

Maquinaria y técnicas de

El manejo de los residuos y la realización de la siembra son los factores determinantes

La agricultura de conservación, basada en el uso de cubiertas protectoras del suelo, puede llevarse a cabo, en parte, con máquinas que el agricultor conoce y emplea, aunque con otros criterios de uso, debiendo tener especial cuidado con las de siembra y manejo de residuos.

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

G. Investigación Mecanización Agraria. Dpto. Ingeniería Rural. ETSIAM-UCO.

La necesidad de sistemas de conservación nace de los elevados riesgos de erosión que existen en gran parte de España. Estos sistemas parten del uso de los restos de cultivo anterior como forma de proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, por ello, entre otras razones, como la emisión de CO₂ o la pérdida de materia orgánica, debemos desterrar la quema de rastrojos como práctica agrícola.

Debemos distinguir entre los sistemas con trabajo mecánico del suelo (laboreo reducido o mínimo) de los de laboreo nulo o siembra directa. Los criterios de selección y empleo de las máquinas deben basarse en minimizar sus costes, para mejorar el margen neto de la explotación, cumpliendo una serie de requerimientos y/o limitaciones técnicas para lograr los fines agronómicos previstos.

La reducción de costes se

consigue con una aplicación eficiente de estos sistemas, evitando la proliferación incontrolada de malas hierbas, manejando adecuadamente los residuos, empleando las sembradoras adecuadas e intentando reducir la potencia y el peso de los tractores para limitar los costes de mecanización y la compactación. La maquinaria para el control de malas hierbas es un aspecto clave al que no siempre se le presta la atención que requiere. En el abonado, la tendencia es a la localización de productos reduciendo las pérdidas y la contaminación.

Elección de maquinaria

La elección de la maquinaria se realiza teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Calendario de tareas de cultivo y limitaciones de tiempo en las operaciones críticas, como las de siembra o tratamientos.
- 2) Necesidades de potencia

de las máquinas.

3) Adecuación entre las máquinas y los tractores disponibles.

4) Precio y disponibilidad de las máquinas. Posibilidades del alquiler de equipos o del apoyo de empresas de servicios de mecanización.

Los tractores suponen una gran parte del coste de mecanización. Elegir bien los tractores es clave. Disponer de exceso de potencia supone mayor inversión, coste horario, compactación y bajo aprovechamiento de su potencia nominal. Un tractor pequeño puede comprometer la realización de las tareas con tiempo limitado, aumentando los costes de demora, e imposibilitar el empleo de máquinas exigentes en potencia y/o en capacidad de elevación.

En general, es mejor aprovechar la potencia aumentando la velocidad de trabajo en vez de la fuerza de tracción. De este modo



Foto 1. Mecanismo picador-esparcidor.



Foto 2. Cabezal picador de girasol con mecanismo de picado de cañas.



Foto 3. Equipo de picado de cañas de girasol en p...



Foto 4. Cultivador de ala ancha para laboreo subsuperficial.



Foto 5. Disco de corte de residuos de una sembradora de precisión.



Foto 6. Sistema de apertura de doble disco.

se pueden usar tractores de menor peso y se reducen las pérdidas en el contacto rueda-suelo debidas al resbalamiento y a la resistencia al movimiento. La eliminación del laboreo pesado, vertedera y cincel, en ensayos de sistemas de manejo del suelo en rotaciones trigo-girasol-leguminosas en el Valle del Guadalquivir, permitió reducir en un 20% el peso y la potencia (**cuadro I**).

Los modernos tractores con equipos electrónicos capaces de detectar el resbalamiento, realizar el control de carga, medir el consumo, bloquear el diferencial, modificar la presión de inflado etc., permiten trabajar mejor y más eficientemente. Por otra parte, el uso de neumáticos motrices de alta flotación (baja presión de inflado) está especialmente indicada en siembra directa en la que la compactación superficial es mayor que en suelos labrados, aunque la estructura del suelo y el balance global de la compactación es mejor en los suelos no labrados.

