

# Sembradoras a chorrillo de siembra directa

La técnica de siembra directa afortunadamente esta tomando, cada vez más, una mayor cantidad de adeptos en nuestro país fruto de las ventajas económicas que proporciona junto a una mejor conservación del suelo.

● **JOSE LUIS HERNANZ.** Departamento de Ingeniería Rural. E. T. S. Ingenieros Agrónomos de Madrid



Fig. 1. Picadora de paja (arriba).



Fig. 2. Picado de paja en la cosechadora (izda.).

sas expectativas entre los usuarios a quienes van dirigidas principalmente estas líneas. La siembra directa ahorra unos gastos comprendidos entre el 10 y 20% respecto de los sistemas tradicionales, pero con la condición de realizar un

manejo adecuado, y este manejo no resulta tan fácil de aplicar, ya que al reducirse drásticamente el número de intervenciones en el campo los errores propios del desconocimiento pueden inducir a resultados no deseados, que en modo alguno son achacables a la propia técnica.

Todo aquel que se inicia en la siembra directa debe tener presente que ha de dedicar un tiempo al aprendizaje del manejo y que este aprendizaje coincide con la transición de la respuesta del medio a

las nuevas formas de producción. En este sentido, el punto más delicado es el control de las malas hierbas, ya que no debe permitirse un aumento de las poblaciones que hagan impracticable la técnica. Esto afecta tanto a las especies que compiten con el cultivo como a aquellas que aparecen en períodos entre cultivos. En segundo lugar, hay que conocer de antemano el tratamiento que ha de darse a los residuos, ya que, como más adelante veremos, pueden convertirse en un factor limitante para el trabajo de las sembradoras, si no se han distribuido adecuadamente sobre el suelo. En tercer lugar, hay que aprenderse las posibilidades de trabajo de las máquinas ya que una mala siembra, en esta o en cualquier otra forma de manejo, condiciona las producciones y aumenta los costes de control de las malas hierbas.

Por último hay que saber si el suelo, debido a sus características generales, puede o no ser limitante. En la siembra directa una de las exigencias es que tenga un buen drenaje natural para lo cual nunca está de más, previa a la implantación de la técnica, eliminar las barreras que impidan o limiten la infiltración del agua, así como el desarrollo radicular, y ello puede realizarse acabo mediante una labor de subsolado, o equivalente.

**Los residuos.** La siembra directa es el sistema más drástico en cuanto a que los residuos del cultivo precedente cubren buena parte de la superficie del suelo, ello con la finalidad de interponer una pantalla de protección contra los agentes erosivos así como reducir la evaporación de la humedad retenida en el terreno. Ahora bien, para lograr estas ventajas medioambientales, junto a las económicas, hemos de solventar los inconvenientes que presentan los residuos para las máquinas si no son manejados adecuadamente. Hay que hacer constar que residuo es toda aquella materia vegetal que se encuentra presente sobre el terreno que ha concluido su ciclo, bien de forma natural, como es el caso de los cultivos herbáceos y algunas especies de malas hierbas, o de forma artificial, como sucede con otras especies de malas hierbas que son eliminadas químicamente.

Los residuos procedentes de la mayor parte de las leguminosas, por regla general, se descomponen rápidamente, o en el peor de los casos, no interfieren grandemente en el correcto funcionamiento de los órganos de apertura y cierre de los surcos de siembra. Se trata de un material que se corta fácilmente, pero que ha de quedar uniformemente repartido sobre la superficie del terreno. En la recolección conviene apurar los cordones lo más posible,

La superficie de cultivo de siembra directa en España ha aumentado considerablemente, hoy se estima que hay más de 250.000 ha cultivadas con este sistema. Esta cifra resulta muy pequeña si tenemos en cuenta la superficie potencial de nuestros principales cultivos de secano.

