



## **Curso de Maquinaria Agrícola**

---

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

*Capítulo 05.-*

# **Equipos para el aporte de fertilizantes**

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

Este Grupo incluye toda la maquinaria para la distribución de fertilizantes minerales y orgánicos, así como para el riego mecanizado.



## Función principal



- **Distribuir** sobre toda la superficie, en bandas superficiales o a cierta profundidad **compuestos minerales, o residuos orgánicos**, en diferente cantidad, para mejorar los suelos y corregir sus carencias, **compensando los nutrientes que extraen las cosechas**.
- En este Grupo están incluidos los equipos para el riego mecanizado.

En el desarrollo de este capítulo no se considera los equipos para el riego mecanizado.



## Equipos incluidos en este Grupo

- **Para abonos minerales:**
  - La dosificación se consigue modificando el orificio de salida de la tolva, cayendo el material directamente al suelo, sobre unos dispositivos de proyección (discos o trompas oscilantes) o en una corriente de aire.
  - **Necesario un solapamiento entre pasadas contiguas** (uniformidad de distribución). En algunos casos se incluye proporcionalidad entre el avance y la cantidad aportada.
- **Para fertilizantes líquidos:**
  - Se utilizan sistemas de bombeo y boquillas de pulverización (pulverizador hidráulico).
- **Para aportes orgánicos:**
  - Se relaciona la cantidad de material esparcido con el desplazamiento del equipo sobre el campo.
  - Disponen de una tolva grande, o de un depósito cuando se distribuyen productos líquidos, ya que los **aportes** pueden ser de **varias toneladas por hectárea**.

Los equipos para distribución de abonos minerales sólidos son los que tiene mayor importancia, ya que se utilizan en la mayoría de las explotaciones agrarias (especialmente las abonadoras de proyección)



*Curso de Maquinaria Agrícola*

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

## **Equipos para aporte de fertilizantes**

*Capítulo 05.1.-*

-----

### **Maquinaria para la distribución de abonos minerales**

En primer lugar se analizan las características técnicas de los equipos, para continuar con su calibración y los procedimientos de ensayo normalizado. Se complementa con los sistemas que permiten el abonado en el borde y la aplicación diferencial en la parcela según exige la Agricultura de Precisión.



## Presentación de los abonos minerales

### Tipo de abono

- **Sólido:**
  - granulado
  - perlado
  - cristalizado
  - pulverulento
- **Líquido:**
  - claro
  - suspensión
- **Gaseoso:**

### Equipo necesario

- **Abonadoras**
- **Pulverizadores**
- **Inyectores**

Los abonos minerales se presentan como productos sólidos, líquidos o gaseosos. Las máquinas que hacen posible su distribución se adaptan a las características físicas de los mismos.

Para la distribución de los abonos minerales sólidos se utilizan las máquinas denominadas “abonadoras”. Para los que se presentan en estado líquido se recurre a pulverizadores con características diferentes de los utilizados para la aplicación de fitosanitarios.

El único fertilizante en estado gaseoso que se comercializa es el amoníaco anhidro (no en todos los países), para lo que se necesita un equipo diferente que permite la inyección del fertilizante gaseoso en el suelo.



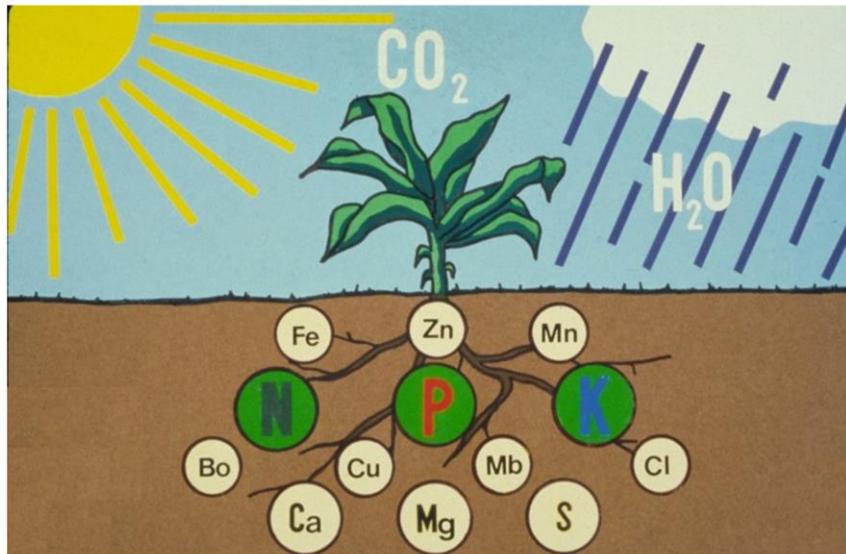
## Esparcido de abonos minerales sólidos

Sistema	Tipo de máquina
<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Caída libre</b> (gravedad)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ De platillos</li><li>■ De cortina</li><li>■ De tornillo sin fin</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Corriente de aire:</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Neumáticas</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Proyección:</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Centrífuga (1-2 discos)</li><li>■ Pendular</li><li>■ Rodillos</li></ul>

Para el esparcido de los abonos minerales sólidos se utilizan máquinas con sistemas de proyección diferentes, como son la caída por gravedad, la impulsión mediante una corriente de aire o la proyección forzada por medios mecánicos.



## Necesidades de las plantas



Fuente: Fertiberia

Los fertilizantes minerales se utilizan para complementar los elementos que necesitan las plantas para su desarrollo y que no están disponibles en el suelo en cantidad suficiente. También compensan las extracciones que realizan las cosechas.

Los más importantes son el nitrógeno, el fósforo y el potasio. El carbono procede de la atmósfera y lo obtienen las plantas en la fotosíntesis.



