  
PIENSA ENORGULLO  
PIENSA ENCOMPROMISO

Nos dijiste lo que querías: más potencia, mayor ahorro de combustible, mucho más por el mismo dinero. Te escuchamos y ahora presentamos la nueva serie MF 5400 con la magnífica transmisión Dyna-4 de serie.

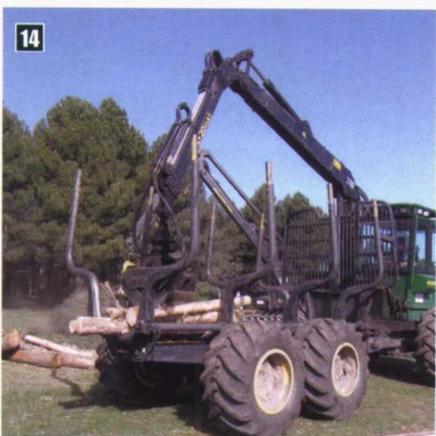


CV 80-125 | MF5400

Para más información  
**CONTACTA CON TU  
CONCESIONARIO**  
o visita [www.masseyferguson.es](http://www.masseyferguson.es)



**MASSEY FERGUSON**



comunicación con el exterior que posibilitan un aumento de la productividad así como de la seguridad del conductor. Estos sistemas, basados en la monitorización de cada una de las funciones de la máquina, ofrecen un amplio número de posibilidades en su aplicación que hacen que día a día este tipo de tractores sean cada vez más eficientes.

La importancia de la seguridad y la ergonomía está presente en los nuevos modelos, diseñados para soportar grandes pendientes y con puestos de conducción aislados de ruidos y vibraciones, por medio de cabinas provistas de sistemas de suspensión e insonorización, además de las correspondientes estructuras de protección ROPS y FOPS.

### Procesadoras

Este tipo de máquinas pueden intervenir tanto en las cortas de madera "a hecho" como en los tratamientos intermedios de claras y clareos eliminando los árboles que presenten peor estado. En la actualidad son la base de toda empresa forestal siendo claves en la mejora de la productividad. Su trabajo es fundamental para el buen desarrollo del resto de las tareas, puesto que es la máquina que primero interviene, cortando los árboles, tronzándolos, desramándolos y en algunos casos descortezándolos.

Las procesadoras o cosechadoras forestales se componen de tres partes fundamentales (fotos 19 a 22):

- La máquina base, que puede ser un tractor forestal específicamente concebido para este tipo de trabajos, donde la característica fundamental es el reparto de pesos en vacío, siendo mayor el peso del semichasis que albergue la unidad de procesado, para compensar los desequilibrios que se producen al sostener y procesar los árboles. O bien, puede ser una retroexcavadora, casi siempre de cadenas, que presenta la ventaja de tener un menor coste y un servicio de mantenimiento y repuesto más cercano al cliente.
- La grúa hidráulica de brazos articulados.
- El cabezal procesador.

El ciclo de la procesadora se puede dividir en dos partes: la primera es la de movimiento y aproximación hasta los árboles y la segunda es la agarrar, corte y procesado. Esta segunda fase en realidad es estática: el brazo de la máquina permite el procesado de todos los árboles que se encuentren en su radio

de acción sin necesidad de movimiento; este hecho hace que su trabajo sea bastante seguro, puesto que la mayoría del ciclo, la procesadora se encuentra parada.

Las principales diferencias entre tipos de procesadoras están en el tren de rodaje (ruedas o cadenas) y en la distribución entre los semichasis, pudiendo estar montada la grúa y el cabezal procesador en el semichasis delantero o en el trasero.

En ocasiones, además de realizar las labores de procesado de la madera también tienen la opción del transporte, integrando en una sola máquina el procesado y la saca de madera hasta el parque de apilado.

Desde que la mecanización de los aprovechamientos forestales se empezase a desarrollar es en este tipo de máquinas en las que más se ha avanzado, concentrando, en la actualidad, los principales avances técnicos dentro del sector. Todas las marcas comercia-



les de procesadoras cuentan con sistemas electrónicos e informáticos que controlan y gestionan todas las operaciones de la máquina, tanto desde el punto de vista funcional como en rendimiento y seguridad (foto 23).

Estos sistemas de gestión están ampliando sus posibilidades hacia la georreferenciación y el posicionamiento global de la máquina con el objetivo de tener en todo momento localizado el punto de trabajo y la productividad para poder generar mapas de rendimiento. Otra aplicación importante es la posibilidad de comunicación con el exterior mediante mensajes GPRS o GSM que facilitan la gestión de la flota de maquinaria.

