

## Innovaciones tecnológicas en los tractores agrícolas

● JAIME ORTIZ-CAÑAVATE. Dpto. de Ingeniería Rural. Madrid

**A**unque mucha gente opina que la forma básica del tractor no ha cambiado prácticamente desde el diseño del modelo Fordson en la segunda década del siglo XX, el hecho es que en los últimos años el tractor agrícola ha incorporado un conjunto de innovaciones que le hace aparecer como un vehículo totalmente adaptado a la tecnología actual más avanzada.

Un nuevo diseño con relación a los tractores tradicionales, lo constituye el bastidor único introducido por John Deere en su Serie 6000, que suministra al tractor una mayor resistencia con menos peso y al mismo tiempo permite acoplar directamente equipos al tractor, como palas cargadoras o vibradores de frutos, sin necesidad de añadir un bastidor secundario (fig. 1).

Existen también diseños totalmente revolucionarios, como es el tractor multiuso Xerion de Claas (fig. 2), que puede funcionar tanto como tractor o como vehículo polivalente porta-máquinas. Puede avanzar lo mismo en un sentido como en otro y la cabina se puede situar de un modo muy rápido en tres posiciones: una hacia adelante y dos hacia atrás (centrada y lateral izquierda). Dispone de 4 tomas de fuerza: 2 en la parte trasera, 1 en la delantera y la cuarta en la parte central del tractor. Pese a su gran tamaño y po-

tencia (pesa 10 t en vacío y tiene un motor de 200 CV), tiene un radio de giro de sólo 10 m gracias a que las 4 ruedas son directrices.

Lo mismo podemos decir del nuevo tractor Xylon de Fendt, que dispone de un bastidor modular en el que se pueden montar equipos en 5 posiciones distintas (fig. 3), con más de 5 toneladas de carga. Este tractor incorpora la excepcional amortiguación hidroneumática del eje delantero del modelo «Favorit» de Fendt.

En este artículo queremos analizar los avances más significativos realizados en la fabricación de los tractores agrícolas en los últimos años.

### Motores

Los motores de los tractores actuales se caracterizan por una elevada reserva de par y un bajo consumo específico de combustible (alrededor de 200 g/kWh). Esta reserva de par elevada hace que los motores sean muy elásticos y permite mantener la potencia constante en la zona de la velocidad nominal (New Holland, Fendt) o incluso un aumento de potencia (Deutz) al bajar las revoluciones a partir de la velocidad nominal (fig. 4). Debido a que mantienen el par constante a través de una amplia gama de revoluciones («par de meseta»), los motores recuperan rápidamente su pleno régimen desde bajas revo-

luciones. El alto par de arranque, de hasta un 20% superior al nominal, permite arranques y aceleraciones elásticos, sin tirones, también bajo carga.

También se valoran las escasas emisiones de humo, gracias a una combustión limpia, y un funcionamiento silencioso, del orden de 80 dB(A). En general los motores de los tractores agrícolas pueden funcionar tanto con gasóleo como con biodiesel.

Los motores pueden ser de aspiración atmosférica o sobrealimentados y algunos modelos llevan «intercooling» para refrigerar el aire de admisión. El aumento de potencia en los últimos 15 años se ha debido, en un gran número de casos, al turbocompresor, mientras que prácticamente la cilindrada y la velocidad de los motores no han variado.

Con respecto a la inyección de combustible, cabe mencionar que los nuevos motores Deutz tienen un sistema de inyección Bosch a alta presión, de nuevo diseño, con bombas individuales integradas en el bloque accionadas directamente por el árbol de levas (fig. 5) y un nuevo tipo de inyectores que funcionan a presiones muy altas (1.500 bar), que mejoran sustancialmente la combustión y aumentan la eficiencia de los motores.

### Transmisiones

Existe una gran variedad de transmisio-



Fig. 1. El bastidor único representa un concepto modular que proporciona una gran flexibilidad en el montaje de equipos en el tractor.



