

MÁQUINAS PARA LA SIEM

Las operaciones de laboreo y preparación de suelo tienen un objetivo claro: dejar el terreno en condiciones que favorezcan la nascencia y germinación de las semillas y el posterior desarrollo del cultivo. Después la sembradora se encargará de distribuir la semilla en el suelo.

Se puede pensar que la máquina sembradora sólo participa en el proceso productivo dosificando con mayor o menor precisión la cantidad de semilla necesaria. Sin embargo, hay otro aspecto de su función tan importante como el de dosificar: es el de completar el trabajo del suelo en lo que corresponde a la preparación del lecho de siembra y de la capa del mismo donde se realizan germinación y nascencia. Esto, que resulta imprescindible cuando se realiza la siembra directa, también es muy importante con las técnicas de labranza tradicionales.

SEMBRAR NO ES SÓLO 'DOSIFICAR'

Unas experiencias realizadas hace algunos años por el ITGA de Navarra, pusieron de manifiesto la importancia de la bota utilizada en la siembra de cebada. Se probaron:



- Sembradoras de 'chorrillo' provistas de 'botas', otras provistas de 'rejas' (tipo cultivador) y tubo de caída posterior, regulando ambos grupos de máquinas para que coloquen la semilla entre 4 y 5 cm de profundidad.
- Cajones sembradores para caída libre de la semilla (siembra a 'voleo') y posteriormente enterrada con cultivador. Esta última opción fue ejecutada de dos maneras diferentes: con la misma dosis de semilla que en el resto de los ensayos y con una dosis un 20% mayor, como habitualmente hace el agricultor cuando utiliza este procedimiento de siembra.

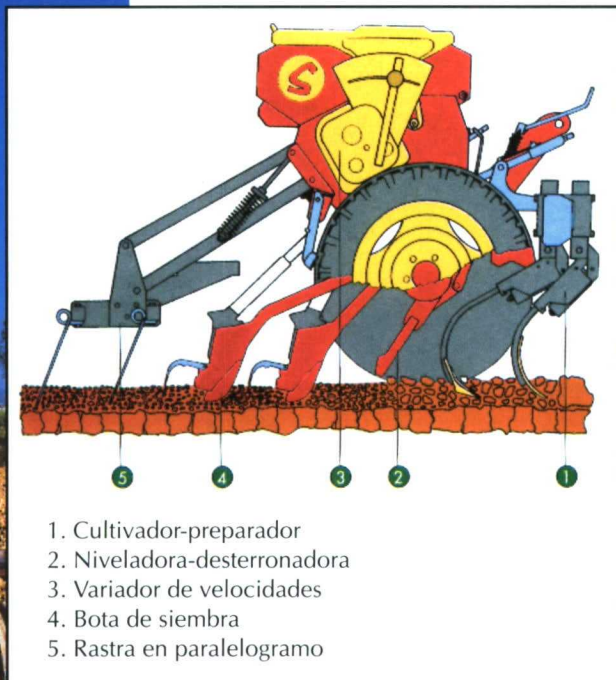
Los resultados obtenidos, en la totalidad de las zonas, daban la clara

ventaja de la siembra con sembradora frente a la siembra a 'voleo', aunque ésta se realice incluso con mayor cantidad de semilla.

Cierto que hay un aumento de la nascencia cuando se siembra a 'voleo' mayor cantidad de semilla, pero el ahijamiento que se produce cuando la semilla se sitúa en 'líneas', manteniendo la profundidad (botas o rejas), compensa la mayor nascencia conseguida y origina producciones medias un 10% superiores. En la siembra a 'voleo' con alta y con baja densidad se obtienen producciones en todo equivalentes.

De los resultados de los ensayos se deduce algo más: siempre aparece

SIEMBRA DE LOS CEREALES



1. Cultivador-preparador
2. Niveladora-desterronadora
3. Variador de velocidades
4. Bota de siembra
5. Rastra en paralelogramo

Estructura general de una sembradora para cereales de invierno y otras semillas que exigen una colocación similar en el suelo.

rrillo? En principio, una sembradora de calidad debe permitir la colocación de los granos sobre la línea manteniendo la profundidad dentro de unos límites que no superen el centímetro y sin que aparezcan variaciones respecto a la dosis teórica de siembra superiores al 5%, o diferencias entre las cantidades de grano que llegan a cada línea superiores al 3%.

