

ELEMENTOS QUE DEFINEN EL COMPORTAMIENTO DE LAS SEMBRADORAS

Parte 2.- Los elementos sembradores

El estado de preparación del suelo y la presencia de residuo superficial procedente del cultivo anterior obliga a diseñar elementos sembradores adaptados a cada situación particular.

LUIS MÁRQUEZ
MADRID

A medida que se reduce el trabajo del suelo previo a la siembra, los elementos de la sembradora, que se encargan de abrir el surco donde se deposita la semilla y el tapado de la misma, aumentan su importancia para conseguir una buena siembra.

La bota de siembra es el elemento encargado de abrir el surco en el que va a quedar depositada la semilla. El grado de preparación del suelo, la consistencia del mismo, los restos de vegetación o de la cosecha anterior, y la profundidad y situación en que desea colocar la semilla, modifican sustancialmente el tipo de bota de siembra aconsejable.

Seguidamente se analizan los elementos que caracterizan los cuerpos de siembra en los diferentes tipos de sembradoras, tanto para suelo bien preparado como para la siembra directa.



■ Las botas de siembra

La bota de siembra es un elemento de trabajo del suelo, similar a los que se utilizan en lo que se denomina laboreo secundario. En las especies vegetales como el trigo o la cebada, que no son muy exigentes en lo que respecta a la colocación de las semillas en profundidad, y que admiten una cierta proximidad de los granos sembrados, se utilizan surcadores sencillos como lo son:

• La reja

Similar a la que se utiliza en los cultivadores, y que recibe la descarga de la semilla por detrás. Se emplea generalmente montada en un brazo articulado o flexible que le permite ajustarse a las irregularidades del terreno y absorber los choques que las piedras o las raíces pueden provocar. La profundidad de

siembra no es muy regular, pero se adapta bien a suelos poco preparados.

• La bota sembradora

Es un elemento especialmente concebido para la siembra de cereales y otros cultivos de comportamiento similar. Está formada por un bloque de acero que disminuye su sección en la parte delantera hasta formar una arista que se encarga de cortar el suelo, redondeada en la parte inferior y acabada en forma de V. La posición de la arista cortante en relación con la vertical permite su adaptación al estado del suelo; suele llevar una escotadura posterior para evitar la entrada de tierra en el tubo de descarga.

Las modificaciones constructivas que permiten su adaptación a la naturaleza del suelo son:



Tipos de surcadores: bota, reja curvada y reja vertical.

- En suelos friables: borde cortante dirigido hacia atrás.
- En suelos duros y pedregosos: borde cortante hacia delante o casi vertical.

Cuando se realiza el transporte neumático de la semilla, en la bota se suele disponer de un ciclón de descarga que permita la salida del aire hacia arriba, para evitar que efectúe un barrido en el suelo, dejando que la semilla caiga por gravedad a muy pequeña distancia del suelo.

De los resultados de los ensayos se deduce que hay un incremento de la producción cuando la siembra se ha realizado utilizando 'botas', frente a lo que sucede cuando se han utilizado 'rejas' en suelos relativamente bien preparados.

• El disco sencillo

Permite el corte con rodadura como lo hacen los elementos de las gradas de discos. En el disco simple o casquete (según sea la concavidad) se realiza la descarga de la semilla por la parte cóncava. Para evitar el embozado deben llevar adosados raspadores, siempre en la cara cóncava y a veces en la convexa. Se adapta preferentemente a suelos desmenuzados y admite la existencia de residuos vegetales en la superficie.

• El disco doble

Lo forman dos discos colocados en planos convergentes realizándose la descarga de la semilla entre ambos. Los ejes de los discos se encuentran unidos al elemento de siembra y

se montan cojinetes entre los discos y el eje. Son adecuados para suelos superficialmente endurecidos o friables, así como con restos de vegetación en la superficie.

Como complemento de los surcadores se pueden utilizar diversos dispositivos que impidan la entrada de la tierra en el extre-



Surcador de disco doble

mo del tubo de caída. Estos son de dos tipos diferentes: tapa de cierre que se sitúa por detrás de la salida, obstruyéndola en cuanto pierde contacto con el suelo, o se desplaza hacia atrás, y bastidores de alambre que se

sitúan por debajo de cada bota en cuanto esta se levanta del suelo, impidiendo el contacto hasta que la máquina empieza a avanzar.

