

MÁQUINAS PARA LA SIEMBRA DIRECTA

Mariano Vidal Cortés. Antonio Boné Garasa

Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Universidad de Zaragoza.

Para realizar la implantación de un cultivo mediante la distribución de semilla se utilizan en la actualidad dos técnicas de trabajo del terreno distintas: el sistema de agricultura tradicional y el sistema de agricultura de conservación. En el primero de ellos, la deposición de la semilla en el terreno, se efectúa sobre la cama de siembra realizada, es decir terreno arado y preparado en condiciones de desmenuzamiento y compactación adecuadas. Mediante el sistema de agricultura de conservación, con un objetivo origen de minorar la erosión del terreno en la medida de lo posible, se realiza la localización de la semilla bien sobre terreno preparado, pero en una única pasada de tractor (arada, preparación y siembra), llamándose mínimo laboreo, o bien sobre terreno sin preparar, es decir, depositando la semilla a la profundidad adecuada, sobre restos de cultivo anterior, recibiendo en este caso el nombre de siembra directa.

En este artículo se va a comentar brevemente las características de las sembradoras utilizadas para realizar la siembra de semillas sobre los restos del cultivo que anteriormente había estado implantado en la parcela. Estas máquinas se diseñan, al igual que las utilizadas en la agricultura tradicional, según dos grandes grupos, dependiendo de las necesidades de la semilla trabajada, pudiendo encontrarnos con sembradoras monograno o de precisión (figura 7), para cultivos que requieren mantener una distancia entre semillas constante, tanto dentro de la fila como entre filas, y con sembradoras de chorrillo, donde sólo se garantiza la distancia entre líneas de siembra, y dentro de ellas un número de semillas (o peso de semilla) por metro lineal.

En cuanto a las máquinas de chorrillo utilizadas en la actualidad para efectuar la siembra directa (figuras 1 y 3) son equipos accionados por el tractor agrícola, bien unidos a él de forma suspendida al enganche tripuntal o bien arrastrados, con anchuras de trabajo en la mayoría de los casos que van desde los 2,5 hasta los 6 metros, pero que

en ocasiones pueden encontrarse de hasta 12 o 15 metros, lo que hace aumentar considerablemente la capacidad de trabajo de la siembra. Dada la limitación de circulación por vía pública, para anchuras máximas de máquina mayores de 3 metros se recurre a sistemas de plegado del tren de siembra.

Estas máquinas van incorporando sus sistemas componentes sobre un chasis o bastidor. Estos componentes, son básicamente:

- Depósito
- Sistema dosificador
- Sistema distribuidor
- Tren de siembra

En cuanto al depósito, podemos decir que en general son de material metálico, con sección transversal variable, para facilitar la salida de la semilla por su parte inferior. En el caso de máquinas con sistema de distribución mecánico el depósito tiene una forma semejante a prisma triangular, en posición horizontal, mientras que si el sistema de distribución de la semilla es neumático, el depósito o tolva tiene forma de pirámide invertida. En ambos casos, para la carga de semilla, disponen de sistemas de abertura superior (tapa metálica o lona) y en ocasiones vienen dotadas estas máquinas de tornillo sin fin para efectuar la carga de las tolvas. Así mismo, disponen de abertura o aberturas y sistemas para realizar el vaciado de la semilla sobrante, y plataformas de acceso a él, minorando los riesgos de los operarios por caídas en el trabajo de mantenimiento y revisión de la máquina. Estos depósitos vienen caracterizados técnicamente por su volumen nominal, pues dependiendo del peso específico de la semilla trabajada, contendrá más o menos peso de la misma. Los estándares, en cuanto a volumen, que se comercializan en la actualidad suelen encontrarse entre los 850 y los 8000 litros de capacidad, con un valor medio comprendido entre 60 y 130 litros por cada línea de siembra. Opcionalmente se puede trabajar con máquinas donde incorporan además un depósito adicional para distribuir abono localizado en profundidad. En estos casos el depósito destinado a semilla disminuye su capacidad.

