

Características técnicas y de empleo de los atomizadores

Evolucionan hacia un trabajo con mayor precisión, seguridad y control de las condiciones de aplicación

**Gregorio L. Blanco Roldán y
Jesús A. Gil Ribes.**

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

En este artículo se analizan los distintos elementos de los atomizadores usados para la aplicación de productos fitosanitarios en la parte aérea del árbol. Además se establecen las condiciones de uso y mantenimiento para realizar una aplicación efectiva y segura, aportando unos ejemplos de tratamientos en cultivo del olivar.

Los atomizadores, técnicamente denominados pulverizadores hidráulicos de chorro transportado o pulverizadores hidroneumáticos, son equipos que, como su propio nombre indica, realizan la división del líquido en gotas gracias a la presión conferida por una bomba, a su paso por las boquillas y al transporte hasta el objetivo, por una combinación del propio líquido a presión con el transporte por una corriente de aire generada por un ventilador. Son empleados para la aplicación de productos fitosanitarios en la parte aérea del árbol.



Foto 1. Atomizador empleado en olivar.

Mejoran el alcance y disposición de las gotas gracias a tres principios: aportan energía cinética a las gotas formadas; crean cortinas de aire evitando la deriva; y remueven la masa vegetal mejorando la penetración y reparto del líquido.

Por ejemplo, en el olivar, están especialmente indicados para tratamientos fungicidas e insecticidas, donde es muy importante el recubrimiento foliar, tanto del haz como del envés, y el mojado de las partes internas de los árboles (foto 1). También se utilizan para aportar el abono foliar junto con los productos fitosanitarios y para aplicar favorecedores de la abscisión.

De forma general hay que subrayar que el éxito de todo trata-

miento fitosanitario depende, en gran medida, de los siguientes requisitos (Gil Ribes y Blanco Roldán, 2004): empleo de productos de eficacia probada y autorizados legalmente; realizar la aplicación en el momento oportuno; y utilizar las máquinas apropiadas, bien calibradas y en buen estado de conservación.

En la actualidad, los equipos están evolucionando hacia un trabajo con mayor precisión y exactitud (evitando la deriva y pérdida de producto), seguridad (evitando la contaminación del medio y asegurando la protección del operario, frente a los productos y las propias máquinas) y control de las condiciones de aplicación (presión, velocidad, caudal, etc., mediante la incorporación de

equipos electrónicos, automatismos y sensores).

Elementos de los atomizadores

Los elementos que forman la máquina son esencialmente los mismos que los de los pulverizadores hidráulicos de chorro proyectado (barras): bomba, depósito, distribuidor, manómetro, válvulas, filtros, elementos de aplicación, tuberías, boquillas y sistema de regulación. La diferencia con los anteriores es que al sistema hidráulico de pulverización a presión del líquido se le añade un sistema neumático, constituido por un ventilador que crea el chorro de aire que transporta las gotas ya formadas. Este hecho tam-

bién condiciona la forma de las tuberías portaboquillas (**foto 1**).

En las poblaciones de gotas que generan predominan los diámetros comprendidos entre 100 y 400 μm y las dosis de aplicación, muy variables, pueden oscilar entre 400 y 2.000 l/ha.

El accionamiento del equipo (incluidos ventilador, bomba y agitador) se realiza a partir de la toma de fuerza del tractor. El enganche de los equipos arrastrados puede ser de diferentes tipos, aunque varios fabricantes incorporan enganches giratorios para facilitar las maniobras y el giro al final de las calles (**foto 2**).

Sistema hidráulico

Las bombas suelen ser de pistones, dos o tres, capaces de suministrar un caudal de 10 a 300 l/h y una presión máxima de 80 bar, o de pistón-membrana, con caudales mayores (20 a 400 l/h) y menores presiones máximas (30 bar) (**foto 3**).

Los depósitos están contruidos de polietileno o de poliéster estratificado reforzado con fibra de vidrio. Sus elementos son: boca de llenado, filtro y cierre estanco, sistema de agitación (mecánico e hidráulico) y depósitos auxiliares (para limpieza, de agua limpia para el operario y de transferencia) (**foto 4**).

Principalmente, se utilizan equipos suspendidos (**foto 5**) y

semirrastrados. En este caso, los depósitos tienen capacidades que oscilan entre 1.500 y 3.000 l. También existen equipos autopropulsados (**foto 6**).

