

# Tecnología actual e innovaciones en tractores especialistas

Es el vehículo agrícola que más avances significativos ha desarrollado en los últimos años



**Gregorio L. Blanco Roldán, Juan Luis Gamarra Diezma**

G.I. AGR 126 "Mecanización y Tecnología Rural". Departamento de Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería. E.T.S.I. Agronómica y de Montes. Universidad de Córdoba.

Actualmente están entrando en producción nuevas zonas antes dedicadas a cultivos extensivos, donde se ha podido ver una transformación paulatina hacia cultivos como el olivar, almendros y pistachos. Dentro de estos, la tendencia es ir a marcos de plantación más estrechos, lo cual, paralelamente, ha supuesto un cambio en la mecanización, liderado en primera instancia por los tractores.

La que podría definirse como mecanización sostenible, encuentra su máxima representación en el tractor, máquina de referencia del trabajo en los ámbitos agrícola, ganadero y forestal, el cual incorpora, actualmente, todas las innovaciones tecnológicas que le permiten incrementar sus prestaciones en cuanto a características de funcionamiento, destacándose las relacionadas con la digitalización y automatización de operaciones (tractor inteligente), control de aspectos medioambientales y seguridad y salud de los operadores. Así, puede señalarse que es el vehículo que más avances significativos ha desarrollado, a pesar de los efectos negativos de factores recurrentes en el sector como el descenso de la rentabilidad de muchas explotaciones.

En los últimos años, la agricultura en España ha sufrido diversas variaciones, destacándose las relacionadas con la distribución por tipos de cultivos y marco de plantación de los mismos, manteniéndose o aumentándose, en muchos casos, las zonas históricas de cultivos frutales de marco estrecho y viñedo y entrando en producción nuevas zonas antes dedicadas a cultivos extensivos, como el valle del Guadalquivir, o la parte norte de la meseta sur, donde se ha podido ver una transformación paulatina hacia cultivos arbóreos (fundamentalmente, olivar, almendros y pistachos). Dentro de estos, hay que subrayar el cambio producido a



Foto 1. Tractor especialista realizando operaciones en plantaciones frutales: derribo de aceituna con vibrador de troncos en olivar (izquierda) y aplicación de ozono en almendros (derecha).

sistemas cada vez más intensivos (mayor número de plantas por hectárea) con marcos de plantación más estrechos, lo cual, paralelamente, ha supuesto un cambio en la mecanización, liderado, lógicamente, por los tractores. Así, la mayoría de los fabricantes, que generalmente desarrollan sus productos partiendo de los modelos de medias y altas potencias, con mayores prestaciones, han ido generando nuevos productos en la gama de bajas potencias, los convencionalmente llamados tractores estrechos y fruteros (< 1,5 m de ancho de vía), incluidos dentro del ámbito de los tractores especializados, que incorporan los mismos avances tecnológicos que los modelos superiores para dar servicio a un sector cada vez más profesional, originándose, incluso, una nueva denominación, publicitada por las marcas como el tractor especialista (foto 1).

El parque de tractores nuevos en España, según datos de inscripción en el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA, 2023), asciende a 8.667 unidades, distribuyéndose según se muestra en el cuadro I en función de las tipologías establecidas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), el cual define, dentro de los tractores de ruedas, dos tipos: el Normal y el Estrecho. Estos representan este año un 29% respecto al

CUADRO I. INSCRIPCIONES DE TRACTORES NUEVOS EN ESPAÑA (ROMA).

Tipo		Unidades	Potencia media		
			kW	CV	
Ruedas	Simple tracción	Normal	2	36,4	49,5
		Estrecho	10	18,3	24,9
	<b>Total simple tracción</b>		<b>12</b>	<b>21,3</b>	<b>29,0</b>
	Doble tracción	Normal	4.871	126,0	171,4
		Estrecho, rígidos	2.328	51,9	70,6
Estrecho, articulados		174	44,7	60,8	
<b>Total doble tracción</b>		<b>7.373</b>	<b>100,7</b>	<b>137,0</b>	
Cadenas		<b>39</b>	<b>73,2</b>	<b>99,6</b>	
Otros		<b>1.243</b>	<b>39,2</b>	<b>53,3</b>	
<b>Total</b>		<b>8.667</b>	<b>91,6</b>	<b>124,6</b>	

Fuente: MAPA 2023

CUADRO II. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPALES DE TRACTORES ESTRECHOS Y FRUTEROS.