Se ha pasado de hablar de dosis de siembra en kg/ha a número de granos por metro cuadrado, y esto exige una dosificación precisa, una verdadera 'siembra de precisión' también en las sembradoras de chorrillo, pero, asimismo, hay que contar con los elementos de puesta en tierra de la semilla que garanticen junto con la profundidad, el asentamiento adecuado para favorecer su germinación.

La producción final de cualquier cultivo es una consecuencia, por una parte, del número de plantas que llegan al final del desarrollo productivo, y, por otra, de la cosecha que cada

planta llega a producir. El número total de plantas, multiplicado por la cosecha que cada planta aporta, será el resultado final.

Para cada cultivo, en función de las características de clima y de suelo, la máxima cosecha se consigue cuando el número de plantas que llegan al final del desarrollo se mantiene dentro de un intervalo con una amplitud determinada. Hay plantas muy exigentes a este respecto, otras no lo son tanto, como es el caso de los cereales, que admiten variaciones en la población entre 150 y 450 plantas/m².

LA 'CALIDAD' DE LA SIEMBRA

Si cada planta proviene de la germinación de una semilla, las técnicas que favorecen esta germinación permitirán reducir la dosis de siembra y para ello son importantes: la calidad de la semilla utilizada, del lecho de siembra que va a recibir la semilla y del propio emplazamiento de la semilla que realiza la sembradora. Esto no sólo influye en el número de plantas que se van a obtener, sino también en el vigor de cada una de ellas, que le proporcionará un aumento de la resistencia frente a condiciones desfavorables y también una mayor producción.

La calidad del lecho de siembra es consecuencia de la forma en que se haya realizado la preparación del suelo, especialmente el laboreo secundario. Aunque los cereales tienen gran capacidad de adaptación a lechos de siembra mal preparados, esto suele ocasionar una nascencia mediocre y obliga a aumentar la cantidad de semilla con el consiguiente incremento del coste de producción.

Para que la semilla germine deberá recibir cierta cantidad de humedad que le proporcionarán las partículas del suelo. Esto será más rápido cuanto más íntimo sea el contacto entre la semilla y el suelo. Para conseguirlo se

un incremento de la producción cuando la siembra se ha realizado utilizando 'botas' frente a lo que sucede cuando se han utilizado 'rejas', aunque las diferencias no sean tan importantes como cuando la siembra se realiza a 'voleo'. Esto aconseja profundizar en el análisis de las características de las máquinas, para llegar a establecer cuáles son los dispositivos que mejor se adaptan a cada circunstancia.

SIEMBRA DE PRECISIÓN

¿Qué es lo que se exige en estos momentos a las sembradoras de cho-



puede trabajar en dos líneas complementarias: procurando que las semillas queden rodeadas de partículas de menor tamaño que el suyo y asentando el suelo alrededor de las semillas. Mientras más pequeñas son las partículas que rodean a las semillas menos se necesita el asentado del suelo y así se evita el peligro de encostramiento.

El lecho de siembra ideal, para gran número de especies cultivadas, estará formado por una capa base, no alisada, situada de 6 a 8 cm de profundidad, seguida de otra de tierra fina, con terroncillos no mayores de 1 cm, en la que se deberá situar la semilla, y una capa superficial con terroncillos no mayores de 5 cm.

Cuando en el lecho de siembra se encuentran terrones de gran tamaño, éstos se convierten en obstáculos para la nascencia. Si las partículas de suelo son demasiado finas se corre el riesgo de formación de costra cuando las condiciones climáticas hacen aumentar la humedad del suelo.

Por último, y más directamente dependiente de la sembradora, está la calidad del emplazamiento de las semillas en el suelo. Una colocación profunda retrasa la nascencia, sobre todo cuando el suelo está húmedo. Una colocación demasiado superficial puede ocasionar una nascencia irregular en condiciones de suelo seco, quedando además las semillas más al alcance de los pájaros. Para los cereales se aconseja colocar la semilla entre 4 y 5 cm de profundidad.

También puede tener importancia la distancia entre líneas de siembra consecutivas. Parece que, en los cereales de invierno, una separación entre 15 y 17 cm resulta aceptable. La reducción de esta distancia hasta 10 cm, o la siembra en bandas, no parece que sistemáticamente proporcionen aumentos significativos de la cosecha.