Generalmente, el distribuidor está formado por una válvula de presión y varias válvulas de compuerta, de accionamiento manual o eléctrico (**foto 7**), para dar paso al líquido hacia el retorno y los tramos de aplicación. El sistema de regulación suele ser de tipo presión o caudal constante. Actualmente, muchos equipos ya están incorporando válvulas reguladoras de sección calibrada. En la **foto 8** se muestra un equipo con todos los mandos de control centralizados.

El manómetro, por ser el elemento de medida de la presión de trabajo en la aplicación, debe tener un intervalo de medida acorde a dicha presión: 0,2 bar, para presiones menores de 5 bar; 1 bar, para presiones entre 5 y 20 bar; y 2 bar, para presiones superiores a 20 bar. Se recomienda tener dos manómetros:

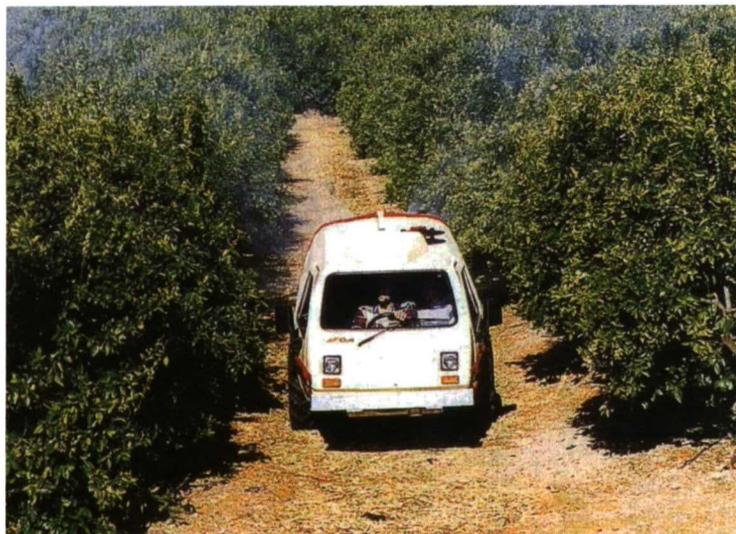


Foto 6. Equipo autopropulsado.

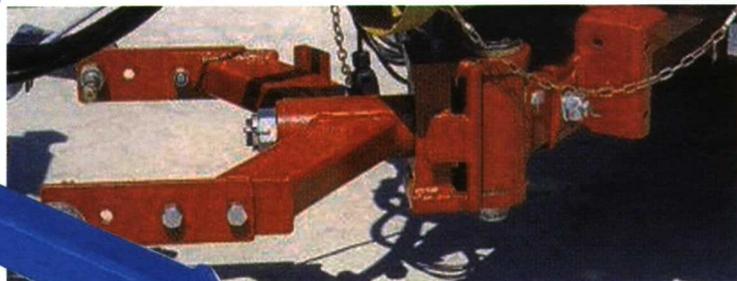


Foto 2. Enganches giratorios.

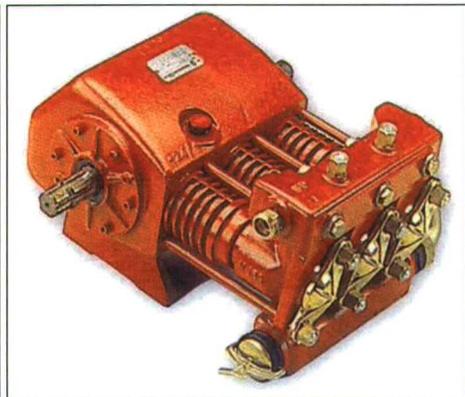


Foto 3. Bombas de diafragma (izquierda) y de pistón (derecha).



Foto 4. Depósito de agua limpia para el operario.



Foto 5. Atomizador suspendido.

uno a la salida de la bomba y otro entre el regulador y las boquillas.

Los filtros pueden ir colocados en la entrada del depósito, en la línea de aspiración de la bomba (**foto 7**) y entre la llave de salida a las boquillas y éstas. Suelen ser de malla metálica o plástica. Eliminan los elementos contenidos en el líquido que causan mal funcionamiento de válvulas y boquillas. Su limpieza y sustitución periódicas son necesarias para un buen mantenimiento del equipo.

