

Agricultura de Conservación

Utilización de la maquinaria sobre cultivos herbáceos en Navarra

JOSÉ JESÚS PÉREZ DE CIRIZA GAINZA Y JAVIER DELGADO PÉREZ

La realización de la Agricultura de Conservación (AC) se hace mediante unos sistemas de laboreo diferentes al tradicional, evitando el laboreo de vertedera y utilizando una maquinaria específica para poder hacer la siembra directa sobre suelo sin labrear, o haciendo la siembra sobre un laboreo vertical de descompactación y/o superficial, debiendo quedar al menos el 30% de la superficie protegida por restos vegetales tras la siembra.

En Navarra la agricultura de conservación se realiza principalmente en secano y en menor medida en regadío, en los cultivos siguientes cereal (avena, cebada, centeno, maíz, sorgo, trigo), oleaginosas (colza, girasol), y leguminosas

(guisante, habas, soja, veza), haciendo referencia al manejo de los restos vegetales obtenidos tras la recolección de los granos en los citados cultivos.

La siembra en AC requiere un mayor conocimiento del manejo de los restos vegetales y del estado del suelo, así como de la maquinaria necesaria para obtener una nascencia homogénea, minimizando el impacto que pueden ocasionar las malas hierbas, plagas y enfermedades en el desarrollo del cultivo.

La realización de la AC requiere pensar y valorar, el tipo de suelo, su estructura, compactaciones en rodadas y suelas de labor, en el momento de la cosecha dejar los restos, según el sistema de trabajo del suelo elegido de manera, que no dificulten la siembra posterior.

Importancia del manejo de los restos vegetales

El mantenimiento de una cubierta de restos mejora la estructura del suelo, favorece la infiltración y retiene mayor cantidad de agua, evita la escorrentía, y reduce la erosión. El sistema que más favorece la AC es la siembra directa sobre no laboreo.

Para conseguir éxito con este sistema hay que hacer un manejo adecuado de los restos vegetales.

Las diferentes entradas, la realización de labores en malas condiciones, el mal estado del suelo y el inadecuado manejo de los restos de cosecha perjudican gravemente la AC. El agrupamiento o exceso de restos pueden provocar problemas en el correcto funcionamiento de las sembradoras, toxicidades alelopáticas en la nascencia de las plantas, inmovilización de nutrientes, y descensos en la producción y calidad del producto obtenido.

El agrupamiento o exceso de restos puede provocar descensos en la producción y calidad del producto obtenido

Planificar en la cosecha el manejo de los residuos es fundamental. Si hay necesidad de picarlos, la distribución será homogénea en toda la superficie de la paja, granzas y tamo. Si no se realiza el picado por exceso de paja o por problemas de infestación de malas hierbas, plagas o enfermedades, se dejarán en cordones para empacar. Los restos tendrán un manejo diferente si son de tallo fuerte (maíz, girasol y sorgo) o de tallo débil (avena, cebada, colza, trigo, veza).

En zonas húmedas y regadíos con producciones de cereal por encima de las 3,5 toneladas por hectárea se aconseja cortar alto el rastrojo.

La altura de corte del rastrojo dependerá del cultivo y del sistema de siembra que se disponga en la sembradora. Siempre que se pueda, la altura debe ser por lo



Comportamiento de la cubierta de restos vegetales

- ◆ Proporciona más humedad y menor temperatura del suelo .
- ◆ Irregularidad en el enterrado de la semilla.
- ◆ Embozado de la sembradora.
- ◆ Menor eficiencia de fertilizantes y herbicidas.
- ◆ Incremento de la presión de plagas y hongos.

menos de 30 cm, y el picado tendrá una longitud de 15 a 30 cm, o incluso mayor si la sembradora es de discos.

Los restos, en general, se picarán con el picador trasero de la cosechadora, compuesto por un eje horizontal de cuchillas que giran a una velocidad de más de 1.000 vueltas por minuto entre una serie de contracuchillas, que pueden ser regulables, y con deflectores orientables en la salida. Para dejar los restos vegetales más largos puede pararse el picador.

