

SEMBRADORAS MONOGRANO

La siembra es la operación agrícola que tiene por objeto colocar la semilla en el suelo en unas condiciones tales que favorezcan la rápida germinación y nascencia de la planta.

La distribución de las semillas en el suelo y el enterrado de las mismas, encomendado a la sembradora mecánica, supera en precisión a la mano del hombre, que por siglos ha realizado directamente esta labor, logrando, como la generalidad de las máquinas agrícolas, mejorar enormemente la productividad.

El estado de preparación del campo en el que debe entrar la sembradora y el tipo de cultivo que se pretende implantar condicionarán las características de diseño de la máquina que, en cada caso, se debe utilizar.

MARCANDO DIFERENCIAS

Atendiendo a las formas de cultivo, se puede distinguir entre plantas que ocupan toda la superficie, como las pratenses, plantas que necesitan cierta cantidad de suelo a su alrededor para su propio desarrollo, como las plantas de escardas, y otras que admiten situaciones intermedias, agrupándose por asociación o ahijamiento, como en cereales.

En el primer caso, la sembradora deberá lograr el reparto de la semilla al azar, en toda la superficie del suelo, con una cierta uniformidad, y recibe la denominación de sembradora 'a voleo'.

En el segundo grupo, interesa que las plantas queden alineadas, para fa-

cilitar las labores de cultivo, y que en la misma línea se guarde una distancia conveniente. Si en cada emplazamiento se colocan varias semillas, las máquinas que lo realizan se denominan sembradoras 'a golpes'; si colocan una cada vez, serán sembradoras 'monograno'.

En condiciones de difícil nascencia puede interesar la siembra 'a golpes' para conseguir al menos la emergencia de alguna de las semillas de cada emplazamiento, o que entre todas puedan romper la costra; no obstante, el desarrollo

del cultivo y la posterior recolección mecánica puede resultar afectada cuando más de una semilla continúe el desarrollo hasta la madurez. Por ello será preciso, en estos casos, el aclareo, para dejar una sola planta por golpe, o recurrir a la sembradora 'monograno', que sólo dejará una semilla por deposición.

Estas máquinas, por la uniformidad con la que pueden realizar la colocación





“ *La siembra de espacios vegetales que requieren un emplazamiento preciso, exigen el empleo de sembradoras monogranero* ”

de las semillas en la línea, a distancia constante y sin ‘fallos’ o ‘dobles’, se denominan genéricamente como sembradoras ‘de precisión’ aunque este término no sea del todo apropiado, ya que dependen de la adaptación de la máquina al tipo de semilla que se tiene que sembrar

Para el tercer grupo de cultivos considerado, sólo son necesarias máquinas que dejen las semillas en líneas. Por el caudal continuo de grano que debe salir de la tolva, reciben el nombre de sembradoras ‘a chorrillo’ y se emplean habitualmente, por ser menos costosas, en cualquier cultivo que admita esta colocación.

En el número de **agrotécnica** correspondiente a julio de 1999, se realizó un estudio pormenorizado de las soluciones técnicas que se incorporan a la maquinaria para la siembra de los cereales, incluidas en el tercero de los grupos anteriormente considerados. Ahora se pretende hacer una revisión detallada de las máquinas para la siembra grano a grano, también conocidas como ‘monogranero’, o ‘de precisión’ (lógicamente, cuando su trabajo lo hacen bien).

SEMBRANDO GRANO A GRANO

Estas máquinas van dirigidas, de una manera especial, a la siembra de especies vegetales que requieren un espaciado preciso entre semillas, de manera que las plantas, que nacen a partir de ellas, cuenten con espacio suficiente para su desarrollo, sin que sufran las interferencias de las que se encuentran en su proximidad.

Estas plantas, que se conocen como plantas de ‘escarda’, ya que se cultivan en líneas suficientemente separadas para poder trabajar en ellas, dentro de lo que se conocen como operaciones de cultivo, suelen ser muy exigentes en lo que se refieren a la población necesaria para alcanzar la máxima producción. En consecuencia, la siembra mecánica debe de garantizar que el número de plantas por hectárea es la que más conviene para la situación de la agroclimática de la zona, además de su emplazamiento preciso sobre la línea.

Con el empleo de la máquina sembradora se puede conseguir:

- Reducir la cantidad de semilla necesaria.
- Eliminar las operaciones de aclareo.
- Facilitar las labores de cultivo y recolección.

En cualquier caso, la máquina sembradora debe de permitir, tanto la regulación de la densidad de siembra, como la de la profundidad a la que se sitúa la semilla, de acuerdo con las condiciones agronómicas del cultivo considerado.

ELEMENTOS DE UNA SEBRADORA MONOGRANO

Todos los componentes de la sembradora participan, de manera más o menos importante, en la consecución de lo que se conoce como la 'siembra de precisión': semillas uniformemente distribuidas en toda la superficie del campo y colocadas a profundidad constante.

Las características del cultivo condicionan la selección de los componentes de la máquina y son particularmente importantes para esta selección, la distribución espacial de la semilla que el cultivo exige, junto con la forma y dimensiones del grano que se debe sembrar.

En la mayoría de los casos se utilizan máquinas con cuerpos de siembra independientes, iguales entre sí, cada uno con sus dispositivos surcadores y de dosificación.

De todos los elementos que componen la sembradora, el que mejor sirve para caracterizarla es el dosificador.

Dosificador

El dosificador es el órgano que caracteriza a una sembradora monograno, o sembradora 'de precisión'. Para que sea considerada como tal, debe de actuar de manera 'discontinua', lo que exige:

- Descarga forzada de una (o varias) semillas por golpe, independientemente del contenido de la tolva y sin producir daño a las semillas.
- Posibilidad de regulación para variar la densidad de siembra en un margen amplio.

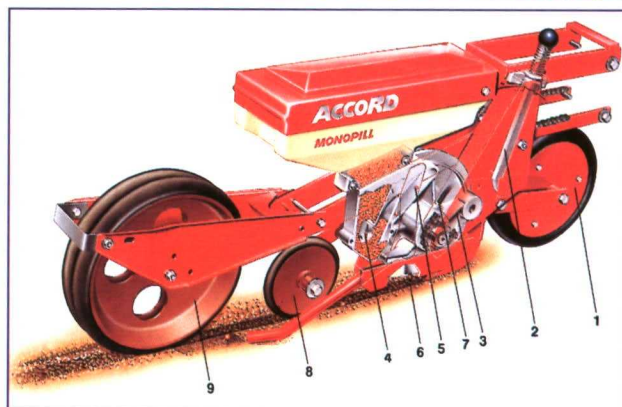
En los sistemas de dosificación que utilizan las sembradoras pueden establecerse dos grandes grupos: los que utilizan exclusivamente la forma de la semilla para su extracción, una a una, de la tolva, que son los que se conocen como dosificadores mecánicos, y los que utilizan principalmente el vacío, la sobrepresión o la velocidad de una corriente de aire para la extracción, que son los que se conocen como dosificadores neumáticos.