La semilla contenida en el depósito debe de ▶▶▶

llegar a depositarse a una determinada profundidad en el terreno y con una densidad de localización establecida en función del tipo de semilla. Es decir, se hace preciso extraer del depósito el caudal de semilla necesario, proporcional a la anchura de siembra y a la velocidad de desplazamiento de la máquina, transportar esta semilla hasta el terreno y dejarla en el mismo a una determinada profundidad.

Estas tres acciones las realizan los sistemas de dosificación, de distribución y de regulación de la profundidad. El sistema de dosificación es siempre mecánico, se trata de un cilindro acanalado o con espolones que extrae los granos de semilla del depósito, bien sea accionado por sistemas que toman el movimiento desde una rueda que va en contacto con el terreno o bien mediante un motor de corriente eléctrica proveniente de la batería del tractor. En ambos casos se debe de regular la velocidad de giro de este cilindro para que la cantidad de semilla extraída del depósito y por lo tanto sembrada, sea la apropiada. En el caso de que el movimiento sea mecánico desde una rueda en contacto con el terreno, se debe de manejar una caja de engranajes o juego de cadenas para ajustar la velocidad de giro del cilindro dosificador. Además esta rueda motriz, de contacto, puede ser una de las neumáticas de la máquina, o una totalmente independiente, metálica, y con periferia diseñada para evitar enclavamientos y apelmazamiento del terreno sobre ella cuando éste se encuentra con un grado de humedad suficiente, lo que podría dar lugar a dosis de siembra erróneas.

En el caso de que el accionamiento del cilindro dosificador (figura 4) sea mediante motor eléctrico de corriente continua, el eje de éste está directamente acoplado al eje del cilindro, por lo que la variación de velocidad de giro de éste último se consigue mediante la variación de velocidad del propio motor, cuestión que se realiza a tiempo real analizando la señal del respectivo sensor de velocidad de desplazamiento de la máquina. En este sentido nos podemos encontrar con sensores de velocidad instalados sobre la propia máquina, que nos aportan velocidad de rotación de una rueda de radio conocido, o velocidad real de la máquina (radar), o toma del dato de velocidad de desplazamiento desde el sistema de GPS instalado normalmente en el tractor.

Respecto a la regulación de la dosificación hay que tener en cuenta que la dosis de siembra $D(\text{kg/ha})$ está relacionada con la anchura de trabajo $a(\text{m})$ y con la distancia recorrida $L(\text{m})$, mediante la ecuación:

$$D (\text{kg/ha}) = \frac{Q (\text{g})}{a(\text{m}) \times L(\text{m})} \times 10$$

donde Q es la cantidad de semilla recogida durante

Figura 1. Sembradora directa chorrillo, mecánica de disco.



Figura 2. Disco abre surco escamoteado y rueda control de profundidad.



Figura 3. Sembradora directa de chorrillo, neumática de reja.



la realización de la prueba de dosificación, cuando se simula el recorrer una distancia L con la máquina. Este procedimiento para regular la dosis de siembra se indica en los manuales de uso de las máquinas, siendo la expresión recogida con anterioridad la base de esa regulación. Aunque en los casos de accionamientos del cilindro dosificador por medio de motor eléctrico, en los >>>

respectivos manuales se facilita el proceso al incorporar parámetros propios de la máquina y los respectivos procesadores.

En cuanto al sistema de distribución podemos encontrar en el mercado dos vertientes, los sistemas de distribución mecánicos (figura 1) y los sistemas neumáticos (figura 3). Los primeros son utilizados en las sembradoras que son denominadas precisamente por él mecánicas. En este caso, el depósito tiene tantas salidas de semilla a surco como líneas de siembra, y la extracción de la semilla se realiza por el cilindro dosificador que deja los granos de semilla en la parte superior de una conducción, siendo la acción de la gravedad la encargada de transportar estas semillas hasta el extremo inferior y por lo tanto hasta el terreno. Estos tubos de transporte deben de ser flexibles, para adaptarse a las irregularidades del terreno, sin perder semilla.

