

# ELEMENTOS QUE DEFINEN EL COMPORTAMIENTO DE LAS SEMBRADORAS

## Parte 1.- Los dosificadores

Los dosificadores de las sembradoras garantizan que la dosis de siembra y el espaciamiento de la semilla sobre la línea se adapte a las características del cultivo, haciendo posible la siembra de precisión.

LUIS MÁRQUEZ

La reducción de trabajo del suelo que se está produciendo como consecuencia del aumento de la agricultura conservacionista, pero también como una forma de reducir los costes de producción, incide de forma directa sobre el diseño de las sembradoras, especialmente en lo que se relaciona con la colocación y el tapado de la semilla.

La presencia de residuo superficial y el suelo endurecido afectan a los elementos sembradores. Además, el diseño de la máquina depende de las características del cultivo, especialmente en lo que se relaciona con la dosis de siembra, y el grado de precisión con el que la semilla se sitúa en el suelo.

### Primero los dosificadores

En una sembradora, tanto si se trata de realizar la siem-



bra a chorrillo como de colocar las semillas de una en una, uniformemente espaciadas en la línea, es necesario contar con un dosificador que podrá ser del tipo continuo o discontinuo.

El dosificador continuo es aquel que permite dejar que salga de la tolva un caudal de semillas constante por cada unidad de longitud recorrida por la sembradora. Este 'chorrillo' de semillas se depositará en el suelo manteniendo un número de semillas constante por cada metro de línea sembrada.

Por el contrario, el dosificador discontinuo es aquel que permite extraer las semillas de la tolva de una en una. Por ello se conoce como de 'golpes', que como consecuencia de que

en cada golpe se procura que salga una sola semilla, también se denomina 'monograno'.

Es frecuente que se utilice la denominación de sembradoras 'de precisión' para aquellas que disponen de un dosificador a golpes, o monograno, lo cual no es correcto, ya que la 'precisión' es algo evaluable cuantitativamente. En el caso de las sembradoras monograno verificando que la distancia entre semillas contiguas en la línea se mantiene constante; una norma de ensayo establece el procedimiento para medir la 'precisión' en la siembra.

En el caso de la siembra a chorrillo también cabe la 'precisión', que se evalúa en base a la cantidad de semillas que quedan

depositadas en el suelo en intervalos de 10 cm. Se considera que los cultivos como los cereales de invierno (trigo, cebada... y otros cultivos con semilla de pequeño tamaño) solo necesitan esta 'precisión' desde el punto de vista agronómico.

Los dosificadores de las sembradoras, tanto los del tipo 'continuo', como los que realizan la dosificación a 'golpes', necesitan un accionamiento vinculado al avance de la máquina, lo que normalmente se consigue con una transmisión mecánica y una caja de velocidades o un variador sin escalones.

## Dosificadores para la siembra a chorrillo

El dosificador continuo, frecuentemente utilizado en las sembradoras tradicionales para la siembra a chorrillo, está basado en un cilindro acanalado que se hace girar en el interior de un 'tubo' con diámetro ligeramente mayor. Este tubo exterior dispone de perforaciones que

ralmente el cilindro acanalado, para que las acanaladuras solo se llenen parcialmente.

Como ventajas de este sistema está la posibilidad de modificar la dosis de siembra, de forma sencilla, desplazando el cilindro acanalado, sin tener que incorporar una caja de cambios entre la rueda motriz y el eje del dosificador, a la vez que se garantiza una dosificación uniforme que depende del número de semillas que caben en cada acanaladura del cilindro.