La expectación que suscita esta técnica hace que debamos ser cuidadosos en nuestras valoraciones a fin de no crear fal-



Fig. 3. Discos cortadores de borde ondulado (Great Pains). a) 12 ondas. b) 24 ondas. c) 50 ondas.



Fig. 4. Discos cortadores montados en bastidor independiente delantero (Kuhn).

mediante la correcta regulación del recogedor de la empacadora, de manera que no queden carriladas que dificulten el corte del suelo y la apertura del surco de siembra. Otra cuestión importante es no dejar proliferar las especies de malas hierbas que aparecen en los períodos entre cultivos, ya que además de los problemas de infestación pueden impedir el funcionamiento de las sembradoras, al enredarse entre los órganos de trabajo, propiciando su embozamiento. Por otro lado, estas especies a las que se ha permitido cumplir su ciclo natural, al ser arrastradas por la máquina durante la siembra, pueden ser causa de posterior propagación. Esta vigilancia ha de ser tanto más exhaustiva cuanto mayor sea el período de tiempo en que el campo se mantiene sin cultivo.

Los residuos de cereales son más problemáticos que los de las leguminosas en cuanto a su manejo, principalmente en áreas de producciones altas, generalmente asociadas a su pluviometría. En nuestro país, por regla general, se aprovecha la paja para diferentes usos, lo cual elimina parte del problema. En este caso, el empacado hay que realizarlo inmediatamente detrás de la recolección, antes de que los cordones se asienten entre los tallos de rastrojo. De esta manera, el aprovechamiento es eficaz y los restos que se encuentran sobre los cordones recogidos no presentan apenas dificultades a las sembradoras.

Si no se aprovecha la paja existen dos posibilidades. La primera, es utilizar una picadora de mayales para residuos de tallo fino trabajando sobre los cordones a una velocidad de 5 ó 6 km/h, con el rotor girando a alta velocidad, de manera que la paja y parte del rastrojo queden uniformemente esparcidos sobre una franja igual o ligeramente mayor a la del ancho de trabajo de la cosechadora. Los trozos resultantes del picado bastaría con que no sobrepasen los 10 cm de longitud (fig. 1). Esta solución es relativamente cara, dada

la elevada cantidad de energía requerida por la picadora. Otra manera, quizá la más idónea, es incorporar un picador esparcidor en la boca de descarga de la cosechadora que haga las mismas funciones que el anterior sistema (fig. 2). Ello permite reducir tanto el tiempo de trabajo como el coste de la operación. Asimismo resulta importante efectuar la recolección en el momento adecuado antes de que empiecen las espigas a desgranarse, de lo contrario nos encontraremos en el momento de la siembra más rebrotes de los deseados.

El aprovechamiento de la rastrojera constituye una solución interesante, pero a condición de que la compactación producida por el pisoteo del ganado no añada un nuevo inconveniente al trabajo de la sembradora. Hay que tener en cuenta que en la siembra directa se reduce el número de pasadas sobre el suelo, pero las huellas y sus consecuencias permanecen. Precisamente la compactación ocasionada por el ganado afecta al lecho de siembra cuando en el suelo hay humedad, lo que se traduce en una reducción de la infiltración, disminución de la porosidad y por lo tanto del oxígeno disponible para el desarrollo radicular. Por último, los abresurcos de las sembradoras generan un tamaño de terrones superior al deseado, de modo que las semillas no quedan lo suficientemente cubiertas o rodeadas de agregados finos que transfieran la humedad del suelo para iniciar la germinación.