ELEMENTOS DE LA MÁQUINA SEMBRADORA

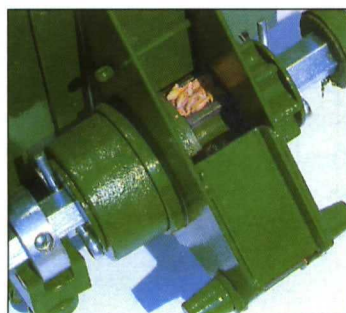
Cualquier sembradora debe tener un conjunto de elementos que permi-

tan lograr la dosificación y el enterrado de la semilla, además de la tolva o tolvas, que contienen la semilla que se debe sembrar. Cada uno de estos elementos atenderá a formas constructivas y principios diferentes según a la máquina a que vaya dirigido. El mecanismo dosificador de la semilla condiciona esencialmente las prestaciones de la máquina y puede considerarse como el elemento que caracteriza su precisión.

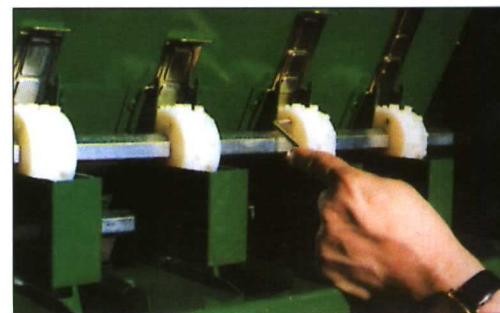
Dosificador

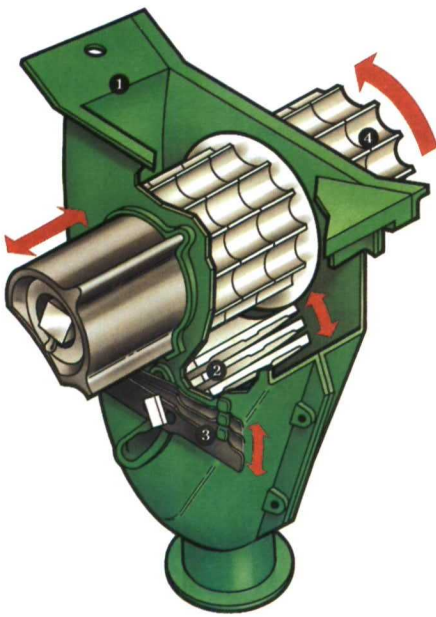
Se denomina dosificador al elemento de la máquina que tiene encomendada la misión de sacar los granos de la tolva de manera continua e independiente del grado de llenado de la misma.

En las sembradoras de chorrillo el distribuidor debe suministrar un caudal constante de semillas, proporcional a la longitud recorrida por la máquina. El más generalizado de los sistemas de dosificación es el denominado de rodillo acanalado. Un cilindro con acanaladuras, en las que puede entrar un grupo numeroso de semillas, que se pone en contacto con el fondo de la tolva, accionado por un eje común para todas las líneas, permite arrastrar de la tolva un caudal constante de semillas. Con una cubierta envolvente, flo-

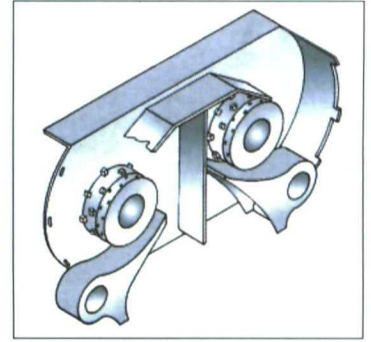


Dos alternativas para la dosificación de granos finos:
a) Cilindros acanalados
b) Ruedas con dedos.





Dosificador de dedos para diferentes tipos de semillas (finas y gruesas).



El variador continuo permite ajustar la dosis de siembra cuando se utiliza dosificador de ruedas con dedos.

Elementos en un dosificador de cilindro acanalado:

1. Unión con el fondo de la tolva.
- 2 y 3. Variación de la capacidad de las acanaladuras (adaptación al tipo de semilla).
4. Cilindro acanalado.

tante para evitar acuñación y rotura de las semillas, construida en material plástico, al igual que el cilindro, es una solución económica y fiable.

La regulación de la dosis de siembra se consigue desplazando el cilindro longitudinalmente en la abertura, cerrando parte de la ventana de comunicación, lo que no hace imprescindi-

ble que se tenga que modificar la velocidad del eje de accionamiento del distribuidor.