## Extracciones de macronutrientes en condiciones normales de cultivo (kg/ha)



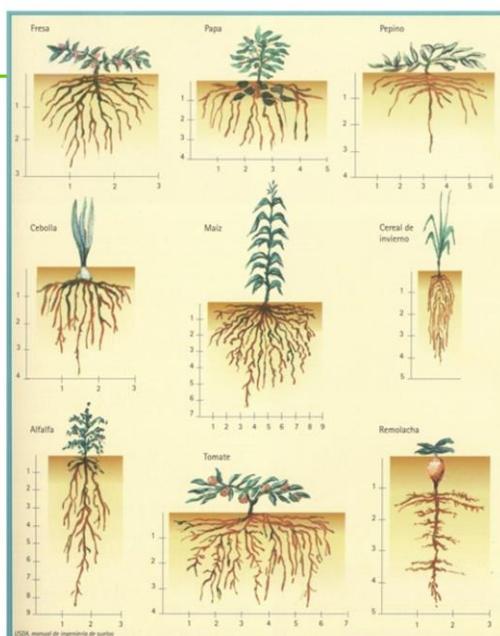
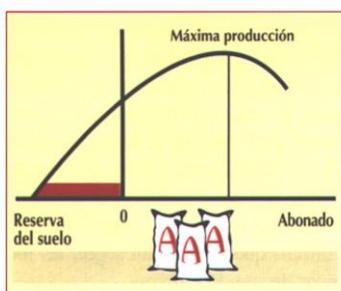
CULTIVO	NITRÓGENO (N)	FÓSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	POTASIO (K <sub>2</sub> O)
Alfalfa	675	135	675
Algodón	200	70	140
Arroz	125	65	165
Cacahuete (maní)	270	45	210
Cacao	470	118	822
Caña de azúcar	405	175	685
Cebada	170	60	170
Girasol	200	80	145
Frijol	155	40	170
Maíz	300	130	300
Papa	305	100	615
Piña tropical (ananás)	170	140	670
Platanera	450	450	1 650
Soya	365	75	150
Sorgo grano	280	100	225
Tabaco	130	27	290
Tomate	205	55	380
Trigo	160	60	180

Las cantidades de elementos minerales extraídos dependen del tipo de cultivo y de la producción. Si alguno de los elementos necesarios no se encuentra disponible, actúa como factor limitante de la producción, al igual que lo hace el agua.



## Desarrollo radicular de diferentes cultivos

### Ley de rendimiento decreciente



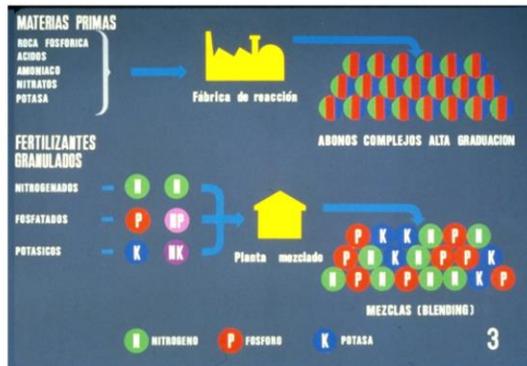
Los elementos minerales son extraídos por las raíces, por lo que solo si se sitúan a su alcance serán aprovechados por el cultivo. Hay que considerar las diferencias en el desarrollo radicular de las distintas especies vegetales, especialmente cuando se realiza una fertilización localizada.

En la distribución de los fertilizantes se cumple la ley de rendimientos decrecientes. Si se incrementa la cantidad de un elemento cuando el nivel de fertilidad del suelo es muy bajo, el aumento de la producción puede ser alto. Este incremento se reduce para la misma cantidad de fertilizante distribuido a media que aumenta la fertilidad del suelo.



## Tipos de abonos compuestos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Fuente: Fertiberia

Los abonos minerales pueden ser simples, cuando incluyen un solo elemento mineral, o compuestos, cuando llevan varios. En este caso hay que distinguir entre los denominados abonos complejos, con todos los elementos en cada gránulo, y las mezclas de gránulos con elementos diferentes. Si los gránulos son físicamente diferentes (especialmente en lo que respecta a sus dimensiones) la distribución por proyección pierde uniformidad.



## Modalidades de aplicación

### ■ Según la distribución

- Uniforme (toda la superficie)
- Localizada (líneas)



### ■ Según la posición en el suelo

- En superficie
- En profundidad



### Grandes grupos de máquinas

- Abonadoras de gravedad
- Abonadoras neumáticas
- Abonadoras de proyección

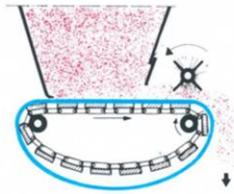
La distribución de los fertilizantes puede hacerse de manera uniforme en toda la superficie del campo, o localizada.

Las abonadoras se adaptan a los diferentes sistemas de aplicación.

Las abonadoras de proyección son las más utilizadas para la distribución superficial de los abonos minerales granulados.



## Distribución por caída libre - gravedad (en toda la anchura de la tolva)



fondo móvil



Fueron las primeras abonadoras utilizadas y se adaptaban muy bien a la distribución de abonos pulverulentos. Ahora es muy limitada su utilización, ya que la anchura de trabajo está condicionada por la anchura de transporte.

En algunas regiones agrícolas se utilizan abonadoras de fondo móvil con estructura de rejilla que permiten distribuir con precisión fertilizantes y también semillas para implantación de cultivos como el arroz.



## Abonadoras de caída libre (plattillos, banda móvil...)



- **Abono:** Cualquier tipo
- **Distribución:** Uniforme
- **Capacidad de trabajo:** Baja (poca anchura)
- **Coste de operación:** Medio
- **Observaciones:** Dificultad para su transporte

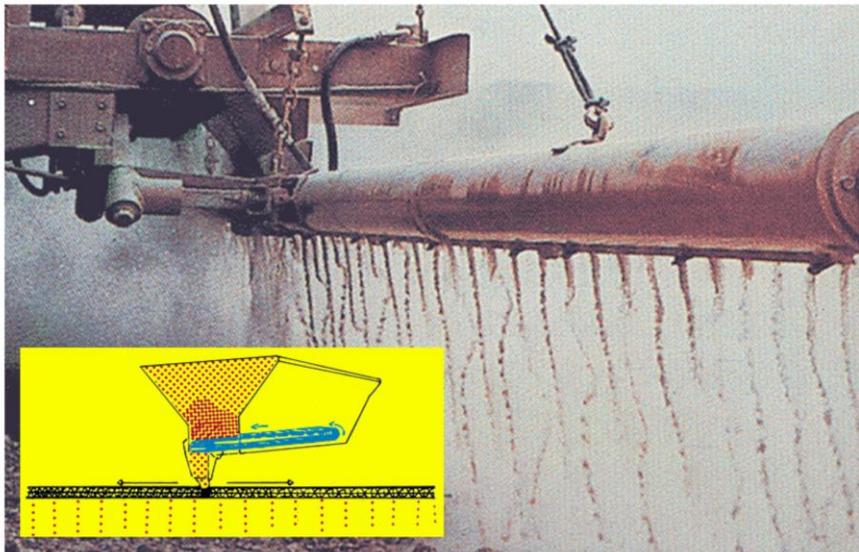
La capacidad de trabajo está limitada por la anchura de la máquina. Si esta sobrepasa los límites establecidos por la normativa de circulación vial hay que incorporar sistemas que permitan su traslado cambiando la dirección de desplazamiento, lo que encarece la máquina.