La distribución de los restos en toda la anchura de corte de la cosechadora, se hará con dispositivos esparcidores, ventiladores o platos equipados con paletas que realizan homogéneamente el reparto de los restos de paja más pequeños, granzas y tamo, pudiéndose regular desde el puesto de conducción.

Los restos de tallos fuertes o gruesos que quedan verticales sujetos al suelo, se pueden dejar o picar con las cuchillas y picadores colocados en el cabezal de la cosechadora. Las partes aéreas cortadas serán troceadas por los picadores situados en la parte posterior de la cosechadora. Si no se disponen de cuchillas en el cabezal, y los restos de maíz, sorgo o girasol se dejan en pie excesivamente altos, se pueden utilizar los picadores accionados por el tractor o los rodillos troceadores (tipo picatil).

Cuando los residuos débiles se dejan acumulados en cordones, bandas o franjas, por no tener picadores en la cosechadora o por no haber podido empacarlos, se efectuará el picado en una labor posterior con las picadoras accionadas por el tractor, distribuyendo los residuos en la máxima anchura, si es posible en la del cabezal de la cose-



Picado y distribución homogénea por toda la superficie.

Como debe hacerse el manejo de los restos vegetales tras la cosecha:

1 - Reparto con la cosechadora.



2 - Dejar en cordones.



3 - Picado posterior.



4 - Empacado de los residuos.