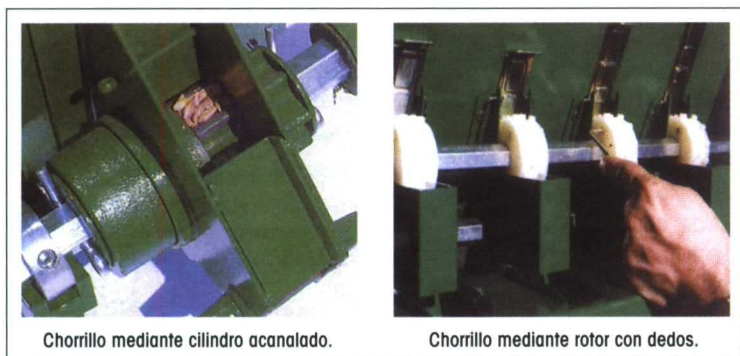
Como inconveniente hay que destacar que el sistema puede romper semillas, especialmente si estas son grandes, en el caso de que se acuñen en las acanaladuras. Para evitarlo, en los dosificadores de diseño más reciente, el cierre de la esclusa no es fijo, sino que está formado por una leva dotada de un muelle que permite que se abra cuando se produce una presión anormal por semillas que sobresalen de la acanaladura.

Algunos fabricantes prefieren sustituir los cilindros acanalados

La precisión de la dosificación depende en gran medida del diseño del conjunto, y son más sensibles a las sacudidas los dosificadores de cilindro con dedos que los de cilindro acanalado, pero ofrece como ventaja el trato más delicado de las semillas, especialmente las de mayor tamaño, aunque es necesario que los dedos del cilindro sean grandes cuando lo son las semillas que se pretende sembrar con ellos.

## Dosificación centralizada con transporte neumático de la semilla

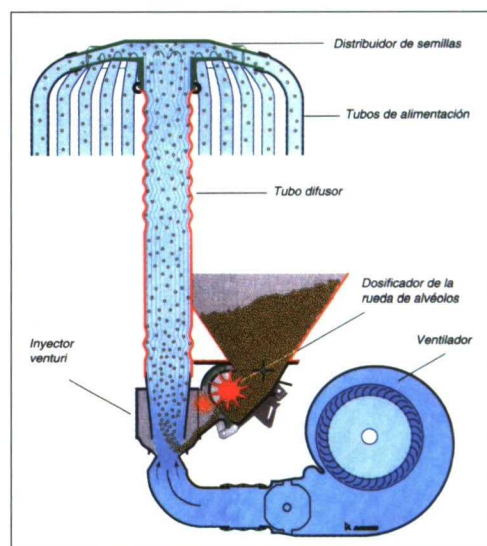
En los sistemas convencionales de dosificación continua, cada una de las salidas de grano se dirige a un tubo de caída que lo lleva por la fuerza de la gravedad hasta la bota de siembra. Así, la anchura de trabajo depende de la longitud de la tolva, por lo que se produce limitaciones para el transporte cuando la anchura de trabajo supera los 3 m. Es necesario diseñar las máquinas para que puedan plegarse, o bien se utiliza un enganche lateral para transportarlas 'de punta'; en uno y otro caso esto encarece la máquina.



hacen que las semillas que se encuentran en la tolva pasen a su interior, llenando las acanaladuras del cilindro giratorio, y otras en la parte baja que permiten la descarga de las semillas hacia el suelo.

La dosis de siembra se modifica en función de la capacidad de las acanaladuras y de la velocidad de giro del cilindro acanalado, pero se puede modificar también desplazando late-

por cilindros dotados de dedos, que se sitúan en los orificios de la parte baja de la tolva. Los cilindros al girar hacen que los dedos obliguen a los granos a salir de la tolva de forma continua. En este caso se necesita una transmisión dotada de caja de cambios, o de variador, para modificar la dosis de siembra, que depende de la velocidad de giro de los cilindros con dedos y de las dimensiones de los dedos.



Dosificación centralizada con división de caudal de aire.

A medida que aumenta la potencia media de los tractores, también lo hace la oferta de sembradoras con anchuras de trabajo que superan ampliamente los 3 metros, en las que se utiliza un dosificador central único, generalmente un rotor con paletas situado en el fondo de la tolva, que descarga las semillas sobre una conducción por la que circula la corriente de aire producida por una turbina.

El aire que circula por la conducción se encarga de transportar las semillas, y en la primera etapa las eleva en un recorrido vertical que finaliza en una pantalla con forma de seta, de la que salen tantas conducciones como botas de siembra hay en la máquina. La distribución de las semillas se realiza por el fraccionamiento de la corriente de aire que transporta las semillas al chocar con la pantalla superior dotada de aletas.