Hay otras soluciones en el mercado, como el cilindro con dientes exteriores que sucesivamente van arresando de la tolva las semillas. Dosifica con gran uniformidad, pero precisa un sistema de engranajes intercambiables para poder modificar la dosis de siembra.

Las máquinas antiguas montaban también dosificadores de cangilones o cucharillas que, como en una noria, iban sacando las semillas de la tolva. El sistema, que permite un trato inigualable de las semillas, puede tener problemas en la dosificación cuando la máquina recibe sacudidas por las irregularidades del



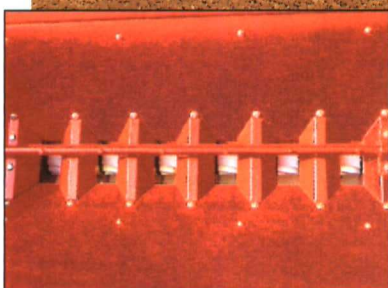
terreno, al producirse el vaciado de los cangilones. Este sistema, con cucharillas de menor tamaño, es actualmente utilizado sólo en máquinas para siembra de plantas de huerta.

Otros sistemas, como el basado en la fuerza centrífuga que hace subir las semillas por el interior de un cono con el vértice hacia abajo y con paletas helicoidales en su superficie interior, prácticamente han desaparecido del mercado. La dosificación que se consigue es de una gran uniformidad entre todas las líneas, pero puede estar influida por la velocidad de avance y resulta difícil detectar la obstrucción de alguna de las líneas.

Más recientemente han aparecido en el mercado, dirigidas fundamentalmente a la siembra de cultivos con semillas esféricas y de pequeño tamaño, como la colza, pero que también pueden ser empleadas con los cereales, unas sembradoras que utilizan, para repartir la semilla entre las líneas, una corriente de aire ascendente, que las arrastra



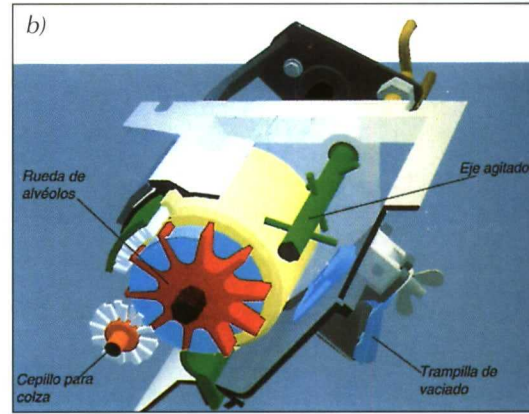
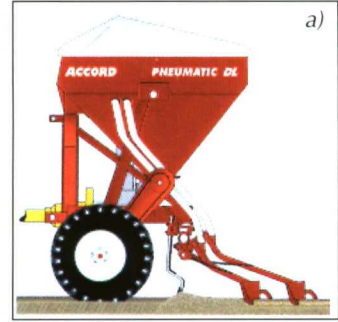
Siembra a chorrillo:
a) Detalle del fondo de la tolva con las salidas hacia el dosificador.
b) Dosificador continuo para siembra a chorrillo.



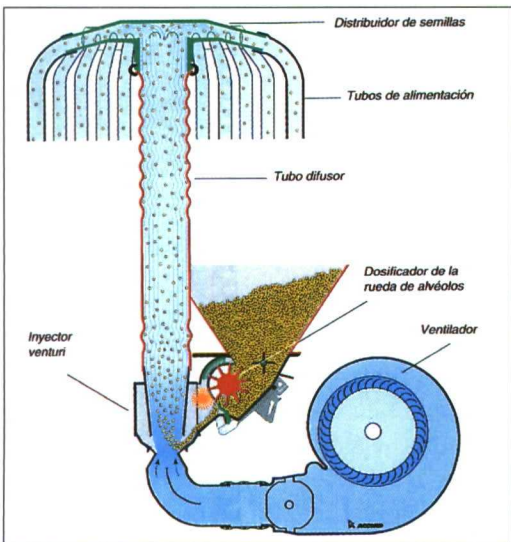


Dosificación neumática por corriente de aire (granos finos).

- a) Esquema general
- b) Detalle del sistema de dosificación



Detalle del distribuidor de aire + semilla.



que se consigue con estas máquinas está haciendo que alcancen una rápida penetración en el mercado.