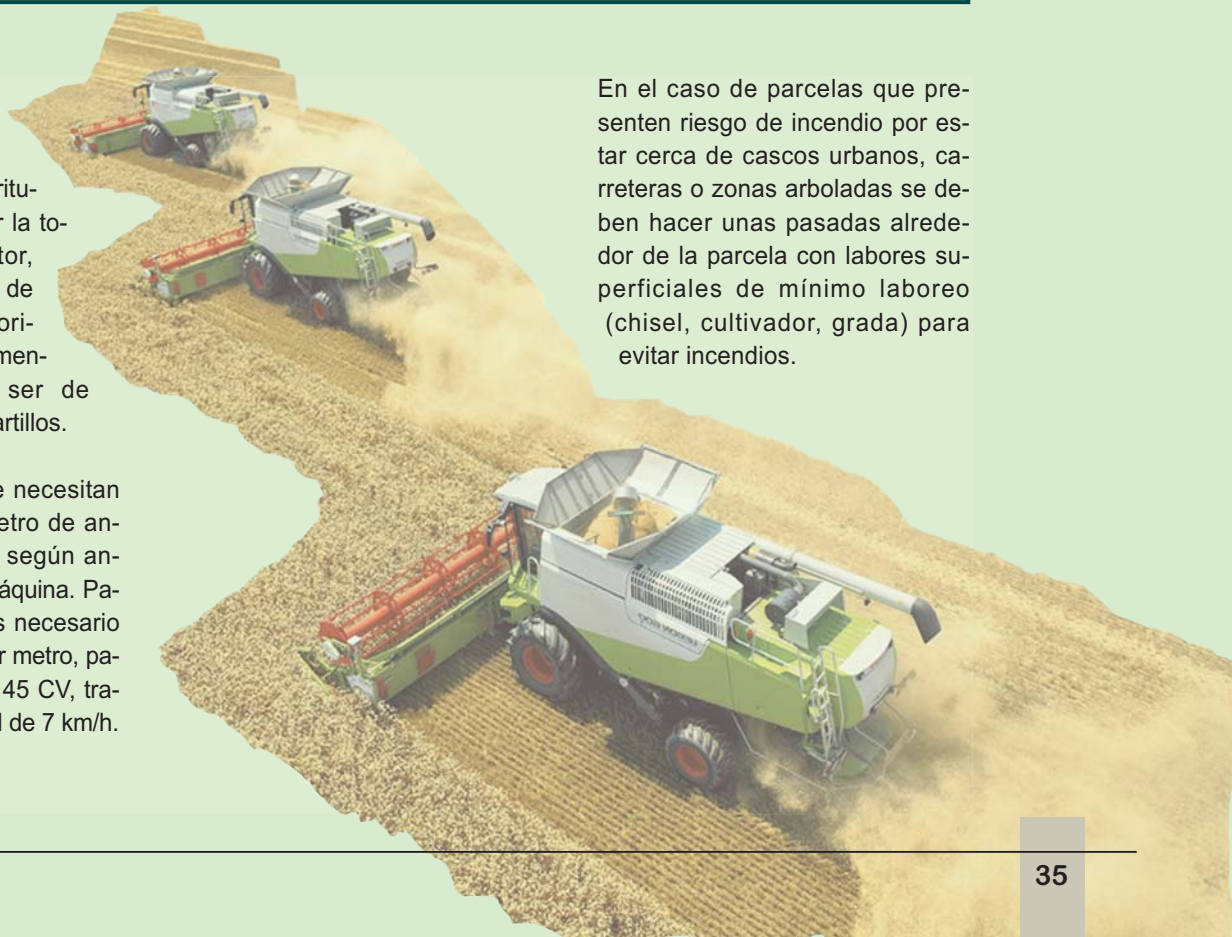


chadora que hizo la recolección.

Entre las picadoras o trituradoras accionadas por la toma de fuerza del tractor, se distinguen dos tipos: de eje vertical y de eje horizontal. En ellas los elementos de picado pueden ser de cadenas, cuchillas o martillos.

La potencia media que necesitan estas máquinas por metro de anchura de trabajo varía según anchura, peso y tipo de máquina. Para las de eje vertical es necesario un mínimo de 25 CV por metro, para las de eje horizontal 45 CV, trabajando a una velocidad de 7 km/h.

En el caso de parcelas que presenten riesgo de incendio por estar cerca de cascos urbanos, carreteras o zonas arboladas se deben hacer unas pasadas alrededor de la parcela con labores superficiales de mínimo laboreo (chisel, cultivador, grada) para evitar incendios.





Maquinaria necesaria en agricultura de conservación

La maquinaria que se utiliza en los diferentes trabajos en AC, no se diferencia mucho de la convencional, y normalmente van a permanecer durante más años en la explotación agrícola, por tanto **debe planificarse su inversión**.

Es muy importante el conocimiento de la maquinaria, sobre todo sembradora, y los accesorios que deben colocarse en ella para poder realizar la siembra en condiciones óptimas en diferentes tipos de suelos, sin laboreo o con mínimo laboreo, cultivos, cubiertas y cantidad de residuos vegetales. Los errores que se cometen en AC cuesta más tiempo enmendarlos, que en laboreo convencional, luego se deberán hacer las labores con mayor esmero.

El número de horas de trabajo por hectárea en AC está comprendido entre una hora en no laboreo, y las 2 horas 30 minutos con mínimo laboreo con desfondador y una labor de cultivador (JJ Pérez de Ciriza (2006).

Los itinerarios de siembra, que normalmente se hacen en AC para cultivos herbáceos, son dos: Siembra directa sobre no laboreo o siembra convencional sobre mínimo laboreo vertical.

Estos itinerarios, deben adaptarse a la problemática existente en las parcelas, pudiéndose hacer las modificaciones que se estimen necesarias, por problemas edafológicos, sanitarios, o infestaciones de malas hierbas.

