

## Los tractores y su eficaz utilización en Agricultura de Conservación

La evolución de la agricultura y de su mecanización ha llevado a desarrollar equipos que incorporan constantes innovaciones mecánicas, hidráulicas, electrónicas e informáticas y que se adaptan a diferentes condiciones y tipos de cultivo. El tractor agrícola, base de la mecanización agraria, se sitúa a la vanguardia en la aplicación de nuevos diseños y tecnologías como las denominadas de “precisión”. La Agricultura de Conservación (AC) no es ajena a esta evolución, sino todo lo contrario, ya que en general, los agricultores que la practican son inquietos e innovadores. Por otra parte, las empresas de servicios tienen una especial incidencia sobre la AC porque suelen ser los vectores de introducción de los cambios en la mecanización agraria.

G. L. Blanco Roldán; S. Castro García; Jesús A. Gil Ribes <sup>(1)</sup>

Para hablar de los tractores en la AC hemos de establecer que son diferentes los requisitos de los tractores en los cultivos extensivos y en los leñosos, a pesar de que hay aspectos comunes válidos en ambos. La potencia necesaria suele ser mayor en los primeros debido al uso de sembradoras directas de anchos medio-altos y de elevado peso. En los leñosos son claves aspectos como la maniobrabilidad, disponer de marchas cortas para operaciones como el triturado de leña y, en muchos casos, la adaptación a marcos estrechos de plantación.

La correcta elección de el/los tractor/es es un aspecto clave; disponer de un exceso de potencia supone mayor inversión, coste horario, compactación y un bajo aprovechamiento de la potencia nominal. En cambio, un tractor pequeño puede comprometer la realización de las tareas con tiempo limitado (siembra, tratamientos, recolección) aumentando los costes de demora (debidos a no realizar las operaciones en su momento óptimo), e imposibilita el empleo de máquinas exigentes en potencia y/o con necesidades de elevación.

### Tecnologías actuales en los tractores

Los tractores actuales suelen ir

equipados con motores diesel de inyección directa, turbocompresor e “intercooler”, cuatro válvulas por cilindro, para una evacuación eficiente de gases, y sistemas electrónicos de inyección de combustible que optimicen el rendimiento del motor, permitiendo controlar de manera precisa la cantidad y duración de la inyección, lo cual contribuye a la reducción del consumo y de la emisión de gases de escape. Utilizan sensores de temperatura (agua, aceite, aire, combustible y gases de escape), presión (aire en la admisión y aceite de lubricación), caudal (aire en la admisión), posición (acelerador, regulador de la bomba de inyección y árbol de levas) y régimen del motor.

En la transmisión principal se utilizan embragues multidisco en baño de aceite, también empleados para la doble tracción y la toma de fuerza. En los distintos modelos, se presentan opciones de cambio con escalonamiento de marchas y cambio continuo. Las cajas de cambios con marchas escalonadas pueden ser con selección secuencial bajo carga o automáticas (con programas de trabajo) incorporando inversores electrohidráulicos y reductora, obteniendo hasta 64 velocidades (32 AV + 32 AR). Las transmisiones continuas o cajas de cambios

CVT (“continuously variable transmission”), permiten obtener un cambio continuo de tal forma que puede conseguirse cualquier velocidad de avance dentro del rango de actuación del tractor (0 - 40 ó 50 km/h).

En los ejes motrices de las ruedas, los aspectos a destacar son su control electrónico para el bloqueo de los diferenciales (delantero y trasero), para el accionamiento de la tracción delantera y la creciente incorporación de sistemas de suspensión delanteros. Estos se realizan con sistemas formados por cilindros hidráulicos de doble efecto, generalmente uno para cada semieje y controlados electrónicamente, y por medio de acumuladores neumáticos (figura 1).