Los elementos de aplicación

(elementos estructurales donde van colocadas las conducciones portaboquillas) se adaptan al perfil de salida del aire, instalándose en la zona de impulsión de aire y, a veces, sobre la pared exterior del deflector cerca de su perímetro (**foto 9**). Suelen estar formados por dos canalizaciones rígidas (acero inoxidable) portaboquillas independientes en forma de arco de circunferencia. Cada una de ellas está alimentada por tuberías flexibles (de polietileno), procedentes del distribuidor, a través de una llave de paso.



Foto 7. Distribuidor, manómetro y válvula de presión. En la parte inferior derecha también se observa el filtro en la aspiración y en los laterales los detectores de presencia de árboles.



Foto 8. Mandos de control centralizados.



Foto 9. Elementos de aplicación.

Las boquillas utilizadas son de turbulencia o chorro cónico (foto 10) porque en ellas la trayectoria giratoria de las gotas, formadas en la pulverización, favorece que el producto se introduzca en el interior de la vegetación. No obstante, debido a que suelen formar importantes porcentajes de gotas finas, con elevado ries-

go de deriva, se desaconsejan en la aplicación de insecticidas de alta toxicidad.

La mayoría de los atomizadores llevan portaboquillas en forma de T (foto 11), con dos boquillas de distinto diámetro, de manera que con un simple giro de estos portaboquillas puede pulverizarse con boquillas diferentes.

Sistema neumático

Los ventiladores (foto 12), generalmente, son de flujo axial, proporcionando un caudal de aire entre 20.000 y 70.000 m³/h, con una velocidad entre 20 y 50 m/s. Requieren una potencia de 20 a 50 kW (25 a 65 CV). Su diámetro oscila entre 50 y 100 cm. Suelen incorporar un multiplicador de piñones helicoidales con dos velocidades y punto muerto.

Los elementos que lo forman son:

- Rodete helicoidal. Formado por un número de álabes, fabricados en aleación ligera o nylon, que varía entre 6 y 16, con un ángulo de calado que puede ser fijo o variable, en cuyo caso se dispone de un mecanismo para tal efecto.

- Cubierta. En su interior se dispone el rodete helicoidal. Tiene dos aberturas, una de aspiración de aire y otra de impulsión, ambas con forma circular, que constituyen la canalización que guía las líneas de corriente de aire. Ambas están protegidas mediante rejillas metálicas.

- Deflectores. Se construyen en chapa de acero, aleación de aluminio, fibra de vidrio o resinas de poliéster, y sirven para marcar la dirección que debe seguir la corriente de aire para llegar hasta la zona a tratar. Pueden adoptar múltiples formas (fotos 12, 13 y 14).

En la foto 13 se muestra un típico atomizador con pantallas horizontales utilizado en vid y en la foto 14 un atomizador con salidas individuales orientables.

Algunos fabricantes incorporan un sistema más innovador consistente en un primer ventilador, anterior a los difusores, que aspira el aire, y un segundo ventilador, contrario al anterior, que le da homogeneidad en la salida a ambos lados (foto 15). Está recomendado para frutales altos o con alta densidad foliar, que dificulta la penetración, tal es el caso del olivar y los cítricos.

También es frecuente encontrar ventiladores radiales. Pueden generar un caudal entre 5.000 y 15.000 m³/h, con una velocidad comprendida entre 50 y 150 m/s. En este caso, las ca-

nalizaciones del aire pueden ser individuales, sujetándose sobre barras horizontales o verticales, en cuyo caso la aplicación es posible en cultivos de porte bajo y de porte alto, respectivamente, o tipo cañón, con una sola salida de gran diámetro sobre la que se disponen las boquillas.

Existen variaciones constructivas de estos elementos, como la que se muestra en la foto 16, constituida por dos ventiladores oscilantes accionados hidráulicamente.

Otros elementos

En la actualidad, los atomizadores suelen equiparse con dispositivos de detección de la presencia del árbol, mediante sensores de ultrasonidos (fotos 7 y 17), para el control de la aplicación de los productos. Trabajan en 0,5 - 0,6 m, actuando sobre dos electroválvulas, cortando el tratamiento entre árboles y limitando la aplicación a la presencia del olivo. Estos sistemas son de gran importancia, sobre todo en olivar tradicional, ya que proporcionan un ahorro considerable.