Los surcadores en las sembradoras monograno

Cuando se siembran especies vegetales en las que se necesita un espaciamiento uniforme, a la vez que gran precisión en la profundidad de siembra, a las botas de siembra se les suele dar la denominación de surcadores. En general están diseñadas para trabajar en suelos bien preparados.

La forma del surco tiene importancia; se recomienda una V adecuada al tamaño de la semilla considerada, que evite el rebote y la rodadura la misma. La punta de la V, en la zona de caída de la semilla, debe ser lo suficiente mente ancha para que la semilla se apoye en el fondo del surco, garantizando, de esta manera, la profundidad de siembra uniforme.

Los abresurcos son de formas diferentes, aunque pueden establecerse con ellos dos grandes grupos: los patines o



Surcadores de tipo azadón.



azadones que realizan el corte de manera estática, y los discos que cortan el suelo a la vez que giran alrededor de un eje más o menos perpendicular con la dirección de avance.

• Surcador de patín o azadón

Este tipo de surcador está formado normalmente por dos planos convergentes que terminan en un borde de ataque curvado, dando lugar a lo que se conoce como azadón curvo. Se utiliza para siembra en suelos bien preparados y sueltos y presenta la ventaja de que los surcos quedan con las paredes ligeramente comprimidas, lo que favorece la nascencia.

En algunos azadones el borde cortante es menos curvado, conociéndose entonces como surcadores de patín romo, o incluso con punta hacia adelante. Esto los hace más adecuados para terrenos secos y pedregosos, aunque pueden presentar mayor tendencia al arrastre de residuos vegetales si no existe una cuchilla o rueda cortadora por delante.

En general los azadones producen poco movimiento del suelo y marcan bien la V del surco. Su límite funcional está dado por las dificultades de autolimpieza en suelos pesados. Permiten la siembra en suelos sueltos hasta 10 cm de profundidad. Los diseños modernos de azadón, contruidos en una sola pieza y con perfil estrecho, han convertido a estos surcado-

res en los más apropiados para cultivos como la remolacha. Las únicas dificultades aparecen cuando se pretende su funcionamiento sobre suelos con abundante residuo superficial o muy mal preparados.

La longitud del azadón condiciona su comportamiento en el surco. Para el maíz es más conveniente utilizar un azadón largo que se mantiene mejor en la línea

Es importante la regulación del ángulo de incidencia del azadón para que se aproveche el borde cortante y se impida la obstrucción por entrada de tierra en la zona de caída de la semilla. Se recomienda para ello que la punta este de 1 a 2 cm más baja que la cola.

La longitud del azadón condiciona su comportamiento en

el surco. Para el maíz es más conveniente utilizar un azadón largo que se mantiene mejor en la línea. El azadón corto es más apropiado para cultivos como la remolacha, que exigen doble rueda de apoyo (delante y detrás del azadón) para mantener muy uniforme la profundidad de siembra.

La altura del borde cortante del azadón (reja) permite que la siembra se realice a mayor o menor profundidad. Para cultivos como el maíz se recomienda el empleo de reja alta, mientras que en la remolacha, en la que la profundidad de siembra es mucho menor, conviene la reja baja.

• Surcador de disco doble

Lo componen dos discos colocados en planos convergentes, realizándose la descarga de semillas entre ambos. Los ejes de los discos se encuentran unidos al elemento de siembra y la rodadura entre discos y eje se realiza mediante cojinetes. A veces al lado de cada disco se sitúa una rueda con apoyo de goma que ayuda a cortar los residuos superficiales.

Producen gran movimiento del suelo, pero son adecuados para tierra poco preparada, con restos de vegetación, con muchos terrones o endurecida por las lluvias. Tienen una excelente autolimpieza que decrece al trabajar en suelos arcillosos y húmedos. Para que se materialice su capacidad de autolimpieza no deben trabajar a una profundidad superior a la cuarta parte de su diámetro.

No garantiza gran precisión de la profundidad de siembra ya que el surco producido se asemeja a una W, por lo que se recomienda preferentemente para operaciones de siembra directa. Para mantener el surco en forma de V es frecuente utilizar discos de diferente diámetro a cada lado.



Surcador combinado de disco doble y azadón.

• Surcador combinado

Para garantizar la uniformidad en la profundidad de colocación de la semilla cuando se trabaja en suelos poco preparados, o con abundante residuo superficial, se recomienda utilizar un surcador combinado, en el que un sistema de doble disco se encarga de cortar el surco y los posibles restos de la vegetación, preparando el camino para el azadón, o abridor fijo, que viene detrás y que debe trabajar a algo mayor profundidad para formar el surco en V que garantiza la buena colocación de la semilla.