Fig. 2. Tractor Xerion de Claas con la cabina situada hacia atrás.

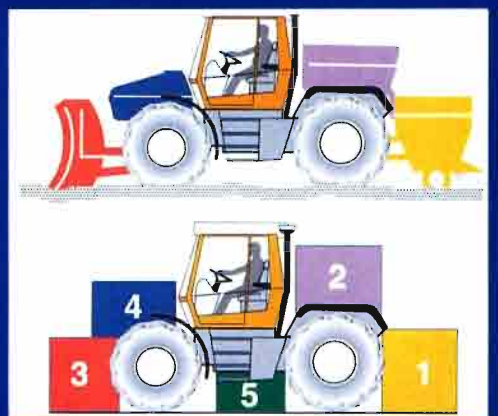


Fig. 3. Tractor Xylon de Fendt con 5 zonas de montaje de aperos.

nes para los tractores agrícolas, aunque en muchos casos, —dado el elevado coste del conjunto de la transmisión (caja de cambios, eje trasero, accionamiento de las tomas de fuerza traseras y delantera, accionamiento del eje delantero y frenos), que representa el 25-30% del coste total del tractor—, existe una utilización compartida de las transmisiones por varias marcas, como es el caso del grupo Same-Lamborghini-Hürlimann, con Deutz y Renault.

La transmisión más sencilla es un cambio mecánico con un número elevado de marchas adelante y atrás sincronizadas, activadas por dos palancas: una para seleccionar el grupo (normalmente son 4 grupos: L, M, H y R, respectivamente marchas lentas, medias, altas y hacia atrás) y la otra para la marcha específica (4 ó 6 velocidades). Estas palancas suelen estar situadas a la derecha del puesto de conducción, en un lugar de cómodo manejo por parte del tractorista. La velocidad más alta llega normalmente hasta 30 km/h, pudiéndose optar por una velocidad máxima de 40 km/h para los países que autorizan esta velocidad.

Para trabajos que requieran una rapidez en la inversión de marcha, existen transmisiones sincronizadas como la anterior descrita con inversor mecánico que proporcionan las mismas marchas adelante que hacia atrás. En bastantes modelos, como es el caso del inversor automático Tractonic de Renault, mediante un mando colocado a la izquierda del volante (fig. 6) se invierte el sentido de marcha sin utilizar el pedal del embrague y sin soltar la mano derecha del volante, para continuar maniobrando el tractor con toda seguridad.

Para los operadores que requieren una mayor versatilidad de trabajo, existen diversos tipos de cambios de marchas bajo carga, denominadas genéricamente con el nombre inglés de Powershift. Así, por

ejemplo, New Holland ha desarrollado una nueva transmisión electrohidráulica que ofrece un cambio bajo carga de dos velocidades en cada marcha adelante. Este cambio bajo carga se activa mediante dos conmutadores que van montados en la parte superior de la palanca de marchas. De este modo se puede para cada marcha seleccionar una velocidad alta o baja, reduciendo cada velocidad de avance en un 15% o acrecentándola en un 18%, sin necesidad de pisar el embrague. Esta transmisión está dotada de un perfeccionado inversor sincronizado, que permite pasar entre las marchas adelante y atrás mediante una palanca de fácil accionamiento, situada a la izquierda del asiento del conductor, similar a la descrita anteriormente de Renault (fig. 6). El cambio entre las distintas velocidades se realiza por medio de dos conmutadores que accionan embragues multidisco que posibilitan cambios suaves bajo carga y que se encuentran en una palanca de mando de diseño ergonómico (fig. 7).

