



**Curso de Maquinaria Agrícola**

---

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

*Capítulo 04.-*

# **Equipos para siembra, plantación y trasplante**

**Prof. Luis Márquez  
Dr. Ing. Agrónomo**



## Función principal de la maquinaria incluida en este Grupo

- Se encargan de **distribuir la semilla en el suelo** con un espaciamiento entre las mismas de acuerdo con lo que exige el cultivo (uniformidad superficial, uniformidad sobre la línea, o espaciamiento fijo entre semillas contiguas).
- **Completan el laboreo secundario** a la vez que aseguran una profundidad de siembra constante y realizan el tapado de la semilla de modo que se evite la formación de costra superficial.
- Con elementos de siembra más robustos **pueden realizar la siembra sin trabajo previo del suelo** (siembra directa o sin laboreo).
- En otros casos se utiliza **material vegetal diferente de la semilla**, como tubérculos o bulbos, o plantas completas procedentes de viveros, con o sin cepellón acompañando a las raíces.



## Siembra, plantación y trasplante



Sembradora  
de grano fino



Plantadora  
de patata



Trasplantadora

Algunos ejemplos de máquinas que se incluyen en esta Capítulo.



## Descripción general

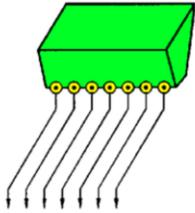
- **Máquinas para siembra**, que permiten la implantación de los cultivos a partir de semilla.
- **Máquinas para plantación**, que hacen posible la implantación del cultivo a partir de cierta cantidad de material vegetal, incluso la planta completa procedente de un semillero.
- **Otras máquinas para siembra y plantación**, que incluiría los equipos que no pudieran ser encajados en los dos subgrupos anteriores.

En el grupo de “otras máquinas” estarían incluidas las sembradoras que utilizan semillas que se distribuyen con un soporte fluido, y también otras máquinas como son las trasplantadoras de árboles.

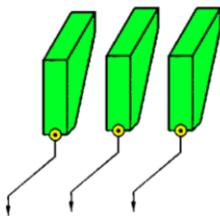


## Tipologías

tolva única



tolvas independientes



- La característica común es la presencia de un **dosificador unido a una rueda motriz**, o dispositivo similar, que permite sacar las semillas (u otros materiales vegetales) proporcionalmente al avance de la máquina.
- La **descarga se realiza por detrás de una reja**, o elemento similar, sobre la que se puede regular la profundidad de intervención.
- Dispone de **una o varias tolvas**, o contenedores, en los que se transporta el material vegetal que se deposita en el suelo.



*Curso de Maquinaria Agrícola*

---

# **Equipos para siembra, plantación y trasplante**

*Capítulo 04.1.-*

## **Maquinaria para la siembra**

**Prof. Luis Márquez  
Dr. Ing. Agrónomo**



## Bases agronómicas

### Colocación de las semillas en el suelo



voleo

chorrillo

golpes

### Forma y dimensiones de las semillas

Algunas especies vegetales se desarrollan mejor cuando disponen de un espacio suficiente a su alrededor, lo que hace aconsejable la siembra a golpes (monograno: una semilla en cada golpe).

Otras, como las pratenses, establecen asociaciones entre especies, por lo que se siembran a voleo.

Los cereales de invierno admiten una siembra a chorrillo y se considera suficiente que se mantenga constante el número de semillas por unidad de longitud de línea de siembra.



## Características de la semillas

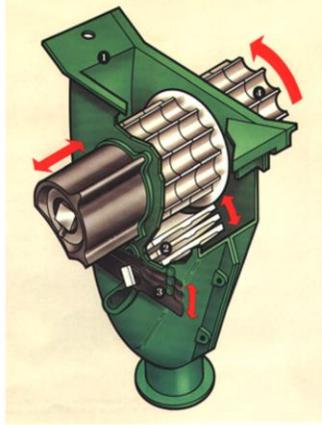


Las características del glómulo que forman las semillas de remolacha obliga a utilizar semilla pildorada. La pildoración también se utiliza en semillas muy pequeñas, como las de las hortalizas.

En especies como el maíz, el girasol, el algodón o la remolacha es imprescindible la siembra a golpes con una semilla por golpe (sembradoras monograno). El termino “de precisión” no es correcto, ya que la precisión de una sembradora, con cualquier tipo de dosificación, quedaría definida por un ensayo de distribución.



## Elementos críticos



### Sistema de dosificación:

- forma y dimensiones de la semilla
- dosis de siembra y precisión

### Apertura del surco y enterrado de la semilla:

- estado del perfil del suelo
- profundidad de siembra





## Tipos de sembradoras

*siembra a chorrillo*

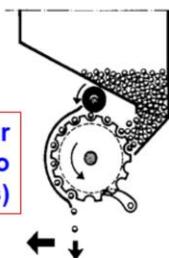


**dosificador continuo**

*siembra a voleo*



**dosificador discontinuo (a golpes)**



*siembra a golpes*

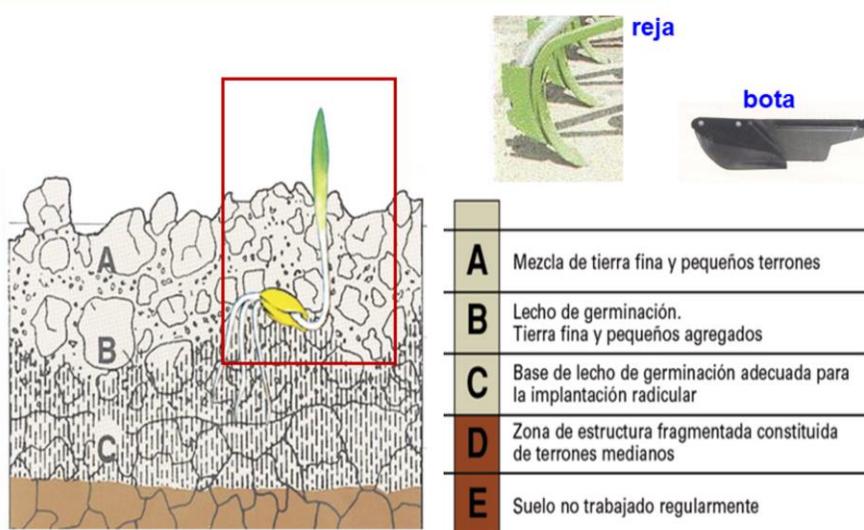
El dosificador continuo deja salir un caudal constante de semillas de la tolva, proporcional a la distancia recorrida por la sembradora,

El dosificador discontinuo (a golpes) saca una a una las semillas de la tolva manteniendo constante la distancia entre golpes.



## Acción de la reja o bota de siembra sobre el perfil del suelo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El tipo de reja o bota de siembra está relacionado con las características de la planta y el estado en el que se encuentra el suelo. Debe complementar el laboreo secundario dejando un lecho de siembra que favorezca la germinación y nascencia de las semillas-

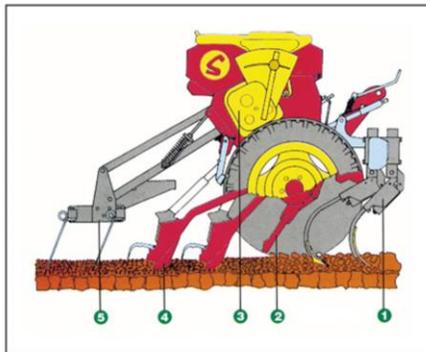


## **Equipos para siembra**

- **Sembradoras para la siembra a chorrillo**
- **Sembradoras para la siembra a voleo**
- **Sembradoras para la siembra monograno**
- **Sembradoras para cultivos hortícolas**



## Sembradoras a chorrillo



Debe garantizar que en el surco queden depositadas un número constante de semillas por cada 10 cm de longitud de surco.

### Función principal:

- Abrir surcos de profundidad constante, depositando en ellos, de manera continua, las semillas de las especies que admiten este tipo de siembra (“granos finos”).
- La máquina incluye los elementos que se encargan tanto de la apertura del surco como del tapado de las semillas (botas de siembra).
- El dosificador debe permitir ajustar la dosis de siembra para la especie vegetal considerada.

- 1.- Preparador de suelo y borrado de huella.
- 2.- Rueda motriz.
- 3.- Variador de velocidad del dosificador.
- 4.- Bota de siembra.
- 5.- Rastra auxiliar para el tapado de las semillas.



## Descripción de las sembradoras a chorrillo: tolvas

tolva central



tolva ancha



- **Tolva**, que suele ser única, ocupando toda la anchura de la máquina, o bien la parte central en el caso de que los laterales de siembra sean plegables.
- Para anchuras de trabajo superiores a 3 m la máquina debe incorporar elementos que permitan su transporte viario (**plegado o transporte en sentido transversal**).



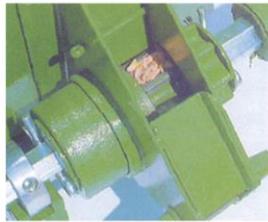
## Facilidad de plegado con grandes anchuras de trabajo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

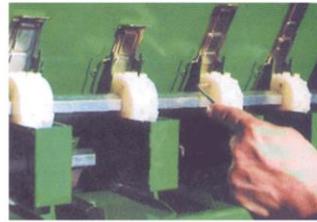




## Descripción de las sembradoras a chorrillo: dosificadores mecánicos



cilindros acanalados



rodillos con dedos

- **Dosificadores de tipo continuo independientes que garantizan la salida desde la tolva de un caudal constante de grano. En función de las dimensiones de los elementos dosificadores se pueden adaptar a la siembra de semillas de diferente tamaño.**
- **Los dosificadores continuos de tipo “mecánico” pueden ser de cilindro acanalado y de rodillos con dedos.**

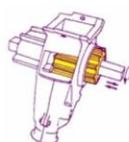
La dosificación en los sistemas de cilindro acanalado se consigue por desplazamiento del cilindro acanalado en su contacto con la tolva. No es necesario un variador de velocidad entre rueda motriz y eje del dosificador para modificar la dosis de siembra.

Para ajustar la dosis de siembra en los dosificadores de cilindro con dedos se necesita un variador de velocidad o una caja de cambio escalonada entre rueda motriz y eje del dosificador.



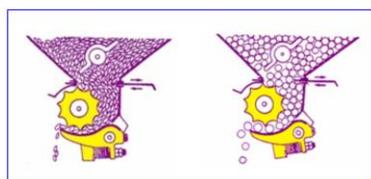
## Comparación entre sistemas de dosificación mecánica

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



| Semillas    | SISTEMA DE DOSIFICACIÓN |       |          |          |         |
|-------------|-------------------------|-------|----------|----------|---------|
|             | acanaladuras            |       | dedos    |          |         |
|             | regulables              | fijos | pequeños | normales | grandes |
| Pequeñas    | ++                      | +     | ++       | -        | -       |
| Medianas    | ++                      | ++    | -        | ++       | ++      |
| Gruesas     | +                       | +     | -        | -        | ++      |
| Muy gruesas | -                       | -     | -        | -        | +       |

++ adecuado; + admisible; - desaconsejado

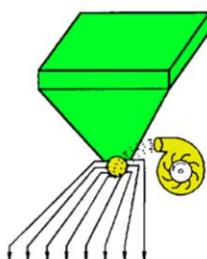


Los sistemas de dedos ofrecen un mejor trato a las semillas.

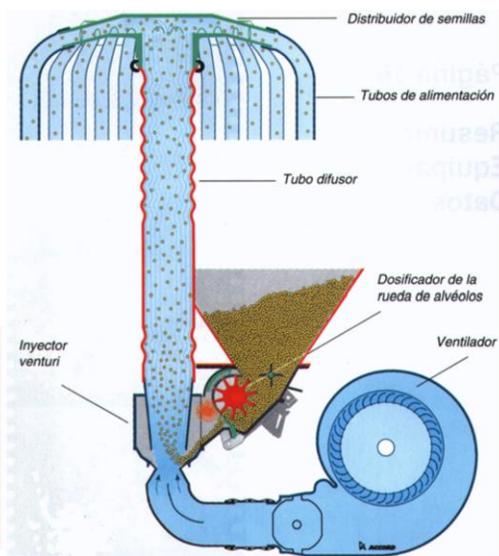
Los sistemas de cilindro acanalado son más precisos, pero pueden romper semillas por acuñado. Para evitarlo se utilizan elementos que se desplazan si la semilla ofrece presión en el alveolo.



## Descripción de las sembradoras a chorrillo: dosificador mecánico-neumático central



- **Dosificación única con separación del grano dirigido a cada bota por derivación del flujo de aire.**



Facilita el plegado de la máquina para su transporte. La obstrucción o la rotura de cualquiera de los tubos de caída que unen el divisor central produce irregularidades en la siembra.



## Dosificador mecánico central en una sembradora con transporte neumático

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

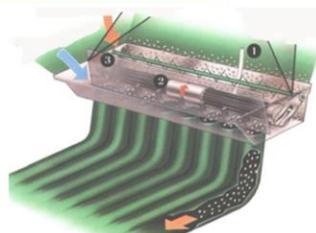
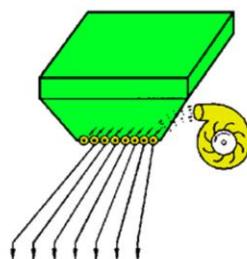


El mismo dosificador admite semillas normales y semillas finas en dosis de siembra muy bajas.



## Descripción de las sembradoras a chorrillo: dosificador mecánico/neumático independiente

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



- **Dosificación mecánica independiente y transporte neumático a cada bota de siembra.**



- 1.- Entrada del grano procedente de la tolva.
- 2.- Dosificador mecánico.
- 3.- Entrada de aire procedente de la turbina.

El sistema facilita el plegado de la máquina para su transporte.

La obstrucción o la rotura de cualquiera de los tubos de caída que unen el divisor central no afecta al caudal de semilla que llega a las demás botas de siembra.



## **Botas de sembradora (granos finos): se encargan de abrir el surco**

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

**bota  
convencional**



**bota-reja**



**bota  
intermedia**



**surcador  
de disco**



**Se incluye en la bota los elementos que se encargan del tapado de la semilla. Los tubos de caída canalizan el grano desde el dosificador a la bota de siembra.**

Las de reja ofrecen perfiles diferentes adaptados a las condiciones del suelo. La bota-reja y la bota intermedia se utiliza para la siembra en suelos poco preparados.

Las de discos, simple o doble, se recomiendan para suelos con residuos.



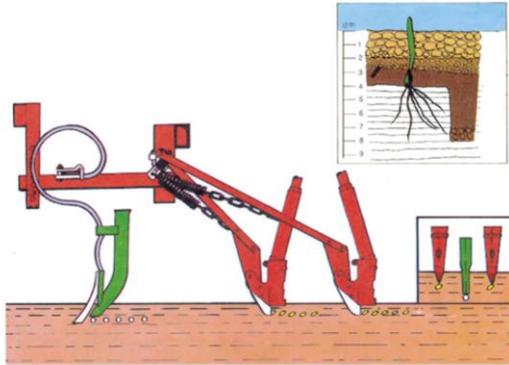
## Tipologías de las sembradoras a chorrillo



- **Transporte de la semilla:** por gravedad y neumático.
- **Capacidad de la tolva:** 120 a 160 kg/m de anchura de trabajo.
- **Masa en vacío:** normal de 100 a 150 kg/m; siembra directa de 200 a 300 kg/m.
- **Anchura de trabajo normales** entre 2 y 7 m (10 m o más en equipos especiales). Se recomienda que las anchuras de trabajo sean múltiplos de 1.50, 1.80 y 2.00 m.
- **Espaciamiento entre botas:** normal de 11 a 25 cm; especial 30 a 50 cm.
- **Dosificadores:** cilindros acanalados, cilindros con dedos, complementados en ocasiones mediante corriente de aire.
- **Accionamiento del dosificador** proporcional al avance, que se realiza mediante una rueda motriz asociada a la sembradora.



## Elementos auxiliares y complementos



Combinada para el abonado  
simultáneo a la siembra.

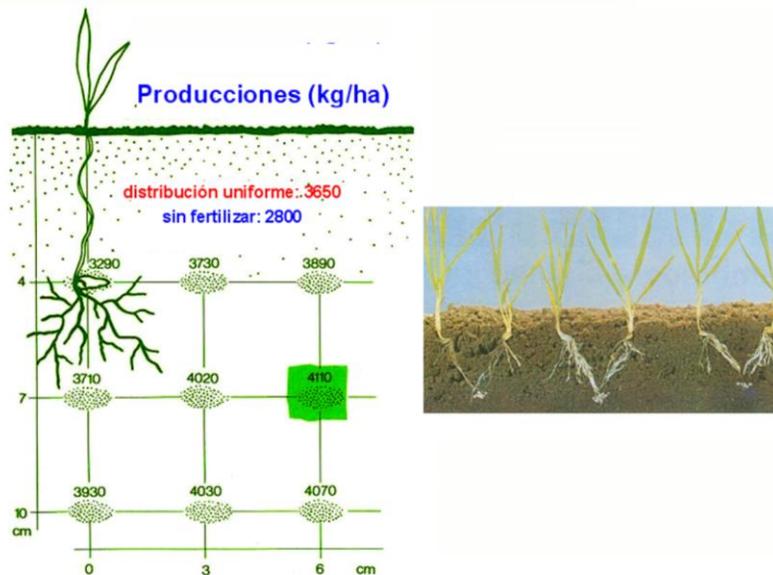
- **Enganche:** semisuspendido o arrastrado.
- **Marcadores** manuales o automáticos; cierre de líneas de siembra (tráfico controlado);
- Las sembradoras para **siembra directa** disponen de unas botas adaptadas.

La fertilización de fondo se puede hacer en la misma línea de siembra o en la interlínea (sembradoras-abonadoras).



## Efecto de la fertilización localizada

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La localización del fertilizante parece que solo tiene efecto favorable cuando el nivel de fertilidad el suelo es alto.

En muchas ocasiones se observa que con la localización, el desarrollo del cultivo es alto en las primeras fases, pero en el momento de la recolección no aparecen grandes diferencias.



## Condiciones de utilización

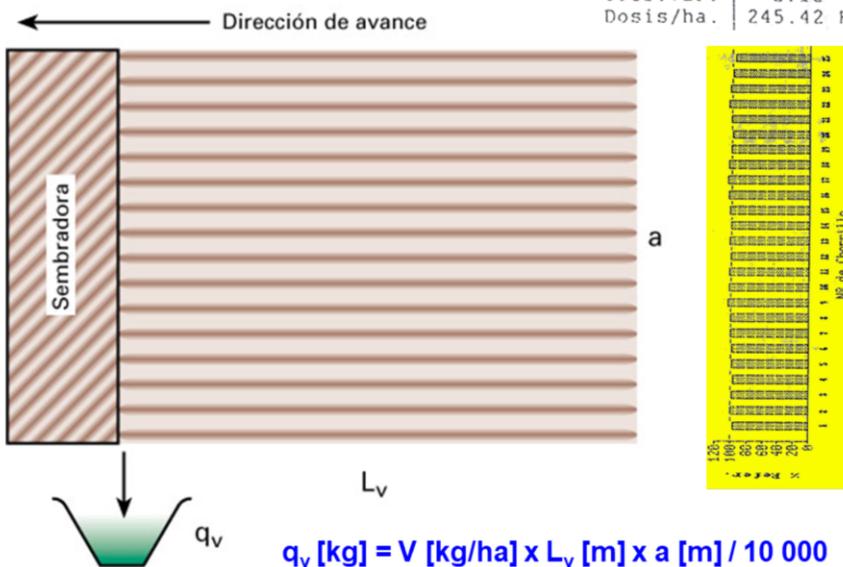
- Para especies como los cereales de invierno (trigo, cebada, etc.), así como veza, colza, alfalfa, etc. las dosis de siembra se pueden ajustar normalmente **entre 30 y 400 kg/ha**; en algunos casos se pueden ajustar para dosis inferiores realizando modificaciones en el dosificador.
- **Potencia recomendada** de 14 a 20 CV (10-15 kW) por metro de anchura de trabajo.
- **Velocidad de trabajo** de 7.0 a 9.0 km/h; eficiencia en parcela: de 0.60 a 0.80 (se reduce a medida que aumenta la dosis de siembra).



## Calibración de la sembradora a chorrillo

|            |              |
|------------|--------------|
| Media      | 132.53 gr    |
| Des. tip.  | 2.80         |
| Coef. var. | 2.12         |
| Dosis/ha.  | 245.42 Kg/ha |

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



$$q_v \text{ [kg]} = V \text{ [kg/ha]} \times L_v \text{ [m]} \times a \text{ [m]} / 10\ 000$$

Para calibrar un sembradora en la siembra a chorrillo se recomienda hacerla trabajar sobre un superficie similar a la de la parcela en la que se implante el cultivo, recogiendo toda la semilla que entregue el dosificador en el recorrido. Así se puede calcular la dosis de siembra y establecer los ajustes oportunos modificando la posición del dosificador.

Si se controlan las cantidades que corresponde a cada bota en el tubo de descarga, se puede verificar la uniformidad en los caudales de semilla que entregan los dosificadores.



## Ensayo en campo (ISO 7256/2 – UNE 68097)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La evaluación de una sembradora en condiciones de campo puede hacerse tomando como referencia la norma UNE 68097.

La uniformidad de distribución se valora en función de la estabilidad en la entrega de granos por cada 10 cm de longitud de línea de siembra.



## Ensayo estático de sembradora a chorrillo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



También se realizan ensayos de laboratorio utilizando plataformas que permiten inclinar la sembradora para determinar el efecto de la pendiente sobre la dosis de siembra en cada línea.



## **Equipos para siembra**

- **Sembradoras para la siembra a chorrillo**
- **Sembradoras para la siembra a voleo**
- **Sembradoras para la siembra monograno**
- **Sembradoras para cultivos hortícolas**

Las sembradoras para la siembra a voleo tiene una importancia secundaria con respecto a las sembradoras para la siembra a chorrillo. En muchos casos la siembra de pratenses se realiza con sembradoras para la siembra a chorrillo con dosificadoras adaptados a este tipo de semillas y colocando las botas de siembra muy juntas. A veces se retiran lo tubos de caída dejando caer libremente las semillas desde el dosificador que controla su salida de la tolva.



## Sembradoras a voleo

### Función principal:

- Distribuir de manera uniforme, en toda la superficie de la parcela, las semillas de las especies conocidas como pratenses.
- La máquina incluye los elementos de dosificación proporcional al avance y unos **elementos de enterrado sencillos que dejan las semillas muy próximas a la superficie.**





## Descripción de las sembradoras a voleo

Los elementos principales son:

- **Tolva**, que suele ser única, ocupando toda la anchura de la máquina.
- **Dosificadores de tipo continuo** que garantizan la salida desde la tolva de un caudal constante de grano. Las dimensiones de los elementos de dosificación se adaptan a las semillas de pequeño tamaño.
- En las sembradoras específicas para la siembra a voleo **no se utilizan tubos de caída**, cayendo directamente la semilla del dosificador al suelo.
- Para la apertura del pequeño canal sobre el que cae la semilla se utiliza un **rodillo acanalado de elementos independientes**, situado en la parte delantera.
- **El tapado** se realiza con otro rodillo igual con sus elementos desplazados para cubrir la semilla con tierra fina .



## Tipologías de las sembradoras a voleo

- **Anchuras de trabajo normales** entre 2 y 5 m.
- **Capacidad de la tolva:** 20 a 50 kg/m de anchura de trabajo en las específicas para pratenses.
- **Dosificadores:** cilindros acanalados y cilindros con dedos. El **accionamiento del dosificador** proporcional al avance se realiza mediante una rueda motriz asociada a la sembradora, o con los propios rodillos acanalados.
- **Caída de la semilla:** por gravedad.
- **Masa en vacío:** normal de 100 a 150 kg/m anchura.
- **Elementos auxiliares:** enganche semisuspendido o arrastrado; marcadores manuales o automáticos.



## Condiciones de utilización

- Es frecuente la **siembra de pratenses con sembradoras para la siembra a chorrillo** (mecánicas y neumáticas) con las botas de siembra dispuestas para que la profundidad de enterrado sea mínima, o retirando los tubos de caída.
- En estos casos el **dosificador** debe permitir trabajar con **semillas muy pequeñas y en dosis muy bajas**.
- En algunas de estas máquinas se utilizan **sembradoras con doble tolva**, una de las cuales es de menor tamaño e incluye su propio dosificador para semillas pequeñas.
- La **caída se puede realizar de forma libre** o por el mismo tubo de caída del grano normal.



## Prestaciones de las sembradoras a voleo

- Las dosis de siembra se pueden ajustar normalmente entre 5 y 50 kg/ha.
- Potencia recomendada de 10 a 15 CV (8 a 11 kW) por metro de anchura de trabajo.
- Velocidad de trabajo de 7.0 a 9.0 km/h.
- Eficiencia en parcela: de 0.60 a 0.80.





## **Equipos para siembra**

- **Sembradoras para la siembra a chorrillo**
- **Sembradoras para la siembra a voleo**
- **Sembradoras para la siembra monograno**
- **Sembradoras para cultivos hortícolas**