En otras máquinas la dosificación mecánica se realiza sobre conducciones de aire que arrastran la semilla hasta las botas de siembra. En ellas el aire no interviene en la dosificación, pero de esta manera se puede atender, desde un cuerpo central, mayor número de botas de siembra, con fácil plegado para el transporte, a la vez que se acelera la caída del grano.

Con los sistemas de dosificación más utilizados en estas sembradoras, como son los cilindros acanalados y dedos, pueden hacerse unas recomendaciones en función de su adaptación a

los diferentes tipos de grano (distintos al tamaño habitual de los cereales).

Para la dosificación sobre corriente de aire, además de ajustar los elementos mecánicos que la realizan (cilindros acanalados o con dedos) al tamaño de los granos, se debe ajustar el caudal de aire según la densidad de la semilla utilizada. En general, estas máquinas se adaptan mejor a las semillas de pequeño y mediano tamaño.

Tubos de caída

Para que la semilla alcance el suelo, una vez separada por el dosifica-

por un tubo vertical rematado en un difusor en forma de seta, con tantas salidas como líneas de siembra. El paso de la semilla a la corriente de aire lo regula un sistema de paletas con funcionamiento similar al sistema de rodillo acanalado anteriormente descrito. La precisión y la versatilidad

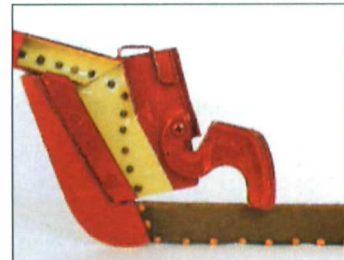


Semillas	Sistema de dosificación				
	acanaladuras		dedos		
	regulables	fijos	pequeños	Normales	grandes
Pequeñas	++	+	++	-	-
Medianas	++	++	-	++	++
Gruesas	+	+	-	-	++
Muy gruesas	-	-	-	-	+

++ adecuado; + admisible; - desaconsejado



Sembradora neumática por corriente de aire.



Bota de siembra y detalle de la compuerta posterior de cierre.



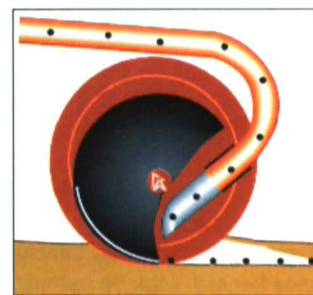
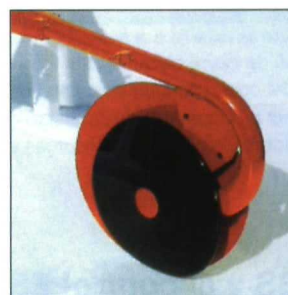
Mediante un patín se puede mejorar la profundidad de siembra cuando se trabaja en suelos muy sueltos.

dor, es necesario conducirla por unos tubos que la dirijan. En las sembradoras de chorrillo los tubos de caída son imprescindibles. La proximidad entre surcos obliga a la colocación de los surcadores en varias filas, para que entre dos contiguos no se produzcan arrastres por embozado.

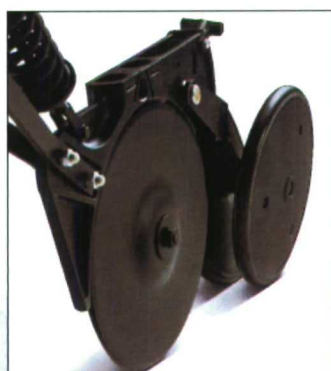
Tradicionalmente se construían en fleje o alambre de hierro doblado en espiral. Cada vez es más frecuente el empleo de tubo de plástico rígido telescópico, con diámetros crecientes desde distribuidor al surco, para evitar en lo posible las obstrucciones.

Entre el dosificador y tubo de caída queda una abertura, visible desde el puesto de conducción, que informa de posibles fallos en la alimentación de la línea. Ya se encuentran en el mercado los sistemas electrónicos de detección de fallos, que advertirán inmediatamente al conductor de cualquier obstrucción.

Cuando se utiliza una corriente de aire para el transporte de las semillas, la disposición de los tubos de caída debe hacerse de manera que no se obstruya el flujo de aire que impulsa la semilla, además de procurar que todos ellos tengan una longitud similar.



Descarga del grano transportado neumáticamente sobre bota de siembra de doble disco (de tamaño diferente).