El sistema de distribución neumático es utilizado en el caso de que los anchos de trabajo sean mayores de 3 metros, pues entonces se hace necesario un plegado del tren de siembra, y si el sistema es mecánico, también del depósito, cosa que en principio complica la fabricación de la máquina, aunque existe algún fabricante que incorpora este sistema. Como indica su nombre se basa en un transporte de la semilla en el seno de una corriente de aire que es creada por un ventilador que lleva incorporado la máquina, aunque comúnmente se le llama turbina, técnicamente se debe de denominar ventilador o soplante. Este componente puede ser accionado por la toma de fuerza del tractor, en la mayoría de las ocasiones a 1000 rpm, o por un motor oleo hidráulico, que bien recibe fluido hidráulico del propio sistema del tractor o lleva incorporado el correspondiente depósito de aceite y bomba de impulsión accionada por tdf del tractor. El aire impulsado arrastra por un conducto único a la semilla que el dosificador ha extraído del depósito hasta el distribuidor, donde se divide en tantas conducciones como líneas de siembra tiene la máquina.

En cuanto a los órganos de la máquina encargados de realizar el surco y depositar la semilla en las condiciones adecuadas para su posterior germinación, existen en el mercado dos tecnologías utilizadas ampliamente. Una de ellas se trata de realizar el surco a través de un elemento disco (figura 2), mientras que la otra alternativa se fundamenta en realizar el surco mediante una reja (figura 5).

En ambos casos estos dos elementos (disco o reja) deben de permanecer con cierta libertad de movimiento respecto al chasis de la máquina, para poder adaptarse a las irregularidades del terreno y depositar los granos en profundidades uniformes. La alternativa del disco se adapta mejor a terrenos donde el resto vegetal en superfi-

Figura 4. Dosificador sembradora neumática de chorrillo.



Figura 5. Reja y rueda control de profundidad y asentamiento semilla.



Figura 6. Corte de líneas de siembra en maíz.



cie de parcela es abundante cuando se realiza la siembra, pues corta este resto vegetal, sin arrastrarlo, y realiza el surco adecuado. Se pueden encontrar máquinas de disco dotadas con un solo disco u otras dotadas con dos >>>

discos en "V". Las máquinas de un solo disco, requieren menor peso para realizar el surco, por lo que disminuye la potencia necesaria para su arrastre. Estos discos van instalados con un pequeño ángulo de inclinación respecto a la dirección de avance, para dejar el suficiente hueco en el terreno para depositar la semilla. En el caso de llevar discos en "V", se consigue una mayor precisión en la profundidad de siembra, a la vez que se compactan las dos paredes verticales del surco, frente a una sola pared compactada en el caso de disco simple.

En las ocasiones donde la siembra se realiza sobre terrenos pedregosos se adapta mejor a este tipo de siembra la alternativa de reja, pues esta, a su paso va desplazando los obstáculos anteriores a ella, para realizar el surco sin grandes problemas. Estas rejas son de no más de 3 cm de anchura, y en su parte posterior es donde llega el tubo de distribución de semilla. Las rejas pueden disponer de aletas a ambos lados, lo que consigue mayor movimiento de tierra, mejores condiciones de germinación y profundidad de siembra más uniforme, a la vez que requiere más potencia de tracción. La parcela sembrada con sembradora de reja presenta un aspecto "mas arado" (figura 3) que la de realizada con máquina de disco, pues la reja siempre mueve más tierra que el disco, ya que éste último lo que realiza es un corte en el terreno.