Las máquinas que pueden intervenir en la AC para poder hacer las di-

En la siguiente tabla se señalan las labores que se realizan en cada itinerario:

Itinerario 1°	Itinerario 2°
Manejo de residuos (Cosechadora o picador)	Manejo de residuos (Cosechadora o picador)
Ocasionalmente un descompactado, a toda la superficie o rodaduras	Laboreo vertical con descompactador, y/o labor superficial con cultivador, grada
Aplicación de herbicida en presiembra	Si hay malas hierbas aplicar herbicida en presiembra.
Fertilización en fondo antes o en siembra	Fertilización en fondo antes o en siembra
Siembra con sembradora de siembra directa	Siembra con sembradora convencional o directa.
Aplicación herbicida en post emergencia	Aplicación herbicida en post emergencia
Fertilización en cobertera	Fertilización en cobertera
Recolección y transporte de la cosecha.	Recolección y transporte de la cosecha.



ferentes tareas, son las siguientes:

- El tractor, es la máquina básica en la explotación agrícola.
- Maquinaria para laboreo y deshierre mecánico, descompactador, chisel, cultivador, grada, escardillo, grada de muelles, binadora.

- Maquinaria para tratamientos fitosanitarios y aportación de fertilizantes, pulverizador de barras, accesorios en la sembradora y abonadora.
- Maquinaria de siembra, sembradoras convencionales o de siembra directa, que serán de chorrillo y/o monograno.
- Maquinaria de recolección, cosechadora.
- Maquinaria para picado de los restos vegetales, picadoras o trituradoras, colocadas en la cosechadora, o accionadas por el tractor.
- Otras máquinas de menor importancia, son remolques para transporte de la cosecha, remolques y cisternas para aportación de residuos orgánicos.



Adaptación de la maquinaria en cultivos herbáceos

Una parte muy importante del éxito en la implantación de la AC es la **adaptación de la maquinaria al tipo de explotación, superficie y los cultivos** que se ponen.



La máquina básica en las explotaciones agrícolas que tienen maquinaria, es el tractor. Este interviene en todas las labores que se realizan con diferentes aperos. Para hacer AC, debe elegirse un tractor bien equipado, con todos los sistemas de seguridad, y neumáticos de baja flotación para evitar hacer compactaciones en el suelo al realizar las diferentes labores.

El ahorro y eficiencia energética de combustible en AC es muy importante, disminuyendo el consumo un 50-60% respecto al convencional. Para ser más eficientes en el ahorro energético el tractor deberá trabajar a un 60-70% del régimen nominal.

Para calcular la potencia necesaria se tendrá en cuenta, zona agroclimática, tipo de suelo, tipo y anchura del apero, velocidad de trabajo y superficie a trabajar. Para las sembradoras de siembra directa y los aperos de laboreo utilizados en AC, el tractor deberá tener de 30 a 50 CV por metro de anchura de trabajo.

La velocidad va directamente relacionada con el rendimiento de trabajo. Si responden los aperos y el tractor, en los trabajos de suelo será de 8 a 14 km/h, a mayor velocidad mejora el rendimiento de trabajo y la eficiencia energética. En la siembra con monograno y/o en parcelas de pequeño tamaño se recomienda disminuir la velocidad a 6-8 km/h, con el fin de enterrar bien la semilla.

El tractor puede equiparse con GPS para ser más eficiente en las diferentes labores, reducir el tiempo de trabajo, disminuir el consumo, y trabajar con mayor comodidad. Añadiendo un guiado automático se optimizan

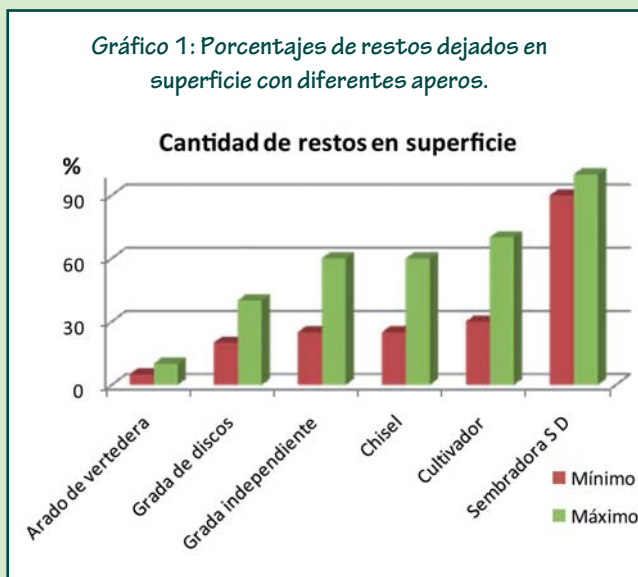
los inputs, ajustando las pasadas de semilla, fertilizantes y fitosanitarios.