### Dosificación centralizada con división de caudal

Para que la distribución sea uniforme se necesita que todas las conducciones desde el distribuidor a las botas de siembra tengan la misma longitud, para que generen la misma pérdida de carga en el aire que por ellas circula. En el caso de que una de estas conducciones se perfore, aumenta la cantidad de semilla que llega a la bota de siembra correspondiente; por el contrario, cuando una de las conducciones se obstruye parcialmente la cantidad de semillas que descarga se reduce.

La ventaja de este sistema está en poder diseñar máquinas cuya anchura de trabajo supere los 6 metros, que se pliegan sin dificultad para el transporte, adaptándose a los límites establecidos para la circulación por

las vías públicas. También se adaptan a trabajar con semillas grandes y muy pequeñas en dosis muy variables, ya que el rotor único puede ajustarse fácilmente al tipo de semilla.

En máquinas de gran anchura de trabajo se pueden utilizar dos o más distribuidores de caudal a partir del dosificador único situado en la parte baja de la tolva.



Dosificación individualizada y transporte mediante corriente de aire.

La distribución por corriente de aire puede reducir la precisión de siembra con respecto a las máquinas con dosificadores individuales y caída libre de la semilla, pero con unos límites que hace que no tenga influencia sobre la uniformidad de los cultivos en los que se utilizan.

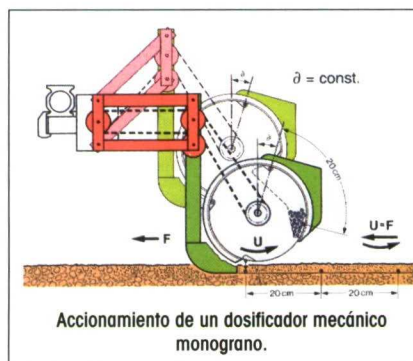
Hay en el mercado máquinas que combinan la dosificación individualizada para cada bota de siembra (cilindro acanalado o dedos) con el transporte

neumático de las semillas. En estos casos la turbina produce una corriente de aire que se distribuye en tantas conducciones como botas de siembra dispone la sembradora, antes de llegar a la línea de dosificadores. En cada una de estas conducciones caen las semillas. Así, la precisión de la siembra no está influenciada por las pérdidas de carga en las conducciones. Basta que el caudal de aire sea suficiente para que impulse la semilla hasta la bota de siembra. Sin embargo, este sistema es más complejo y costoso, lo cual limita su demanda por parte de los usuarios.

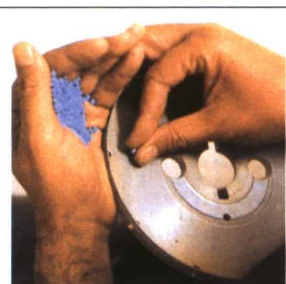
### Sistemas mecánicos para la dosificación monograno

Los dosificadores discontinuos, que permiten la extracción individualizada de los granos de la tolva, en sus comienzos fueron siempre del tipo mecánico. En general, un plato alveolado, o dispositivo equivalente, con alvéolos de dimensiones adecuadas para el tipo de semilla, puesto en contacto con las semillas en el fondo de la tolva, permite extraer las semillas de una en una, siempre que las dimensiones de las mismas sean homogéneas.

Inicialmente los platos se situaban en el fondo de la tolva girando alrededor de un eje vertical. En una parte de su circunferencia, se tapan por arriba, a la



Accionamiento de un dosificador mecánico monograno.



Plato vertical para semilla pildorada.



Dosificador de plato inclinado y placa para soja.

vez que se pone en contacto la semilla contenida en el alveolo con el tubo de caída que la lleva hasta el suelo. El accionamiento del plato por la parte inferior obliga a elevar el dosificador con respecto al plano del suelo, por lo que, al aumentar la altura de caída, se reduce la precisión de la siembra (espaciamiento de las semillas en el suelo).