Potencia (kW/CV)	44,1 - 84,5 kW / 60 - 115 CV
Motor (nº de cilindros/cilindrada-cm³)	3 - 4 / 3.000 - 4.000
Transmisión	Mecánica / Powershift / CVT
Rango de velocidades (km/h)	0,5 - 40
Dirección	2 ruedas directrices (delanteras) / 4 ruedas directrices / articulación central
Radio de giro (º)	55 - 76
Sistema de rodadura	Ruedas (distinto diámetro/isodiamétricas) / orugas (metálicas/goma).
Tracción	Simple (2RM) / Doble (4RM)
<b>Dimensiones:</b>	
Batalla (mm)	2.075 - 2.436
Anchura total (mm)	1.000 - 1.700

total de tractores, y un 34% respecto a los de ruedas, estando estos valores dentro del rango habitual de 25 a 35% del total. La potencia media de los más numerosos (doble tracción, estrecho, rígido) es de 70,6 CV.

## Características generales

En el cuadro II se muestran las principales características técnicas de tractores estrechos y fruteros. De forma general, la tendencia es a desarrollar mejoras en el



Foto 2. Detalles exteriores de diseño en un tractor especialista.



diseño del chasis y de los ejes para poder aumentar las cargas que soportan y las potencias (par) que desarrollan. También cobran importancia los aspectos estéticos, que llaman mucho la atención de los agricultores, acostumbrados a los rústicos modelos tradicionales. Como ejemplo, las formas redondeadas del capó, la disposición de las luces de carretera y faros de trabajo (además de la iluminación que producen) y las espaciosas cabinas, incluso siendo tractores estrechos, acristaladas y con suelo plano para mayor comodidad del operario (foto 2).

La importancia de estos tractores radica en que han supuesto un cambio en el modelo de la mecanización de las plantaciones, permitiendo ir abandonando la costumbre de elegir tractores sobredimensionados en potencia, ajustándose a las demandas de las distintas máquinas necesarias en los frutales, las cuales también han ido adaptándose, lo que ha supuesto una mejora de la eficiencia energética del binomio tractor-máquina. En este sentido, las potencias ofertadas van desde los 60 hasta los 115 CV, permitiendo realizar toda la gama de labores, desde las menos exigentes, como el accionamiento de barras herbicidas para el tratamiento en los pies de los árboles y la siega química de cubiertas vegetales,



Foto 3. Configuración de una serie comercial de tractores especialistas (de izquierda a derecha): frutero ancho (F), semiestándar, perfil bajo, frutero convencional (F) y viñero (V) (Doc. Massey Ferguson).

hasta las más exigentes operaciones de derribo de frutos con vibrador de troncos y de picado de restos de poda. Desde el punto de vista legislativo, el Reglamento UE 167/2013 relativo a la homologación de los vehículos agrícolas o forestales, considera la Categoría T2 (tractores de ruedas con una vía mínima inferior a 1.150 mm, una masa en vacío y en marcha superior a 600 kg y una altura libre sobre el suelo menor o igual a 600 mm), que puede englobar a la mayoría de los tractores considerados como estrechos, aunque en la foto 3 se muestra

una imagen típica de catálogo comercial que ilustra las opciones de trabajo con estos tractores, clarificando mejor los términos convencionales entendidos por los agricultores y técnicos. Así, las series se configuran abarcando, en función de la característica fundamental del ancho de vía, los modelos viñeros (V), fruteros (F) e intermedios entre ambos, con valores comprendidos en el rango de 1 m (V) a 1,5 m (F) de ancho de vía. Hay varios fabricantes que también ofertan modelos intermedios entre el frutero y el tractor convencional, caracterizándose por



Foto 4. Tractor de perfil bajo.

potencias superiores que les permiten ya realizar las operaciones más exigentes de las plantaciones frutales, como el transporte con remolques, picado de restos de poda, aplicación con atomizadores de mayor capacidad y vibrado de troncos. Además, si disponen de perfil bajo, su maniobrabilidad entre las copas de los árboles aumenta considerablemente (foto 4).