Una alternativa es sustituir el doble disco delantero por una cuchilla circular centrada, o ligeramente desplazada, que corta la vegetación y también, en función de lo rizado de su filo, crea tierra fina en los suelos endurecidos para luego cubrir la semilla.

Para eliminar el residuo superficial, que puede embozar el elemento surcador, pueden utilizarse deflectores que lo apartan de la zona sobre la que va a trabajar el surcador.

El surco en el que se ha depositado la semilla tiende a cerrarse por desmoronamiento, aprisionando la semilla en su interior, pero en suelos fuertes y con elevado contenido de humedad puede quedar abierto y con las semillas poco comprimidas, por lo que es preciso utilizar

unos elementos que completan el enterrado. En los cultivos poco exigentes en cuanto a la profundidad de siembra, en los que la semilla se coloca a bastante profundidad, en la mayor parte de los casos basta agregar un trozo de cadena que realiza una labor análoga a la de una rastra suave. Si se desea mayor efecto se pueden utilizar paletas laterales orientables o púas flexibles inclinadas hacia atrás.

En los suelos sueltos se logra una gran ventaja al comprimirlos después de la siembra, ya que se reducen los espacios libres y mejora el contacto de la semilla con la tierra, por lo que



Dedo asentador situado por detrás de un surcador de disco doble.

se humedece y germina más rápidamente. Para ello se utiliza una rueda, que se puede denominar 'asentadora', de pequeño tamaño y situada centrada en el surco, inmediatamente detrás del surcador, que, al mismo tiempo que asienta levemente la tierra sobre la semilla, evita la tendencia que siempre tiene

ésta a rodar y desplazarse del punto de caída. En algunas sembradoras para la siembra directa se sustituye la rueda asentadora por un dedo de material plástico que se apoya sobre la semilla en el momento en el que esta llega al suelo.

Con independencia de que exista, o no, rueda asentadora siempre se encuentran las ruedas compactadoras que se encargan de la compactación del suelo fundamentalmente a



Ruedas compactadoras regulables en posición y presión.

los lados de la línea de siembra, aporcando tierra suelta sobre la misma, de manera que se favorezca la emergencia de las plántulas.

Las ruedas utilizadas con este fin, de una pieza o divididas en dos mitades, pueden ser metálicas o con elementos de rodadura de caucho, utilizando garras que aumenten la adherencia. Las ruedas metálicas deben ir provistas de limpiabarros. Variando la separación y la inclinación de las dos mitades que forman el sistema compactador se modifica la anchura de la banda compactada y el aporte de tierra sobre la misma. El aumento de la velocidad de siembra, manteniendo

la posición relativa de las dos mitades, hace aumentar la cantidad de tierra que llega sobre la semilla, con lo que incrementa la profundidad a la que queda enterrada.

También se pueden utilizar unas bandas de goma adosadas a las ruedas metálicas que presionan sobre la semilla, actuando de manera similar a como lo hacen las ruedas 'asentadoras', ya mencionadas, pero después de cerrar completamente el surco.

En determinadas condiciones de trabajo, como es el caso de los suelos húmedos con excesos de tierra fina en la superficie, las ruedas compactadoras pueden producir costra superficial, y se favorece la germinación de las malas hierbas en la banda de tierra asentada. Para evitarlo es preferible el empleo de ruedas con superficies de apoyo rugosas, reduciendo la presión sobre el suelo al mínimo.

Los surcadores en máquinas para la siembra directa

Las mayores dificultades que encuentran las máquinas sembradoras para realizar la siembra directa son debidas al estado desfavorable de la superficie del terreno, tanto por los residuos que tienden a obstruir el trabajo de la bota, como por la mayor resistencia a la penetración de la capa superficial.

Además de conseguir una suficiente penetración para el enterrado de la semilla, con independencia a la resistencia del suelo y de los impedimentos de la cubierta vegetal, la sembradora debe, en una sola pasada, preparar el lecho de siembra, lo cual exige la suficiente creación de tierra fina que se pueda compactar por encima y debajo de la semilla, proporcionando un recubrimiento que limite el efecto de secado y la acción de los depredadores. Estos órganos

deberán aumentar al menos en un 50% si se desea la incorporación del abono en la misma operación.