### Estudios de investigación

El Grupo de Investigación AGR126 de la Universidad de Córdoba ha realizado varios estudios de investigación centrados en las condiciones de trabajo de los tractoristas, principalmente, en lo relativo a la exposición a ruido y vibraciones y a la seguridad frente al vuelco.

### CUADRO II.

Nivel de ruido diario equivalente en los puestos de trabajo estudiados.

PUESTO DE TRABAJO	$L_{Aeq,d}$ (dBA)
Tractor de ruedas de doble tracción	98,3
Tractor de cadenas con desbrozadora	
Modelo A	102,6
Modelo B	95,8
Skidder	97,5
Autocargador	91,2
Cargador	88,7

### CUADRO III.

Valor total de aceleración de las VCC en los puestos de trabajo estudiados.

PUESTO DE TRABAJO	$a_v$ ( $m/s^2$ )
Tractor de cadenas con desbrozadora	
Modelo B	0,76
Skidder	
Circulación en vacío por camino (1)	2,98
Arrastre	1,50
Autocargador	
Carga en remolque	0,65
Circulación en vacío por camino (2)	1,02
Cargador	1,06

(1) Camino en malas condiciones  
(2) Ascenso por camino húmedo con fuerte pendiente.

## Turbofarmer por encima de las expectativas.



Cuando la tecnología Merlo entra en acción no dudeis en aprovechar al máximo de vuestra máquina, porque no queremos poner límites a vuestras expectativas.



Constructor de confianza.

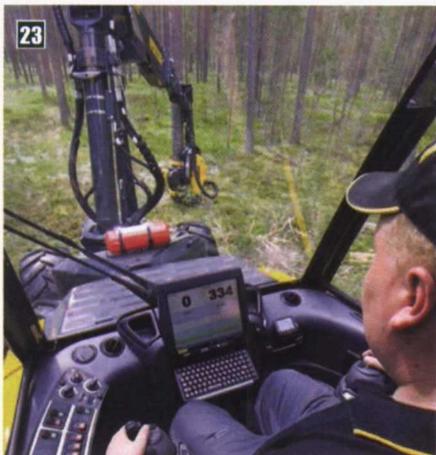
[www.merlo.com](http://www.merlo.com)



**CUADRO IV.**

Pendientes límite en tractores forestales.

	Pendiente límite estática (%)		Pendiente límite dinámica (%)	
	Lateral	Longitudinal	Lateral	Longitudinal
Tractor de ruedas	55	66	20	25
Tractor de cadenas	100	110	50	60
Autocargador	60	70	40	50
Skidder	100	110	50	70
Tractor empujador (bulldozer)	62	72	40	50



En los cuadros II y III se muestran los niveles diarios equivalentes ( $L_{Aeq,d}$ ) de ruido y los valores totales de aceleración de las Vibraciones de Cuerpo Completo (VCC), transmitidas a través del asiento de la máquina, respectivamente, en los puestos de trabajo estudiados (Blanco *et al.*, 2003). Se observa que los niveles de ruido obtenidos están por encima del valor límite fijado por el Real Decreto 286/2006 (87 dBA) y los valores de aceleración también superan el valor límite establecido por el Real Decreto 1311/2005 ( $1,15 \text{ m/s}^2$ ) o se sitúan entre éste y el nivel de acción ( $0,5 \text{ m/s}^2$ ).

Estos resultados dejan claro que muchas de las mejoras a realizar en estas máquinas deben estar dirigidas a reducir dichos agentes, evitando así la aparición de posibles enfermedades profesionales y consiguiendo mejorar la ergonomía en las tareas.

En cuanto a la estabilidad, en el cuadro IV se muestran las pendientes límites estáticas y dinámicas para diversos tipos de tractores ensayados en condiciones de campo (Gamarrá *et al.*, 2009). ●

**Agradecimientos**

A la Empresa de Gestión Medioambiental (EGMASA) de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, por la financiación recibida para realizar estudios sobre condiciones de trabajo seguro con tractores y máquinas forestales.

**BIBLIOGRAFÍA**

Blanco, R.; Vicario, J.; Blanco-Roldán, G.L., 2003. El ruido y las vibraciones en la maquinaria forestal. Montes, 74, 36 - 47.

Gamarrá, J.L.; Blanco-Roldán, G.L.; Gil-Ribes, J., 2009. Evaluación de las pendientes límite para el trabajo seguro con tractores y máquinas forestales. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.