Otro aspecto que siempre ha sido relevante en estos tractores ha sido la oferta de modelos adaptados a condiciones de trabajo en pendiente, presentes, por ejemplo, en muchas zonas de viñedo, añadiendo a los clásicos diseños con bajo centro de gravedad, otras características técnicas como la articulación vertical del chasis (foto 5).

## Motor

La entrada en vigor de la Fase V de emisiones de contaminantes de los motores (requisitos establecidos por el Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo) ha supuesto un revulsivo importante para este tipo de tractores, ya que implica la introducción de todos los elementos que permitan la reducción máxima de emisiones contaminantes (partículas (PM), óxidos de



Foto 5. Tractor especialista con articulación del chasis (vertical y horizontal).



Foto 6. Tractor frutero eléctrico (vista general y detalle del motor eléctrico) (Doc. Fendt).

nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC), como son los catalizadores de oxidación diésel (DOC), los filtros de partículas diésel (DPF), los sistemas SCR (reducción catalítica se-

lectiva), los catalizadores de oxidación de amoníaco (AOC) y la recirculación de los gases de escape (EGR), lo cual supone un reto constructivo para modelos en los cuales se prima la optimización del es-



Foto 7. Modelos de tractores especialistas con transmisión CVT.



pacio, tendiéndose siempre a minimizarlo para así mejorar la circulación en lugares reducidos (calles estrechas y movimientos bajo copas de árboles).

Siguen los avances en el desarrollo y aplicación de los motores de 3 o 4 cilindros con 4 válvulas, los sistemas *common rail*, los turbos de geometría variable (VGT) y los conceptos como la gestión electrónica y de potencia.

Los motores que utilizan combustibles alternativos, como el biodiésel, también son objeto de desarrollo e integración por parte de los fabricantes. Aunque hay algunos modelos de tractores fruteros eléctricos que se comercializan desde hace unos años en Estados Unidos, recientemente han vuelto a cobrar actualidad y se subraya su presencia en ferias destacadas del sector (foto 6).

## Transmisión

Lo mismo que sucede en la motorización, los sistemas de transmisión utilizados en los tractores fruteros han avanzado en el sentido de incorporar las tecnologías de las series altas, destacándose el aumento de marcas que ofrecen cajas de cambios CVT (foto 7).

Los modos o estrategias de conducción que puede seleccionar el operador sue-

len ser tres, denominándose manual (selección manual de velocidad de avance y régimen del motor), automático (la velocidad se mantiene constante de forma automática gracias a la comunicación que se establece entre la transmisión y el motor) y toma de fuerza (cuando se acciona la toma de fuerza, la transmisión permite mantener un régimen constante del motor). Para reducir el consumo de combustible, en el modo automático, sue-

le disponerse de un selector para limitar la velocidad de giro del motor a la cual se obtiene la velocidad de avance.

Más convencionales son las transmisiones mecánicas y las *powershift*, con una amplia gama de velocidades hacia delante y hacia detrás, llegando hasta 40x40, inversores mecánicos o electrohidráulicos y el complemento de grupos de marchas superlentas, para adaptarse a los trabajos más diversos.



Foto 8. Tractor especialista con orugas de goma en el eje trasero.



Foto 9. Detalles de los sistemas de acoplamiento: tomas hidráulicas centrales y tripuntal delantero con brazos plegables.



Foto 10. Puesto de conducción reversible.



Foto 11. Tractor especialista equipado con cabina de Categoría 4.