En los tractores «Agrotron» de Deutz existe un cambio Powershift (fig. 8), que permite cambiar bajo carga cada una de las 6 marchas existentes en 4 escalones (L, M, H y S: velocidades lentas, medias, altas y rápidas). En el «display» del Powershift se visualiza la velocidad seleccionada en cada momento y el sentido de marcha. La inversión de marcha se puede realizar para cada velocidad, siempre que sea inferior a 10 km/h, mediante una palanca colocada en el volante de dirección. Una vez preseleccionado el sentido de marcha hay que pisar el pedal del embrague para realizar la inversión deseada.

El embrague hidráulico se ha introducido también en el ámbito de los tractores agrícolas (Fendt), para conseguir un arranque rápido sin tirones, mayor confort de marcha e imposibilidad de que el motor se cale en ninguna circunstancia (fig. 9).

Los ejes del tractor son cada vez más robustos. En las versiones de doble tracción, el frenado se realiza normalmente en las cuatro ruedas cuando el conductor pisa ambos pedales de freno, poniéndose automáticamente en marcha el sistema de activación electrónica de la doble tracción. En este tipo de tractores, el eje delantero va provisto de un diferencial de bloqueo completo y ofrece normalmente un amplio ángulo de giro a las ruedas, para conseguir una buena maniobrabilidad del tractor.

Los tractores de la Serie M/60 de New Holland van provistos del sistema de

control de la tracción «TerraLock», debiendo el operador apretar el correspondiente botón pulsador en la consola lateral para, no sólo bloquear los diferenciales de los dos ejes, sino también trabar las ruedas delanteras y traseras entre sí. La desactivación automática de los diferenciales se realiza ya sea al apretar el conmutador del elevador hidráulico para alzar el apero o cuando se pisa un solo pedal del freno. El dispositivo «TerraLock» vuelve a activar el bloqueo de los diferenciales al bajar el apero o al soltar el pedal del freno. La versión automática del «TerraLock» funciona de la misma manera que el sistema básico, con la diferencia de que activa automáticamente la doble tracción. Los sensores montados en el eje delantero comprueban el ángulo de dirección, procediendo a la desactivación del

**El tractor agrícola se ha convertido en un vehículo totalmente adaptado a la tecnología más avanzada**

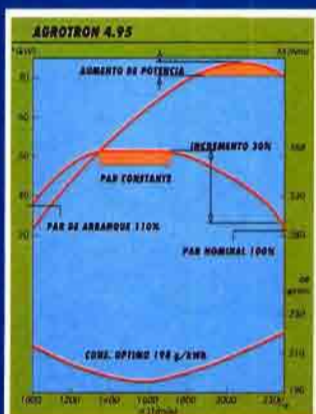


Fig. 4. Curvas características del motor Deutz del Agrotron 4.95.

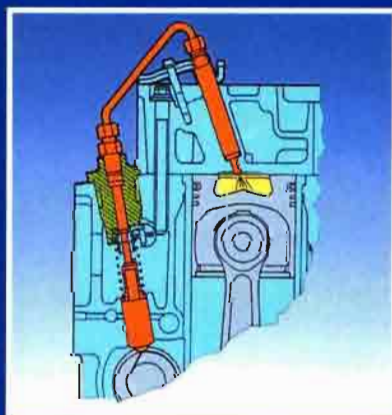


Fig. 5. Tecnología de vanguardia: el sistema de inyección a alta presión con bombas individuales.



Fig. 6. Inversor automático de la marcha situado a la izquierda del volante de dirección.

bloqueo de los diferenciales y del sistema de doble tracción al girarse el volante. La doble tracción y el bloqueo de los diferenciales volverán a activarse automáticamente cuando el volante recobre su posición «recta». Esto significa que, cuando se efectúen maniobras en las cabeceras del campo, se realizará una desactivación automática sin necesidad de que el operador active la correspondiente función. Un sistema similar lo oferta el tractor Agrottron de Deutz en el que el eje delantero motor, de accionamiento central, se conecta mediante un botón de accionamiento electrohidráulico bajo carga. Los diferenciales trasero y delantero se conectan asimismo mediante un pulsador (fig. 10).