También, cada vez es más frecuente el uso de monitores para el control electrónico de las pulverizaciones y de prestaciones, en los que se indica, entre otros parámetros, la velocidad de avance, la dosis de producto (l/ha) y la presión de funcionamiento (foto 18).

En cuanto a las técnicas de agricultura de precisión, tales como las aplicaciones de dosis variable, que empiezan a encontrar gran difusión en pulverizadores hidráulicos de chorro proyectado, hay que decir que, en el caso de la aplicación de los atomizadores en frutales, se encuentran, actualmente, en fase de desarrollo.

Condiciones de uso y mantenimiento

Experimentalmente, se ha comprobado que el desgaste de las boquillas es mayor en sus primeras horas de trabajo, cuanto menor sea el orificio, cuanto mayor sea el ángulo de chorro y cuanto mayor sea la presión de



Foto 10. Boquillas de turbulencia.

trabajo. Los efectos que ocasiona son:

- Incremento del caudal (más del 10% de aumento obliga a la sustitución de la boquilla).

- Cambio del ángulo de chorro, que tiende a reducirse, lo que modifica la superficie cubierta y la distribución del líquido y variación de la población de gotas.

Por tanto, es necesario revisarlas y sustituir las periódicamente, al menos una vez al año.

Los ensayos realizados sobre equipos en uso ponen de manifiesto una serie de defectos de conservación entre los que se encuentran con mayor frecuencia los siguientes: boquillas obstrui-

das o desgastadas, ocasionando falta de uniformidad en la distribución; manómetros con rango excesivo y con mal emplazamiento, desviación de lectura o rotos; y reguladores en mal estado.

De aquí la necesidad de inspeccionar técnicamente estos equipos, lo que será obligatorio a corto plazo debido a una Directiva europea al respecto, aunque en la mayoría de los países del centro de Europa ya lo es. En este sentido, en España se vienen desarrollando desde hace tiempo varias iniciativas de inspección de equipos en uso, existiendo estaciones y equipos de ensayo en varias comunidades autónomas

(foto 19).

Finalmente, se debe insistir en el seguimiento de las recomendaciones de uso y mantenimiento antes, durante y después de realizar el tratamiento. Estas recomendaciones se resumen en las siguientes:

- Antes del tratamiento. Ase-

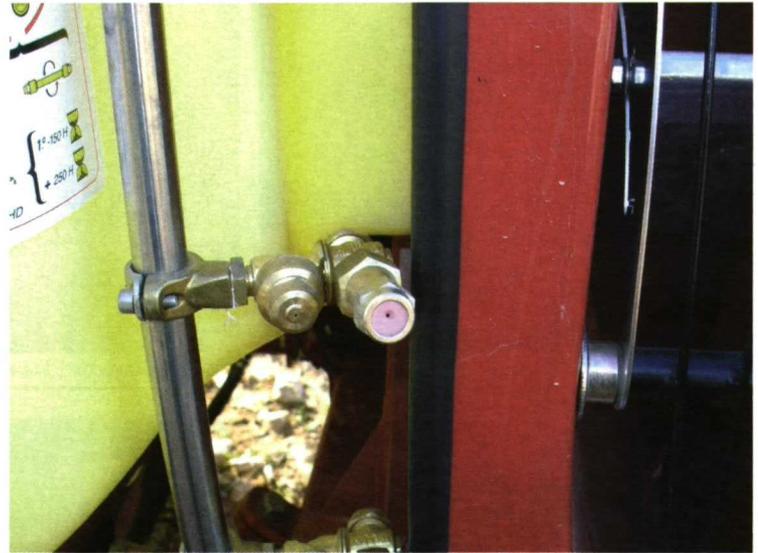


Foto 11. Portaboquillas.



TRACTORES KIOTI



EX40/LX500L



DK451/451C



DK551/551C



DK753/903



CK20/22



CK27/35

La mejor relación
prestaciones-calidad-precio

**2 AÑOS DE
GARANTIA TOTAL**



CATRON
INTERNACIONAL

Av. Ausias March, 222 - 46026 Valencia - Tel.: 96 339 03 10 - Fax: 96 339 03 15
www.catron.es - info@catron.es - www.kioti-iberica.com



Foto 12. Atomizador con ventilador de flujo axial y pantallas verticales.