La maquinaria para laboreo debe estar compensada con la potencia del tractor, para hacer el trabajo requerido en buenas condiciones, controlando los ajustes y el mantenimiento.

Las máquinas (chisel, cultivador, grada, o vibrocultivador) se utilizan en AC, para hacer laboreo vertical en superficie, igualar el suelo y borrar las rodadas que se hacen con las labores. Se deberá estudiar el diseño del apero, la separación entre brazos y el ángulo de ataque para respetar en superficie, por lo menos, el 30% de la cubierta del suelo, en el siguiente gráfico nº 1 pueden valorarse los porcentajes de restos dejados en superficie con diferentes aperos.

Ocasionalmente, se utilizarán descompactadores de lama fina y reja plana a una profundidad (de 20 a 30 cm), para favorecer la permeabilidad y la aireación del suelo, y evitar encharcamientos. Los descompactadores son los que más potencia necesitan.

Hay otras máquinas que se utilizan para realizar escardas mecánicas, antes de la siembra con escardillos, y en postemergencia del cultivo con gradas de púas y binadoras.



Regulación y puesta a punto de los equipos de tratamientos fitosanitarios: es muy importante.



Los equipos para tratamientos fitosanitarios utilizados son los pulverizadores hidráulicos de barras.

Deben mantenerse en muy buenas condiciones de funcionamiento y limpieza. Tendrán marcadores de pasada (espuma) o el tractor equipado con GPS, para evitar dejar zonas sin tratar.

Los pulverizadores deben estar equipados de sistemas precisos de regulación de volúmenes de caldo a aplicar desde los 80 a los 400 litros por hectárea. Con boquillas de inyección de aire o limitantes de deriva. Si el pulverizador, también se utiliza para la aplicación de fertilizantes líquidos, deberá estar construido con materiales resistentes y tener boquillas (de 3,5 ó 7 chorros) preparadas para el reparto homogéneo.

En las sembradoras monograno y en las de chorrillo de siembra directa se colocan dispositivos para aplicar microgránulos y herbicidas en la línea de siembra, consiguiendo ahorrar tiempo, producto y combustible.

Los equipos de aplicación de fertilizantes sólidos minerales que se utilizan son la abonadora, y la sembradora.

Los equipos de aplicación de fertilizantes sólidos minerales que se utilizan son, la abonadora, y la sembradora. En las aportaciones de fertilizantes orgánicos, se utilizan los remolques esparcidores y las cisternas, estos deben estar bien equipados para regular con

precisión las cantidades aplicadas y la uniformidad en el reparto.

Las abonadoras utilizadas son de uno o dos platos, y también de tipo pendular. Cada vez se aportan más abonos con la sembradora en el momento de siembra.

La regulación de la abonadora es muy importante, según el tipo de abono que se emplee, tendrá una anchura de trabajo y la separación entre pasadas será diferente. Las anchuras de aplicación de las abonadoras van desde los 10 a los 40 metros, para evitar solapes o zonas sin fertilizante, se deben utilizar los sistemas GPS.

La maquinaria para siembra son las máquinas más importantes en AC, sobre todo en siembra directa sobre no laboreo.

La sembradora debe adaptarse a diferentes condiciones, generalmente con gran cantidad de residuos en el suelo, siendo necesario separarlos o cortarlos para poder abrir el surco de siembra, depositar la semilla a la misma profundidad y cerrarlo.

Las sembradoras pueden ser de chorrillo o monograno, para hacer la siembra en líneas. En menor cantidad, también se hacen siembras a voleo con abonadoras o equipos que dejan la semilla sobre el suelo, y la tapan con gradas, rastras, cultivadores, rulos en la misma o en otra pasada.