La toma de fuerza (tdf) trasera puede funcionar a 540, 540E (750) y 1.000 r.p.m. y también con velocidad de avance sincronizada (es decir proporcional a la velocidad de las ruedas traseras), fundamentalmente para accionar remolques mono-eje en zonas de montaña. La toma de fuerza delantera funciona normalmente a 540 r.p.m.

## Sistema hidráulico

Existen dos tipos de sistemas hidráulicos en los tractores agrícolas: de centro abierto y de centro cerrado. Las funciones hidráulicas de los tractores de control de carga de «centro abierto» se realizan por medio de un sistema mecánico que detecta los esfuerzos a través de una barra de flexión situada en los brazos inferiores. Cuanto mayor sea el esfuerzo del apero, mayor será la flexión de la barra. Al variar la flexión, se envía una

señal al centro de control hidráulico, que regula automáticamente la altura del apero, hasta que se alcance el nivel de esfuerzo ajustado por el operador. En general dos palancas se encargan del control hidráulico, una de ellas regula la altura máxima de elevación del apero y la otra el ajuste del esfuerzo.

El sistema de «centro cerrado», establecido inicialmente por John Deere, detecta la demanda de la que es objeto el sistema cuando está activada una función hidráulica, suministrando sólo el caudal y la presión requeridos. De esta manera se evitan los despilfarros de potencia y se reduce el consumo de combustible. Existe normalmente una bomba de carga de baja presión y alto caudal que suministra aceite a la bomba principal de caudal variable, normalmente de pistones axiales y placa oscilante, que llega a suministrar elevados caudales de hasta 100 l/min a presiones próximas a 200 bar.

El control automático del elevador hidráulico permite al operador mantener constantes los ajustes del apero, sin que influyan las activaciones y desactivaciones en las cabeceras del campo. En la mayoría de las marcas, para activar el control automático del elevador basta apretar un botón situado en la consola lateral derecha: el circuito hidráulico pasa a alzar automáticamente el apero del suelo y vuelve luego al ajuste preseleccionado al regresar a la posición de trabajo.

En algunos tractores, como son los de la Serie M/60 de New Holland, existe una opción más avanzada de control hidráulico denominada Electrolink. Se trata de un sistema electrónico «inteligente» de

control del esfuerzo, que conserva, sin embargo, la tradicional palanca acodada de mando para posicionar el apero. Con este dispositivo de control los únicos ajustes que debe realizar el operador son los de esfuerzo y posición, ya que este sistema electrónico comprueba en todo momento la respuesta del apero, encargándose de realizar automáticamente los ajustes deseados.

## Electrónica y control

En algunos tractores, como en el Same, modelo Antares, existe un acelerador electrónico manual que permite obtener el número de revoluciones del motor deseado de una forma rápida y precisa simplemente pulsando los correspondientes botones de incrementar y reducir. Este modelo dispone también de un sistema electrónico para la conexión/desconexión de la tracción delantera y de los diferenciales (fig. 11). Con este sistema las 4 ruedas motrices están siempre acopladas y solidarias entre sí. Se desacoplan automáticamente gracias a unos sensores adecuados y a una centralita electrónica en los casos siguientes:

- Cuando se supera la velocidad de 15 km/h.
- Cuando se gira la dirección con un ángulo superior a 5°.
- Cuando se quiere efectuar el frenado independiente de las ruedas para reducir el radio de giro.

Para todos los tractores que estén provistos de un sistema de control electrohidráulico, puede montarse un limitador de resbalamiento de las ruedas mediante un sensor de radar, que se utiliza junto con el control de esfuerzo y de posición del sistema hidráulico. Este control de patinaje entra normalmente en acción para resbalamientos superiores al 8% y se limita por arriba en el 15-20%.

