

Maquinaria específica para la siembra directa y consejos prácticos en su utilización

Emilio González^{1y2}; Jesús A. Gil^{2y1}; José Luis Hernanz³.

¹ Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos.
www.aeac-sv.org

² ETSIAM, Universidad de Córdoba.

³ ETSIM, Universidad Politécnica de Madrid.

En el desarrollo de la agricultura de conservación, ha tenido especial relevancia el desarrollo de la mecanización para siembra directa. La importancia de este avance se debe a la innovación que supone incorporar en las sembradoras trenes de siembra para implantar cultivos sobre situaciones en las que haya un abundante rastrojo en superficie, distintos tipos de suelo y capacidad para sembrar y abonar en la misma pasada. Este hecho supone un tremendo avance tecnológico frente a las sembradoras convencionales.

Las técnicas de agricultura de conservación son menos demandantes de combustibles fósiles que las convencionales. Esta reducción de consumo puede llegar a ser considerable, dependiendo de las zonas de España donde nos encontremos, que nos dictarán un calendario de tareas u otro. El citado descenso se debe a la reducción drástica o incluso supresión de las labores preparatorias del suelo (**cuadro 1**). En el caso del arado de vertedera, el ahorro de combustible puede estar en torno a los 25 l/ha, a los que si sumamos los pases de laboreo secundario (dos o tres), puede suponer un ahorro solo en este concepto de unos 40 l/ha.

Requisitos previos

En siembra directa, el éxito de la siembra comienza en la cosecha del cultivo precedente. Es fundamental que al cosechar la semilla, los restos vegetales sobrantes se Trituren y esparzan adecuadamente, de lo contrario provocará fallos de siembra por exceso de paja en puntos determinados. Además, así se conseguirá una protección uniforme del terreno, que evitará episodios de erosión y degradación.

Actualmente, estas operaciones pueden llevarse a cabo con la propia cosechadora, dotándola del sistema de picado-esparcido correspondiente (**foto 1**). Dicho sistema se acopla en su parte posterior en el caso del trigo y de la cebada, o en la barra de corte, en el caso de otros cultivos como el maíz y el girasol. Si el dispositivo de picado-esparcido no va acoplado a la cosechadora, lo que es menos recomendable, se deberán emplear máquinas picadoras-esparcadoras específicas, que actuarán después de la cosecha, por lo que el conjunto de ambas operaciones (cosecha y picado-esparcido de la paja) será más costoso.

Las sembradoras directas deben reunir las siguientes características:

- Peso suficiente para atravesar los restos vegetales en superficie.
- Capacidad de abrir un surco lo suficientemente ancho y profundo como para albergar adecuadamente la semilla. Será diferente si se dedica a grano fino (≈ 3 cm) o grueso (≈ 5 cm).
- Posibilidad de regular la dosificación y esparcimiento de semillas de distinto tamaño y asegurar su adecuado recubrimiento.
- Posibilidad modificar su configuración para adaptarse a diferentes cultivos y aceptar la inclusión de elementos de abonado y tratamientos.
- Rigidez y resistencia de sus elementos para soportar las mayores cargas que se producen.

Dado el mayor ancho que están adquiriendo las sembradoras, los tractores que arrastren las sembradoras directas deberán tener en términos generales en torno a los 120 CV de potencia, si bien máquinas con más de 4 m de ancho de trabajo, tendrán seguramente más demanda. Dicha exigencia no se suele deber a la fuerza que requiere la



Foto 1. Dispositivo esparcidor.

tracción o tiro, sino al peso de la sembradora, que puede crear problemas en el elevador y de estabilidad en pendientes y en virajes, sobre todo en máquinas suspendidas.