Aunque con una difusión más li-



Cuerpo de siembra con dosificador mecánico para semilla pildorada de remolacha.

1. Rueda delantera.
2. Ajuste de la profundidad.
3. Unidad dosificadora.
4. Plato alveolado.
5. Retorno de semillas sobrantes.
6. Entrega en el fondo del surco.
7. Detector de averías.
8. Rueda asentadora.
9. Rueda de apoyo trasero.



mitada, también se comercializan máquinas sembradoras con sistemas de dosificación en cierto modo mixtos, ya que si bien la salida del grano se consigue mecánicamente, a continuación se emplea una corriente de aire para trasladar la semilla hasta la bota de siembra.

Los dosificadores más frecuentemente utilizados, pertenecen generalmente a uno de los grupos siguientes:

Dosificadores mecánicos

Son sencillos, robustos y de bajo coste de fabricación, pero necesitan semilla calibrada; su polivalencia es limitada y presentan un mayor riesgo de irregularidad en la dosificación por falta de homogeneidad dimensional de la semilla.

Las formas constructivas de los dosificadores mecánicos son:

- **Platos con alvéolos en cada uno de los cuales entra una sola semilla.** Ha sido por muchos años el sistema más utilizado, ya que da lugar a máquinas mecánicamente sencillas y poco costosas, que proporcionan precisión suficiente para la siembra de maíz o de las soja, siempre que la semilla esté bien calibrada, o cuando se utilizan semillas pildoradas.

El plato consta de un número va-

riable de escotaduras u orificios (alvéolos), situados todos a igual distancia del centro y uniformemente distribuidos en la circunferencia, en los que se puede alojar una sola semilla, bien sea plana o de canto.

Al girar sobre su centro, pone los alvéolos en comunicación con dos zonas distintas: la primera, en la que se produce la carga de las semillas a razón de una por alvéolo; la segunda, en la que se van descargando sucesivamente los alvéolos al pasar frente al conducto de salida, ayudadas por una leva con resorte (cepillo) que las empuja. En el giro completo del plato se produce la carga y descarga sucesiva de todos los alvéolos.

El plato puede estar colocado en tres posiciones diferentes: horizontal, inclinada y vertical. Para semillas pesadas, como las del maíz, es frecuente utilizar la posición horizontal, que, aunque realiza la descarga a mayor altura del suelo, lo que disminuye algo la precisión —no mucho, por ser la semilla pesada—, presenta las ventajas de más fácil regulación y menos alteraciones por las sacudidas que se produzcan en la máquina.

El plato inclinado funciona análogamente al horizontal. El plato vertical toma generalmente la forma de ci-

lindro con orificios en la parte exterior que cargan y descargan las semillas de manera similar a lo ya indicado para las otras soluciones constructivas; esta alternativa es frecuentemente utilizada en la siembra mecánica de la remolacha pildorada.

En los platos horizontales e inclinados se pueden situar varias filas de orificios sobre circunferencias concéntricas, lo que hace posible la colocación de semillas más próximas sin tener que aumentar excesivamente la velocidad de giro del dosificador, cuando la separación entre semillas es pequeña. Esto se aplica a cultivos como la soja, con semillas relativamente homogéneas y pesadas.

En estos sistemas, al elegir los orificios del plato, se debe tener en cuenta el tamaño de semilla, según la variedad que se desea sembrar, para que cada grano quepa en un orificio, sin que lleguen a entrar varios en el mismo, o se produzcan roturas al no entrar el grano por completo. La calibración del grano es esencial para conseguir el correcto funcionamiento de la máquina.

“ Para la siembra ‘monograno’ se necesita un dosificador discontinuo perfectamente adaptado ”

• *Correa de caucho perforada, o dos correas escotadas paralelas.* Estos sistemas, análogos a los anteriores, son más suaves, pero menos precisos (mayor presencia de dobles). Se utilizan generalmente más en cultivos con semillas delicadas, como es el caso de la remolacha.

Su característica más sobresaliente

es que permite reducir la altura de caída, con lo que el espaciamiento entre semillas se mantiene más homogéneo.

• *Dedos pinzadores.* Es una solución mecánica muy específica, especialmente diseñada para granos de maíz, con caras planas en lados opuestos de la semilla.

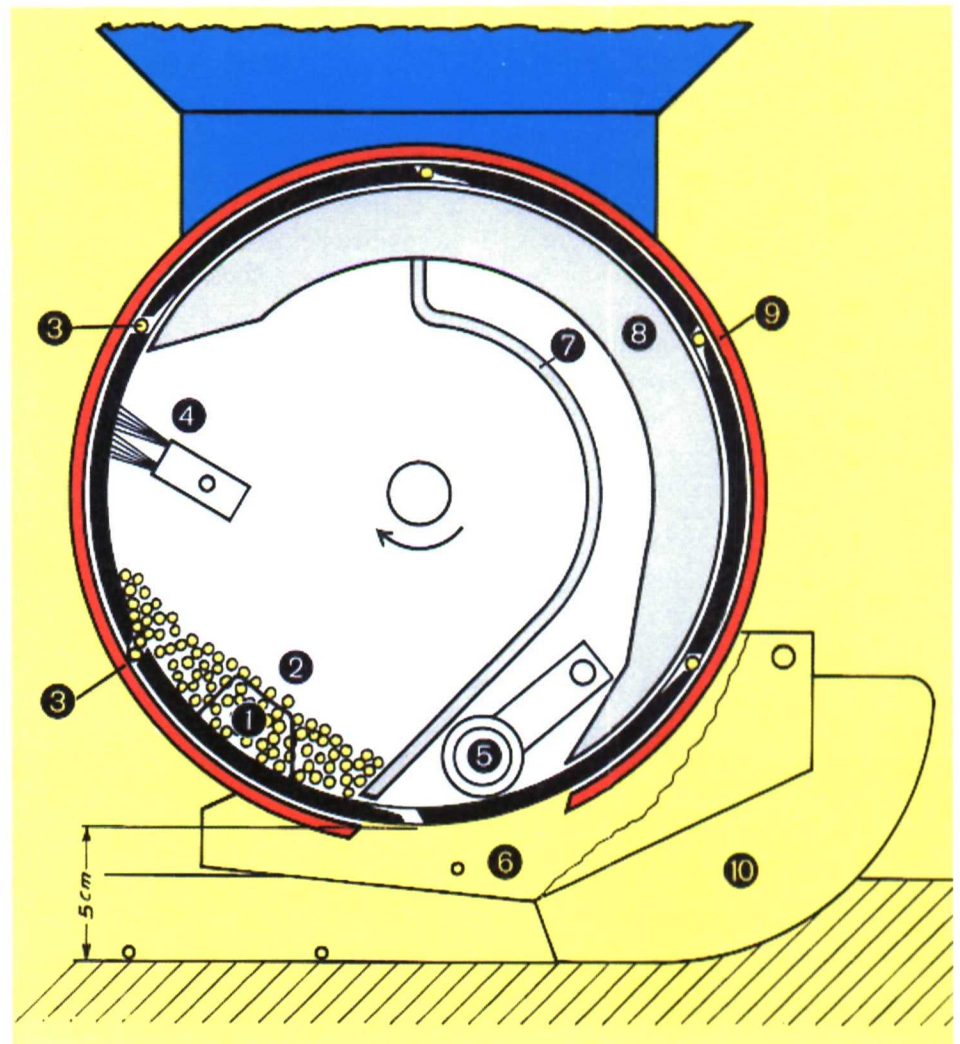
Constructivamente se basa en un conjunto de dedos, colocados según los radios de una circunferencia, cuyo centro es el de giro del conjunto, acodados en el extremo exterior y con un resorte en el interior que tiende a mantener el extremo acodado aplicado sobre un disco paralelo a los dedos. Este extremo es el que aprisiona las semillas.