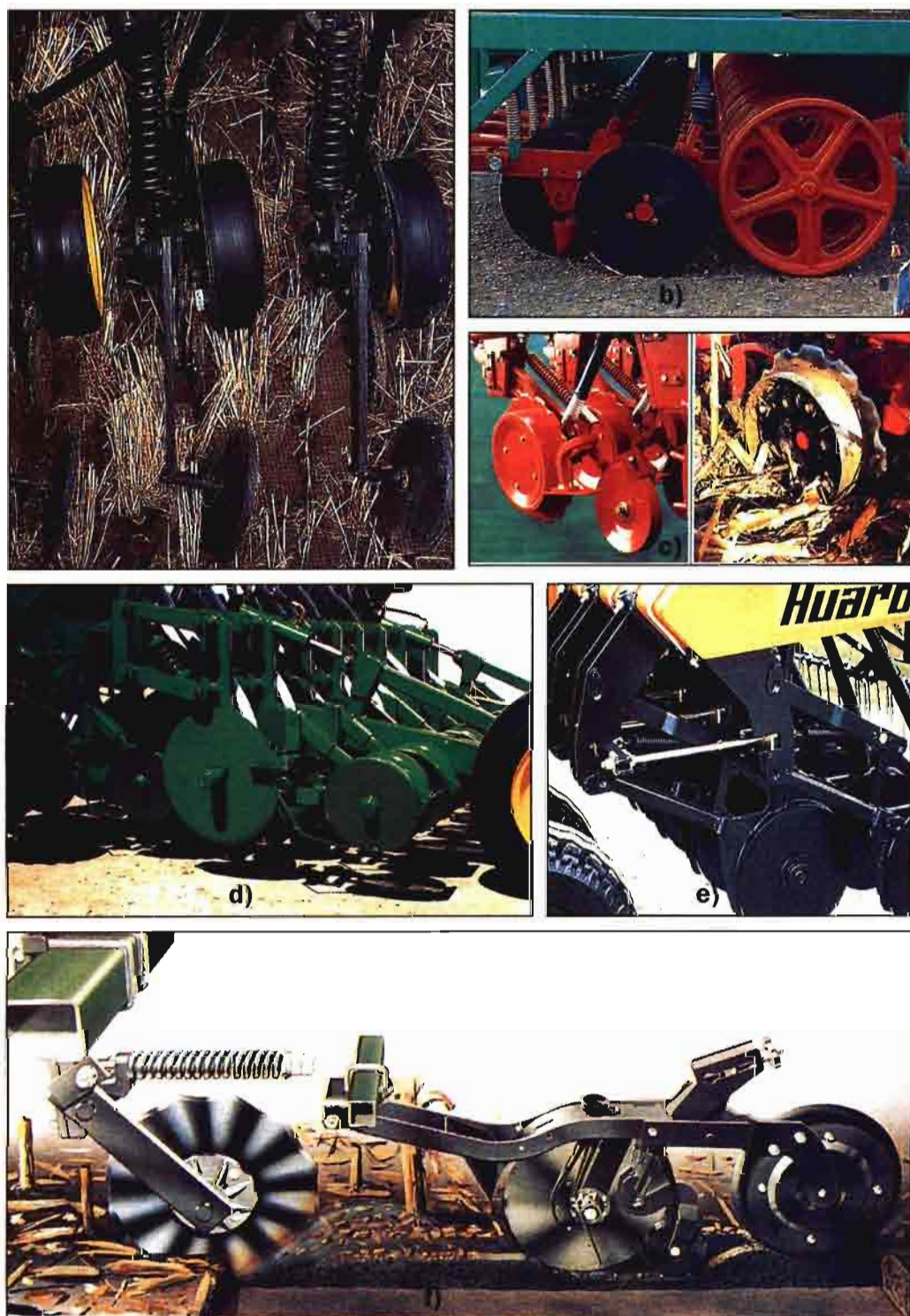
Los residuos procedentes de cultivos de tallo grueso, tipo maíz o girasol, presentan mayores dificultades que los antes citados dado que son más resistentes al corte y de mayor longitud. En el caso del maíz para ensilado realmente no cabe hablar de problema, salvo la presencia de los raigones presentes en el suelo, ya que la siembra puede realizarse perfectamente. Cuando se trata de aprovechamiento del grano, cabe la solución de hilarar y picar con una picadora de mayales adaptada a las características del tallo. También hay

cabezales en los que en su parte delantera inferior incorporan un conjunto de rotores con cuchillas que, accionadas mediante motores hidráulicos, trituran buena parte de los residuos. La última solución consiste en realizar la siembra sobre los propios residuos parcialmente descompuestos, para lo cual hay que tener previsto aumentar ligeramente la dosis, un 10% aproximadamente, puesto que habrá mayor número de fallos en el establecimiento de las plantas.