Tipos y usos de las sembradoras directas

La sembradora debe colocar la semilla a una profundidad apropiada y uniforme. Si la semilla se localiza demasiado profunda no recibe oxígeno para germinar, o bien, si germina, se le pueden agotar las reservas antes de emerger. Si en cambio se coloca demasiado superficial existe el riesgo de que el suelo se seque antes de que germine o bien no se establezcan las raíces y la planta se seque o tenga un pobre arranque. Esto debe ser verificado al realizar la operación de siembra; hay que hacer una regulación óptima de la sembradora a la hora de realizar la tarea en el campo. Afortunadamente, la oferta de empresas que ofrecen sembradoras para agricultura de conservación se han multiplicado en los últimos años, adaptando sus diseños a las diversas condiciones de siembra existentes en España. Podemos clasificar las máquinas en base a los siguientes aspectos:

- Distancia entre líneas de siembra.

- Tipo de siembra (precisión o monograno y chorrillo o grano fino).

- Elementos de corte del suelo y residuos (rejas o discos).

- Sistema de distribución de semillas (mecánico o neumático).

Los pasos que toda máquina de siembra directa sigue al realizar esta operación se detallan a continuación.

Separar y/o cortar los residuos y crear la franja de siembra

La franja de siembra es la única intervención mecánica que se realiza sobre el suelo. Como se ha avanza-

Cuadro I.

Consumo de combustible requerido por diferentes equipos mecánicos.

Equipo	Consumo (l/ha)
Laboreo:	
Arado de vertedera	25 ± 7
Chisel brazo curvado	10 ± 2
Descompactador	16 ± 7
Grada de discos media	7 ± 2
Cultivador ligero	8 ± 1
Vibrocultivador	6 ± 1
Rastra de púas	5 ± 2
Rastra rodante	4 ± 1
Binadora	5 ± 1
Rodillo	4 ± 1
Fresadora	20 ± 4
Equipos Combinados:	
- Laboreo primario, secund. y siembra	24 ± 6
- Laboreo secundario y siembra	18 ± 3
- Laboreo en franjas y siembra	10 ± 2
Fertilización:	
Abonadora centrífuga	2 ± 0,5
Abonadora localizadora	4 ± 1
Distribuidor de estiércol	7 ± 2
Tratamientos fitosanitarios:	
Pulverizador suspendido	1,5 ± 0,5
Pulverizador arrastrado	3 ± 0,5
Siembra:	
Sembradora chorrillo (C)	5 ± 0,5
Sembradora pratenses (SD)	6 ± 1
Sembradora chorrillo de discos (SD)	8 ± 2
Sembradora chorrillo de rejas (SD)	10 ± 2
Sembradora monograno (C)	5 ± 1
Sembradora monograno (SD)	6,5 ± 1
Semb. monograno en caballones (SD)	7 ± 1,5
Recolección:	
Cosechadora de granos y semillas	18 ± 2
Barra de corte	4 ± 0,5
Segadora rotativa	5,5 ± 0,5
Segadora acondicionadora	6 ± 1
Rastrillo hilerador	3 ± 1
Empacadora	6 ± 1
Segadora-picadora-cargadora (heno)	25 ± 5
Recogedora-picadora-cargadora (maíz)	45 ± 5
Cosechadora de remolacha	60 ± 10
Postrecolección:	
Picadora de residuos (sobre cordones)	6±2

(FAO, Barthelemy).



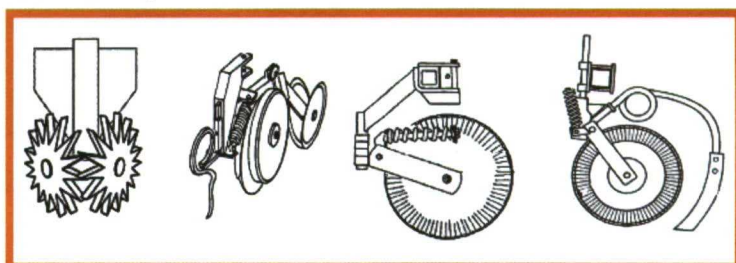
Foto 2. Elementos limpiadores del surco de siembra.



Foto 3. Disco cortador.

Figura 1.