En la zona de carga, una leva vence al muelle y separa el extremo acodado

del dedo (pinza), colocándose en ese momento varias semillas entre el disco y la pinza, de manera que, al desaparecer la acción de la leva, quedan aprisionadas. En el disco hay unos entranques para liberar las semillas en exceso, en el caso de que más de una haya quedado atrapada por la pinza, de manera que sólo una continúa el ciclo hasta llegar a una perforación por la que sale al exterior.

La caída de la semilla no es libre, sino por una esclusa que gira a la misma velocidad que los dedos y la libera en la parte de abajo, reduciéndose así la altura de caída.

Este dispositivo es menos exigente que los dosificadores de plato alveolado, en relación con el calibre uniforme de las semillas, siempre que las caras opuestas de los granos de maíz sean suficientemente planas



Dosificador mecánico de plato vertical.

1 y 2. Depósito de semilla. 3. Alvéolos con la correspondiente semilla en su interior. 4. Cepillos enrasadores. 5. Rodillo expulsor. 6. Altura de caída mínima. 7. Guía de la semilla procedente de la tolva principal. 8. Envuelta que retiene las semillas en los alvéolos. 10. Surcador.

Dosificadores neumáticos

Dosifican con precisión sin que necesiten contar con semilla calibrada y, en general, pueden trabajar a gran velocidad, pero son más costosos de fabricar, precisan el accionamiento por la toma de fuerza del tractor y cuidar la estanqueidad de las conducciones de aire, y además son exigentes en cuanto al ajuste para evitar la presencia de 'dobles' en la dosificación.

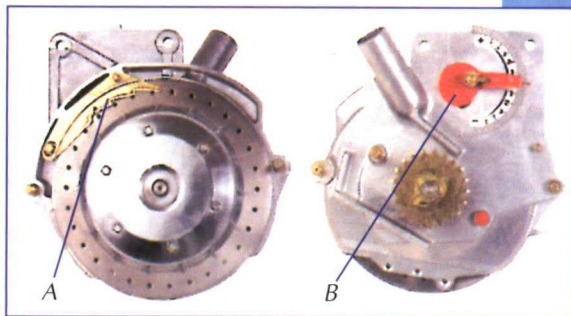
Las formas constructivas de los dosificadores neumáticos son:

- *Plato vertical con succión lateral.* El plato que se utiliza dispone de orificios de menor tamaño que las semillas, y está colocado de manera que, por la cara interna, se pone en contacto con la tolva y por la externa queda recubierto por una cámara en la que se crea una succión, por el efecto que produce una turbina, única para todos los elementos sembradores, accionada por la toma de fuerza del tractor que arrastra a la máquina.

La succión hace que las semillas se adhieran a los orificios del plato que las arrastra en su giro hasta que llega a la zona de descarga, en la que la succión desaparece y las semillas caen por gravedad en los surcadores. Para evitar que se adhieran varias semillas en cada orificio, existe una uña dentada de posición regulable, que, colocada próxima a los orificios, suelta todas las semillas menos una, que queda centrada en el mismo y que continúa el ciclo de siembra.



Dosificador neumático de Accord en el que el disco alveolado gira junto a la cámara de vacío.



Dosificador neumático con cámara de vacío fija y plato giratorio.

Control de dobles:
A) Uña expulsora.
B) Nivel de vacío.

Las formas constructivas que llegan al mercado son algo diferentes, lo que puede afectar al funcionamiento de algunas de ellas en situaciones extremas. La mayoría de los fabricantes europeos utilizan un plato alveolado que se apoya y roza sobre unos elementos flexibles unidos a la cámara de vacío. Este rozamiento puede llegar a producir el desgaste de los platos cuando se trabaja a gran velocidad en condiciones de altas temperaturas.

Hay otra solución constructiva, desarrollada por Accord, que se adapta mejor a estas situaciones muy desfavorables, aunque sea algo más costosa. En ella, el disco alveolado va unido a un cuerpo que gira apoyado en un rodamiento, que está en comunicación con la turbina que produce el vacío. La presión diferencial entre las

caras del disco es suficiente para retener las semillas, que se desprenden en el momento en el que el alvéolo que las retiene queda obstruido por un pequeño patín fijo, situado en el interior de la cámara por el lado opuesto en el que se encuentran las semillas, con lo que el rozamiento es muy bajo.

Un efecto parecido se consigue con la solución constructiva de John Deere, en la que el cierre estanco de la cámara de aire, en la que se produce el vacío, lo realiza una junta de caucho con un labio que se adapta al disco con muy bajo rozamiento.

En cualquier caso, la precisión que pueden conseguir los dosificadores neumáticos puede ser muy elevada, aunque las semillas no sean de igual calibre, y permiten sembrar diferentes tipos de semillas con apenas al-





“ El dosificador neumático permite simplificar el ajuste de la máquina a diferentes tipos de semilla ”

gunas modificaciones en la regulación. De todas maneras, es necesario que el diámetro del orificio al que se adhiere la semilla guarde relación con el tamaño de ésta. Si la succión no es suficiente se pueden producir fallos con las semillas pesadas, lo que puede suceder con maíz o con remolacha pildorada.