Esto hace que la oferta de máquinas con estas características sea muy baja; son sustituidas por las abonadoras de tornillo sinfín, que se pueden plegar para el transporte.



## Distribución por caída libre (tolva central y tornillo sinfín)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



A partir de una tolva central se utilizan dos alas formadas por una tubería con un tornillo sinfín en su interior que desplaza el abono del centro hacia los extremos. Los orificios en la parte inferior de la tubería dejan salir el abono por gravedad.



## Ajuste de la dosis de abonado



transporte mediante tornillo sinfin

orificios para caída del abono



Se puede ajustar la dosis en función de la abertura de los orificios.

Las tolvas son de grandes dimensiones, ya que son equipos diseñados para la fertilización en dosis altas con abonos pulverulentos (corrección de carencias en los suelos).



## Abonadoras de caída libre (tornillo sinfín)



plegado para el transporte

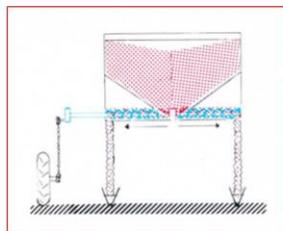
- **Abono:** Cualquier tipo
- **Distribución:** Uniforme
- **Capacidad de trabajo:** Media
- **Coste de operación:** Elevado
- **Observaciones:** Apropriadas para dosis alta

Aunque las alas se pueden plegar para el transporte, las anchuras de trabajo están limitadas por el sistema de plegado que se utilice (lateral o en tramos). No suelen sobrepasar los 12 m de anchura de trabajo.



## Localización del abono

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



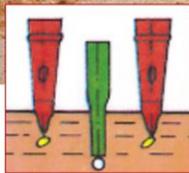
Para la localización del abono se utilizan abonadoras en las que la caída del fertilizante se realiza por gravedad. La dosificación es proporcional al avance, con sistemas similares a los que se utilizan para la siembra a chorrillo.



## Siembra y abonado simultáneo



dosificador



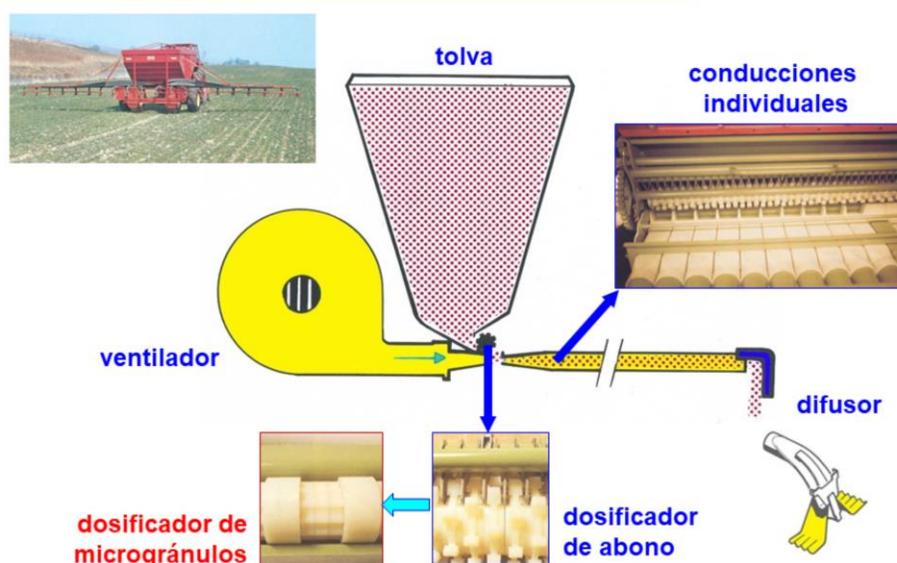
Para cualquier tipo de abono

En el caso de la fertilización combinada con la siembra el fertilizante se coloca en interlineas alternas y a mayor profundidad que la semilla.



## Abonadora neumática (componentes)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Son máquinas que inicialmente se desarrollan para la distribución de fitosanitarios microgranulados en baja dosis.

Permiten distribuir con gran precisión fertilizantes utilizando una corriente de aire y conducciones independientes que terminan en un difusor que produce una proyección similar a la boquilla de un pulverizador, pero con productos sólidos.

La dosificación del fertilizante es proporcional al avance y la forma del dosificador se modifica para la distribución de microgranulados en baja dosis.

La corriente de aire generada por el ventilador debe ser suficiente para impulsar el abono granulado. Esto limita la utilización de este tipo de abonadoras con gránulos muy gruesos y con dosis elevadas.



## Limitación de la anchura de trabajo



plegado de las  
conducciones

La anchura máxima de estos equipos está limitada por la dificultad del plegado de todas las conducciones, por lo que su anchura de trabajo no suele superar los 20 m.



## Abonadora neumática



- **Abono:** Granulado o microgranulado
- **Distribución:** Muy uniforme
- **Capacidad de trabajo:** Media
- **Coste de operación:** Medio
- **Observaciones:** Apropiaada para dosis baja

Con abonos pulverulentos tiende a formar nubes de polvo, por lo que se recomienda el empleo de microgránulos.

Han perdido importancia comercial como consecuencia de la mejora en la uniformidad de distribución de las abonadoras centrífugas de doble disco.



## Abonadoras de proyección (centrífugas)



- Distribución superficial de abonos minerales sólidos, preferentemente **granulados**, de manera uniforme siempre que se realice el adecuado solapamiento entre pasadas.
- Si se utilizan abonos minerales con partículas de pequeño tamaño (polverulentos) la anchura de trabajo se reduce considerablemente.

Constituyen el conjunto de máquinas más utilizadas para la fertilización con abonos minerales granulados.



## Abonadoras de proyección (discos, trompa oscilante)



- **Abono:** Preferentemente granulado
- **Distribución:** Poco uniforme
- **Capacidad de trabajo:** Alta
- **Coste de operación:** Bajo
- **Observaciones:** Imprescindible solapamiento

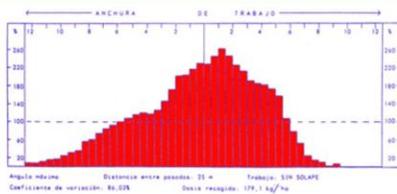
Cuando los gránulos de abono son de pequeñas dimensiones la anchura de proyección se reduce considerablemente.

Es imprescindible el solapamiento entre pasadas contiguas para conseguir una distribución uniforme.