Elementos usados para separar y/o cortar los residuos y crear la franja de siembra.



do anteriormente, con ello perseguimos colocar las semillas en condiciones aptas para la germinación, pero la presencia de la cobertura vegetal tiende a dificultarlo. Debido a esto, antes de que entren en funcionamiento los abresurcos el camino debe estar lo más despejado posible. Para ello o se recurre a elementos separadores y/o cortadores, o bien esta operación se realiza en los abresurcos de siembra no siendo por lo tanto necesaria su presencia. 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 líneas separadas (foto 2).

Los elementos cortadores están constituidos por discos que atacan los residuos en sentido vertical descendente cortándolos a la vez que abren un pequeño surco, cuya anchura viene dada por la forma del disco, y la profundidad es función del tipo y humedad del suelo, peso que gravita sobre él, y el diámetro de este disco (foto 3 y figura 1).



Foto 4 (Izquierda). Sembradora equipada con disco abridor único y rueda neumática de control de profundidad.

Foto 5 (dcha.). Sembradora equipada con disco abridor.



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 por elemento, siempre que la máquina disponga del peso suficiente, de lo contrario sería necesario añadir lastres. Es importante tener en cuenta que cuanto menor es el diámetro, mayor es la profundidad del surco, pero la eficacia del cor-

te de los residuos se ve comprometida. Por el contrario cuanto mayor es el disco mejor se produce el corte de residuos pero 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, ya que influye en la eficacia de la siembra. Los tipos de disco más utilizados son los de borde ondulado.

El 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 ocho y cincuenta dependiendo del ancho de franja requerido y la profundidad de la misma. 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.

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. En el segundo caso es importante mantener perfectamente 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.

Formación del 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: discos y rejas.

Discos


Los abresurcos de siembra pueden ser simples o dobles. 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 el mismo disco realiza las funciones de corte y apertura del surco de siembra (foto 4). El borde a su vez puede ser liso o acanalado, en este segundo caso con objeto de cortar mejor la paja (foto 5). 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 (foto 6). 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.



Foto 6 (arriba). Sembradora de chorrillo equipada con doble disco de apertura del surco.

Foto 7 (abajo). Sembradora con triple disco.



¿ESTÁ PERDIDO EN LA SELVA DE LOS CONSUMOS DE COMBUSTIBLE?

PODEMOS AYUDARLE
MÁS POTENCIA. MENOR CONSUMO. JOHN DEERE.

Hay tanto escrito sobre el consumo de combustible que resulta difícil saber qué creer. Aparte de la creatividad publicitaria, los fabricantes utilizan diferentes normas para medir sus consumos, por lo que hacer comparaciones justas es casi imposible.

En John Deere creemos en la importancia de dar a los clientes información clara y completa. Además hemos desarrollado modernas tecnologías que disminuyen el consumo de combustible sin reducir la potencia, de manera que usted puede mantener su productividad de trabajo y la rentabilidad de su explotación.

Obtenga más información en www.JohnDeere.es



JOHN DEERE

Figura 2.

Tipos de rejas.

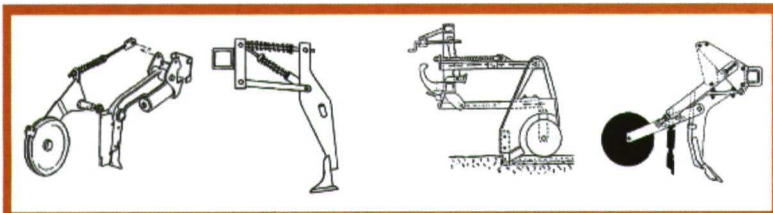


Foto 8 (arriba). Sembradora de rejas con rueda de cierre.
Foto 9 (abajo). Sembradora de rejas con rastra trasera.

La mayor parte de las sembradoras para cultivos en hileras disponen de una o dos ruedas de goma laterales desplazables con respecto a los discos, de manera que en todo momento mantienen constante la profundidad de siembra. 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. Ello exige la utilización de materiales de alta resistencia.