También, cuando se pretende sembrar con muchas semillas por metro de avance, las dificultades aumentan, ya que a no ser que el plato alveolado sea de gran diámetro, su velocidad de giro tendría que ser alta, produciéndose, además, la caída de las semillas más pesadas.

- *Corona vertical con escotaduras.* Una variante de dosificador neumático es la que utiliza un tambor sobre el que se encuentran alvéolos de forma cónica y de mayor tamaño que las semillas, colocados circunferencialmente en la cara exterior del tambor y provistos de un orificio de pequeño tamaño en el fondo.

La alimentación se consigue al desplazarse en rotación el tambor por debajo de la tolva, de manera que varias semillas entran en cada alvéolo. Cuando el alvéolo está saliendo de la

zona de llenado recibe una corriente de aire a gran velocidad que expulsa a todas las semillas en exceso quedando solamente la que cierra el orificio de fondo del alvéolo.

El recorrido continúa hasta que el alvéolo ocupa la posición más baja

momento en el que descarga sobre la bota de siembra.

Con este sistema no se necesita un dispositivo mecánico para eliminar las semillas en exceso, pero es necesario utilizar tambores con orificios de diferente tamaño en función de las clases principales de semillas (maíz, remolacha, girasol, etc.).

Dosificadores mixtos

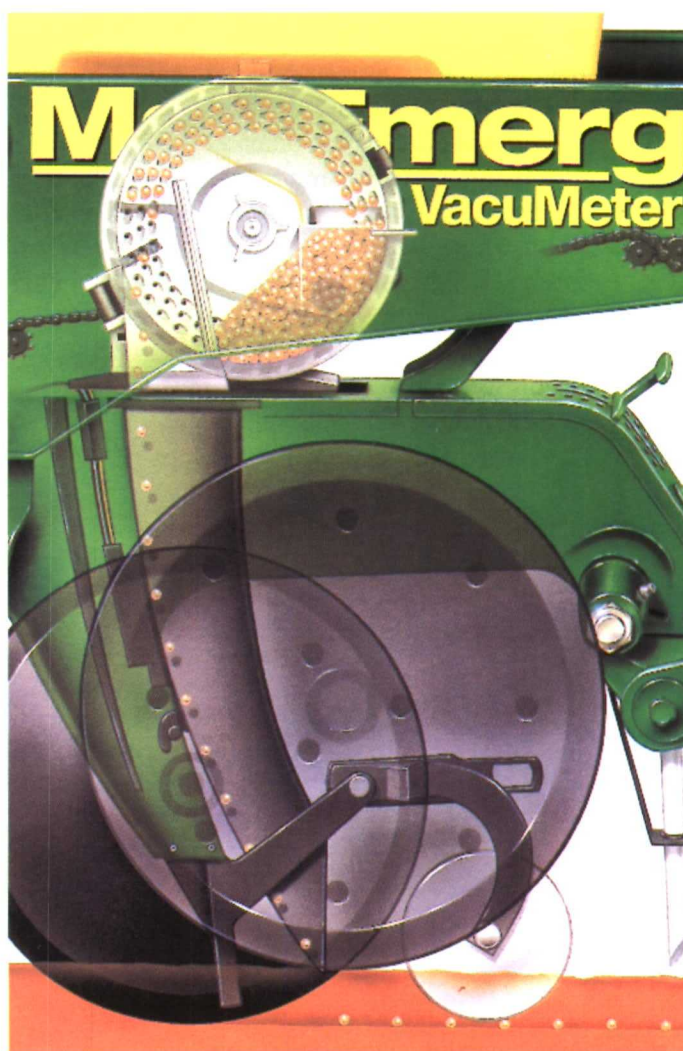
Utilizan un sistema combinado con dosificación mecánica o neumática (por succión o por sobrepresión), unida al transporte neumático (corriente de aire) de la semilla desde la salida del dosificador a la bota de siembra.

- *Tambor único con inyectoros.* En el mercado europeo se comercializan máquinas sembradoras ‘universales’ cuyo dosificador lo constituye un plato horizontal de gran tamaño, con tantas salidas como botas de siembra.

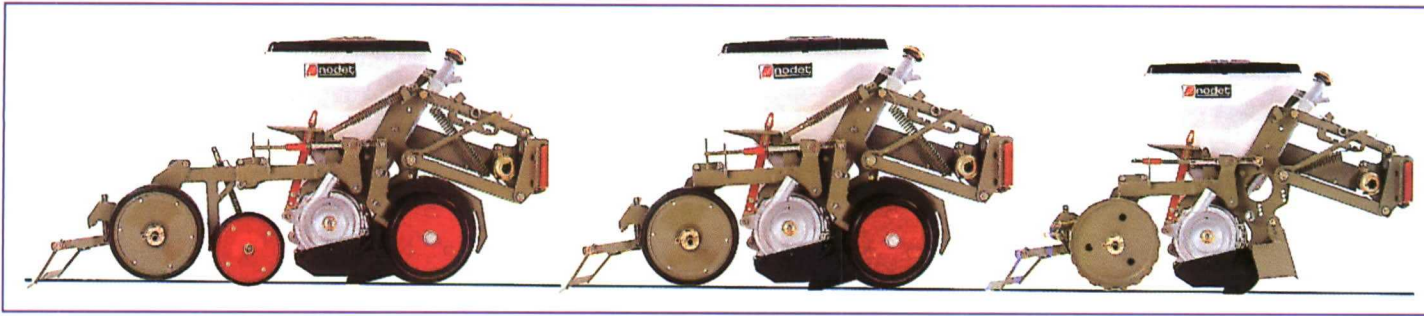
La dosificación es mecánica, sobre la base de unos alvéolos del tamaño de las semillas, que las dejan caer en un ‘inyector’ que se encarga de recogerla y lanzarla en una corriente de aire hasta la bota de siembra.

El dosificador también puede ser neumático por succión utilizando perforaciones de tamaño apropiado realizadas sobre una correa de material plástico que se adosa circunferencialmente al plato.

Este tipo de máquinas, además de ser polivalentes, admiten un plegado fácil para adaptarse a la anchura de circulación, aunque se trate de máquinas de gran anchura de trabajo; en ellas todavía aparecen algunos problemas que afectan a su precisión, por el recorrido largo que tiene que realizar el grano, aunque esto se haga a velocidades superiores a 13 m/s, y también a la forma en que se coloca el grano en el surco consecuencia de su alta velocidad de llegada.