## Varias marcas comparten la utilización y altos costes de las transmisiones

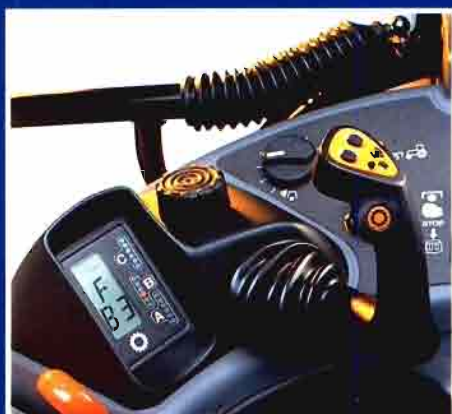


Fig. 7. Detalle de la palanca de cambio de la transmisión Powershift de New Holland.



Fig. 8. Lateral derecho de mando en el tractor Agrottron con la palanca de mando Powershift.

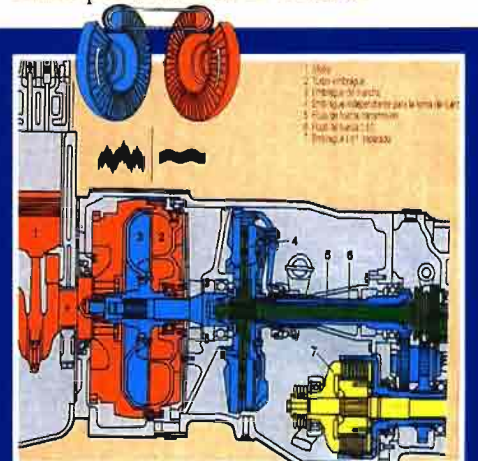


Fig. 9. Embrague hidráulico en la transmisión del tractor Farmer de Fendt.

# **¡ES UNICO!** **EL XYLON DE FENDT**



*El XYLON de FENDT es algo más que un tractor: es un sistema multifuncional, desde aplicaciones convencionales de arada ó siembra, hasta equipos profesionales de tratamientos fitosanitarios, aplicaciones forestales ó de mantenimiento de carreteras.*

*El XYLON 524 de 140 CV. con suspensión del eje delantero, caja de cambios turboshift con alta velocidad de transporte, cuatro zonas de colocacion de aperos y controles electrohidraulicos de la doble tracción y de los bloqueos, tiene una eficacia inalcanzable para otros tractores.*

**ADELANTESE AL AÑO 2000!**

**PIDA UNA DEMOSTRACION A SU CONCESIONARIO.**

Si desea mas información rellene este cupon.

Rte. \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Población: \_\_\_\_\_

Cód. Postal \_\_\_\_\_

**FENDT**

Avda. Fuente Nueva 78. Nave 40  
28700 San Sebastián de los Reyes. MADRID.  
Teléf. 91-652 82 52. Fax 91-652 62 62

En la mayoría de los modelos superiores de las distintas marcas de tractores, es posible optar por monitores de a bordo, montados en fábrica, que constan de un ordenador incorporado, que mide y calcula la superficie trabajada, el patinaje de las ruedas, las características de funcionamiento del motor y demás parámetros del tractor, para suministrar al operador una información instantánea de la operación y del rendimiento del mismo.

## Cabina y puesto de conducción

La comodidad del operador es uno de los factores más importantes de la productividad potencial de los modernos tractores. El tractor puede ir provisto de una cabina con excelente visión o de un bastidor antivuelco (ROPS). Los asientos tienen sistemas de suspensión mecánica o neumática opcionales. Un diseño ergonómico del puesto de conducción optimiza el acceso a los distintos instrumentos y permite al tractorista elegir la posición más idónea para conseguir una visión total de los equipos. Cuando el volante es inclinable o telescópico, permite un ajuste adicional para conseguir una posición de trabajo aún más cómoda.