## Perfil de distribución: Necesidad de solapamiento

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



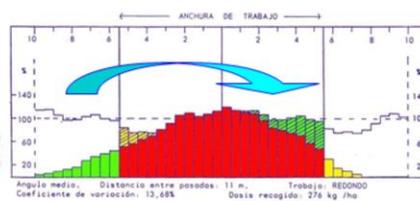
Abonadora Vicon PS-602

ITCF, Navarra

**solapamiento  
en ida y vuelta**



**solapamiento  
en redondo**



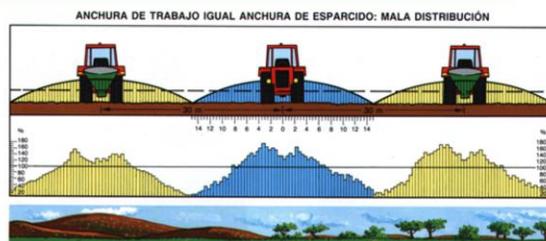
Perfil de distribución de un abonadora de trompa oscilante con diferentes formas de solapamiento.

En el caso de recorridos en ida y vuelta el solapamiento se produce con las cantidades de abono procedentes del mismo lado de la abonadora.

En el caso de recorridos en redondo proceden de la proyección del lado contrario.

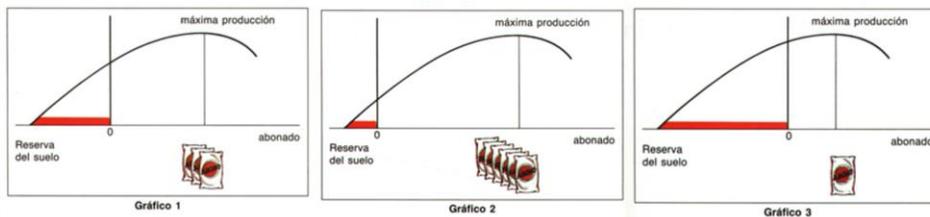


## Uniformidad de distribución



### Limitaciones con el abonado por "proyección"

#### Nivel de fertilidad del suelo y ley de rendimientos decrecientes



Una distribución poco uniforme del abono afecta a la producción como consecuencia de la ley de "rendimientos decrecientes".

Esto es una limitación para la utilización de las abonadoras de proyección si no se realiza un buen solapamiento entre pasadas.



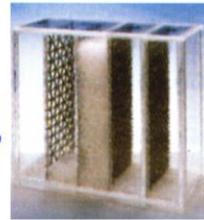
## Parámetros físicos del abono

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

**Densidad:**  
Influye sobre la dosificación  
y la anchura de esparcido



**Granulometría:**  
Condiciona el alcance y  
la anchura de esparcido



**Dureza:**  
evita la rotura  
de los gránulos

Buena Actitud de distribución Mala

Granulado resistente

Granulado menos resistente



Abono granulado

Abono perlado

**Esfericidad:**  
Influye sobre la trayectoria  
del abono en el aire

Las propiedades físicas de los gránulos abono condicionan su comportamiento cuando se lanzan por proyección.

La mayor importancia la tiene la granulometría.



## Influencia de las características físicas del abono

- Trayectoria estable de las **partículas esféricas**, aunque no todas son “esféricas”.
- La **facilidad para fluir** afecta al caudal de salida del abono.
- La **dureza** de las partículas tiene una marcada influencia de su comportamiento al ser sometidas a choques.
- La **friabilidad** indica el efecto de la abrasión sobre las partículas de abono.
- El **contenido de polvo** en un abono granulado es desfavorable para la estabilidad del producto.
- El **exceso de humedad** en el abono es siempre negativo, tanto para asegurar un buen almacenamiento, como en el momento de su distribución en el campo.



## Características de algunos abonos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Abono	Densidad ap. [kg/m <sup>3</sup> ]	Densidad ab. [kg/m <sup>3</sup> ]	H R crítica [%]	Forma	Granulometría
Urea	750	1335	72,5	esférica	80% - 4,0-3,0 mm
Sulfato amónico	1120	1769	79,2	esférica	90% - 0,5-2,5 mm
Nitrato cálcico	1010	2020	46,5	esférica	90% - 1,4-3,0 mm
Nitrato amónico	1000	1725	89,4	esférica	90% - 1,4-3,0 mm
Cloruro potásico	990	2000	65,4	irregular	80% - 0,7-3,5 mm



Las características físicas de los gránulos de abono están influenciadas por su composición química y la tecnología utilizada en su fabricación.



## Características físicas y químicas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

		CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES	
		COMPLEJOS	MEZCLAS (BLENDING)
QUÍMICAS	—Nitrógeno estable en diferentes formas.		—Nitrógeno inestable Nitrico + Amoniacal.
	—Compuestos químicos inalterables en el tiempo.		—Compuestos químicos pueden reaccionar y transformarse.
	—Composición del abono igual en todos los granos		—Composición diferente en cada grano.
FÍSICAS	—No hay riesgo de apelmazamiento.		—La Higroscopicidad produce costra y apelmazamiento
	—Dureza del grano conserva la forma.		—Granos blandos se rompen y forman polvo.
	—Granos regulares.		—Granos irregulares segregación.

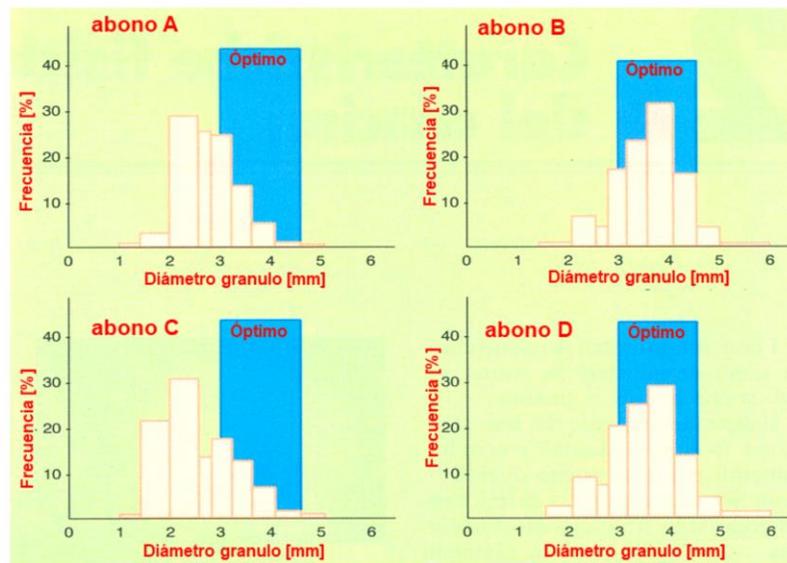
Fuente: Fertiberia

Comportamiento de los abonos en función de su naturaleza.