Dosificador neumático con triple fila de alvéolos sembrando semilla de soja.



• **Tambor alveolado.** Este sistema, que prácticamente no se ha utilizado en España (ha sido siempre un producto casi específico de la agricultura americana), está diseñado para semillas grandes, como las del maíz; utiliza un tambor que gira en posición vertical con perforaciones situadas equidistantes en circunferencias paralelas, tantas como líneas de siembra emplee la máquina.

Al interior del tambor llegan las semillas por caída libre procedente de la tolva principal, y se encuentran sometidas a la sobrepresión producida por un ventilador que acciona la toma de fuerza del tractor.

El aire tiende a salir por los orificios del tambor, pero al ser obstruidos por las semillas, éstas permanecen unidas al tambor acompañándolo en su rotación e impidiendo la salida del aire. Cuando alcanzan una posición determinada, todos los orificios que se encuentran en línea sobre el tambor quedan obstruidos por un cilindro de goma, o un cepillo exterior, lo que provoca la caída de las semillas, que lo hacen cada una en la conducción correspondiente a una bota de siembra, donde resulta impulsada por la propia sobrepresión que existe en el interior del tambor.

Una variante del sistema descrito, que se comercializa en algunos países europeos, utiliza un tambor para cada dos líneas y la dosificación, en cada una de las caras externas de los tambores, se hace por succión, de manera similar a como lo hacen los dosificadores con platos alveolados, hasta que en el giro se alcanza una posición determinada, a partir de la cual la semilla sigue hasta la bota de siembra arrastrada por una corriente de aire.

La mayoría de los dosificadores se pueden adaptar para la siembra de semillas de cultivos diferentes modificando algunos de sus componentes

como los platos alveolados. Con los dosificadores neumáticos la polivalencia es mayor, e incluso es posible la siembra precisa de semillas de tamaños diferentes. En cualquier caso, con los dosificadores neumáticos puede trabajarse a mayor velocidad y para cambiar de una especie a otra las modificaciones que se hacen en el dosificador resultan mínimas.

Accionamiento del dosificador

El dosificador, en un giro completo, liberará tantas semillas como orificios tenga el plato. Por tanto, para colocar un número determinado de semillas por unidad de longitud habrá que sincronizar el avance de la sembradora con el número de vueltas del plato. Para ello, se comunica el plato con las ruedas de la sembradora a través de una transmisión de relación variable y conocida.

La rueda motriz, que se encarga del accionamiento del conjunto apoyándose en el avance de la máquina, puede ser única para todos los cuerpos de siembra, o bien se utilizan ruedas independientes, integradas en cada elemento sembrador, que a la vez sirven para el asentado de la tierra que cubre la semilla.

La variación de la relación de transmisión entre rueda motriz y distribuidor puede realizarse mediante:

- Un variador de velocidad de tipo continuo.
- Una caja de cambios con un número variable de relaciones escalonadas.
- Con ruedas dentadas intercambiables en transmisiones por cadena.

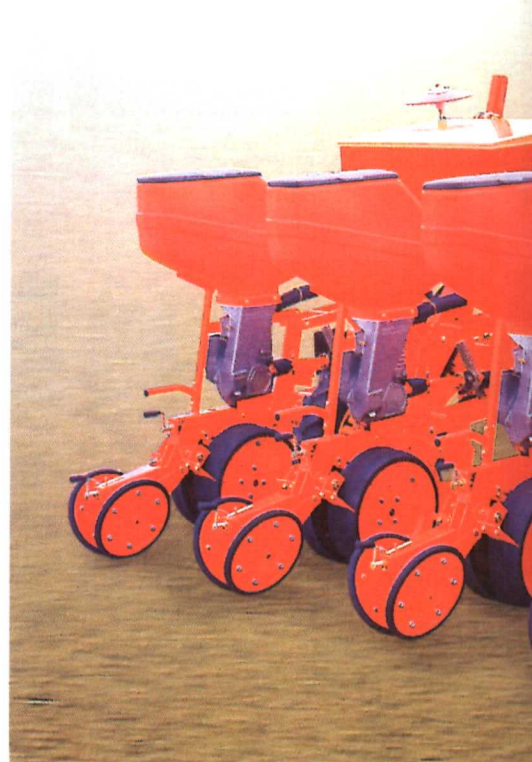
En cualquier caso, se deberá ajustar la relación de transmisión entre la rueda y el dosificador para conseguir la dosis de siembra deseada, teniendo en cuenta el diámetro de la rueda motriz y el número de alvéolos en el plato o elemento dosificador.

Diferentes configuraciones de la máquina a partir de elementos modulares para adaptarla al tipo de motivo.

Surcadores

Son los elementos encargados de abrir el pequeño surco donde se deposita la semilla que proviene del distribuidor a través del tubo de descarga, que debe ser lo más corto posible para que no se produzcan pérdidas de precisión en la colocación de las semillas, al variar los tiempos empleados en su recorrido hasta el suelo.

La forma del surco tiene suma importancia; se recomienda una 'v' lo más profunda posible para el tamaño de la semilla considerada, que evite el rebote y la rodadura de la semilla. La punta de la 'v', en la zona de caída de la semilla, debe ser lo suficientemente ancha para que la semilla se apoye en el fondo del surco, garantizando, de esta manera, la profundidad de siembra uniforme.





Los surcadores, o abresurcos, sólo trabajarán correctamente si encuentran en el suelo un microrelieve adecuado, dependiente del grado de acabado en la preparación del lecho de siembra, pero también del tipo de abresurco utilizado y de los accesorios que incorporan.

Un suelo asentado por debajo de la profundidad de siembra, sobre el que se sitúa la tierra fina, para continuar hasta la superficie con terrones de pequeño tamaño, facilita el trabajo de cualquier surcador. Si esto no ha sido posible, deberá ser el propio surcador y sus accesorios los que completen las labores que el cultivo exige, o incluso que realice la siembra directa con garantías para la germinación y nascencia del cultivo.

No sólo el tipo de surcador utilizado y su adaptación a la naturaleza y estado del suelo es importante, sino también el estado en que se encuentra. Un surcador sin filo, o de material ru-

goso, conforma mal el surco y deja un fondo redondeado que afecta a la profundidad de siembra, a la vez que puede producir un mayor arrastre de material y exceso de compactación en el fondo.