Foto 13. Atomizador con pantallas horizontales.

los equipos que estén provistos de marcado CE y declaración de conformidad, y además se suministren con el correspondiente manual de instrucciones, donde se recogerán los procedimientos de puesta en funcionamiento, regulación y mantenimiento y los riesgos específicos generados en el trabajo. Por otra parte, su utilización en condiciones de seguridad y salud está reglamentada en las disposiciones del Real Decreto 1215/1997, Reglamento de equipos de trabajo.

Realización de la operación en campo

El objetivo de la operación de aplicación de productos fitosanitarios sobre el vuelo de los árboles con atomizadores es cubrir la mayor superficie posible de la parte aérea con el tamaño preciso de gota, con el volumen de caldo adecuado y tratando sólo el árbol. En la **foto 20** se muestra como el tratamiento se dirige no sólo al vuelo sino también al suelo. Esto implica que para realizar un tratamiento uni-

forme la velocidad de avance ha de ser lo más constante posible. En olivar los atomizadores mantienen la velocidad entre 4 y 5 km/h.

La aplicación debe ser discontinua, atomizando sólo sobre las copas de los árboles, para evitar las pérdidas de producto que se producen con una aplicación continua, sobre todo en el caso de marcos amplios. Esto puede hacerse de dos formas:

- Las válvulas de accionamiento manual situadas al alcan-



Foto 14. Atomizador con salidas individuales.

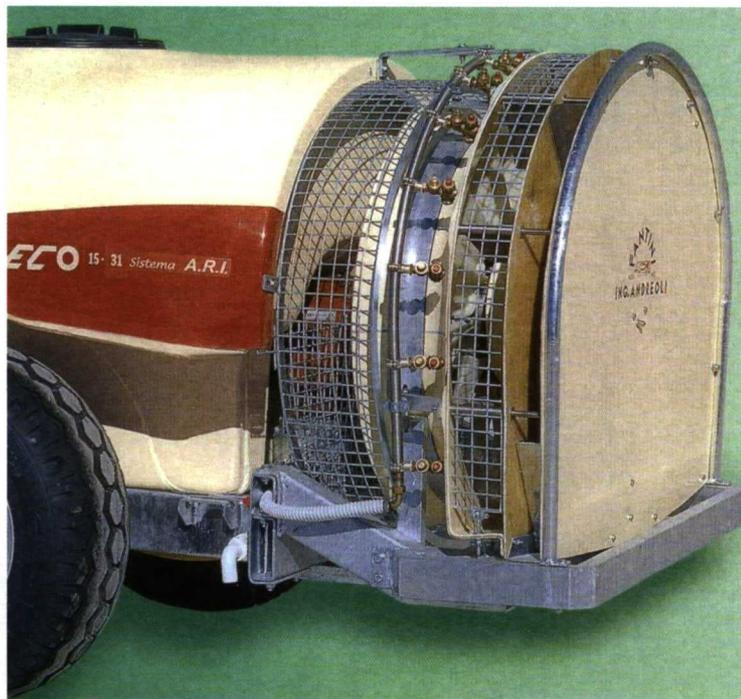


Foto 15. Sistema con ventilación inversa.

gurarse de que no hay suciedad en el depósito, los filtros se encuentran en buen estado, no hay fugas por las tuberías y manguitos y las boquillas se encuentran en buen estado.

- Durante el tratamiento. Observar el manómetro, pues la variación puede ser el indicador de una avería en el circuito.

- Al final del tratamiento. Vaciar de la cuba el líquido sobrante y realizar su limpieza completa. Dejar el depósito y conducciones abiertas para que se seque el

agua residual. Se debe tener un extremo cuidado con los usos alternativos de las cubas para aplicaciones foliares y herbicidas.

Condiciones de seguridad

En la maquinaria de aplicación de fitosanitarios están presentes los riesgos derivados de la propia máquina y los debidos a la exposición a los productos químicos que se aplican, de ahí su importancia desde el punto de vista de la seguridad y salud en el trabajo. Esto unido a su creciente

utilización y a los posibles riesgos que puedan generar para el medio ambiente, hace que sean equipos muy relevantes para la agricultura.