Maquinaria para el manejo de residuos

El manejo de residuos es un factor clave en el laboreo de conservación y en la siembra directa, hasta el punto de que pueden ser llamados sistemas de manejo de residuos. Desterrado el quemado de re-

síduos y el volteo de suelo, hay que hacer las siguientes consideraciones:

a) La distribución del residuo sobre el suelo debe ser uniforme y su manejo debe realizarse con la cosechadora, en todo caso, lo antes posible.

b) Hay que distinguir entre los residuos de tallo débil y los de tallo grande y fuerte como el girasol o el maíz.

c) Su manejo está condicionado por lograr su pervivencia y por la maquinaria de siembra de que se disponga.

Si no se recoge hay que picarlo y/o esparcirlo. Lo mejor es que lo realice la cosechadora, dotándola de dispositivos al efecto a la salida de los sacudidores, **fotos 1 y 2**.

Para el caso de residuos como los del maíz o girasol, la estrategia a seguir es parecida, uti-

lizando cabezales de recogida dotados de órganos de picado de las cañas, **foto 2**. En todo caso, su manejo es más comprometido. El uso de picadoras directamente sobre los restos de las cañas, o una vez hileradas, resulta muy caro. En alguna situación, dependiendo del tipo de sembradora disponible, se recomienda dejar las cañas de pie.

Otra alternativa es utilizar equipos específicamente desarrollados, como es el caso de la máquina de manejo de cañas de girasol, que consiste en emplear dos rulos dotados de palas radiales que trabajan como los cuerpos de una grada de discos excéntrica, **foto 3**, de modo que al pasar sobre las cañas secas, a elevada velocidad, las tumba y trocea sobre el suelo facilitando la siembra de trigo, no realizándose ninguna operación sobre el

suelo hasta que ésta se realice.

En situaciones extremas de presencia de residuos se puede pensar en la posibilidad de quitar los residuos de las bandas de siembra con las máquinas de precisión. Normalmente se usa un útil constituido por dos ruedas de puntas, formando una V entre ambas, que limpian de residuos la línea de siembra. Con ello se evitan muchos problemas de penetración y atascos al remover un alto porcentaje de la cubierta vegetal del área de siembra.

Si no se manejan los residuos con la cosechadora, se pueden utilizar aperos de labranza para su manejo. Por lo que es conveniente conocer el efecto que tienen sobre su permanencia en superficie. Hay que tener en cuenta que si se realizan varias operaciones, sus efectos se acumulan y que, para cada apero en concreto, varían con su regulación y la forma de usarlo. La capacidad de pervivencia de los restos de cosecha y la protección del suelo dependen también de la climatología y de la producción (Hanna et al., 1995) (**cuadro II**). En la **foto 4**, se presenta un cultivador de ala ancha para laboreo subsuperficial que apenas altera la cubierta.

Maquinaria de siembra

En algunos de los sistemas de agricultura de conservación es posible sembrar directamente con máquinas convencionales o

CUADRO I.
CAPACIDADES, CONSUMOS Y POTENCIAS REQUERIDAS POR DIVERSOS APEROS.

Apero	Capacidad superficial (ha/h)	Consumo superficial (l/ha)	Potencia mínima necesaria (CV)
Trisurco (1.1 m)	0.450	33.20	75.07
Cincel (2.3 m)	1.120	13.83	82.42
Grada discos (3.2 m)	1.632	7.37	59.57
Cultivador (4.2 m)	2.230	5.85	68.54
Picado cordones	2.530	4.26	51.72
S. Chorrillo conven.	1.204	5.00	51.68 (1)
S. Chorr. Directa (2.5 m)	0.860	7.23	57.12 (1)
S. precisión (4 cuerp.)	0.870	8.14	51.68
Pulverizador (12 m)	2.800	2.31	51.68 (1)

(1) En estos equipos la potencia mínima puede venir condicionada por la estabilidad del tractor en trabajo o en virajes.

CUADRO II.

PORCENTAJE DE RESIDUOS TRAS EL PASO DE APEROS

Arado de vertedera	< 10%
Grada de discos profunda (15 cm)	30%
Grada de discos superficial (8 cm)	70%
Arado cincel de brazo recto	75%
Arado cincel de brazo curvo	50%
Escarificador	75%
Cultivador de ala ancha	90%
Barra escardadora	90-95%
Rulo ligero	95%
Sembradora directa	> 90%

con ligeras adaptaciones a la presencia de residuos, sobre todo si se da una labor ligera de cultivador inmediatamente antes de la siembra, lo que puede ser una solución para agricultores que aún no dominan bien la técnica. En condiciones difíciles, con abundantes residuos, la sembradora ha de ser específica de no laboreo o fuertemente adaptada, para poder penetrar a través de los residuos y poder operar en diversas condiciones y estado del suelo. Estas máquinas incluyen componentes para cortar el suelo y los residuos, controlar la profundidad, abrir el surco de siembra y cubrirlo.