Progresivamente la oferta comercial abandona el plato horizontal, para pasar a un plato inclinado, o al plato vertical. En este último caso, los alvéolos se suelen situar en el borde del plato que tiene un espesor similar a las dimensiones de la semilla.

Con la puesta en el mercado de los dosificadores neumáticos para las sembradoras monograno, muchos usuarios han dejado de interesarse por los dosificadores mecánicos, considerando que su precisión es menor, lo cual no es cierto, siempre que la semilla sea de dimensiones adecuadas para los alvéolos, o se trate de semillas pildoradas. La mayor desventaja de los dosificadores mecánicos está en que hay que cambiar los platos en función de las dimensiones de la semilla, y si no son homogéneas el sistema da lugar a fallos por rotura de las semillas grandes o por la entrega de varias semillas en el mismo golpe cuando son pequeñas.

Los dosificadores mecánicos de plato vertical siguen siendo la mejor opción para una

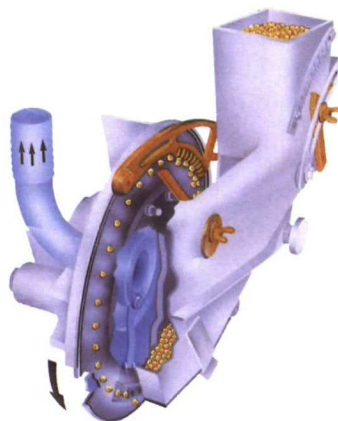


Dosificador monograno de tambor.

sembradora que utilice semilla pildorada, como es el caso de la remolacha azucarera, pero no es la mejor solución para los usuarios que tiene que sembrar varias especies vegetales con la misma máquina.

**Con la puesta en el mercado de los dosificadores neumáticos para las sembradoras monograno, muchos usuarios han dejado de interesarse por los dosificadores mecánicos**

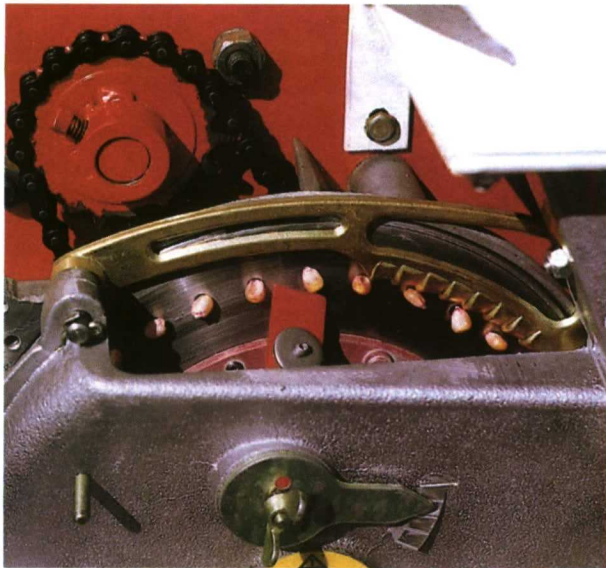
Los dosificadores de plato vertical ofrecen algunas diferencias en su diseño. Algunas máquinas utilizan muchos alvéolos sobre el plato, lo que permite que este gire despacio, llenándose con facilidad todos los alvéolos en su recorrido por la tolva. Por el contrario, con un plato con pocos alvéolos, este tiene que rotar a mayor velocidad, lo que puede ocasionar fallos en el llenado, pero, si se consigue que todos los alvéolos se carguen con una semilla, ofrecen la máxima precisión en el posicionamiento de la semilla en el suelo.



Dosificador de cámara giratoria.

La oferta de dosificadores mecánicos de plato inclinado, se mantiene para cultivos con semillas uniformes y relativamente gruesas, que se tiene que colocar sobre la línea de siembra con un espaciado mínimo, como es el caso de la soja. Esto puede hacerse con platos dotados de 3 filas de alveolos dispuestos en círculo.