Todos estos equipos deben ser fabricados según los requisitos esenciales de seguridad y salud establecidos en el Real Decreto 1435/1992, transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 89/392/CEE sobre máquinas, y su corrección en el Real Decreto 56/1995, considerándose conforme a éstos



ce del tractorista, le permiten aplicar en los árboles situados a un lado o al otro de la calle y cortar totalmente la aplicación en los espacios entre árboles. Es de gran utilidad en marcos tradicionales, marcos a tresbolillo o en las lindes de las parcelas.

- Los equipos con electrovál-

vulas y detección por ultrasonidos descargan al tractorista de realizar la tarea de apertura y cierre de las mismas.

- Los equipos gobernados por ordenador permiten el control total de la aplicación, así como la programación de las dosis en todo tipo de cultivos y marcos. El



Foto 16. Equipo con ventiladores oscilantes.



Foto 17. Detector de ultrasonidos.



Foto 18. Monitores para el control electrónico y la visualización de los parámetros de funcionamiento de la máquina.

Ven y ocupa tu lugar

Salamanca,
6 al 11 de septiembre 2008



25 Feria Internacional Agropecuaria de Castilla y León
19 Exposición Internacional de Ganado Puro

RESERVA DE ESPACIOS

Institución Ferial de Salamanca
Ctra. Ciudad Rodrigo Km. 6.200 (recinto ferial)
37192 Salamanca
Tel. 923 278 323 • Fax. 923 278 324
e-mail: info@feriadesalamanca.es



Foto 19. Equipo para la medida de la distribución vertical del líquido.

Cuadro I.

Condiciones generales de trabajo de pulverizadores hidráulicos para tratamiento del vuelo en olivar.

Equipo	Chorro proyectado (boquillas móviles)	Atomizador
Tractor (kW/CV)	50 - 60 / 68 - 82	70 - 90 / 95 - 122
Consumo (l/h)	6.5	6.5 - 7.5
Velocidad (m/s)	2	1.2 - 1.5
Rendimiento en campo (%)	55	45 - 65
Capacidad superficial real (ha/h)	1	1.5 - 1.9

tractorista se limita a mantener la velocidad de avance constante.

Poniendo como ejemplo el olivar, en plantaciones tradicionales e intensivas de árboles adultos, los atomizadores con dos velocidades trabajan, normalmente, en la marcha rápida de la caja multiplicadora del grupo ventilador, para obtener una mayor corriente

de aire, y con las boquillas de diámetro mayor. Los equipos arrastrados proporcionan en este tipo de plantaciones rendimientos de campo cercanos al 60%.

En olivares superintensivos la máquina trabaja con menor corriente de aire (marcha normal de la caja multiplicadora) y con las boquillas de menor diámetro. En



Foto 20. El tratamiento debería dirigirse sólo al vuelo de los árboles.

este tipo de plantaciones (donde el ancho de las calles oscila entre 3 y 3,5 m) y con una buena disposición de tomas de agua que supla la menor capacidad de las cubas, los equipos suspendidos y el uso de tractores estrechos proporcionan una buena adaptación y rendimientos en campo de operación cercanos a 65%.

En olivares de sierra en muchos casos no es posible el uso de atomizador o la dificultad para el trabajo del mismo hace que el rendimiento de la operación sea muy bajo, pudiendo llegar al 35%. Para estos casos puede ser más recomendable el uso de pulverizadores con pistolas y largas mangueras.

Los rendimientos de las aplicaciones del vuelo, entre 60 y 70% en plantaciones con bocas de riego cercanas a la plantación, descienden proporcionalmente a medida que éstas se alejan del agua, y teniendo siempre en cuenta una buena ade-

cuación de la cuba al tamaño de la parcela que evite viajes innecesarios.

En el **cuadro I** se muestran las características de funcionamiento de equipos de tratamiento sobre el vuelo en olivar tradicional. ■

Bibliografía

Gil Ribes, J.; Blanco Roldán, G.L., 2004. Maquinaria utilizada en agricultura de conservación: cultivos leñosos. En: Técnicas de agricultura de conservación. Gil Ribes, J.; Blanco Roldán, G.L.; Rodríguez Lizana, A. (eds.). Ed. Eumedra-Mundiprensa. Madrid (España).

Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas. BOE núm. 297 de 11 de diciembre.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE núm. 188 de 7 de agosto.



AGRINAVA

CARDANS, REDUCTORES Y MULTIPLICADORES

Todos fabricados en forja, para las más exigentes necesidades de la maquinaria agrícola