### Sistemas y elementos de siembra.

En las sembradoras a chorrillo de siembra directa podemos encontrar una mayor variedad de sistemas que en las de cultivos en hileras, si bien ambas tienen varios puntos en común. Los procesos que toda máquina de siembra directa sigue al realizar esta operación, podemos resumirlos en los siguientes:

a) **Cortar los residuos e iniciar la franja de siembra.** La franja de siembra es aquella que se lleva a cabo en anchura y profundidad, siendo la única intervención mecánica que se realiza sobre el suelo. Con ello perseguimos colocar las semillas en condiciones aptas para la germinación, pero la presencia de la cobertura vegetal tiende a dificultarlo. Es por ello que, antes de que entren en funcionamiento los abresurcos de siembra, el camino deba estar lo más despejado posible. Para ello se recurre a elementos separadores o cortadores, o bien esta operación se realiza en los abresurcos de siembra, no siendo por lo tanto necesaria su presencia. Lo que resulta evidente es que son tanto más necesarios, en principio, cuanto mayor es la cantidad de residuos. Los separadores no se utilizan en las sembradoras a chorrillo por el inconveniente que supone trasladar el problema a los elementos de siembra contiguos, ya que la separación entre líneas varía, según los casos, entre 15 y 20 cm. Estos elementos resultan eficaces en las siembras de cultivos en hileras.



**Fig. 5. Sembradoras de discos:**

- a) Disco simple liso inclinado con rueda lateral limitadora de profundidad. Sistema John Deere.
- b) Disco simple liso inclinado montado en sistema articulado de barras con rodillo de cierre del surco que actúa de contrapeso para facilitar la penetración del elemento sembrador. Sistema Sulky.
- c) Disco simple acanalado con rueda metálica lateral limitadora de profundidad. Sistema Solá.
- d) Disco simple liso montado en paralelogramo articulado con ruedas metálicas de cierre. Sistema Gil.
- e) Doble disco independiente montado en paralelogramo articulado. Sistema Kuhn.
- f) Disco abridor acanalado y doble disco de siembra montado sobre brazo independiente. Sistema Great

Los elementos cortadores están constituidos por discos que atacan los residuos en sentido vertical descendente, produciendo su seccionamiento a la vez que abren un pequeño surco, cuya anchura viene dada por la forma del disco, y la profundidad será en función del tipo y humedad del suelo, así como de la carga que gravita

sobre él, además de su diámetro.

En terrenos secos la penetración se ve dificultada por la alta resistencia que opone el suelo a la acción de corte, en este caso es necesario aumentar la carga de los muelles que regulan la profundidad hasta valores que pueden alcanzar los 200 kg, siempre que la máquina disponga del suficiente

peso, de lo contrario sería necesario añadir lastre. Es importante tener en cuenta que cuanto menor es el diámetro, tanto mayor es la profundidad del surco pero la eficacia del corte de los residuos se ve comprometida. Por el contrario, cuanto mayor es el disco mejor se produce el corte, a costa de profundizar escasamente en el terreno. Una solución de compromiso nos conduce a que los diámetros varíen entre 40 y 48 cm. La forma del disco también es importante tenerla en cuenta, ya que influye en la eficacia de la siembra.