El peso medio de una sembradora de discos a chorrillo varía entre 700 a 900 kg/m de anchura de trabajo para las de disco simple, aumentando hasta los 1.000 - 1.300 kg/m en 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 de 25 a 30 kW/m.

Para cultivos en hileras prácticamente la inmensa mayoría de las sembradoras utilizan triple disco, ondulado el de corte de residuos y doble el de siembra con una o dos ruedas laterales de goma, que pueden modificar la posición de su eje con respecto al de los discos, a fin de regular la profundidad de siembra (foto 7). En otros casos delante

de una sembradora convencional se coloca un bastidor que dispone de los elementos cortadores, lo que facilita el camino a los abresurcos de siembra.

Rejas

El segundo gran grupo de sembradoras lo forman las que disponen de rejas para la realización 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 (figura 2 y fotos 8 y 9). 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. La adaptación a terrenos pedregosos es mejor que en las de discos y aunque tampoco están exentas de inconvenientes en estas circunstancias, al menos penetran en el suelo y las reparaciones son menos costosas.

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, llamada fijadora, que aprieta la semilla contra el fondo antes de que intervengan los órganos de cierre (foto 10).

La cobertura final se lleva a cabo mediante ruedas compactadoras, ya sean simples (foto 10) o dobles (foto 7), fabricándose tanto de goma como de nylon endurecido o meta (figura 3). 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 de 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.

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 debe 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.



Foto 10. Tren de siembra con disco único, rueda fijadora, disco inclinado de cierre de surco al final y rueda neumática de control de la profundidad.



Rodrigo El mejor trigo

Trigo de ciclo igual a Marius. Porte bajo, altura de planta 6 cm. inferior a Marius. Es resistente a enfermedades como roya parda y oidio. Buen comportamiento frente al frío y el encamado. Variedad nueva, inscrita en 2005, destaca por su gran rendimiento. Se recomienda para siembras desde mediados de Octubre hasta finales de Diciembre, con una dosis de siembra aconsejada entre 160-180 Kg/Ha. dependiendo de la calidad y preparación del terreno.

La Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV), antes de inscribir una variedad en el Registro, la ensaya durante 2 años. Tras estos dos años de ensayos, 27 ensayos, Rodrigo ha sido la variedad más productiva, con un índice 110 sobre testigos (Marius, Etecho y Soissons).

Tras dos años de ensayos previos, la variedad es registrada, posteriormente es ensayada en la red GENVCE (Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España).

En esta red de ensayos, 41 ensayos repartidos por la geografía nacional, Rodrigo ha sido el mejor o de los mejores en todos ellos.

También ha sido ensayado en 2006 y 2007 por varias Comunidades Autónomas con resultados excelentes.

Ensayos Registro de Variedades (OEVV)

Campaña 2003-2004		Campaña 2004-2005	
Rodrigo	+113	Etecho (T)	+107
Isengrain	+109	Rodrigo	+105
Etecho (T)	+108	Craklin	100
Craklin	+106	Marius (T)	98
Marius (T)	-99	Soissons (T)	95
Soissons (T)	-96	Isengrain	95

Producción media de las variedades de trigo blando de ciclo largo ensayadas por GENVCE

Campaña	Producción media (Kg/Ha)		Índice Productivo		Nº de Ensayos	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
Rodrigo	4.876	6.780	116,3	110,1	41	47
Marius	4.247	6.207	101,3	99,2	41	46
Soissons	4.134	6.113	98,7	100,8	41	47

Comunidades Autónomas. Ensayos de trigo blando Rodrigo

CCAA	Semiáridas			Subhúmedas		Regadío
	Aragón	Cataluña	C. León	Aragón	Cataluña	Aragón
Cosecha	2007-2006	2007-2006	2007-2006	2007-2006	2007-2006	2007-2006
Rodrigo	7.460-2.946	6.112-3.859	7.416-2.260	8.300-6.251	6.756-7.485	8.292-9.149
Marius T	7.139-2.778	5.742-3.774	7.141-2.150	7.240-5.615	5.854-6.517	8.043-7.313
Soissons T	7.042-2.424	5.821-3.488	7.050-2.125	6.886-5.314	5.192-6.376	7.675-8.870



Foto 11. Detalle de barre-rastrajo o limpiador del surco de siembra.