Bota de siembra de doble disco.

Botas de siembra o surcadores

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.

La bota de siembra es, por tanto, un elemento de trabajo del suelo, similar a los que se utilizan en lo que se denomina laboreo secundario. Las formas habitualmente disponibles en este tipo de sembradoras son:

- **Reja:** El elemento labrante es una reja escarificadora de las habitualmente empleadas en los cultivadores, con el tubo de caída situado por detrás. Se emplea generalmente montadas en un brazo articulado o flexible que le permite ajustarse a las irregularidades del terreno y ab-





Dosificación mecánica con transporte neumático de la semilla:
1. Entrada de la semilla procedente de la tolva.
2. Dosificador con acanaladuras.
3. Entrada de aire impulsado por el ventilador.

sorber choques que piedras o raíces pueden provocar. La profundidad de siembra no resulta demasiado regular adaptándose sin embargo a suelos poco preparados.

- **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 una 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:

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

En ocasiones se puede utilizar una bota doble para reducir la separación entre líneas, o con dispositivos para que las semillas que proceden del tubo de descarga queden repartidas sobre una banda de 6 a 8 cm de anchura. En cualquiera de estos casos se necesita que el suelo se encuentre en estado

friable (desmenuzable) y sin residuos vegetales.

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.

- **Disco sencillo:** Ofrece la ventaja del corte con rodadura análogo al de los elementos de las gradas de dis-

cos. En el disco simple o casquete –según sea la concavidad– se realiza la descarga de la semilla por la cóncava. Para evitar el embozado debe 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.

- **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. Son más costosos de fabricar por las características de los materiales que se utilizan.

Como complemento de los surcadores se pueden utilizar diversos dispositivos que impidan la entrada de la tierra en el extremo del tubo de caída. Éstos 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, o bastidores de alambre que se sitúan por debajo de cada bota en cuanto ésta se levanta del suelo impidiendo el contacto hasta que la máquina empieza a avanzar.

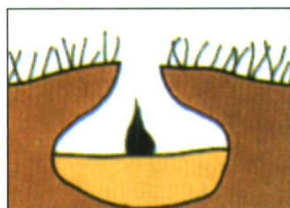
En el caso de realizar la siembra en suelos sin preparar (siembra directa), se necesita robustecer las botas, ya que además se encargan de laboreo secundario.



Discos en 'v' con cuchilla abridora.

Disco simple inclinado respecto a la dirección de avance.





Reja fija para siembra directa.

Control de la profundidad de siembra

El control de la profundidad de siembra puede efectuarse a dos niveles: en el conjunto de los elementos sembradores y en cada uno de ellos para compensar la resistencia que opone el suelo a la penetración de los órganos de enterrado. La instalación de patines limitadores de profundidad mejora el control de la profundidad de siembra, especialmente en suelos blandos.

En la regulación de la profundidad hay que tener en cuenta que los elementos surcadores se encuentran dispuestos en varias líneas, por lo que un

aplomo inadecuado de la máquina puede producir diferencias de profundidad. Es particularmente importante el apoyo de la máquina tanto en el suelo como en el tractor.

En las máquinas arrastradas se consigue generalmente un apoyo más equilibrado (apoyo en tres puntos: las dos ruedas y el enganche). En las máquinas colocadas sobre el enganche en tres puntos se debe permitir una oscilación vertical libre de los brazos inferiores del enganche.

Elementos para el enterrado y la compactación

Una vez colocada la semilla en el fondo del surco se debe completar el proceso con el enterrado, a la vez que se asienta el suelo con una ligera compactación. En suelos sueltos el surco tiende a cerrarse por sí solo, pero en suelos fuertes, o con mayor contenido de humedad, tiene gran importancia la actuación del dispositivo enterrador.

Para la siembra de los cereales suele ser suficiente el empleo de una grada de púas flexibles, dispuestas en posición vertical, cubriendo toda la

anchura de trabajo de la máquina. Este es el procedimiento de enterrado-asentado más utilizado, pero en el caso de siembra superficial puede producir el desplazamiento de la semilla por rastreado.

En alternativa pueden utilizarse púas flexibles inclinadas hacia atrás con el extremo doblado lateralmente, de manera que quede paralelo al suelo e inclinado respecto a la dirección de marcha. Esta opción se adapta a la cobertura de la semilla colocada en bandas y puede utilizarse cuando quedan algunos residuos de cosecha en la superficie.