Requerimientos de las sembradoras

Los requerimientos de estas

sembradoras son los siguientes:

- Peso suficiente para atravesar los residuos y penetrar en el suelo.
- Capacidad para abrir un surco lo suficientemente ancho y profundo como para albergar adecuadamente una semilla.
- Posibilidad de regular la dosificación y el espaciamiento de semillas de distinto tamaño.
- Cubrición adecuada de la semilla.
- Posibilidad de variar su configuración y aceptar la inclusión de elementos de abonado y tratamientos.

Para ello disponen de una serie de componentes que pueden clasificarse en: de corte de residuos y suelo, de preparación del surco, de apertura del surco de siembra, de fijación de la semilla,

de cubrición de la semilla, de cierre del surco, de control de la profundidad y de abonado y tratamientos (ASAE, 1995).

En muchos casos se omiten uno o varios de estos componentes, raramente aparecen los de preparación del surco, que a veces se limitan a apartar los residuos limpiando la línea de siembra, y los de fijación de la semilla, que consisten en una rueda semineumática de poco espesor (Gil Ribes, 1997).

Los elementos de corte de residuos, si se usan separadamente, preceden a todos los demás. Los discos son los que mejor se comportan, existiendo de diversos tipos: lisos, acanalados, estriados, ondulados y accionados, **figura 1** y **foto 5**. Con diámetros de 0.3 a 0.6 m y espesores de 0.3 a 1.2 cm, en ocasiones llevan adosados elementos para el control de la profundidad y pueden ser accionados, comportándose mejor cuanto más grandes sean, aunque requieran más peso. En suelos duros tienen dificultades de penetración y en los excesivamente blandos empujan al residuo al fondo del surco sin cortarlo, lo que dificulta la germinación.

Los elementos de apertura del surco de siembra pueden estar precedidos o no por los ele-

mentos de corte de residuos y preparación del surco, siendo frecuente que el corte de residuos y apertura del surco lo realice un mismo elemento. Se emplean discos y rejas de distintos tipos, **figura 2**. Los discos suelen ser más pequeños que los de corte de residuos para reducir la fuerza de corte necesaria, **foto 6**. Las rejas deben ser agudas y atacar con un ángulo elevado, **foto 7**, lo que lleva a que necesiten bastante menos peso por unidad.

Los elementos de cubrición de las semillas, si se emplean, suelen ser de un disco inclinado, de dos discos, o dedos flexibles, que facilitan el aporcado del surco, **figura 3** y **foto 8**. Las ruedas compactadoras son los elementos de cierre y fijación del surco de siembra y pueden servir de rueda de accionamiento de los elementos distribuidores de semillas. Son de anchura y posiciones diversas y a veces se usan para colocar lastre o para la actuación de muelles compresores, montándose individualmente y en bandas. Pueden ser simples (neumáticas, acanaladas) o dobles (en ángulo o verticales). Aseguran el contacto adecuado suelo-semilla, fundamental para una buena germinación, cubriéndola y evitando que entre en contacto

FIGURA 1.

Elementos para el corte de residuos y el suelo.

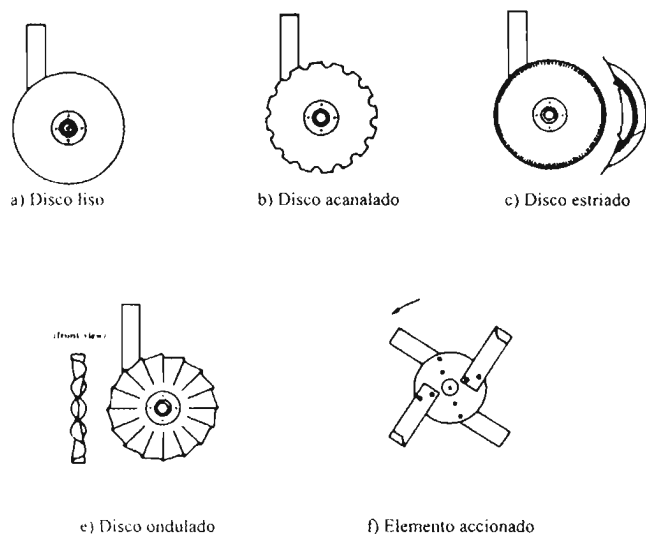


FIGURA 2.