En los itinerarios de AC se ha explicado que puede sembrarse con dos tipos de sembradoras, la convencio-

nal sobre suelo trabajado, y la de siembra directa sobre no laboreo y suelo laboreado. Dentro de las siembras con mínimo laboreo, hay un sistema para ahorrar pasadas, destruir malas hierbas y no perder tempero del suelo, que consiste en poner delante de los elementos sembradores en la sembradora convencional unas rejas estrechas que hagan un laboreo muy superficial respetando el 30% con cubierta vegetal.

Las sembradoras deben regularse para cada variedad de cultivo, tipo de suelo, parcela, fecha de siembra y cada año, ya que las semillas no pesan siempre igual. Es posible sembrar con las sembradoras de siembra directa sobre suelo trabajado o sin trabajar. Mientras que las sembradoras convencionales deben sembrar siempre sobre suelo laboreado.

Las **sembradoras convencionales** son más sencillas, pesan menos, y son más económicas que las de siembra directa. Pueden equiparse en la parte delantera con rejas para borrar huellas, y rulo para asentar e igualar el suelo. Los elementos sembradores pueden ser reja, bota o disco. A continuación se colocan rulos o púas de muelles para cubrir las semillas y asentar el suelo.

Las **sembradoras de siembra directa** son más complicadas, teniendo diferenciadas cuatro partes del tren de siembra: Limpieza o corte de residuos de la línea de siembra, Siembra, Fertilización y aplicación de fitosanitarios, Cierre del surco y asentado.

En siembra directa, al no realizar ninguna labor, es esencial la limpieza de la línea de siembra con barre-rastrojos o con corte de los residuos, para que las semillas estén en contacto con la

tierra. En las sembradoras monograno se pueden utilizar cualquiera de los dos sistemas, sin embargo en las de chorrillo se adaptan mejor los discos cortadores de rastreo.

En los componentes de la sembradora **se recomienda que la tolva sea de gran capacidad para tener autonomía suficiente de semilla y de fertilizante.** Los sistemas de regulación de la semilla y fertilizante serán precisos, bien mecánicos o neumáticos. Dependiendo del cultivo, del coste de la semilla y de la precisión necesaria en las sembradoras de chorrillo se puede colocar cualquiera, sin embargo en las sembradoras de gran anchura, en las de monograno, y para sembrar en parcelas con pendientes deberá colocarse el distribuidor neumático.



Desplazar las líneas de siembra respecto al año anterior.

Las sembradoras de chorrillo se utilizarán en cultivos de cereal (avena, trigo, cebada, centeno), colza, guisante, veza, con separación entre líneas de 15 a 20 cm, pero montadas en el chasis en tres o cuatro filas dejando un espacio entre brazos de 40 a 70 cm para evitar que los elementos sembradores se embocen con los restos vegetales.

El peso es primordial en la sembradora de siembra directa, estará comprendido entre los 700 y 1000 kg por metro de anchura de trabajo si es de disco simple, o entre 1000 y 1400 kg si es de doble disco. En suelos secos o resistentes a la penetración, se aumentará la presión sobre los reguladores de profundidad, y si con ello no es suficiente se pondrán contrapesos.

Las sembradoras monograno o de precisión, deben adaptarse a las necesidades, en cultivos de maíz, girasol, sorgo, soja, colza, donde la separación entre líneas oscila desde los 35 a los 75 cm y los granos deben ir separados entre ellos guardando una equidistancia. En estas sembradoras el emboce es más difícil al tener más distancia entre los elementos sembradores.

El elemento sembrador es vital, porque debe procurar un lecho de siembra uniforme a una profundidad adecuada y

en condiciones óptimas para su pronta germinación, por lo que antes de iniciarse la operación, y para cada tipo de semilla que se utilice debe regularse la sembradora para dosificar y localizar la semilla homogéneamente.