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

En general, los azadones producen poco movimiento del suelo y marcan perfectamente la 'v' del surco. Su límite funcional está dado por las dificultades de autolimpieza en suelos pesados. Permiten la siembra en suelos sueltos de hasta 10 cm de profundidad. Los diseños modernos de azadón, construidos en una sola pieza y con perfil estrecho, han convertido a estos surcadores en los más apropiados para cultivos como el maíz o remolacha. Las únicas dificultades aparecen cuando se pretende su

“ Un surcador desgastado conforma mal el surco, lo que afecta a la calidad de la siembra ”

- *Surcadores de patín o azadones.* 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 se realizan 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.

funcionamiento sobre suelos con abundante residuo superficial o muy mal preparados.

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, de la zona de caída de la semilla. Se recomienda para ello que la punta esté de 1 a 2 cm más baja que la cola.

La longitud del azadón condiciona su comportamiento en la línea. 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.

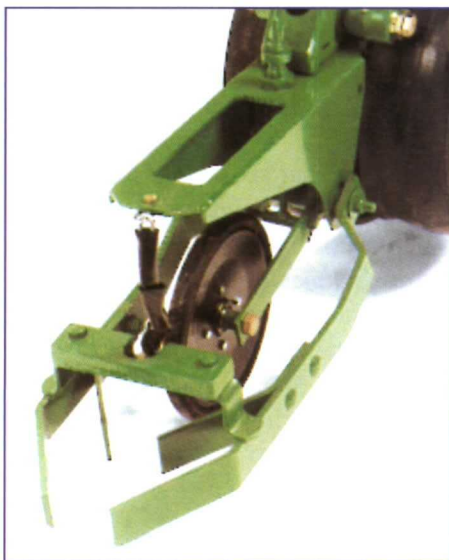
- *Surcador de disco doble.* Lo componen dos discos colocados en planos convergentes, realizándose la descarga de semillas entre ambos. Los ejes de los discos se encuentran unidos al elemento de siembra y la rodadura entre discos y eje se realiza mediante cojinetes. A veces al lado de cada disco se sitúa 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 profundidad superior de la cuarta parte de su diámetro.

No garantiza la 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, o formando parte de los surcadores combinados.

- *Surcadores combinados.* 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 más de 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 una rueda con borde cortante longitudinal), 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 superfi-

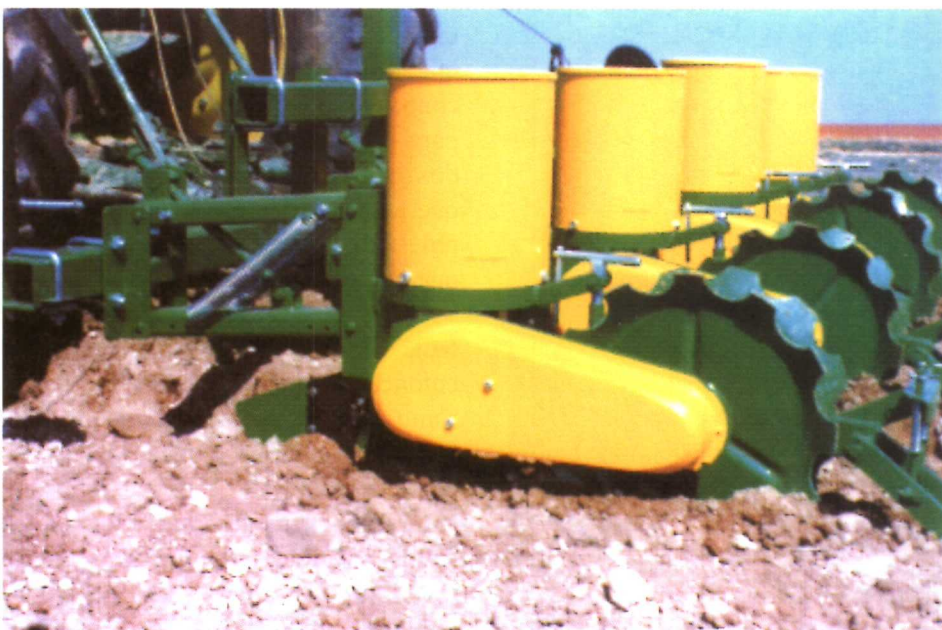
cial, que puede embozar el elemento surcador, pueden utilizarse deflectores que lo apartan de la zona sobre la que va a trabajar el surcador.

Cuando la siembra, por las características particulares del suelo y del clima, se debe hacer sobre caballón, o bien en el fondo del surco (sistema *Lister*), se necesitan aditamentos especiales para conformar el suelo, entre los que se pueden incluir una reja rompedora del caballón que se encarga de la preparación del lecho de siembra.

Cubrimiento y compactación de la semilla

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 un 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 se proporciona el grado de humedad necesario para la germinación.

En las sembradoras de maíz o de girasol es frecuente que la rueda compresora se utilice como rueda motriz del elemento sembrador, y que a su vez actúe como limitadora de la profundidad de la siembra.

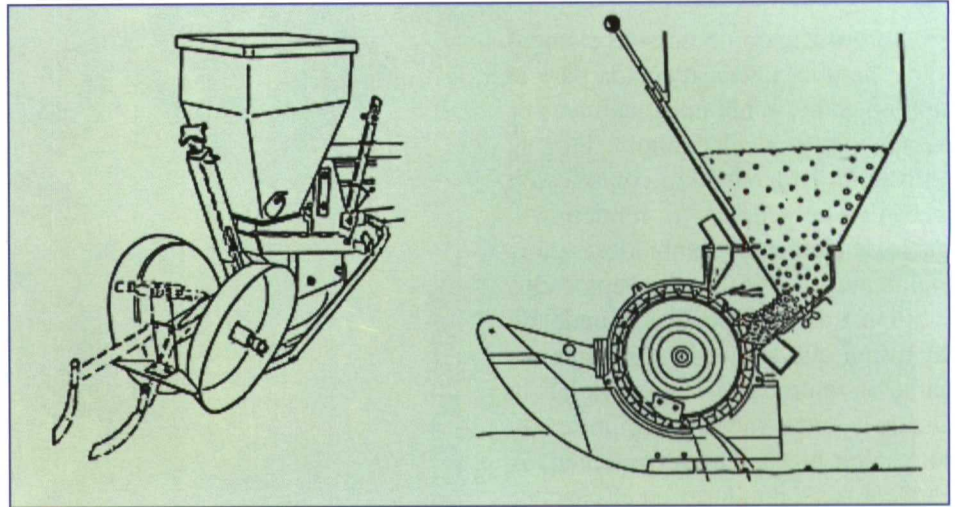
Cada vez es más frecuente el empleo de una rueda, que se puede denominar 'asentadora', de pequeño tamaño y situada centrada en el surco, inmediatamente detrás del surcador, que, al mismo tiempo que asienta levemente la tierra sobre la semilla, evita la tendencia que siempre tiene ésta a rodar y desplazarse del punto de caída.