Figura 1. Suspensión del eje delantero

En los sistemas de dirección, la tendencia actual es a realizar diseños con

ejes delanteros articulados y bastidores que permitan reducir el radio de giro y, por tanto, beneficiar la maniobrabilidad del conjunto tractor-apero. Los modelos capaces de superar los 40 km/h disponen de sistemas de frenado del eje delantero.

El trabajo simultáneo de las funciones del tractor asistidas hidráulicamente, así como el de los aperos y máquinas también accionadas hidráulicamente, hacen que los circuitos hidráulicos sean cada vez más complejos. Los tractores incorporan servicios externos, gobernados por electroválvulas (como las tomas remotas), no sólo en la parte trasera, sino también en la central y en la frontal. Se ha generalizado el uso del sistema de regulación electrónica del elevador hidráulico, basado en sensores de posición y fuerza de tiro, así como en el tripuntal delantero, integrado con toma de fuerza (t.d.f.) directa del motor o por transmisión hidráulica (figura 2).

En los sistemas más avanzados las opciones de gestión permiten realizar el control de aperos y de transporte, pudiendo el operador programar las secuencias de actuación del conjunto tractor-apero, incluyendo funciones hidráulicas, de la toma de fuerza, del enganche tripuntal, de la tracción delantera, del bloqueo del diferencial y de la suspensión del eje delantero. Así se permite realizar fácilmente maniobras cuando se llega al final de la parcela (cabeceras) y mejorar el transporte de aperos suspendidos evitando las cargas bruscas sobre el sistema de elevación, lo cual contribuye a la estabilidad del conjunto y al confort del



Figura 2. Tractor con tripuntal y t.d.f. delantero con una trituradora de ramón



Figura 3. Mandos de un tractor con cabina ergonómica

operario.

La toma de fuerza trasera se presenta de serie, con dos velocidades (540/1.000 rpm) y ejes reversibles de 35 mm (de 6 y 21 estrías), o con tres velocidades, al incorporar la velocidad económica. Los sistemas electrónicos de control pueden conseguir el equilibrio entre la velocidad de la toma de fuerza, la velocidad de avance y la potencia (consumo óptimo).

Las cabinas de los tractores destacan por un diseño, en el que se reúnen los conceptos de funcionalidad, seguridad y ergonomía. Los mandos de control, en los que progresivamente se han sustituido las clásicas palancas por pulsadores o botones



Figura 4. Tomas remotas y conexiones eléctrica y virtual (ISOBUS).

(accionamientos electrohidráulicos), mandos tipo “joystick” y por las consolas de mando, están localizados en posiciones de fácil acceso (figura 3). Igualmente, todas las maniobras se facilitan gracias a la instalación de cabinas con amplia visibilidad. Algunos modelos incorporan puesto de conducción reversible lo que permite manejar cómodamente el tractor marcha atrás.

Los avances tecnológicos como los sistemas de guiado basados en la tecnología GPS, serán objeto de comentario aparte. Los sistemas de gestión de las comunicaciones basado en la norma ISO 11783 (ISOBUS) son igualmente claves. (figura 5). Destacan los aspectos relacionados con el confort del tractorista y con su protección frente a las vibraciones de cuerpo completo que se transmiten a través del asiento. Además, los sistemas de suspensión de la cabina y del eje delantero contribuyen a la reducción de las vibraciones al operario. Todos estos sistemas pueden ser controlados desde el puesto de conducción.

### Tecnologías de especial interés en AC

El neumático es el punto de contacto del tractor con el suelo y es clave en el buen funcionamiento del tractor. Entre sus características, la anchura y las presiones de inflado son las que mayor influencia tienen en la eficiencia de tracción y en la compactación producida en la superficie del suelo. De ellas dependen el área de contacto y la distribución de presiones en el suelo.