La formación del lecho de siembra se hace con reja o con disco. Las sembradoras de rejas hacen una labor superficial perpendicular al suelo, lo que reduce considerablemente su peso para la misma anchura de trabajo. Las rejas se montan sobre brazos que se unen al bastidor de manera independiente para abrir mejor el surco de siembra. Estas se adaptan mejor a los terrenos pedregosos o mal preparados con mínimo laboreo. La potencia necesaria del tractor es de 25 a 30 CV por metro de anchura. Tiene menor coste que la sembradora de discos.

En el caso de los discos sembradores pueden ser simples o dobles. Estos se sitúan ligeramente inclinados con respecto a la perpendicular del suelo y a la dirección de avance.

Los discos que se utilizan pueden ser de construcción diversa, lisos, estriados, ondulados, acanalados o accionados. Las sembradoras de disco simple,

Elementos para sembradoras de siembra directa

Discos abridores

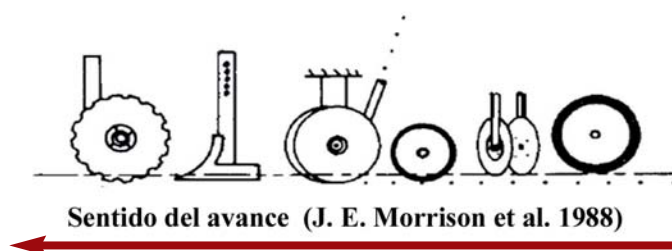


Elementos sembradores

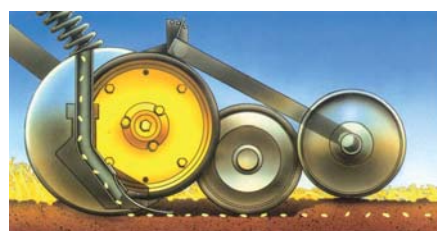


Disco abridor, reja y asentador.

Tren de siembra



Sentido del avance (J. E. Morrison et al. 1988)



no suelen llevar elemento abridor cortador delantero, ya que el mismo dispositivo de apertura realiza la función de corte y siembra mediante una bota que deposita las semillas en el fondo. Los discos grandes con diámetros de 50 a 60 cm se comportan mejor en el corte, pero no profundizan tanto como los de 30 cm.

Las de doble disco para siembra en línea, deben llevar siempre un disco delantero abridor en el chasis de la máquina o en un bastidor independiente. Le sigue el doble disco que abre el suelo en forma de V y entre ambos se deposita la semilla en el fondo del surco. Se adaptan mejor para trabajar con abundantes residuos. Son más pesadas y más sensibles a roturas en terrenos pedregosos. Se fabrican con mejores materiales y son más caras que las de reja.

Para controlar la profundidad de siembra se disponen unas ruedas de goma o metálicas, que deben ser individuales en cada línea para limitar mejor el enterrado según el estado del suelo. No se aconseja que vayan unidas en grupo al bastidor de la máquina.

Tras depositar la semilla en el suelo, la tierra fina debe envolverla y apretarla para que germine rápidamente. En algunos modelos se colocan dispositivos (ruedas, lengüetas, patines) que empujan a la semilla contra el fondo del

surco, seguidos inmediatamente de los órganos de cierre, 1 ó 2 ruedas compactadoras, que asientan el suelo y cierran las líneas.

Estas ruedas se fabrican de goma o metal. Las de goma se adaptan mejor al suelo de trabajo y en condiciones húmedas desprenden la tierra adherida, evitando acumulaciones. Presentan el inconveniente de que se pueden desgastar más rápidamente cuando trabajan en condiciones secas y con alta presión de compresión. Las de metal son más duraderas y si son acanaladas, favorecen la nascencia de las plantas.

Al final del tren de siembra, el último accesorio que puede montarse son rastras con objeto de igualar la cobertura de residuos sobre el terreno y evitar la costra en superficie.



Sembradora de siembra directa.

Elementos básicos de la sembradora

Elementos limpiadores



Elementos asentadores



Elementos de cierre