Elementos de apertura del surco de siembra.

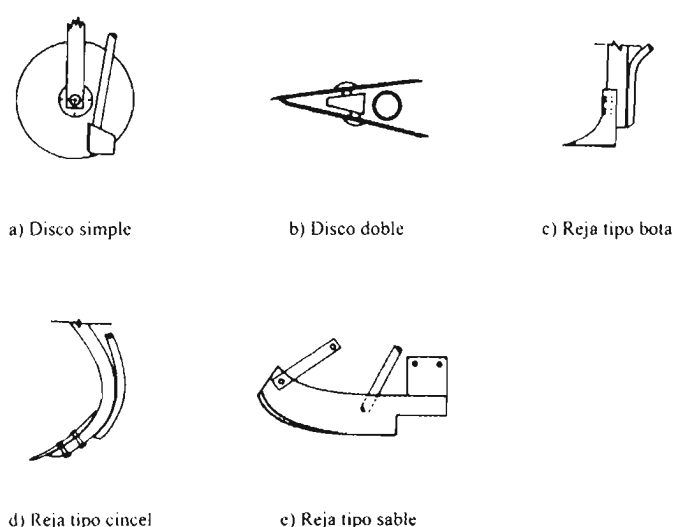
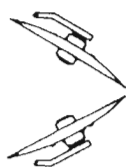


FIGURA 3.

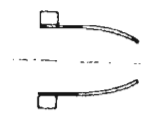
Elementos de cubrimiento de semillas y de cierre de surco



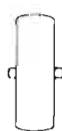
a) Disco inclinado



b) Disco doble inclinado



c) Dedos flexibles



d) Rueda compactadora simple



e) Rueda compactadora doble

con terrones gruesos o residuos enterrados.

Los elementos de control de la profundidad (individuales en cada línea, en paños o para el

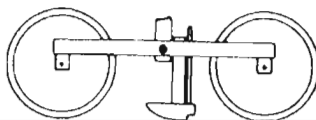
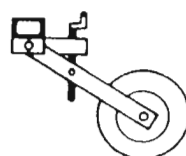
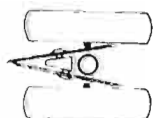
conjunto del bastidor de la máquina) deben ser ajustables y pueden basarse en una rueda compactadora trasera, ruedas controladoras laterales simples o



Foto 7. Sistema de apertura de reja.

FIGURA 4.

Elementos de control de la profundidad de siembra

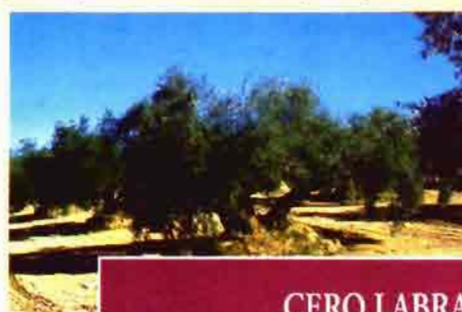


Le interesa la Agricultura de Conservación

Carlos Crovetto Lamarca

Agricultura de conservación

El grano para el hombre, la paja para el suelo



34,86 €

CERO LABRANZA

Los rastrojos, la nutrición del suelo y su relación con la fertilidad de las plantas

Carlos C. Crovetto



25 €

Carlos Crovetto ha plasmado en estas dos obras su experiencia de más de 30 años de aplicación de estas técnicas en su propia explotación.

Solicite más información a nuestro departamento de suscripciones
(91 426 44 30 o suscripciones@eumedia.es)
o en nuestra web www.eumedia.es.



Foto 8. Ejemplo de cubrición o cierre del surco con rueda inclinada. La rueda pequeña intermedia es para la fijación de las semillas en el fondo del surco.