Los tipos de disco más utilizados son de borde ondulado (fig. 3). Se trata de un elemento cuyo perímetro tiene forma ondulada, de manera que al rodar sobre el suelo dibuja una franja de unos 5 a 7 cm de ancho, como máximo. El número de ondas por disco puede variar entre 8 y 50, dependiendo del ancho de franja requerido y la profundidad de la misma. Los de franja ancha llevan entre 8 y 13 ondulaciones, se utilizan en suelos pesados con abundante cantidad de residuos, especialmente de tallo grueso. Al introducirse en el suelo, los flancos de la onda ayudan a la formación de tierra fina necesaria para entrar en contacto con la semilla y estimular su germinación. Al quedar el surco recubierto por tierra fina, la luz solar incide directamente sobre él, produciendo un calentamiento que ayuda a adelantar la germinación. Las velocidades de trabajo idóneas están comprendidas entre 8 y 12 km/h.

Un segundo tipo de disco es el formado por 20 a 25 ondulaciones para los diámetros antes citados. Estos se utilizan también para todo tipo de residuos, si bien el ancho de la franja alterado es inferior a los 3 cm. Su penetración en el terreno es mayor que los anteriores, lo que les hace aptos para condiciones de suelo duro. También producen tierra fina por la fricción lateral en las paredes del surco. Su velocidad óptima de trabajo oscila entre 7 y 10 km/h.

Un tercer tipo, son los discos de 45 a 55 ondulaciones, cuyo ancho de franja es 1,5 cm. Estos todavía penetran más en el suelo que los anteriores, siendo utilizados en condiciones de alta resistencia y en renovación de pastos. Los discos lisos pueden ser también utilizados como abridores, pero lo normal es que se encuentren en los abresurcos de siembra, en aquellas máquinas que no requieran una apertura previa del suelo.

Los discos abridores pueden montarse en la parte delantera del chasis de la máquina o en un bastidor independiente situado entre la sembradora y el tractor (fig. 4). Ambas soluciones pueden ser propuestas por un mismo fabricante. En el segundo caso es importante mantener per-

# RAU

El grupo RAU con sus varias fabricas en Europa, Maschinenfabrik RAU en Alemania, RAU-SICAM y RAU-Jean de Bru en Francia, le ofrece una amplia gama de maquinas agricolas de alto rendimiento.



RAU-JEAN DE BRU S.A.  
Z.I. L'Estagnol - B.P. 1083  
F-11880 Carcassonne Cedex 9 - FRANCIA  
Tel. 07 33 68 11 74 01 - Tel. movil 908 48 73 75  
Fax 07 33 68 11 74 02

fectamente alineados los discos abridores con los de siembra. El bastidor dispone de un pivote que permite girar con respecto a la sembradora, para que ambos se desplacen sobre la misma línea. La ventaja principal de este sistema radica en la amplia separación que hay entre ellos,

lo que permite trabajar con abundante cantidad de residuos.

**b) Formación del surco y lecho de siembra.** El siguiente proceso es la formación del lecho de siembra, donde la semilla ha de localizarse uniformemente en profundidad en condiciones óptimas para su germinación y emergencia. Los sistemas que mayoritariamente se utilizan en las sembradoras a chorrillo se pueden clasificar en dos grandes grupos:

**1. Discos (fig. 5).** Los abresurcos de siembra pueden ser de simple o doble disco. En ambos casos van montados de manera inclinada con respecto al plano del suelo y a la dirección de avance. Las máquinas de disco simple no suelen llevar elemento abridor cortador delantero, ya que él mismo realiza las funciones de corte y apertura del surco de siembra. El borde a su vez puede ser liso o acanalado,

en este segundo caso con objeto de cortar mejor la paja. Lateralmente disponen de una pequeña reja por donde caen las semillas al fondo del surco. Mediante la presión de un muelle se puede conseguir aumentar la penetración en suelo y, en algunos modelos, mediante una rueda lateral, bien de goma o metálica, se limita la profundidad de trabajo.