En este sentido, los neumáticos de alta flotación o de baja presión tienen cualidades favorables, ya que, producen en el suelo un apoyo más amplio, superior en un 20 % al de un neumático estándar (figura 5) y su presión de inflado es inferior a 1 bar. Con ellos se consigue reducir la compactación del suelo y mejorar la trafabilidad en condiciones de suelo húmedo. El paso de la maquinaria pesada de recolección y tratamientos daña al suelo y a las cubiertas (figuras 6 y 7). Para protegerlos es conveniente el uso de este tipo de neumáticos y usar técnicas de tráfico controlado, concentrando las pisadas en las mismas zonas, pues es preferible pisar varias veces en el mismo sitio que una sola vez en varias zonas (Gil-Ribes et al., 2005). En las compactaciones permanentes como las huellas de los remolques es conveniente realizar su descompactación con útiles de labranza vertical (figura 8).



Figura 5. Neumáticos delanteros de baja presión (izquierda) y convencionales (derecha)



Figura 6. Daño a la cubierta por el paso de equipos de recolección. Medida de la compactación en la huella mediante penetrómetro



Figura 7. Problemas causados por el tráfico incontrolado durante la recolección en condiciones de mala traficabilidad



Figura 8. Rejas descompactadoras aplicables a huellas

Las técnicas de ayuda al guiado y el guiado automático son igualmente

muy útiles ya que refuerzan la sostenibilidad de la AC. Los equipos de ayuda la guiado son muy asequibles e indicados en el caso de máquinas distribuidoras de gran anchura de trabajo porque se ahorran solapes y se evitan las zonas sin tratar (figura 9). Como ejemplo, un estudio realizado en campo sobre el resultado conseguido en una siembra directa (figura 10), realizada por un tractorista de una empresa de servicios, mostró que para una parcela de 14,85 ha (figura 11), los solapes entre pasadas fueron de un 14 % (2,08 ha) y las zonas sin sembrar fueron de un 5,3 % (0,79 ha). Estos son resultados de tipo medio que indican que se puede ahorrar más de un 10% del tiempo de trabajo y los insumos aplicando estas técnicas. Con sistemas de guiado automático aún se mejoran más estas prestaciones y son particularmente adecuados cuando se exija gran precisión en la realización de las operaciones.



Figura 9. Tractor aplicando herbicida con un sistema de ayuda al guiado con indicación en una PDA.

Las tecnologías de distribución variable (TDV) de insumos son el nuevo paso a dar en esta línea. A partir de los mapas de producción, obtenidos con cosechadoras dotadas de monitores de rendimiento, y de mapas de variabilidad de las propiedades químicas y físicas del suelo, podemos realizar aplicaciones sitio-específicas, es decir variables, dotando al tractor de un sistema de georeferenciación GPS y la máquina de sistemas de distribución controlados por microprocesador que pueden variar la dosis aplicada (figura 12). Otros sistemas usan la información de sensores en tiempo real para

realizar la distribución variable.



Figura 10. Siembra directa de trigo con monitoreo de la operación con GPS

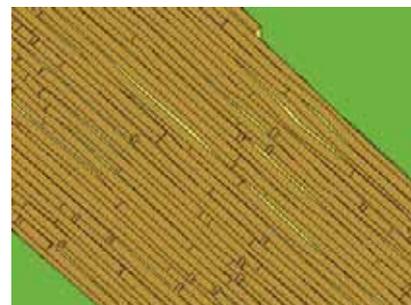


Figura 11. Representación de la siembra de la figura 10, obsérvense los solapes y las zonas sin sembrar (fondo amarillo)



Figura 12. Sembradora directa de chorrillo mecánica con sistema de distribución variable mediante un motor hidráulico gobernado por controlador y GPS

### Tractores para AC en olivar y leñosos

Desde el punto de vista de su función, los tractores utilizados en el olivar y en frutales son de dos tipos: tractores de uso general y tractores fruteros. Los tractores de uso general son los típicos diseñados para cultivos extensivos y que se adaptan a cualquier uso agrícola (figura 13). Sus potencias varían, normalmente, entre 55 y 100 kW (70-135 CV).