Mencionaremos como una cabina innovadora la de los tractores «Agrotron» (fig. 12). Para garantizar una visión máxima, se ha dispuesto la salida del tubo de escape a la derecha del capó del tractor, junto a la columna derecha de la cabina y la del tubo de aspiración en la columna izquierda. La óptima visión de conjunto

permite ver realmente todo lo que rodea al conductor: líneas de cultivo, zonas de enganche, aperos, etc. También el techo practicable de vidrio facilita la visión, por ejemplo, sobre el cargador frontal. Esta visión global posibilita una mayor velocidad en el campo, la carretera y caminos de la finca, al mismo tiempo que se incrementa la seguridad.

Los mandos del puesto de conducción deben ser sencillos, fácilmente alcanzables e inconfundibles. El arranque y la parada del motor se realiza directamente desde la llave de contacto, todas las palancas están situadas a la derecha del conductor según la frecuencia de uso, agrupadas lógicamente por formas y colores según funciones.

La climatización de la cabina es otra característica de confort. Existe en muchos tractores un núcleo central, que agrupa en una sola unidad el ventilador de aire fresco, calefacción y aire acondicionado libre de gases CFC. Un potente ventilador aspira el aire exterior de la zona superior de la cabina con poco polvo a través de un filtro de polvo; opcionalmente se pueden suministrar filtros especiales contra agentes nocivos.

## Neumáticos y cadenas

En Agricultura la tendencia actual es aplicar presiones reducidas en los neumáticos radiales, del orden de 0,5-0,7 bar, muy por debajo de lo que se recomendaba hace unos años, siempre por encima de 0,7 bar. Ello origina las siguientes ventajas:

- Aumento de la tracción, reducción del

consumo de combustible e incremento de la productividad.

- Reducción de la compactación del suelo.
- Reducción del desgaste de los neumáticos.
- Eliminación de la vibración inicial bajo carga.

Esta vibración inicial bajo carga es una inestabilidad dinámica que se produce en ciertas condiciones de textura y humedad del suelo en vehículos con dos o más ejes de tracción (tractores, camiones y vehículos militares), normalmente cuando la fuerza de tracción alcanza un valor elevado. También se produce con más frecuencia cuando el neumático está rígido por una presión elevada o por estar lastrado con agua (hidroinflado). Por ello cada vez se recomienda

más lastrar el tractor con contrapesos y no realizar el hidroinflado de los neumáticos.

Asimismo para poder pasar de una presión reducida en la parcela (0,7-0,8 bar) a una presión adecuada para circular por carretera (1,5-1,8 bar), los tractores de gran potencia que disponen de compresor de aire pueden disponer de un dispositivo de inflado de los neumáticos desde la cabina del tractor (fig. 13), el cual resulta muy útil para adecuar el vehículo agrícola para poder circular por carretera y por el campo con la presión óptima de sus neumáticos.

Aún se puede considerar una innovación en Europa, aunque no en EE.UU. por su mayor difusión, el tractor de orugas de goma Challenger de la empresa Caterpillar (fig. 14), que reduce sustancialmente la presión sobre el terreno, reduciéndose también el resbalamiento, lo mismo que

**La comodidad del operador es uno de los factores más importantes en la productividad de los modernos tractores**

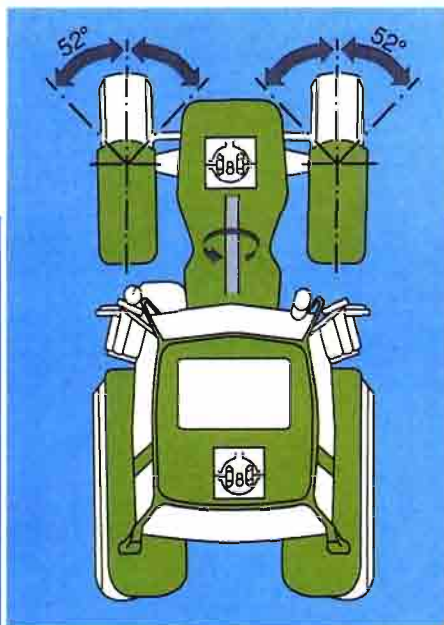


Fig. 10. El mando por pulsador de todas las funciones de tracción delantera y bloqueo de los diferenciales facilita enormemente el manejo del tractor.