Las de doble disco abren el suelo en forma de V por la acción combinada de ambos. Entre ellos se sitúa el tubo de caída que deposita las semillas en el fondo del surco. Este sistema suele necesitar disco cortador, de modo que requieren más peso que las de disco único para alcanzar la misma profundidad. Dichas máquinas son apropiadas para actuar con abundante cantidad de residuos sin que se produzcan atascos. En terrenos con piedras no se adaptan bien, ya que los discos pueden dañarse o los ejes de giro bloquearse al estar constantemente sometidos a fuertes impactos. Esto exige la utilización de materiales de alta resistencia.

El peso medio de una sembradora de discos varía entre 700 y 900 kg/m de anchura de trabajo para las de disco simple, aumentando hasta los 1.000-1.300 kg/m las de doble disco. La potencia mínima del tractor para las primeras es del orden de los 20 kw/m, mientras que las otras necesitan 25 a 30 kw/m.

**2. Rejas (fig. 6).** El segundo gran grupo de sembradoras lo forman las que disponen de rejas para la creación del surco de siembra. Las diferencias con respecto a las anteriores se centran en que actúan sobre el suelo ejerciendo el corte en sentido vertical ascendente, lo que reduce considerablemente su peso para la misma anchura de trabajo. Las rejas van montadas sobre brazos que se unen al bastidor, bien por medio de cuadriláteros articulados o directamente. En el primer caso el ángulo de ataque se mantiene siempre constante, independientemente de la profundidad de trabajo, lo que permite abrir homogéneamente el surco. Una de las características comunes es que necesitan una separación mínima de 40 cm entre brazos montados en un mismo paño y de 50 cm entre ellos. Con ello se intenta evitar la acumulación de residuos delante de los brazos, como mínimo requieren tres paños o largueros transversales.

La adaptación a terrenos pedregosos es mejor que las de discos, aunque tampoco están exentas de inconvenientes en estas circunstancias, pero al menos penetran en el suelo y las reparaciones son menos costosas.

Una pregunta que con mucha frecuencia se hace el agricultor es cuál de los dos sistemas es mejor, si utilizar sembradoras

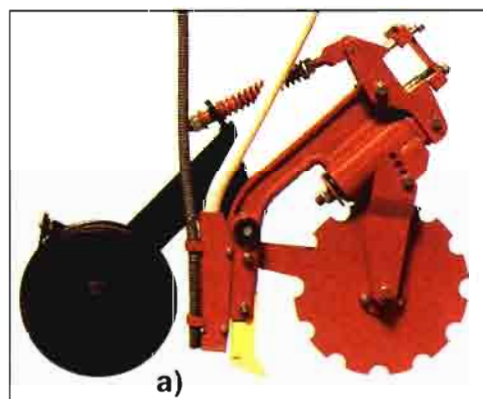


Fig. 6. Sembradoras de rejas:

- a) Reja recta montada sobre brazo independiente con disco cortador delantero y rueda compactadora, ambos opcionales. Sistema Solá.
- b) Reja en t invertida montada sobre brazo en paralelogramo articulado de doble resorte y rueda compactadora de goma Sistema Gil.
- c) Reja recta sobre brazo en paralelogramo articulado de barra superior articulada con resorte y rueda compactadora metálica. Sistema Amazone.



SOLA

5S DIRECTA-50



SOLA

395-50

GRAN DESPEJE  
TRES FILERAS DE BRAZOS  
SIN ATASCOS  
CONTROL FILERAS DE BRAZOS

MODELOS: 2'5 m., 3m., 3'5 m. y 4m

**SIEMBRA DIRECTA**

de rejas o discos. La respuesta no es fácil, ya que ambas trabajan bien en la mayor parte de los casos. La experiencia recogida en otros países nos dice que cuando la cantidad de residuos es baja y se requieren elevadas capacidades de trabajo, como es el caso de zona de las grandes praderas en Canadá, los agricultores optan por las sembradoras de rejas. Mientras en zonas de pluviometría media a alta, como sucede en países del sur de América, con abundancia de residuos, prefieren las sembradoras de discos, aunque tengan que pagar más al comprarla, entre otras cosas, para evitar problemas de embozamiento. También en la Europa húmeda, salvo contadas excepciones, se utilizan sistemas de discos.