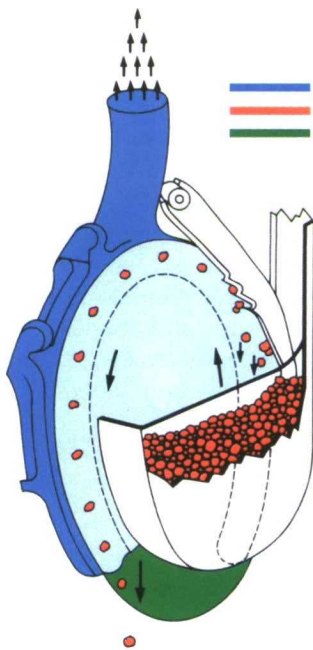
También, para la soja, en el área americana se utilizan cilindros alveolados en su periferia, que se cargan por la parte superior, de forma similar a como lo hacen los dosificadores de cilindro acanalado, pero en este caso el alveolo es ocupado por una sola semilla.



Eliminación de dobles en un dosificador neumático.

## Sistemas neumáticos para la dosificación monograno

Con estos sistemas se puede realizar la siembra de especies diferentes sin tener que modificar el plato alveolado. Como principio de funcionamiento se utiliza, en la mayoría de los modelos comerciales, la extrac-



Esquema del funcionamiento de un dosificador neumático de cámara fija.

ción de aire contenido en una cámara en contacto por uno de los lados con el plato dotado de orificios con una dimensión adecuada para cada tipo de semilla.

La aspiración la realiza una turbina, y el nivel de vacío en la cámara, junto con el diámetro de los orificios de plato, aseguran que una semilla lo obstruya. En el caso de que varias semillas tiendan a ocupar el mismo

orificio, un dedo, situado en el lateral del plato, dentro del área en la que se realiza la extracción de las semillas, las remueve para hacer que una sola quede en el orificio. La descarga se produce en la parte del recorrido en el que las semillas salen de la zona de influencia de la cámara de vacío.

Las formas constructivas de los dosificadores monograno que utilizan la succión, junto con el plato perforado, son de dos tipos. En unas la cámara de vacío es fija, y el plato la cierra a la vez que gira; la descarga se realiza cuando deja de producirse el vacío, al salir el plato de la zona de acción de la cámara fija. En otras la cámara gira con el plato y la descarga se produce cuando actúa un elemento situado en el interior de la cámara de vacío que cierra sucesivamente los orificios del plato.

Con el sistema de cámara giratoria no se producen rozamientos entre cámara y plato, lo que elimina los desgastes, pero exige mayor succión de la turbina para compensar las fugas de aire entre el plato y la cámara de vacío. En las de cámara fija se ofrecen soluciones para minimizar los desgastes, como las características de los materiales que se ponen en

contacto, o el empleo de juntas de material plástico que hacen innecesaria aumentar la presión del plato sobre la cámara de vacío.

También se encuentran dosificadores que actúan por sobrepresión sobre un plato alveolado. En estos casos, al quedar liberada la semilla, la corriente de aire que provoca la sobrepresión impulsa la semilla hasta la bota de siembra. Otra alternativa es el empleo de tambores con alvéolos cónicos perforados en la parte inferior que retienen una sola semilla cuando pasan por la cámara de sobre presión, y que la descargan cuando en la rotación el alvéolo se aproxima al suelo.



Dosificador mecánico central con transporte neumático de la semilla.

## La dosificación monograno centralizada

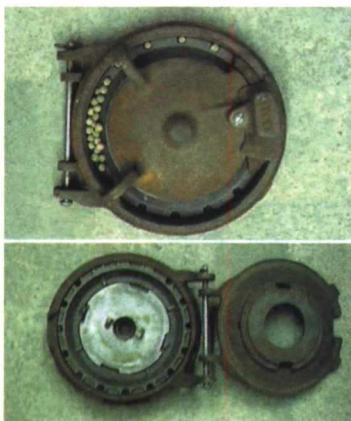
Al igual que sucede con las sembradoras para la siembra a chorrillo, para poder aumentar la anchura de trabajo manteniendo limitada la anchura de transporte, ha sido necesario buscar sistemas de dosificación centralizada.