Las púas, dispuestas por pares detrás del propio dispositivo surcador, son más baratas, pero tienen una eficacia limitada en la cobertura de las semillas.



En ocasiones se utilizan rodillos asentadores, situados por delante del elemento surcador, formados con ruedas de goma sin presión retenidas por una llanta metálica interior que entra en contacto con la banda de rodadura en el momento que se produce el apoyo en el suelo. La flexibilidad de la rueda de goma unida al apoyo interior origina diferentes zonas de compactación, lo que se aprovecha para situar dos botas de siembra por rueda, que colocan la semilla sobre un suelo más asentado.

Algunas máquinas pueden realizar la siembra en suelo sin preparar o con apenas preparación. Esto obliga a disponer surcadores especialmente preparados y cargados de manera que puedan romper el suelo superficialmente endurecido.



Tolvas

En este tipo de sembradoras se utiliza generalmente una tolva única, que ocupa toda la anchura de la máquina. Sólo cuando el transporte de la semilla se realiza sobre una corriente de aire se recurre a la tolva central.

La capacidad de la tolva varía, según los modelos, entre 120 y 200 litros por metro de longitud. La sección trapezoidal y las paredes lisas favorecen el deslizamiento de las semillas hacia los órganos de distribución con posibilidad de realizar un vaciado casi completo del grano. En los modelos con tolva central la capacidad de ésta se encuentra entre 150 y 850 litros por metro de anchura de trabajo.

Debe disponer de tabiques transversales, que no corten completamente la comunicación entre secciones, para prevenir los desplazamientos laterales de la semilla, a la vez que aumentan la resistencia de la tolva, así como de tapas metálicas para evitar la salida de granos al exterior. Un agitador de fondo evita la formación de bóveda que impida la llegada al dosificador.

En un lateral de la tolva es donde se sitúa el dispositivo que indica el aplomo de la máquina para que todos los surcadores trabajen a igual profundidad.

Es importante que la altura mínima de carga de la tolva sea pequeña para que se facilite el llenado desde el suelo, así como que disponga de una bandeja que se pueda colocar por debajo del dosificador para realizar la calibración y recoger la semilla sobrante.

Mecanismos de accionamiento

Al intentar que exista una proporcionalidad entre el camino recorrido por la máquina y la cantidad de semilla caída, el accionamiento de los dosificadores se encomienda a mecanismos accionados por una o varias ruedas que en el desplazamiento de la máquina transmiten su giro a éstos. En el recorrido se utilizan habitualmente cadenas y engranajes, siendo necesaria, cuando el distribuidor no incluye un mecanismo propio



Para facilitar el llenado de la tolva es conveniente que la altura de carga sea baja.

de modificación de dosis, la existencia de ruedas intercambiables, o verdaderas cajas de cambio, que permitan el ajuste de la dosis de siembra. En las sembradoras de chorrillo una sola rueda acciona habitualmente el eje de todos los dosificadores, aunque en algunos modelos cada rueda de la máquina acciona la mitad del dosificador

Otros elementos auxiliares como

otras operaciones agrícolas, lo que permite, al limitar el número de pasadas, una apreciable disminución de los costes de cultivo y aumento de la productividad.

A MODO DE CONCLUSIÓN

El cultivo de los cereales de invierno constituye la base de la agricultura en los secanos españoles. Con medios generalmente áridos, las producciones que se pueden obtener son relativamente bajas, por lo que, para asegurar la rentabilidad, hay que mantener muy bajos los costes de producción.

Con el empleo de una buena sembradora se puede conseguir una reducción de la cantidad de semilla necesaria,

a la vez que se asegura la buena nascencia de la semilla colocada en el suelo.

Pero en la sembradora hay que valorar bajo dos aspectos: el dosificador, que garantiza la precisión en la cantidad de semilla y su distribución sobre la línea, y el sistema de botas de siembra, adecuado al tipo de suelo en el que la máquina tiene que trabajar. ♦

“ Con una buena sembradora se puede reducir la cantidad de semilla necesaria ”

los marcadores o trazadores, que sirven para indicar el camino que deberá seguir el tractor en la pasada siguiente con lo que las líneas de siembra quedarán paralelas, completan los elementos característicos de una sembradora.

Es cada vez más frecuente el empleo de máquinas combinadas que realizan conjuntamente con la siembra