## Granulometría de diferentes fertilizantes

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Cuanto más se aleje la granulometría del fertilizante de los valores marcados, más difícil resulta conseguir una buena uniformidad en las distribución por proyección, y se necesita aumentar el solapamiento entre pasadas contiguas perdiendo capacidad de trabajo.



## Características físicas del abono

- **Influyen en la calidad de la distribución.**
- **Son variables en el tiempo, especialmente la granulometría.**
- **La densidad aparente es mas estable.**
- **Mayor tamaño del gránulo: más alcance.**

### Exigencias básicas:

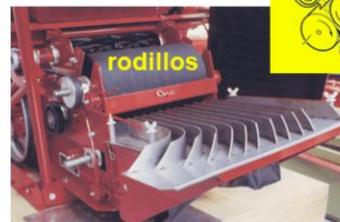
- **Caja para el control de la granulometría.**
- **Abono: porcentaje del 80% entre 2.5 y 4.0 mm.**
- **Adaptación de la abonadora al tipo de abono.**

Resumen y recomendaciones.



## Abonado por proyección (centrífugas)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

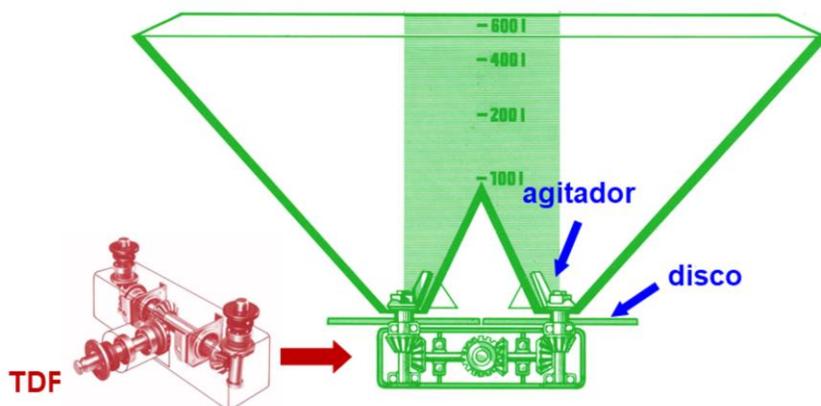


Las abonadoras de proyección son de 4 tipos diferentes.

Las de rodillos han dejado de comercializarse a medida que se ha conseguido uniformidad con grandes anchuras de trabajo utilizando abonadoras de dos discos.



## Accionamiento: discos y agitadores



- El accionamiento de los dispositivos de proyección se realiza mediante la toma de fuerza (en algunos casos son accionados por un motor hidráulico o por una rueda motriz).

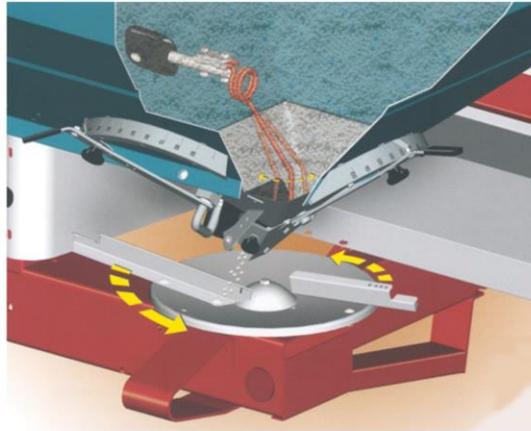
Para facilitar la salida de la tolva sin que se formen bóvedas se utilizan los agitadores en el fondo de la misma.

Es importante el ángulo que forman las paredes de la tolva con la vertical no sea muy grande para que el abono fluya libremente.

El accionamiento de los agitadores y de los discos esparcidos (o la trompa oscilante) se realiza mediante un sistema de engranajes que recibe el movimiento de la toma de fuerza del tractor.



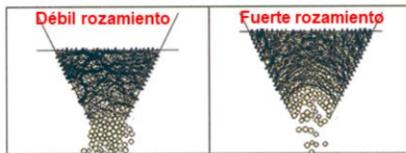
## Tolva y sistema de agitación



- Una tolva central con una o dos salidas en la parte inferior y dispositivo de agitación que impide el apelmazamiento del abono y facilita la salida uniforme del mismo.



## Salida del abono de la tolva



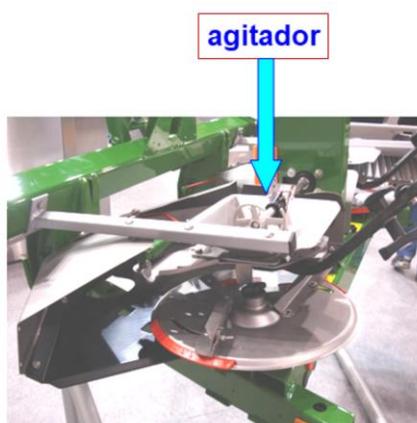
- **La dosis de abonado se regula modificando la abertura del orificio de salida y la velocidad de avance de la máquina, con el ajuste previo de la anchura de trabajo; el caudal de salida suele variar en función de la fluidez del fertilizante y del contenido de la tolva.**

La dosificación se realiza en función de la sección del orificio de salida. Esto hace que dependa de las características del fertilizante, especialmente su facilidad para fluir.



## Sistemas de agitación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El agitador se sitúa en el fondo de la tolva. Debe impedir que se formen bóvedas sin que produzcan el molido del gránulo de abono.

Pueden tener movimiento rotativo o alternativo.



## Sistemas de agitación por fondo vibrante

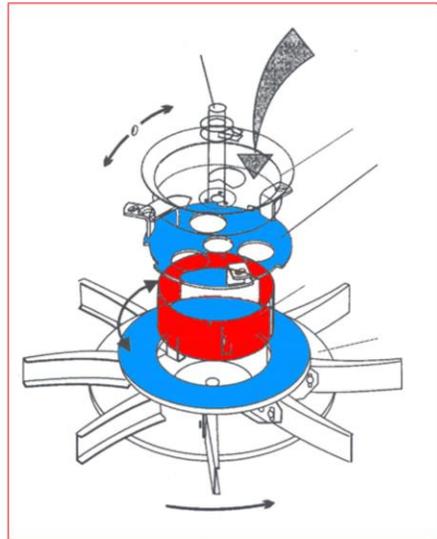
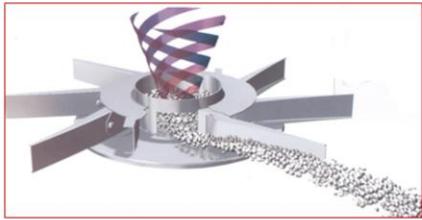
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Otros fabricantes utilizan un sistema de vibración para facilitar la salida del abono en alternativa al agitador



## Salida centralizada - Vicon



La forma y dimensiones del orificio de salida puede condicionar el punto de caída del abono en los elementos de proyección, lo que afectaría al perfil de distribución.