La necesidad de abrir el surco sobre terreno sin mover, requiere de mayor carga vertical en el elemento encargado de la

realización de este surco (disco o reja). Esta carga vertical está limitada por el peso de la máquina en su conjunto, siendo bastante más pesadas que las sembradoras convencionales. En el caso de equipos de siembra directa, dependiendo de la tipología y fundamentalmente de la composición del tren de siembra, se están comercializando con pesos en el rango de 120 a 300 kp/línea de ▶▶▶

54^a
FERIA

MULTISECTORIAL Y AGROALIMENTARIA

SANTA MARÍA DEL PÁRAMO

6 y 7 de septiembre de 2014

Diseño e imagen atlantis.com

 **DIPUTACIÓN DE LEÓN**

 **Ayuntamiento de Santa María del Páramo**

 **Junta de Castilla y León**

219A033

siembra en el caso de máquinas de chorrillo.

Para conseguir la localización deseada de la semilla en el terreno, además de realizar el surco, son necesarios otros elementos no menos importantes, que al instalarse antes o después del abre surco, reciben todos ellos el nombre de tren de siembra. Dependiendo de fabricantes, un tren de siembra completo puede presentar hasta cinco elementos con las siguientes funciones: corte de residuos-inicio del surco; apertura de surco; control de profundidad de siembra; asentado de la semilla; tapado del surco.

Para el corte de residuos se utiliza un disco de diámetro relativamente alto (aproximadamente 45 cm) con periferia ondulada, que va provocando el corte de estos residuos y facilitando la apertura posterior del surco. En otras ocasiones se instalan dispositivos que desplazan estos residuos de la línea donde se va a abrir posteriormente el surco.

Para la regulación de la profundidad de siembra, se utilizan dos opciones que logran su objetivo a base de realizar la regulación de cada línea de siembra individualmente (figuras 2 y 5) o en toda la máquina en su conjunto. En el primer caso se consiguen profundidades de siembra más uniformes que en el segundo. Las más utilizadas son:

- Regulación de la profundidad de siembra mediante la rueda de compactación (figura 5) (sembradoras de reja).
- Utilización de una o dos ruedas laterales a los lados del sistema de apertura de surco (figura 2) (sembradoras de disco).
- Ruedas generales de regulación para el bastidor de la sembradora.
- Bandas de goma adheridas a los lados del disco de corte de residuo.
- Bandas de goma adheridas a los lados de los discos de apertura.

Para el asentado de la semilla se utiliza una rueda de presión que comprime el grano contra el fondo del surco. En ocasiones se deja esta función a la rueda de control de la profundidad (figura 5). Para el tapado del surco se puede utilizar una rastra de púas o ruedas de cierre de surco bien metálicas o bien de caucho, o ambos sistemas (rastra y ruedas) conjuntamente.

Para el caso de máquinas de siembra directa de precisión o mono grano (figura 7), se caracteriza la mayoría de ellas por ser de distribución neumática, con depósitos para semilla individuales por línea de siembra, y para anchuras mayores de 3 metros, con chasis plegable. El sistema de apertura de surco en estos casos suele ser a base de discos, con limpieza de restos anterior.

La incorporación de la electrónica a este tipo de má-

Figura 7. Sembradora directa mono grano.



Figura 8. Monitor de información y gobierno de sembradora.



quina no se ha hecho esperar, instalándose sensores de distintos tipos a lo largo de la máquina, para aportar la información en el panel de mandos de la máquina en cabina de tractor (figura 8) y para efectuar distintas regulaciones de la máquina a través del procesador incorporado. Una de las aplicaciones implantadas en sembradoras directas de precisión es el corte de siembra individual por líneas de siembra (figura 6), de tal forma que en los solapes de las cabeceras de las parcelas, ayudado siempre por el sistema GPS, anula la siembra de aquellas líneas que pasan por terreno que ya está sembrado automáticamente. Esta aplicación, en sembradoras directas de chorrillo no está del todo resuelta, pues el cortar una o varias líneas de siembra, conlleva que la semilla que desde el distribuidor se envía a la línea cerrada, se aumente en el resto de líneas. Para evitar esto se debería modificar la velocidad de giro del dosificador directamente al detectar el cierre de cada línea de siembra.