Foto 9. Ejemplo de control de la profundidad con ruedas neumáticas adosadas al disco de apertura del surco de siembra.

dobles en el elemento de apertura del surco o patines, ruedas en tándem, ruedas reguladoras de la elevación de la estructura y bandas cilíndricas en las cuchillas simples o dobles de corte de residuos, **figura 4 y foto 9**.

Si incorporan elementos de abonado éstos deben situarse bajo el suelo y próximos a la línea de siembra, pudiendo utilizar un abridor propio o aprovechar los de la sembradora. La distribución de microgránulos e incluso herbicidas en la línea de siembra es aconsejable por el ahorro de producto y tiempo, a pesar de retrasar su realización.

Clasificación de las sembradoras

La clasificación de las sembradoras directas se realiza atendiendo a tres criterios:

- 1) Distancia entre líneas de siembra y tipo de siembra (precisión o chorrillo).
- 2) Sistema de distribución de semillas (mecánico o neumático).
- 3) Elementos de corte del

suelo y residuos (rejas o discos).

Los elementos de distribución de semillas son idénticos a los de las sembradoras tradicionales. Los hay de distribución mecánica por rodillos acanalados o de rodillo único y sistema neumático de transporte y distribución a las líneas de siembra.

En cuanto al sistema de apertura del surco de siembra, las sembradoras de rejas se usan en climas secos con restos no muy abundantes. Frecuentemente tienen una rueda compactadora para asegurar el contacto semilla-suelo o rastrillos traseros modificados para no arrollar el residuo. Las rejas, muy estrechas, deben espaciarse y disponerse en varias líneas para que favorezcan la circulación de los residuos al aumentar la distancia entre rejas contiguas.

Las sembradoras de discos trabajan mejor, en la mayoría de las circunstancias, y suelen ser arrastradas debido a su peso. En la **foto 10**, tenemos una sembradora de distribución mecánica arrastrada con dispositivo corta-

dor de rastrojo monodisco para abrir el surco de siembra, rueda fijadora y rueda inclinada para el cierre del surco. El control de la profundidad se realiza en cada línea, dado que son flotantes, por ruedas de goma adosadas al disco. Este mismo sistema de siembra se monta con sistema de distribución neumático de mayor precisión y capacidad de trabajo pero cuyo coste sólo lo hace asequible a grandes explotaciones o a empresas de servicios de maquinaria.

En la **foto 11**, tenemos un modelo de distribución mecánica de discos y patines de apoyo en el disco de corte del rastrojo, control de profundidad por dos ruedas junto al disco de apertura del surco y doble rueda dentada en V para el cierre del surco.

Recientemente se están desarrollando modelos que disponen de elementos de distribución de semillas a chorrillo y de precisión.

La tendencia debe ser al uso de sembradoras-abonadoras. La mayor parte de los equipos ac-

tuales de siembra a chorrillo pueden tener tolva dividida o tolvas adicionales. En el caso de equipos de precisión, esta última solución es la más frecuente. **foto 12**.

El uso de sistemas de inyección, que colocan el producto debajo de la superficie del suelo, para maximizar la eficiencia del fertilizante, está siendo impulsado por el coste de los abonos y por los riesgos ambientales. En la práctica, los sistemas de inyección de fertilizantes, tras rejas o cuchillas abridoras de surcos, han tenido cierta aceptación, pero tienen el inconveniente del enterramiento o destrucción del residuo y daños a las raíces. La inyección puntual mediante ruedas o mecanismos inyector es muy adecuada en Agricultura de Conservación, ya que, apenas perturban al suelo y a la cubierta. ■

Agradecimientos: al Plan Nacional de I+D (proyectos AGL 2002-04283 y AGF 99-0327).

Bibliografía

ASAE. 1995. Terminology for soil engaging components for conservation Tillage planters, drills and seeders. Standard S477.4. Standard Engineering practices data.

Gil Ribes, J. 1997. Sembradoras para siembra directa. Ficha Técnica nº 4. Ed. AELC-SV. Córdoba.

Hanna, H. M.; Melvin, S.W.; Pope, O., 1995. Tillage implement operational effects on residue cover. Transactions of the ASAE, 11 (2), 205-10.



Foto 10. Sembradora directa de discos en posición de transporte.



Foto 11. Sembradora directa de discos y patines de apoyo en disco de corte del rastrojo.



Foto 12. Sembradora-abonadora de precisión (documentación INTA).