### c) Cierre del surco

Una vez depositada la semilla es necesario cubrirla con tierra fina, lo suficientemente apretada como para que la humedad del suelo impregne sus tejidos y se inicie el proceso de germinación. En algunos modelos se coloca inmediatamente detrás de los abresurcos de siembra una pequeña rueda que aprieta la semilla contra el fondo, antes de que intervengan los órganos de cierre.

La cobertura final se lleva a cabo mediante ruedas compactadoras ya sean simples o dobles, fabricándose tanto de goma como de nylon endurecido o metal. Las de goma son semiflexibles, de manera que el apoyo sobre el suelo se lleva a cabo sobre una importante superficie de trabajo, lo que ayuda a apretar la tierra en el cierre. Tienen la ventaja que en condiciones húmedas o semihúmedas y en terrenos

plásticos despegan la tierra adherida, lo que evita posibles acumulaciones. Cuando trabajan en condiciones secas y con alta presión de apriete pueden acelerar su desgaste. Los montajes pueden a su vez ser con rueda individual de 2,5 ó 5 cm de ancho de banda, y de doble banda, de 7,5 cm de ancho. Las primeras se utilizan en la mayor parte de los casos, ya que proporcionan un buen contacto del suelo con la semilla, mientras que las de mayor anchura son adecuadas a terrenos húmedos con alto contenido de arcilla.

Existe otro tipo de montaje y es el de doble rueda en V, que desmorona las paredes del surco y aprieta las semillas mediante una acción de empuje inclinada con relación al plano del suelo. Se utilizan en condiciones secas y cuando el surco de siembra es profundo y estrecho.

Las metálicas son más resistentes y también proporcionan un buen contacto de la semilla, pero en condiciones de elevada humedad tienden a adherir tierra en su periferia.

Por último, algunas máquinas montan rastras con objeto de igualar la cobertura de residuos sobre el terreno y dejar el surco tapado, cubierto de agregados, con la intención de evitar encostramiento. El diseño ha de permitirles poder evitar acumulaciones de paja delante de las púas, para lo cual, la presión que ejercen sobre el suelo ha de ser previamente controlada.

**Otras características.** Las sembradoras a chorrillo de siembra directa disponen en algunos modelos de la aplicación de ferti-

lizante, tanto conjuntamente con la semilla, como localizado. En nuestro país, no hay excesivo entusiasmo por realizar ambas operaciones conjuntamente. Sin embargo, en la técnica de siembra directa, cuando el fertilizante se aplica mediante el sistema de distribución sobre el suelo, puede haber una inmovilización del nitrógeno en los residuos, principalmente si estos son abundantes, aunque con el tiempo se produce la mineralización. La cuestión es que al tener dos tolvas los tiempos muertos en recargarlas aumentan, ya que no coinciden los momentos y esto no satisface al usuario. Los ensayos realizados al comparar la misma dosis en aplicación superficial y localizada han mostrado un mejor aprovechamiento para esta última.

Es de destacar, también, que los elementos de siembra se montan en un largo bastidor, de modo que la tolva tiene que adecuarse a esta circunstancia, con objeto de poder abastecer de forma eficaz a los dosificadores. Las soluciones son diversas, cuando se monta un única tolva, esta queda alta con respecto al bastidor, lo que puede dificultar su llenado si no se dispone de un cargador adicional. Este contratiempo puede solventarse instalando dos tolvas montadas paralelamente. Otra posibilidad es montar una tolva central con dosificador y distribuir las semillas mediante corriente de aire.

Para concluir diremos que en nuestro país existe un amplio abanico de marcas y modelos de sembradoras de siembra directa a chorrillo, por lo que no supone un factor limitante para su aplicación. ■