En las primeras sembradoras que ofrecieron este sistema se utilizaba un tambor horizontal de grandes dimensiones, que realizaba la dosificación mecánica de las semillas, disponiendo tantos puntos de descarga como botas de siembra en la máquina. Para impulsar la semilla hasta la bota de siembra se utiliza la corriente de aire generada por una turbina.

Los últimos diseños de dosificación mecánica centralizada utilizan un tambor que gira alrededor de un eje horizontal en la parte baja de la tolva. Este tambor dispone de orificios que retiene las semillas por la sobre presión que hay en el exterior, mientras que el interior se mantiene a presión atmosférica.

En el giro del tambor las semillas de cada fila de alvéolos se enfrentan con la boca unos tubos de descarga, lo que hace que se desprendan del tambor y continúen su recorrido hasta la bota de siembra. Los puntos críticos de estas máquinas están, por una parte, en el dispositivo que mediante sacudidas impide la siembra de dobles, y por otra en los sistemas de frenado de la semilla cuando llega al suelo para evitar que se 'clave' en condiciones desfavorables para la nascencia. En general, estos dosificadores se adaptan preferentemente a semillas gruesas como el maíz.

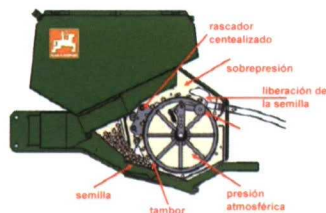
Hace unos años se ofrecieron dosificadores monograno de tambor perforado específicamente diseñados para semillas finas como el trigo, con una capacidad de siembra de más de 100 semillas por segundo, pero parece que no se comercializan en la actualidad.



Dosificador monograno de plato horizontal.



Dosificador centralizado para siembra monograno.



## Criterios para elegir un dosificador

La elección de un dosificador debe hacerse en función del tipo de cultivo o cultivos que se van a sembrar. Las dimensiones y la homogeneidad de semilla afecta especialmente a los dosificadores monograno de tipo mecánico.

Para la siembra de los cereales de invierno y otros cultivos similares, los dosificadores mecánicos de tipo cilindro acanalado o cilindro con dedos constituyen la mejor opción para máquinas cuya anchura de trabajo esté por debajo de los 3 metros. Si se supera esta anchura, hay que pensar en la dosificación centralizada con distribución mediante la división de la corriente de aire.

## La elección de un dosificador debe hacerse en función del tipo de cultivo o cultivos que se van a sembrar

La forma de evaluar la precisión de los dosificadores continuos (chorrillo) es mediante el conteo de las semillas que se descargan en intervalos de línea de 10 cm. La norma UNE 68097 (ISO 7256/2) establece el procedimiento de ensayo para el ensayo de sembradoras que utilizan dosificadores de tipo continuo.

Para la siembra de especies vegetales que requieren que las semillas queden espaciadas uniformemente en la línea, se necesita recurrir a un dosificador monograno, que puede ser de tipo mecánico si se utilizan semillas pildoradas, o de dimensiones similares. Así, para la siembra de remolacha pildorada la sembradora mecánica de plato vertical ofrece las mejores prestaciones, ya que puede descargar a una altura mínima con respecto al suelo.

Cuando se necesita sembrar varios cultivos y con semillas muy diferentes en forma y dimensiones, es preferible recurrir a los dosificadores monograno de tipo neumático individualizado.

Solo cuando se buscan grandes anchuras de trabajo con fácil plegado de la máquina, a la vez que se utilizan semillas grandes, como las del maíz, puede ser interesante la dosificación monograno centralizada.

Para evaluar el grado de precisión de un dosificador monograno se encuentra disponible la norma UNE 68081 (ISO 7256/1). Para cuantificar de forma sencilla la precisión de una sembradora monograno se puede utilizar lo que se conoce como CP3, calculado como porcentaje de las semillas que se han situado en el suelo a una distancia de  $\pm 3$  cm de la distancia de siembra, o el CP5 ( $\pm 5$  cm) para cultivos menos exigentes en cuanto al espaciamiento las semillas, como pueden ser el maíz o el girasol. ■