Las características esenciales de las sembradoras para la siembra directa son:

- Equipo robusto y con peso suficiente para penetrar en suelo duro cortando los residuos superficiales que limitan su acción.
- Capaz de preparar una pequeña banda de suelo de 5 a 8 cm de anchura y de 7 a 15 cm de profundidad que reciba la semilla.
- Equipada con sistemas para el control de la profundidad de siembra en límites entre 2 y 8 cm.
- Capaz de cubrir con tierra la semilla colocada en el surco, afirmando la tierra para reducir el espacio vacío entre los terrones y mantener la humedad alrededor en la semilla.

Este trabajo, equivalente al que se realiza con el laboreo secundario en una preparación de suelo tradicional, es una consecuencia de la acción sobre la línea de tres grupos de elementos: apertura del surco, colocación de la semilla y enterrado y compactación, aunque a veces un elemento constructivo pue-

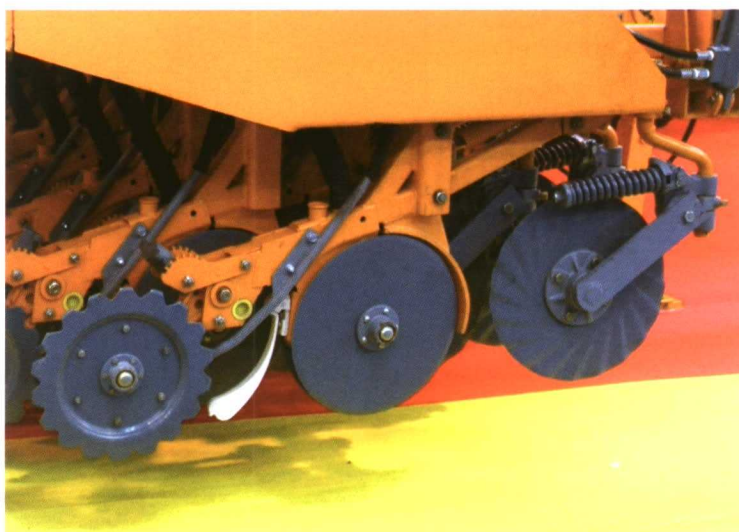
de encargarse de más de una función.

Apertura del surco

Para proceder a una correcta apertura del surco se dispone de dos opciones: el corte vertical de la cubierta vegetal, o la separación de la misma.

La realización de la apertura del surco mediante una cuchilla circular de giro libre es la opción más generalizada. Para aumentar la resistencia al embozado es conveniente que el eje de giro de la cuchilla se encuentre por encima de la capa vegetal que cubre el suelo, con lo que se facilita el corte de los residuos. Esto obliga a aumentar el diámetro del disco, lo cual dificulta la penetración para la misma carga vertical. Para conseguir una penetración suficiente se procede a cargar estos discos mediante masas de lastre y resortes, alcanzándose frecuentemente valores próximos a los 200 kg por unidad.

La cuchilla, además de lograr la apertura del surco, condiciona la profundidad de siembra y se encarga de la creación de tierra fina, que luego se precisará en el tapado de la semilla. La actuación de la cuchilla depende de la forma



Conjunto de elementos para la siembra directa con cuchilla separada del surcador.



Elemento sembrador Seedflex de Kuhn.

de su borde, que puede ser liso, rizado y ondulado, según el orden creciente de rugosidad.

Una cuchilla de borde ondulado prepara una faja más ancha. Para suelos secos y en condiciones de trabajo difíciles se pueden utilizar cuchillas accionadas con dedos de material endurecido que actúan fresando el suelo.

El ajuste de la cuchilla puede hacerse tanto en el plano vertical como en el horizontal. El ajuste en el plano vertical condiciona la profundidad de siembra, en la mayoría de los casos limitada por la rueda compactadora. Para suelos compactos y secos la cuchilla debe profundizar para lograr una adecuada cobertura de la semilla. En suelos húmedos, la cuchilla debe penetrar poco, para que la semilla no quede demasiado profunda o no se logre una buena cobertura al consolidarse el surco.

Con el ajuste en el plano horizontal se puede lograr la coincidencia de la línea de la cuchilla con la bota de siembra, aunque a veces es conveniente un ligero desplazamiento lateral que aumenta la cantidad de tierra fina.