También se disponen sistemas que permiten cambiar de marcha a plena carga y parar sin accionar el embrague, utilizando un simple botón situado en la palanca de

cambio; y mecanismos de parada activa en pendiente y anticulado, que aportan mayor seguridad haciendo que la transmisión CVT o *powershift* detenga com-

pletamente el tractor, sin que pueda moverse por efecto de las cargas que lleve, pudiendo reanudarse la marcha sin necesidad de usar los frenos.

## Ejes, dirección y sistema de rodadura

Una de las principales características que se buscan en los tractores fruteros es poder realizar los giros en menos espacio, para así facilitar el trabajo en marcos estrechos o en las cabeceras de las parcelas, lo cual se consigue con diseños del capó del motor que permitan alojar las ruedas en el giro y con sistemas adicionales a la dirección, presentándose modelos que incorporan la articulación del eje delantero, que pueden llegar a conseguir radios de hasta 2,9 m, otros que generan un incremento de la velocidad

# EXPOLIVA

XXII  
FERIA INTERNACIONAL  
DEL ACEITE DE OLIVA  
E INDUSTRIAS AFINES

XXII  
INTERNATIONAL FAIR  
OF THE OLIVE OIL  
AND ALLIED INDUSTRIES

ITEA

Asociación  
Iberica de  
Tractores  
Agrícolas

GEA

Engineering  
for a Better  
World

CONDE DE  
CB

BENALÚA

de giro de las ruedas delanteras y alguno que también tiene dirección en las ruedas traseras. Alternativamente, hay fabricantes que ofrecen tractores articulados (**foto 5**). Otro aspecto a subrayar es la suspensión activa del eje delantero o independiente en las ruedas, que al igual que en los tractores de gamas superiores permite mantener el contacto suelo-neumático favoreciendo la tracción y reducir las vibraciones, mejorando el confort del tractorista. En cuanto al sistema de rodadura, cabe destacar el uso de neumáticos de baja presión o alta flotación, que son un 25% más anchos que los convencionales y trabajan a una presión un 50% inferior (0,8 kg/cm<sup>2</sup>), lo cual reduce la compactación del suelo, y la presencia de modelos con orugas de goma, con montaje en dos ejes (**foto 5**) o en el eje trasero (**foto 8**).

## Sistema hidráulico, enganches y toma de fuerza

Uno de los puntos fuertes de estos tractores es el sistema hidráulico, pues muchas de las máquinas que utilizan necesitan este accionamiento, estando caracterizados por permitir prestaciones superiores a las que le corresponderían en función de su potencia. Cada vez más se pasa de sistemas de centro abierto, de unos 70 l/min, a sistemas de centro cerrado (y *load sensing*) de hasta 120 l/min.

Respecto a las tomas hidráulicas, lo habitual era disponer máximo de 3 traseras de doble efecto y, actualmente, ya se configuran con hasta 5 traseras y 3 delanteras e incluso tomas centrales (de 2 a 4) (**foto 9**).

El enganche tripuntal y la toma de fuerza (tdf) siguen evolucionando hacia la mejora del funcionamiento y la facilidad de manejo. El enganche delantero, mecánico o electrónico (opcional), de categorías I o II, permite capacidades de elevación máximas (en el extremo) de hasta 30 kN, siendo ya habitual la oferta del enganche tripuntal delantero, de categoría II y extremos plegables, con hasta 28 kN de capacidad de elevación. La tdf trasera se presenta con velocidades de 540/540E/1000 r/min, disponiendo opcionalmente la velocidad sincronizada con el avance, mientras que la delantera ofrece 540E/1000 r/min.