Foto 12. Elemento tensador de restos vegetales.

Algunos consejos

Arrastre de restos vegetales

Los restos vegetales pueden acumularse si se arrastran por los elementos de apertura del surco, ruedas de soporte o elementos del bastidor. Lo anterior se puede prevenir con un sistema efectivo de corte de residuos en cada componente, y/o reduciendo su arrastre entre elementos adyacentes, disponiendo éstos de modo que se facilite su circulación, lo que lleva a una mayor profundidad de la máquina para permitir líneas de siembra más numerosas y separadas entre sí y con ello más distancia entre los elementos de una misma línea. La eliminación de los salientes de los elementos de las líneas también ayuda.

Dificultad de corte de los rastrojos

Se pueden usar los barre-rastrajos o limpiadores del surco de siembra, que se incorporan antes de los elementos de corte para apartar los restos de la línea de siembra (foto 11). Esto favorece la insolación de esa zona, que provocará una más rápida germinación de las semillas. Existen elementos que tensan los rastrojos, para hacer más efectivo el sistema de corte de disco (foto 12). No conviene olvidar que la hora de siembra es fundamental, se puede sembrar por las tardes en invierno y primavera, una vez que haya perdido humedad la paja.

Figura 3.

Elementos para fijación y cierre del surco.



Obstáculos y control de la profundidad de siembra

En el caso de que haya muchas piedras u obstáculos diversos en el suelo, se requiere reducir la velocidad de siembra para no dañar la sembradora. En dichas situaciones, los elementos rodantes de la sembradora pasan por encima de las piedras u obstáculos, si bien esto causa que se pierda el control de la profundidad de siembra. La teoría aconseja el empleo de máquinas de rejas, si bien pueden hacer aflorar piedras superficiales de tamaño significativo.

¿Disco o reja?

Actualmente existen diseños que satisfacen las necesidades del agricultor. El mejor consejo es que vean las máquinas trabajar en su campo y hagan pruebas y ajustes específicos. No hay una receta universal.

Tamaño de los restos picados

Depende del tipo de sembradora que se vaya a emplear. Se recomienda picar largo en el caso de usar una sembradora de disco, de tal manera que los discos puedan cortar la paja eficazmente, sin hundirla simplemente, que sería el riesgo de un picado de restos excesivamente cortos. Si por el contrario usáramos una máquina de rejas, el picado corto facilitará el tránsito de la paja entre los elementos de siembra. ■

Agradecimientos

Al convenio entre la Universidad de Córdoba y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía para el Estudio de Agricultura de Conservación para el Estudio de Cultivos Herbáceos en Pendiente.

Bibliografía

- Crovetto C. 2002. Cero labranza. Los rastrojos, la nutrición del suelo y su relación con la fertilidad de las plantas. Trama, Talcahuano, Chile. 225 pp.
- Barthelemy, P., Boiscontier, D., et Lajoux, P., 1987. Choisir les outils de travail du sol. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Paris. 197 pp.
- Barthelemy, P., Boiscontier, D., et Lajoux, P., 1989. Choisir les outils de semis. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Paris. 114 pp.
- FAO, 1989. Energy consumption and input-output relations of field operations. Reur Technical Series 10, 117 pp.
- FAO, 1992. Labour, machinery and energy data bases in plant production. Reur Technical Series
- Hernanz JL. 2005. Agricultura de Conservación: una revisión a la rentabilidad energética. En AEAC/SV, ECAF y Diputación de Córdoba (Eds.). Congreso Internacional sobre agricultura de conservación: el reto de la agricultura, el medio ambiente, la energía y la nueva política agraria común. Córdoba, 9-11 Noviembre. pp 173-182.
- ICONA, 1991. Plan Nacional de lucha contra la erosión. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- www.aapresid.org.ar
- www.aeac.sv.org
- www.ecaf.org