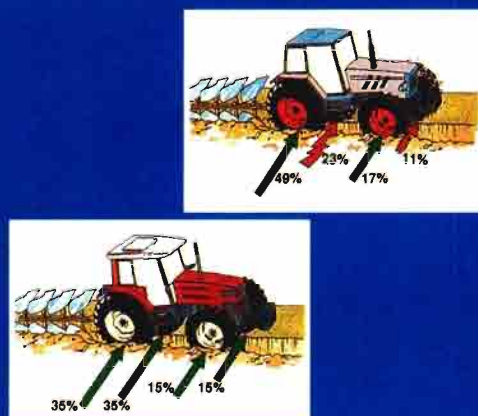


Fig. 11. Distribución de la capacidad de un tractor sin y con bloqueo de los diferenciales.



Fig. 12. La cabina del tractor Agrotron es espaciosa, aerodinámica y de gran visibilidad.

# TRACTORES



Fig. 13. Dispositivo de inflado de neumáticos desde el puesto de conducción del tractor.



Fig. 14. Tractor de orugas de goma Challenger.

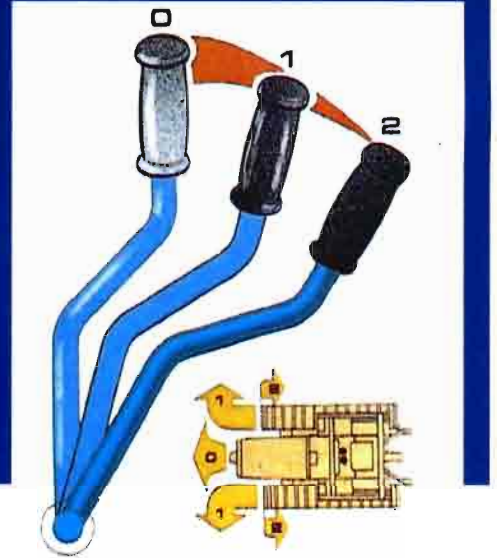


Fig. 15. Sistema de conducción de los tractores de cadenas Landini.

en el resto de los tractores de cadenas, pero con la ventaja de poder circular por carretera al ser las orugas de goma.

Por último mencionaremos el cómodo sistema de conducción «Hi-drive» de los tractores de cadenas Landini. De acuerdo con la **fig. 15**, la dirección se realiza mediante las dos palancas clásicas pero sin necesidad de accionar los pedales de freno. Cuando la palanca se desplaza a la

posición 1 sólo se desembraja una de las cadenas; si se lleva a la posición 2, también se acciona su freno.

A modo de conclusión, podemos señalar la importancia que tiene el diseño en los nuevos tractores. Otras características importantes son la elevada reserva de par y bajo consumo de combustible, distintos tipos de cambios de marchas bajo carga, controles automáticos del elevador hidráulico,

gran desarrollo de la electrónica en funciones de control y prestaciones, y, finalmente, el confort, ergonomía y seguridad proporcionada al conductor. Algunos modelos con cabinas, realmente innovadoras, facilitan una visión total. ■



**FABRICA Y OFICINAS:**  
Ctra. de Zurbano, n.º 7. - Apdo. Postal 340  
01013 VITORIA (España)  
Teléfonos (945) 27 31 55 / 33  
Fax (945) 27 37 85



## *Rotocultivadores, trituradoras, gradas rotativas.*

*Disponemos de una amplia gama de modelos adecuada a todo tipo de suelos y cultivos.*

*Agrator está en el mercado desde hace 35 años, ofreciendo implementos de gran robustez y cuidado diseño.*