En alguna marcas de abonadoras la caída del abono se realiza en el interior de un cilindro con una abertura lateral para que el punto de caída con las diferentes dosis no tenga influencia en el perfil de distribución.



## Proyección con disco único

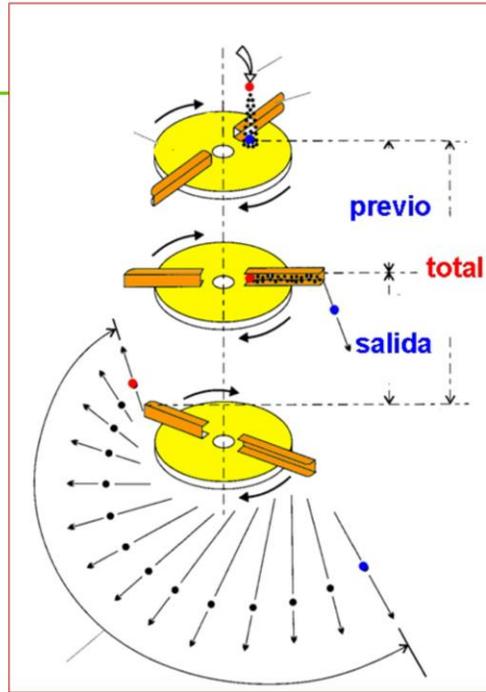


Comportamiento de los gránulos de abono proyectado para una abonadora de disco único.



## Proyección del abono

- El punto de caída del abono sobre los elementos de proyección condiciona su trayectoria y alcance, por lo que se utiliza, junto con la orientación de las paletas y la inclinación respecto a la horizontal, para ajustar la anchura de esparcido a la granulometría del abono.

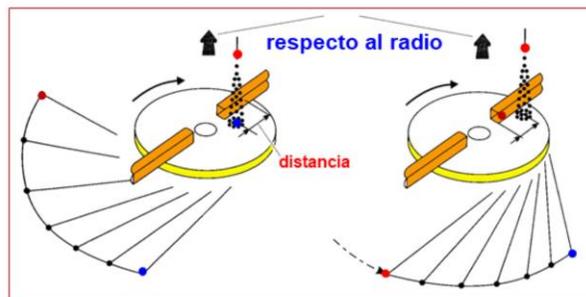
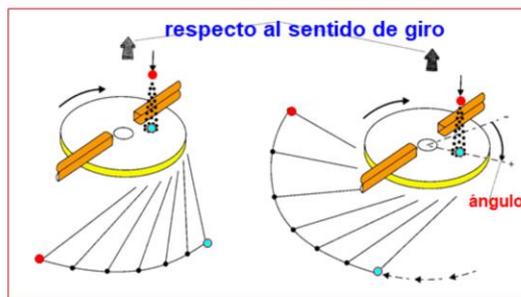


Los gránulos de abono son proyectados por las paletas del disco de proyección según su orden de llegada. Los que lo hacen antes salen en el primer momento según una trayectoria diferente de los que les siguen.

Anticipando o retrasando la caída de los gránulos se puede modificar sus trayectorias y con ello el perfil de distribución de la abonadora.



## Influencia del punto de caída

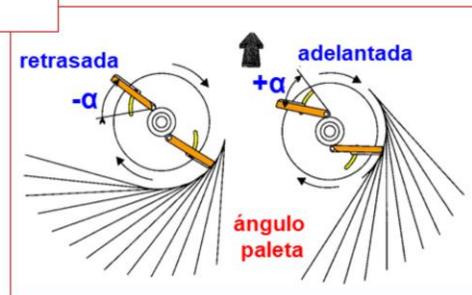
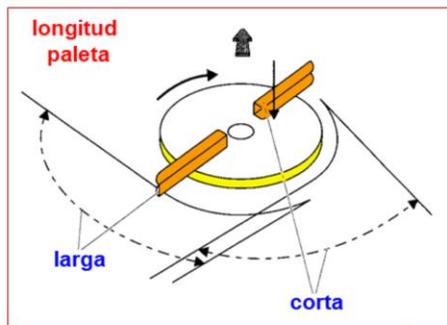


Retrasando el punto de caída del abono con respecto al sentido de giro del disco se consigue que los gránulos salgan más tarde.

Separando el punto de caída de los gránulos del centro del disco se anticipa su salida en la proyección.



## Influencia de la longitud y de la inclinación de las paletas



Utilizando paletas cortas los gránulos salen proyectados antes que cuando se utilizan paletas largas.

Modificando el ángulo que forman las paletas con los radios del disco se puede anticipar o retrasar la proyección.

Con ello se puede conseguir que la proyección se oriente hacia el lado o hacia atrás en comparación con la línea de avance de la abonadora en el campo.



## Posición de salida y longitud de paletas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

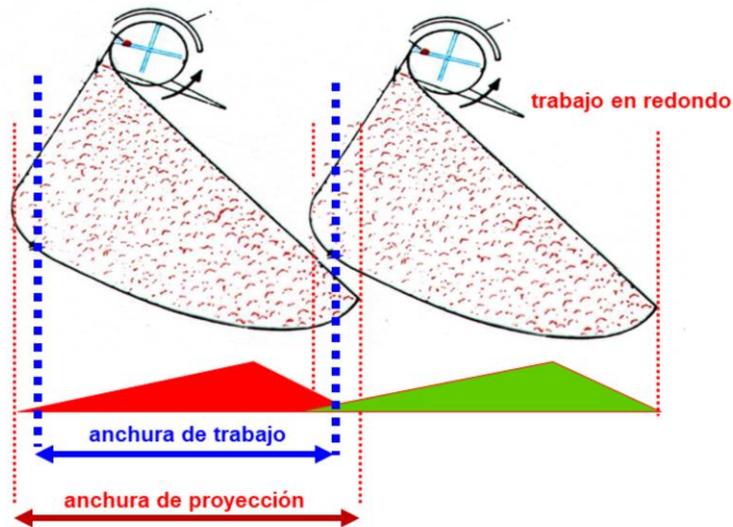


Sistema de proyección que permite modificar la anchura de esparcido cambiando la longitud de las paletas



## Alcance y anchura de proyección (disco simple)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



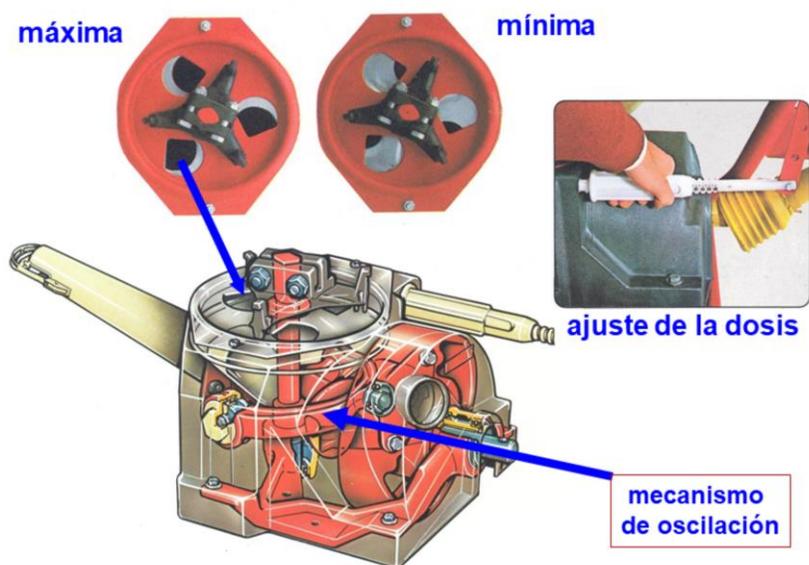
El perfil de distribución que se consigue en abonadoras que disponen de un solo disco de proyección no es simétrico.

Aunque se realice un solapamiento entre pasadas sucesivas la uniformidad de distribución es baja y no es posible mantener la anchura de trabajo cuando se modifica el tipo de abono. Esto hace que aumente el interés por las abonadoras de doble disco.



## Abonadora de proyección mediante trompa pendular

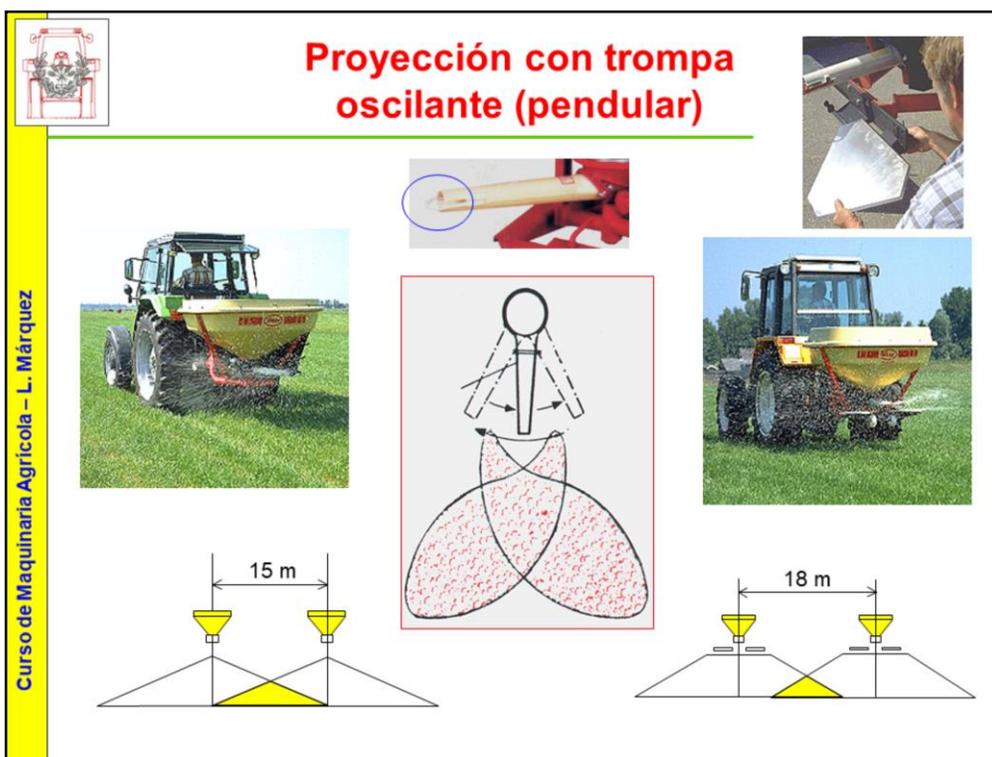
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Las abonadoras pendulares son una alternativa a las abonadoras de disco único.

Un mecanismo de oscilación transforma el movimiento circular del eje de entrada en otro de oscilación que es el que actúa sobre el elemento de proyección.

La dosis se modifica aumentando o reduciendo los orificios de salida entre la tolva y la trompa oscilante.



El perfil de distribución depende de la longitud de la trompa oscilante, de su ángulo de oscilación, de su régimen de funcionamiento y de la forma del elemento de dispersión situado en el extremo de la tolva.

El régimen de oscilación está limitado por las inercias que se producen en el tubo oscilante, lo cual limita la anchura de esparcido. Acortando el tubo pendular y retirando el elemento de dispersión se puede conseguir la localización del abono sobre líneas de árboles.

Para aumentar la anchura de esparcido se utilizan una pantallas laterales que hacen rebotar los gránulos de abono, a la vez que se aumenta el régimen de oscilación. En este caso la anchura de trabajo con abono granulado puede llegar a los 18 m, según indica el fabricante que patentó el sistema.

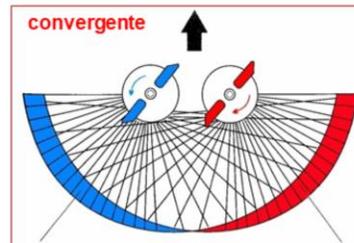
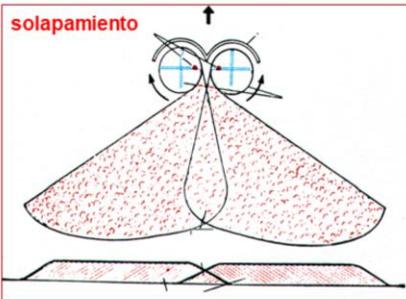
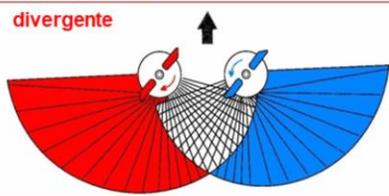
Para anchura de trabajo mayores se recomienda las abonadoras de doble disco.