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 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 dividida 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 limpiabarrros. Modificando 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. Se utilizan bandas de apoyo con formas planas o cóncavas, aunque en casos especiales puedan ser convexas.

Dosificador de tambor alveolado.



En determinadas condiciones de trabajo, como es el caso de los suelos húmedos con excesos de tierra fina en la superficie, las ruedas compactado-

empleo de ruedas con superficies de apoyo rugosas.

En el conjunto formado por los surcadores y elementos de enterrado y compactación, en muchas ocasiones se incluyen los diferentes dispositivos que permiten localizar el abono (por delante o lateralmente respecto a la semilla y siempre a algo más de profundidad) y también productos insecticidas (microgranulados en las proximidades de la semilla) y herbicidas (en la superficie sobre la banda de siembra). En estos casos, el dispositivo de caída de cada producto deberá actuar en la posición adecuada para que ocupe nivel de enterrado que le corresponde.

La mayoría de los fabricantes utiliza una construcción 'modular' de manera que el usuario puede elegir el tipo de reja y los elementos de compactación más adecuados para el cultivo, o los cultivos, con los que va a trabajar.

“ La rueda asentadora situada inmediatamente detrás del surcador acelera la germinación de la semilla ”

ras pueden producir costra superficial, y se favorece la germinación de las malas hierbas en la banda de tierra asentada. Para evitarlo es preferible el



Montaje de los elementos sembradores

La utilización de un solo elemento de siembra queda reducida para el empleo de la siembra de una línea por pasada con tracción animal. Para la utilización en la siembra con tracción mecánica se acoplan un número variable de elementos sembradores, normalmente de dos a doce, colocados sobre una barra de perfil adecuado, de tal forma que se pueda regular la separación entre ellos, para variar la distancia entre líneas de siembra, con sólo soltar las tuercas que retienen los elementos sembradores en el bastidor transversal de la máquina. En los equipos con accionamiento centralizado este desplazamiento lateral también se realiza sobre el eje estriado que transmite el movimiento a cada uno de los cuerpos.

El conjunto de elementos sembradores, montado sobre ruedas, puede ser arrastrado por el tractor, o bien se coloca suspendido frontal, lateral o posteriormente del mismo. El montaje posterior, utilizando los tres puntos de enganche, es el más empleado en Europa.

Para el ajuste de los elementos sembradores se debe tener en cuenta las separaciones entre líneas que admite el equipo de recolección que se vaya a utilizar y, para hacer el ajuste, también hay que contar con las posibles anchuras de vía que se pueden conseguir en el tractor.

Además, debe ajustarse un dispositivo marcador, de discos o de rejas, que indique el camino que debe seguir el tractor en la pasada contiguo, para



que la distancia entre líneas se mantenga sobre todo el campo, pudiendo actuar de manera automática o bien ser accionados manualmente por el conductor.

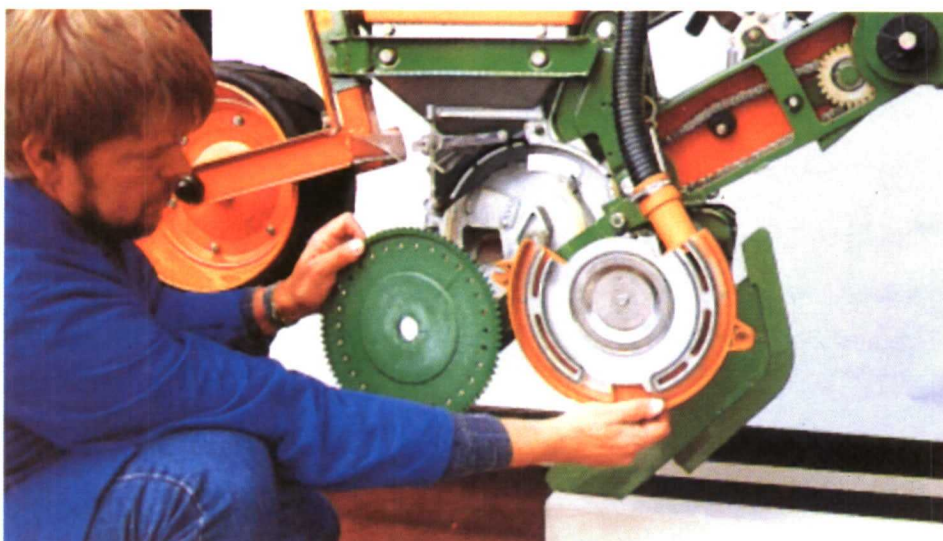
También hay que conseguir que todos los cuerpos trabajen de manera que la semilla quede a profundidad constante.

Para que cada elemento permanezca unido a la superficie del terreno, independientemente de las irregularidades del mismo y de la acción de los demás, hay que utilizar un montaje flotante, como es el del paralelogramo articulado, con un conjunto de resortes que actúen según una diagonal. Con ello se consigue que no varíe la inclinación del elemento en cualquiera de las posiciones que puede tomar, y regulando la posición del surcador

respecto a la rueda compresora, se obtiene la profundidad de siembra deseada.

La posición relativa entre la rueda de apoyo y el elemento surcador afecta a la precisión en la profundidad de siembra. Si se monta la rueda reguladora de profundidad por delante del surcador (poco frecuente) en el momento de desnivelación del suelo se puede dejar la semilla en la superficie (adelanto de la corrección de profundidad, al estar la rueda más cerca del enganche que el surcador). Si la rueda de control de profundidad se sitúa por detrás (posición habitual de las ruedas asentadoras) la corrección de la desnivelación del suelo se retrasa, quedando la semilla más profunda de lo debido. Colocando las ruedas lateralmente al surcador se consigue mayor precisión. Las ruedas traseras proporcionan precisión suficiente para cultivos como el maíz o el girasol.

En las sembradoras que se tienen que utilizar también en cultivos, como la remolacha, que son muy exigentes en cuanto a la precisión en la profundidad de siembra, es necesario utilizar dos ruedas por elemento, una anterior y otra posterior al surcador, con lo que la profundidad de siembra alcanza mayor uniformidad. Esto hace que se fabriquen conjuntos modulares en los que se pueden sustituir los elementos de apoyo y su forma de unión, para adaptar la máquina a las necesidades de cada cultivo.