# SEMBRADORAS JOHN DEERE

## CALIDAD INIMITABLE



**MODELO 750A** Dosificación neumática  
**MODELO 1590** Dosificación mecánica



**La fuerza de nuestra red de distribución de repuestos.** Nuestra red mundial de distribución de repuestos se encarga de que las piezas que usted necesita lleguen cuando usted las necesita. Se trata de mucho más que buenas palabras – es nuestra forma de enfocar el negocio para asegurarnos de que usted quede satisfecho.

**Una siembra perfecta en cualquier condición.**

Su inimitable diseño y la calidad de sus componentes permiten a las sembradoras John Deere trabajar de manera efectiva en siembra directa, mínimo laboreo, e incluso en laboreo convencional.

**Ahorre combustible, tiempo y mano de obra** al realizar todas las labores en una pasada, conservando la humedad del suelo y reduciendo la erosión y compactación.

**Un total de cuatro modelos**, dos de dosificación mecánica - 1590 de 3 y 4,5 m - y otros dos de dosificación neumática - 750A de 4 y 6 m – permiten adaptarse a las necesidades específicas de cualquier explotación. Los miles de máquinas repartidos por los campos de todo el mundo son la prueba de la robustez y fiabilidad de sus componentes.

**Aproveche la experiencia del mayor fabricante** mundial de maquinaria agrícola, y aumente los beneficios de su explotación con la versatilidad y la calidad de trabajo que le ofrecen las sembradoras John Deere.



**JOHN DEERE**

La calidad es nuestra fuerza

[www.johndeere.es](http://www.johndeere.es)

Los tractores fruteros presentan similares componentes a los anteriores pero se caracterizan por su ancho de vía es menor, lo que les permite circular por plantaciones con anchos de calle estrechos (figura 14). Sus potencias están comprendidas entre 40 y 70 kW (50-95 CV), por lo que los más potentes pueden utilizarse en todas las tareas

El uso de picadoras de ramón, de atomizadores con cubas de gran tamaño (2.000 – 4.000 litros) y equipos de recolección como los vibradores de troncos y remolques de gran capacidad (6 a 10 toneladas) lleva a que el tractor adecuado tenga una potencia cercana a 75 kW (100 CV), además de ser de doble tracción y disponer de inversor y de marchas superreducidas (figuras 14, 15 y 16). Una novedad interesante para tareas como el control químico en los pies o para ayuda al movimiento de mallas en recolección son los quads o ATV (figura 17).



Figura 13. Tractor estándar en la siembra de una cubierta en olivar



Figura 14. Tractor frutero con atomizador

**Tractores para AC en extensivos**

En cultivos extensivos nos encontramos con que los tractores no necesitan especificaciones especiales, respecto a



Figura 15. Tractor frutero con trituradora de ramón



Figura 16. Recolección de un olivar intensivo con vareo de apoyo.



Figura 17. Quad en aplicación de herbicidas.

los de agricultura convencional, salvo la mayor necesidad de controlar la compactación por los neumáticos con las técnicas ya indicadas de baja presión y tráfico controlado. Las potencias necesarias en las operaciones



Figura 18. Barra de aplicación de herbicidas con ayuda al guiado



Figura 19. Abonadora centrífuga arrastrada

de distribución de agroquímicos no representan ningún problema (figura 18). Cuando el tamaño de la cuba o del depósito es grande se acude al uso de sistemas semisuspendidos o arrastrados (figura 19).



Figura 20. Sembradora directa mecánica de chorrillo con tractores de potencia media

Las operaciones de siembra directa (figuras 20), sobre todo las sembradoras de chorrillo, suelen ser las más exigentes en potencia, especialmente cuando la anchura de distribución es



Figura 21. Sembradora directa neumática de disco de 6 metros de anchura.

muy grande (figura 21), el sistema de corte de residuos y apertura del surco es de discos y trabajamos en pendiente. No obstante, la generalización de los equipos arrastrados limita las exigencias de potencia. ●

1. G.I. Mecanización y Tecnología Rural. Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba.