



## **Curso de Maquinaria Agrícola**

---

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

*Capítulo 05.-*

# **Equipos para aporte de fertilizantes**

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



**Curso de Maquinaria Agrícola**

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

## **Equipos para aporte de fertilizantes**

**Capítulo 05.2.-** -----

### **Maquinaria para la distribución de enmiendas y residuos orgánicos**

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

La mayor importancia en este grupo la tiene los remolques esparcidos de estiércol y las cubas para distribución de purín.



## Funciones que realizan

- **Transporte hasta la parcela y distribución en dosis elevadas de productos para la corrección del suelo.**
- **Distribución de basuras urbanas fermentadas, residuos ganaderos y lodos de depuradora previamente secados.**
- **Suelen ser máquinas con un diseño que se deriva de los remolques esparcidores de estiércol convencionales, o de las abonadoras arrastradas con tolva de gran capacidad, e incluyen elementos complementarios que se adaptan a las características físicas del producto que se esparce sobre la parcela.**



## Aspectos generales



### Tipologías específicas:

- Remolques esparcidores de estiércol
- Cisternas o cubas esparcidoras de purín

- Anchuras de esparcido: 1.80 a 4.00 m.
- Capacidad de carga: entre 5 y 20 toneladas, con un volumen de caja de 5 a 25 m<sup>3</sup>.
- Para distribuir residuos fluidos se recomiendan cajas estancas con un eje longitudinal dotado de cadenas, o bien una rueda de paletas situada en la parte delantera o trasera de la caja.



## Remolques esparcidores de estiércol



- Transporte hasta la parcela y distribución de **fertilizantes de origen orgánico** cuyo contenido de materia seca supere el 15% (estiércol).
- Al esparcir el estiércol contenido en la caja los elementos que lo realizan provocan un **troceado con un grado de finura variable**.
- Otros equipos realizan la **descarga sobre una reja para situar el estiércol a cierta profundidad** entre las líneas de cultivo (localizadores).



## Elementos principales (estructura)



- Remolque de un eje con apoyo en el tractor (eje simple o tándem), con la caja abierta, generalmente por la parte posterior, que dispone de unas cadenas con travesaños (fondo móvil) que desplaza el estiércol progresivamente hacia atrás.



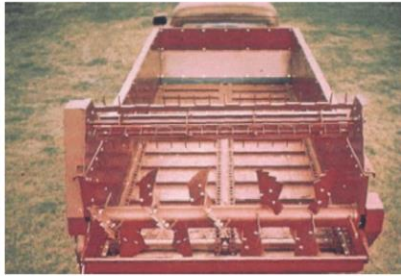
## Elementos principales (esparcido)



- La pulverización y esparcido del estiércol la realizan uno o varios rotores con paletas o hélices situados en la parte trasera de la caja.
- La posición de estos rotores puede ser horizontal o vertical. Los rotores son accionados a partir de la toma de fuerza del tractor.



## Elementos principales (fondo móvil)



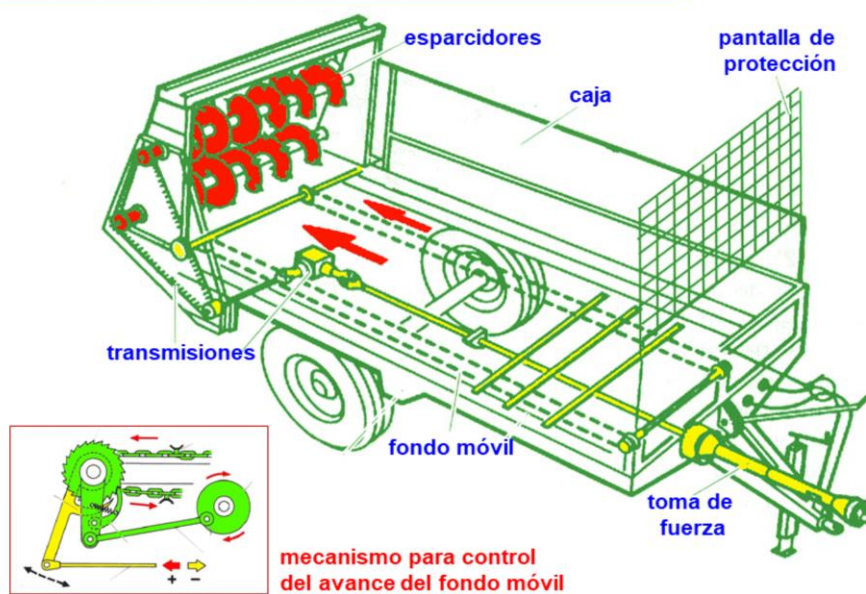
- La dosis de estercolado se regula modificando la velocidad de avance del fondo móvil de la caja, que va ligado cinemáticamente a las ruedas, para que la dosificación sea proporcional al avance.
- Esto se consigue con un mecanismo de rueda y trinquete o mediante un motor hidráulico.





## Mecanismos en el esparcidor de estiércol

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Es posible ajustar el avance del fondo móvil modificando el número de dientes de avance del trinquete.



## Tipologías de los remolques esparcidos

- **Anchuras de esparcido:** 1.8 a 4 m; los que utilizan rotores de eje vertical ofrecen mayor anchura de esparcido, pero las dosis de distribución suelen ser más bajas y necesitan mayor grado de solapamiento entre pasadas contiguas.
- **Capacidad de carga:** entre 2 y 10 t, con un volumen de caja de 3 a 12 m<sup>3</sup>.
- En los equipos con **rotores horizontales**, su número varía entre 1 y 4; el régimen de giro es de unas 200 a 300 rev/min; el aumento de la velocidad de rotación produce una mayor pulverización del estiércol esparcido.
- Con **rotores de eje vertical**: se utilizan dos que giran en sentidos opuestos (hacia fuera); se necesita solapamiento entre pasadas contiguas para conseguir uniformidad en la distribución.

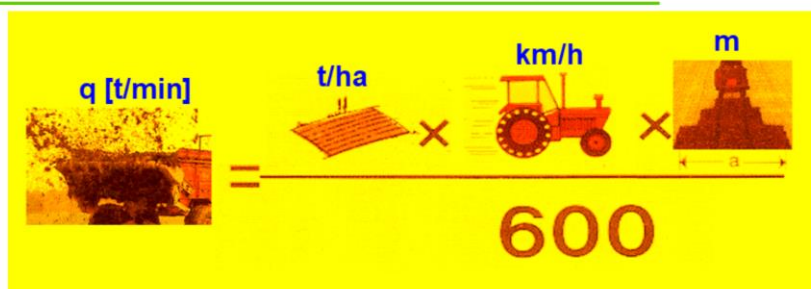


## Condiciones de utilización

- **La dosis de estercolado se regula modificando la velocidad de desplazamiento del fondo de la caja con respecto a la velocidad de avance del conjunto tractor-remolque; tiempos de esparcido de 2 a 4 min/t.**
- **Accionamiento:** toma de fuerza 540 y/o 1000 rev/min para los rotores esparcidos; el desplazamiento fondo de la caja se sincroniza con el avance del remolque.
- **Potencia recomendada:** 8 a 11 CV/t (6 a 8 kW/t); velocidad de trabajo: 4.0 a 8.0 km/h; eficiencia en parcela: muy variable en función de la dosis y de la distancia de transporte (valores de referencia: 0.6 a 1.4 h/carga).



## Ajuste de la dosis aplicada



**V = volumen de la caja [m<sup>3</sup>] =**

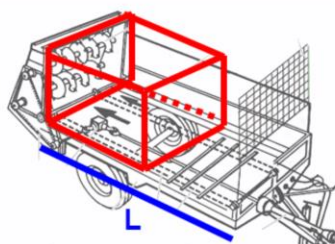
**= L [m] x a [m] x h [m]**

**M = Carga [t]**

**Densidad [t/m<sup>3</sup>] = M / V**

**Carga (t/m-longitud) = M / L [t/m]**

**Avance fondo (m/min) = q [t/min] / carga [t/m]**



Conocida la carga del remolque y la longitud de la caja se puede calcular la cantidad de estiércol por metro de longitud de la caja.

El caudal esparcido en t/min se calcula en función de la dosis (t/ha), de la velocidad de avance (km/h) y de la anchura de esparcido (m).



## Comparación de sistemas esparcidos

[situados en la parte posterior y alimentados por fondo móvil]

| n.º cilindros | Elementos esparcidos     | Diámetro [cm] | Velocidad periférica [m/s] | Anchura esparcido [m] | Anchura trabajo [m] | Dosis v=6 km/h [t/ha] | Evalua. q=0.8 t/min (*) |
|---------------|--------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1             | Horizontal con dientes   | 73            | 15                         | 4.5                   | 2.0                 | 40                    | 1 M                     |
| 1             | Horizontal con hélice    | 72            | 14                         | 6.5                   | 3.0                 | 27                    | 2 M                     |
| 2             | Horizontales con hélice  | 42            | 13                         | 2.5                   | 1.8                 | 44                    | 4                       |
| 2             | Horizontales con mayales | 55            | 16                         | 6.0                   | 3.0                 | 27                    | 3                       |
| 2             | Verticales con dientes   | 61            | 14                         | 11.0                  | 5.5                 | 15                    | 4                       |
| 4             | Verticales con dientes   | 46            | 18                         | 9.0                   | 5.5                 | 15                    | 4                       |
| 4             | Verticales con hélice    | 49            | 17                         | 8.5                   | 6.0                 | 13                    | 5                       |

(\*) Puntuación de 0 a 5

M Aparición ocasional de trozos sin desmenuzar

Fuente: FAT (Suiza)

Las anchuras de esparcido varían con las características de los elementos esparcidos, pero también con las características del estiércol. Los valores del cuadro corresponden a un ensayo realizado por FAT (Suiza).



## Elementos complementarios



- En algunos casos se utilizan **compuertas deslizantes** que limitan la llegada del estiércol a los rotores, lo que impide su salida durante los recorridos de transporte.
- También se incluyen **rotores de paletas horizontales** en la parte baja de la salida de la caja, apropiados para trabajar con residuos pulverulentos.
- Deben incluir una **pantalla** que impida la proyección del estiércol sobre el puesto de conducción del tractor.

Las compuertas deslizantes son necesarias para evitar que se pierda parte de la carga durante el transporte, especialmente cuando se transportan productos pulverulentos secos.



## Situaciones específicas



- Para distribuir **estiércol fluido** se recomiendan **cajas estancas** con un eje longitudinal dotado de cadenas, o bien una rueda de paletas situada en la parte delantera o trasera de la caja.
- Para **aportaciones localizadas** se utiliza una reja con un canal de salida situado en la parte trasera de la caja. **El estiércol debe ser pulverulento** para evitar obstrucciones.



## Cisternas esparcidoras de purín

- **Transporte y distribución de residuos ganaderos líquidos (purín) o con muy bajo contenido de sólidos.**
- **La distribución se puede realizar en toda la superficie, o de manera localizada en líneas sobre el terreno o con rejas que lo incorporan al suelo.**
- **Por tratarse de productos muy voluminosos las cubas son de gran capacidad y pesadas, lo que hace que se cuiden especialmente los elementos de seguridad en el transporte.**



A medida que aumentan los residuos sólidos en el purín se hace más difícil su esparcido sin obstrucciones.





## Elementos principales

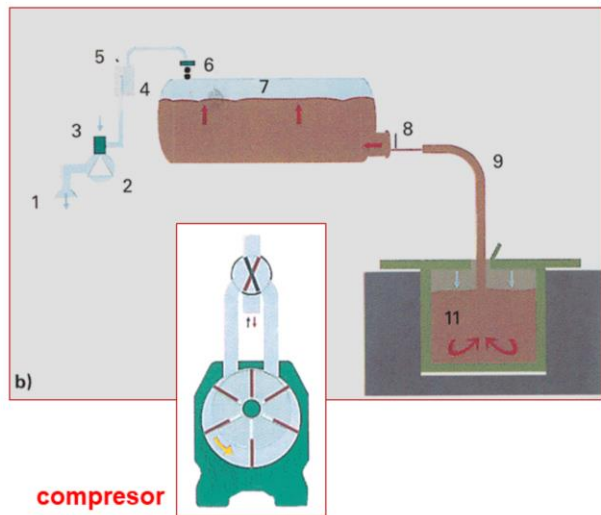


- Remolque con apoyo en el tractor, normalmente con eje doble (o triple), sobre el que se monta una cuba, de acero inoxidable o galvanizado, que dispone de cierre hermético, con paredes de alta resistencia para poder modificar la presión en el interior con respecto a la atmosférica.
- Dispone de pantallas internas para evitar la producción de olas durante el transporte. Incluye una compuerta que permite acceder al interior, que requiere herramientas para abrirla (seguridad); a veces es desmontable toda la parte trasera de la cuba.



## Llenado de la cuba (autónomo)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



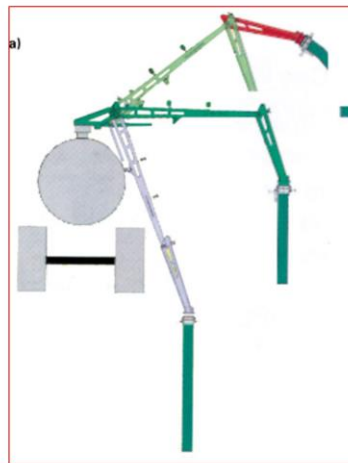
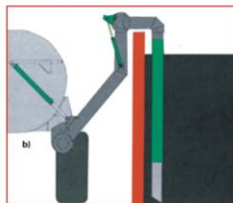
El llenado de la cuba se realiza mediante un **compresor** accionado por la **toma de fuerza del tractor**, con una **válvula** que hace que **aspire el aire de la cuba**, que, al estar unida por un **conducto de aspiración a la fosa**, se **llena progresivamente**.

El sistema de seguridad impide que las presiones en el interior de la cuba sobrepasen los valores establecidos, que se supere el nivel de llenado, y que llegue purín al compresor.

- 1.- Escape o aspiración de la bomba/compresor.
- 2.- Bomba de vacío (compresor).
- 3.- Válvula limitadora de presión.
- 4.- Depósito que protege a la bomba de vacío de cualquier entrada de líquido (con sifón) para eliminar la espuma.
- 5.- Manómetro indicador del nivel de presión.
- 6.- Válvula limitadora del sobrellenado de la cisterna.
- 7.- Cámara de aire (presión inferior o superior a la atmosférica).
- 8.- Válvula de aspiración.
- 9.- Tubería por la que sube el estiércol.
- 11.- Fosa con el estiércol líquido.



## Tubería de aspiración



- A veces disponen de brazos telescópicos para realizar la carga del estiércol de la fosa.



## Llenado de la cuba con bomba auxiliar independiente

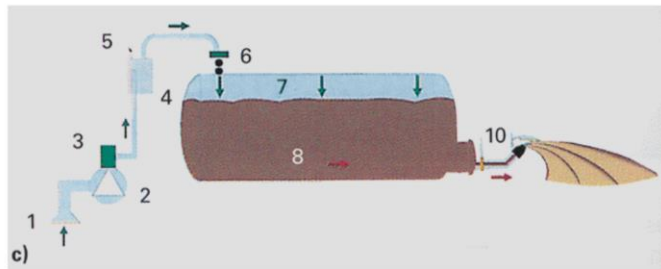
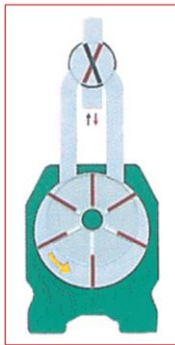
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Se consigue reducir el tiempo de carga.



## Vaciado de la cisterna

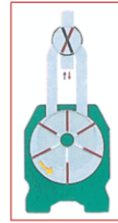


- **Vaciado con el mismo compresor**, cambiando la posición de la válvula para producir una sobrepresión en la cuba. Por una abertura con **válvula de compuerta** situada en la parte baja de la cuba se deja salir el purín hacia los dispositivos de esparcido.

- 1.- Escape o aspiración de la bomba/compresor.
- 2.- Bomba de vacío (compresor).
- 3.- Válvula limitadora de presión.
- 4.- Depósito que protege a la bomba de vacío de cualquier entrada de líquido (con sifón) para eliminar la espuma.
- 5.- Manómetro indicador del nivel de presión.
- 6.- Válvula limitadora del sobrellenado de la cisterna.
- 7.- Cámara de aire (presión inferior o superior a la atmosférica).
- 8.- Válvula de aspiración.
- 10.- Esparcidor.



## Trabajo del compresor (carga y descarga)



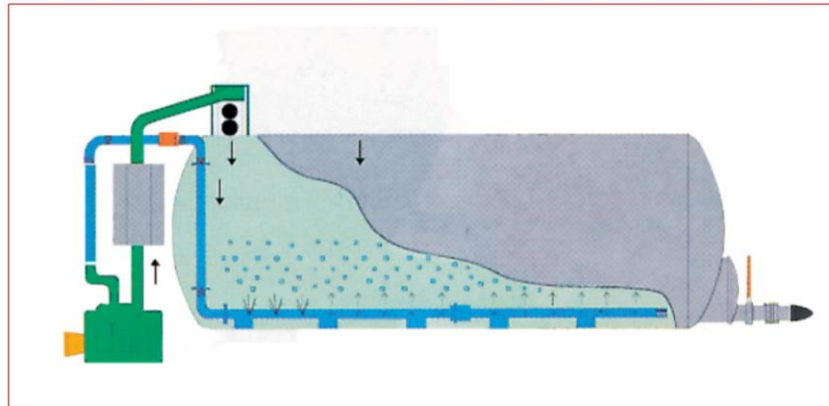
Compresor:  
• aspiración  
• soplado



El proceso de carga es el que produce mayores exigencias en el compresor para extraer rápidamente en aire de la caba.



## Agitación de la cuba



- Para la agitación del purín se utiliza una **tubería perforada** situada en la parte baja de la cuba a la que se hace llegar **aire a presión procedente del compresor**.

También se utilizan agitadores mecánicos de paletas.



## Cisterna de purín con bomba



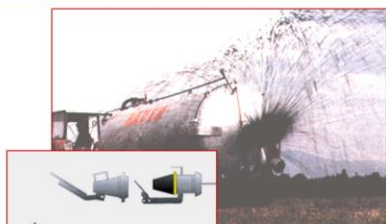
- En algunos casos el compresor se sustituye por una bomba que aspira o impulsa directamente el purín (poco frecuente en España).

La presencia de cuerpos duros puede romper la bomba impulsora.





## Esparcido del purín

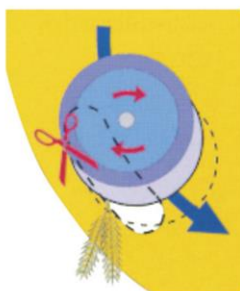


- El esparcido se realiza mediante una salida única (tipo cañón) o con salidas independientes a partir de un distribuidor con cuchillas giratorias que pican los residuos para evitar las obstrucciones.
- Cada una de las salidas descarga a poca distancia del suelo o sobre una reja o disco enterrador para localizar el purín en profundidad.

El esparcido localizado o enterrado se recomienda para evitar malos olores. En algunas regiones es obligatorio.



## Picado de restos sólidos



Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Cuchillas rotativas en el distribuidor para el picado de restos de paja en el purín. Evita que se obstruyan las conducciones de descarga.



## Tipologías de las cubas para purín

- **Anchura de esparcido** entre 7 y 12 m; capacidad de la cuba de 2 a 20 m<sup>3</sup>; masa en vacío de 1500 a 6000 kg.
- **Salida con cañón único o por conducciones independientes** a partir de un distribuidor; separación entre surcos de 25 – 30 cm. En estos casos las barras porta conducciones son plegables lateralmente para el transporte.
- **El compresor se sitúa en la parte delantera del remolque** y se acciona directamente por la toma de fuerza; puede producir en la cuba depresiones de - 0.95 bar para el llenado y sobrepresiones de 1.5 bar en el vaciado de la cuba.



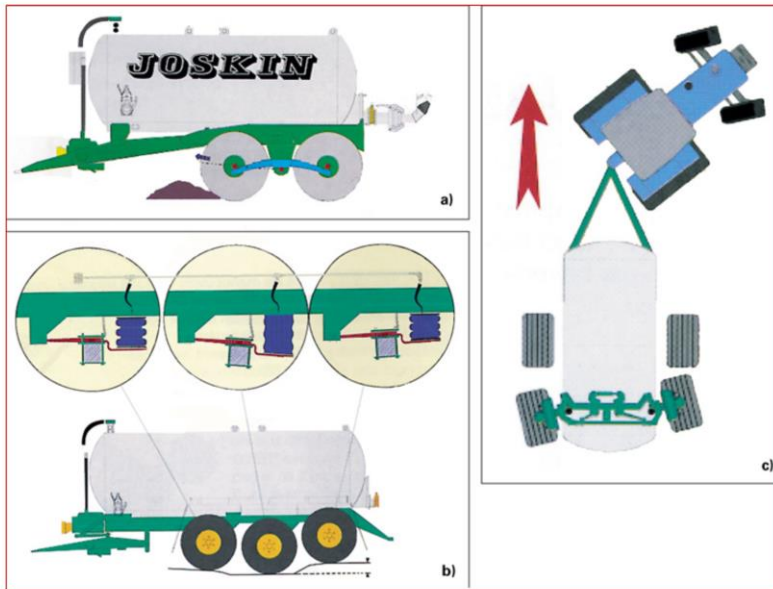
## Condiciones de utilización



- **Accionamiento del compresor:** toma de fuerza 540 y/o 1000 rev/min.
- **Potencia recomendada de 8 a 11 CV/m<sup>3</sup> (6 a 8 kW/m<sup>3</sup>)** de capacidad de la cuba.
- **Capacidades de descarga en campo de 1 a 1.5 m<sup>3</sup>/min.**
- **El nivel de la fosa de la que se aspira el purín está condicionado por el nivel de depresión en la cuba y por la presión atmosférica del lugar (altitud); se reduce cuando se bombean purines densos.**
- **En estos casos se recomienda la carga directa con bombas centrífugas especiales.**



## Suspensión y guiado para equipos de grandes dimensiones



Es frecuente la utilización de ejes tándem o incluso triples con sistemas de suspensión neumática independiente.

En estos caso es conveniente incluir un sistema de dirección en las ruedas de uno de los ejes de la caba.



## Esparcido de residuos y lodos de depuradoras

- Son equipos derivados de los remolques esparcidos que se adaptan a la naturaleza del producto.
- La pulverización y esparcido del producto la realizan o uno o varios rotores con paletas o hélices situados en la parte trasera de la caja; los rotores son accionados a partir de la toma de fuerza del tractor.
- Se utilizan compuertas deslizantes que limitan la llegada del estiércol a los rotores, lo que impide su salida durante los recorridos de transporte.
- También se incluyen rotores de paletas horizontales en la parte baja de la salida de la caja, apropiados para trabajar con residuos pulverulentos.



## **Curso de Maquinaria Agrícola**

---

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

*Capítulo 05.-*

# **Equipos para aporte de fertilizantes**

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