Tolvas y elementos complementarios

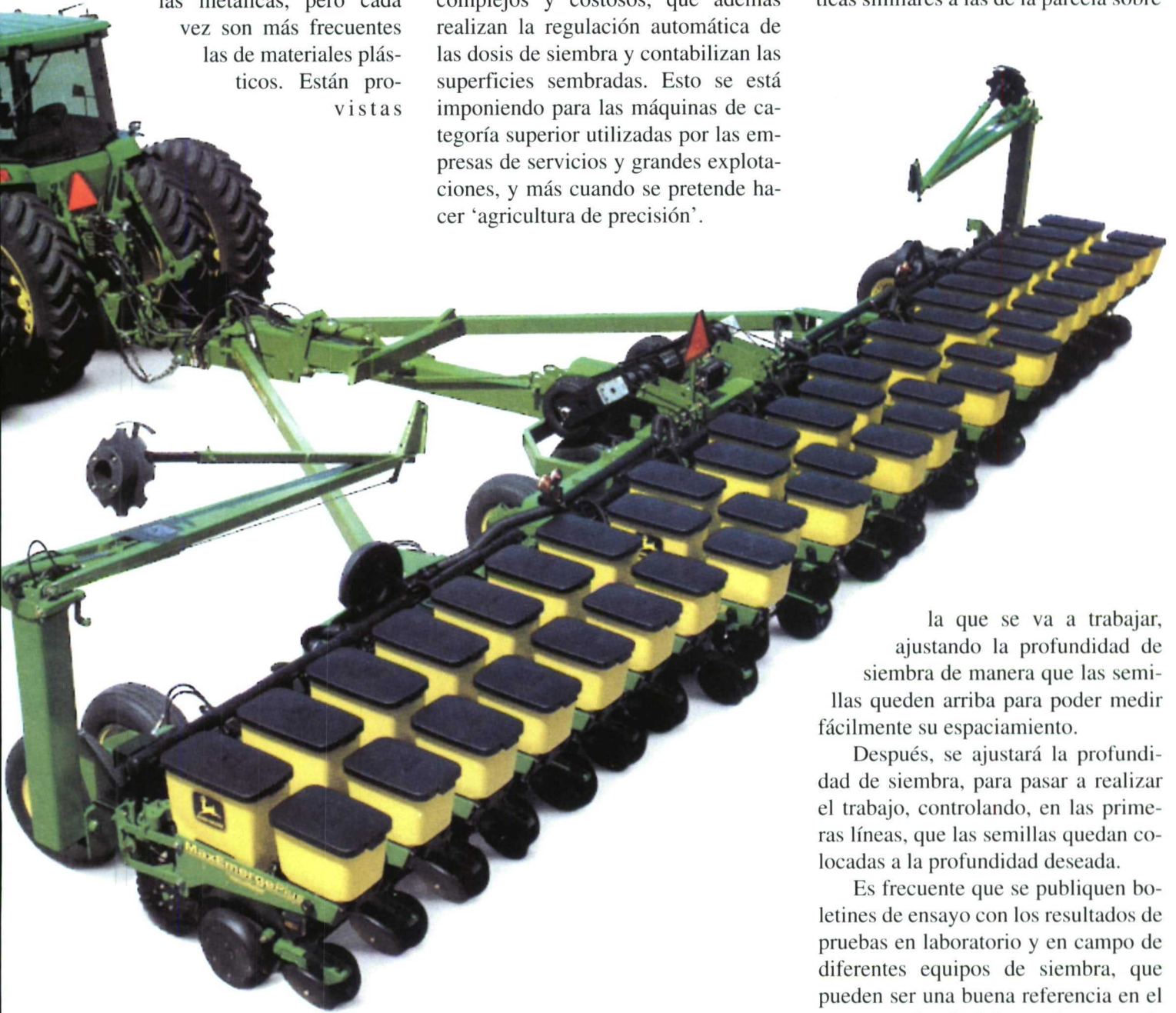
Las semillas que abastecen al distribuidor se almacenan en tolvas —normalmente una por elemento— cilíndricas, troncocónicas o de formás variables, pero que facilitan la caída por gravedad.

Las más empleadas han sido las metálicas, pero cada vez son más frecuentes las de materiales plásticos. Están provistas

éstos pueden ir provistos de ventanas de material transparente que permiten al conductor apreciar el paso de la semilla en algunas de las fases de siembra.

Otra alternativa es el empleo de equipos de control electrónicos, que avisan de las irregularidades que se pueden producir, así como otros más complejos y costosos, que además realizan la regulación automática de las dosis de siembra y contabilizan las superficies sembradas. Esto se está imponiendo para las máquinas de categoría superior utilizadas por las empresas de servicios y grandes explotaciones, y más cuando se pretende hacer 'agricultura de precisión'.

En cualquier caso, la máquina hay que calibrarla de acuerdo con lo que el cultivo necesita, utilizando la información que suministra el manual de operador. Una vez realizada la calibración, hay que evaluar el grado de puesta a punto de la máquina, lo que debe de hacerse con un pequeño recorrido en una superficie con características similares a las de la parcela sobre



de marcadores o ventanas por las que se aprecia la cantidad de semilla existente.

Su capacidad suele estar entre 20 y 30 litros, aunque esto depende del tipo de máquina y de las superficies sembradas por día. En las máquinas de tolva única las capacidades pueden variar entre 100 y más de 350 litros.

Para controlar el buen funcionamiento de cada elemento sembrador,

A MODO DE CONCLUSIÓN

Se ha realizado una revisión de las diferentes alternativas mecánicas para la siembra monograno. Cada situación puede hacer más recomendable la elección de una determinada solución, aunque a veces se necesitan máquinas polivalentes que puedan adaptarse con rapidez a diferentes cultivos.

la que se va a trabajar, ajustando la profundidad de siembra de manera que las semillas queden arriba para poder medir fácilmente su espaciamiento.

Después, se ajustará la profundidad de siembra, para pasar a realizar el trabajo, controlando, en las primeras líneas, que las semillas quedan colocadas a la profundidad deseada.

Es frecuente que se publiquen boletines de ensayo con los resultados de pruebas en laboratorio y en campo de diferentes equipos de siembra, que pueden ser una buena referencia en el momento de adquirir una determinada máquina, o para analizar los ajustes que más convienen en cada situación agronómica.

Pero no se debe de olvidar que cualquier máquina, por mucha que sea su 'calidad', sólo realizará una buena siembra cuando se encuentre perfectamente ajustada para el tipo de semilla disponible, en función de las condiciones de campo en el que se trabaja. ♠