La actuación de la cuchilla depende de la forma de su borde, que puede ser liso, rizado y ondulado, según el orden creciente de rugosidad

Bota de siembra

Para colocación de la semilla pueden utilizarse botas de siembra de las denominados fijas, como los escarificadores, o bien, giratorias, con disco cóncavo único inclinado respecto a la dirección de la marcha, o con disco plano doble en V que recibe la semilla por el interior.

La elección entre las diferentes opciones depende, además del estado del suelo, de la facilidad de regulación. Como ventajas e inconvenientes de cada sistema se pueden señalar:

- **Bota de siembra fija:** entra bien en suelos con malas condiciones físicas, resulta fácil de ajustar y tiene un bajo coste relativo, pero no trabaja bien con piedras y raíces; puede acumular residuos que obligan a limpiezas frecuentes, en suelos secos y duros puede levantar terrones que perjudican la calidad de la labor y en suelos muy húmedos dejan espacios con aire y túneles por debajo de las semillas. Su demanda de potencia es comparativamente mayor que el de los sistemas con elementos móviles.
- **Disco en ángulo** con la dirección de avance: penetra bien con hierba densa y en suelo con mucho residuo, tiene bajo peso y bajo coste, logrando una buena cobertura de la semilla y necesita bajo esfuerzo de arrastre. Como desventaja más significativa cabe señalar la necesidad de un ajuste cuidadoso del ángulo de los discos sembradores.
- **Disco doble en V.** Estos sistemas precedidos de una cuchilla circular de borde ondulado parece que resultan la mejor opción en muchas ocasiones. Proporcionan mayor versatilidad para



Surcador con disco en ángulo y rueda de apoyo.



Bota de siembra de reja fija



Bota de siembra con disco y rueda de apoyo

diferentes condiciones de siembra, penetran en mayor cantidad de residuos, y soportan piedras y otros obstáculos, adaptándose a suelos mojados; pueden sembrar a mayor velocidad y requieren potencia menor. Como desventajas se puede señalar el mayor coste de la unidad, la necesidad de un ajuste cuidadoso en la alineación entre la cuchilla circular y los discos sembradores y algunos problemas en el tapado de la semilla cuando se trabaja a poca profundidad.

En las sembradoras a chorrillo adaptadas para la siembra bajo cubierta vegetal, los elementos surcadores del tipo reja deben estar situados en dos, tres o incluso cuatro filas sucesivas de forma alternada para que no provoquen el rastrillado superficial. Se estima que entre botas contiguas situadas en una línea transversal debe haber una separación mínima de 500 mm, con un despeje vertical que supere los 450 mm.

El proceso de siembra se completa con los elementos que se encargan del enterrado y la compactación de la semilla. En las sembradoras para cultivos en línea generalmente se utilizan ruedas compactadoras en cada cuerpo. Cada uno de los cuerpos de siembra puede llevar otros elementos aporcadore que hacen posi-

Cuando se ha realizado una buena preparación del suelo, necesaria en cultivos como la remolacha azucarera, el surcador recomendado es del tipo azadón, o bien el de tipo mixto

ble la siembra sobre caballón, así como 'carenaos' que impiden el embozado de la máquina con un residuo vegetal abundante.

■ Criterios para elegir un cuerpo de siembra

En primer lugar hay que considerar el estado en el que se encuentra el suelo antes de la siembra. Si hay un abundante residuo superficial (siembra directa sobre rastrojo) será im-

prescindible la utilización de surcadores de discos, que pueden ir precedidos de disco de corte y barredores de rastrojo.

En el caso de la siembra de cereales de invierno sobre suelos poco preparados (siembra semi-directa) siempre que la presencia de residuos sea baja, se recomienda las botas de siembra de tipo reja. Si el suelo no está muy endurecido en la superficie, ya que ha recibido cierto grado de laboreo secundario, o las condiciones de humedad son favorables, puede utilizarse una bota de siembra de tipo reja, inclinada hacia delante o vertical. En suelos bien preparados la bota es la mejor opción para conseguir una buena germinación y nascencia de la semilla.

Cuando se ha realizado una buena preparación del suelo, necesaria en cultivos como la remolacha azucarera, el surcador recomendado es del tipo azadón, o bien el de tipo mixto, con azadón y discos, en cultivos como el maíz o el girasol, en el que la semilla se sitúa a mayor profundidad.

Conviene recordar que el cuerpo de siembra debe conseguir que la semilla quede a una profundidad constante, rodeada de tierra fina asentada a su alrededor para favorecer la germinación. Prácticamente lo que se consigue con el laboreo secundario, pero limitado a la línea de siembra. ■