## Puesto de conducción y cabina

En los últimos años, la cabina es el elemento que más significativamente ha cambiado, debido a la introducción de los conceptos de seguridad y ergonomía, suponiendo un auténtico reto para los diseñadores de tractores fruteros, al tener que compaginar la implantación de dichas mejoras con la limita-



WWW.EXPOLIVA.INFO

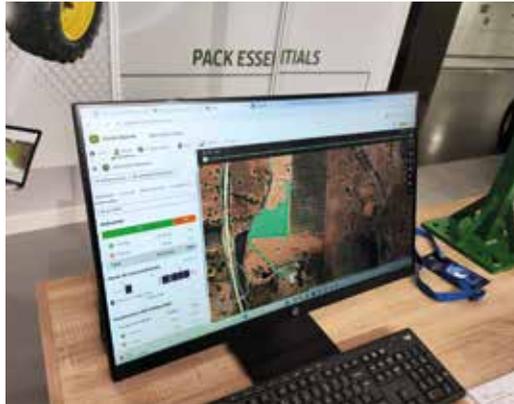
ORGANIZADORES



PATROCINADORES



COLABORADORES



**Foto 12.** Tractor equipado con conector Isobus delantero y sistema de gestión de flotas.

ción de las dimensiones propias de estos modelos. Los aspectos que se destacan son: mayor volumen del espacio de trabajo, mejora de la visión (favorecida por la colocación de los postes en la cabina, el diseño de los cristales y de los elementos del tractor, como el capó, que no impidan la visibilidad, y los espejos retrovisores gran angulares), climatización, aislamiento acústico, suspensión de la cabina (reducción de las vibraciones), suspensión neumática del asiento del conductor, puesto de conducción reversible (**foto 10**) y protección ROPS y FOPS.

Otra tendencia importante son las cabinas de Categoría 4 (UNE-EN 15695-1: 2018), específicas para aplicación de productos fitosanitarios y muy indicadas para tratamientos a la copa en frutales, que mantienen presurizado su interior (diferencia mínima de 20 Pa respecto al exterior) e incorporan protección contra partículas y gases y vapores orgánicos (filtros de carbono) (**foto 11**).

Las marcas de fruteros también ofertan modelos sin cabina y con estructura de protección frente al

vuelco (ROPS) abatible, tanto en disposición delantera como trasera (**foto 4**).

## Funciones de control, sistemas de gestión y tecnologías 4.0

En este aspecto también se ha notado la evolución en los últimos años. Aunque muchos de los desarrollos en sistemas



**Foto 13.** Vehículos autónomos equipados con atomizador para plantaciones frutales (Doc. John Deere y Kubota).

electrónicos y de gestión no son nuevos, el impulso de la transformación digital ha supuesto un avance para su implementación en tractores fruteros y también su comercialización, siendo un reclamo publicitario importante para las marcas. A los aspectos más concretos relacionados con el manejo de las funciones del tractor, mediante la instalación de centros de control en el reposabrazos derecho y pantallas, se unen los vinculados a la agricultura de precisión y las tecnologías 4.0, como el sistema Isobus (automatización tractor-apero), el guiado automático, la distribución variable de insumos y la gestión de flotas (**foto 12**). Esta última es un ejemplo de las tendencias actuales, ya que, siendo una aplicación desarrollada hace ya años, es ahora cuando está empezando a encontrar su sitio, siendo realmente útil para la planificación de los trabajos, el registro de todos los datos que ofrecen los sensores embarcados en el conjunto tractor-máquina (tiempos de trabajo, velocidad, consumo de combustible, etc.) e, incluso ubicados en la parcela, y la toma de decisiones. También interesante es su combinación con sistemas de control y diagnóstico remotos. Finalmente, hay que destacar que el salto cualitativo que se está empezando a producir es en la movilidad de los vehículos, donde ya han aparecido los primeros tractores autónomos casi comerciales, estando vinculados al trabajo en plantaciones frutales (**foto 13**). Están equipados con sensores diversos para la detección de obstáculos fijos y móviles (radar, Lidar, etc.) y cámaras, y los operadores pueden realizar un control remoto y/o programar un plan de trabajo, supervisando toda la operación en el ordenador. El tractor puede ir equipado con cabina convencional, permitiendo también la opción de manejo manual, o ir sin cabina. ■