## Distribuidores centrifugos (doble disco)



sentido de giro de los platos

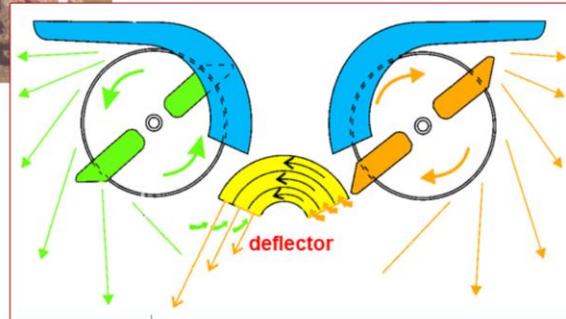


En la mayoría de los fabricantes se utilizan discos con sentido de giro divergente. Solo Bogballe utiliza discos convergentes de mayor diámetro.



## Doble disco y deflector central (giro convergente)

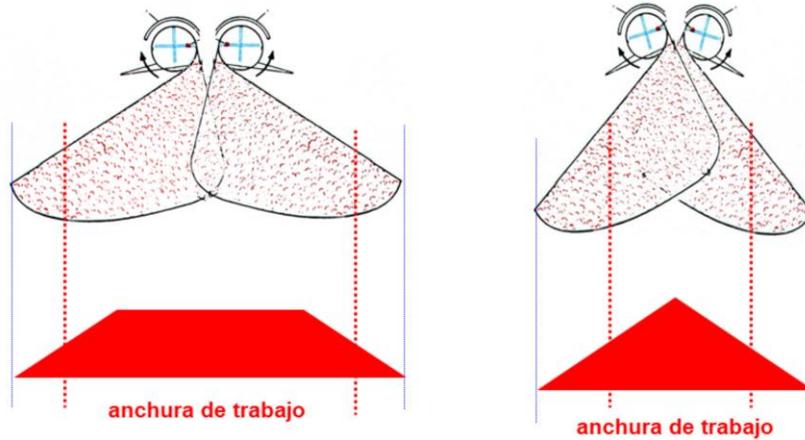
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Con discos de giro convergente se puede utilizar un deflector central que canaliza el abono proyectado hacia atrás. El abono utilizado tiene que ser resistente, ya que en caso contrario se pueden obstruir las canalizaciones del deflector.



## Alcance y anchura de proyección



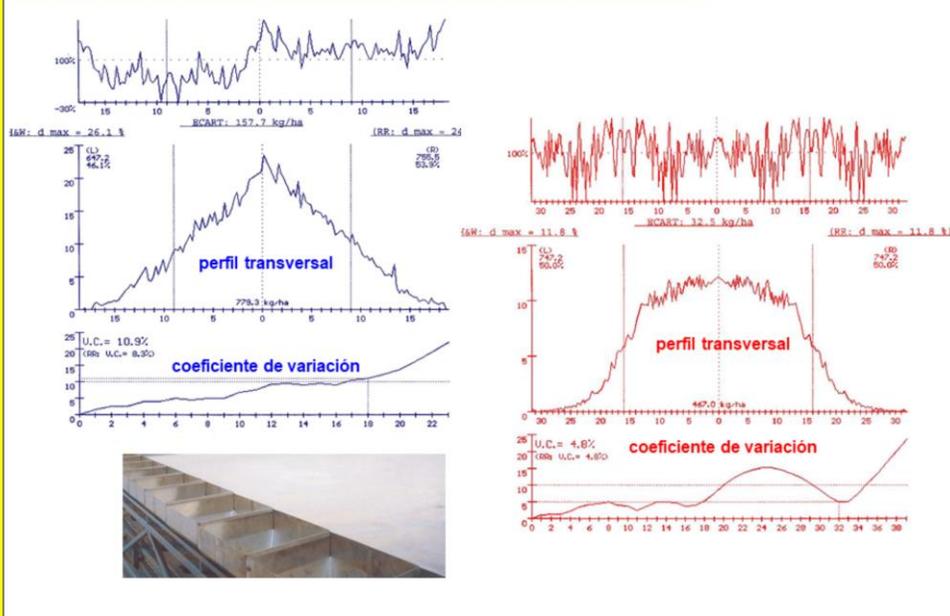
Con las abonadoras centrífugas de doble disco se consigue mayor anchura de trabajo, manteniendo buena uniformidad, al solapar las proyecciones de abono de cada disco, orientando la salida de fertilizante hacia los lados y/o hacia atrás.

Utilizando los sistemas de regulación de la proyección para cada disco se puede establecer una anchura de trabajo de referencia, con independencia del tipo de abono utilizado, manteniendo la uniformidad de distribución.



## Diagramas de distribución transversal (ensayo norma UNE 68088)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Con la proyección lateral del abono se aumenta la anchura de trabajo, pero resulta crítico el mantenimiento de la distancia entre pasadas sucesivas, que afectaría la uniformidad en la distribución.



## Parámetros dinámicos

### **Variables:**

- Velocidad de salida.
- Dirección de proyección.

### **Proporcionan:**

- Energía al gránulo para que siga una trayectoria precisa.

### **Velocidad de salida:**

- Depende de la velocidad periférica  
(valores teóricos: 18 y 30 m/s)

### **Afectada por:**

- Inclinación de las paletas
- Frotamiento de las partículas
- Densidad del gránulo  
(valores reales: 25 a 42 m/s)

Parámetros dinámicos que condicionan la proyección del abono granulado.



## Tipologías de las abonadoras de proyección

- **Anchuras de trabajo:** 9 a 32 m; se recomienda ajustar la anchura de trabajo en lo posible a múltiplos de la anchura de siembra para poder hacer “tráfico controlado”
- **Capacidad de la tolva:** suspendida de 400 a 900 L; arrastrada de 1000 a 4000 L.
- **Anchuras de trabajo:** disco simple y pendulares de 9 a 20 m; disco doble de 18 a 32 m; muy influenciada por la granulometría del abono (se recomienda que el 80% del mismo tenga una dimensión de gránulo entre 2.5 y 4.0 mm).
- **Masa en vacío:** suspendidas de 100 a 250 kg; arrastradas de 500 a 2500 kg.
- **Elementos auxiliares:** marcado de pasadas contiguas por GPSd; control de caudal proporcional al avance con pesada dinámica del contenido de la tolva.



*Curso de Maquinaria Agrícola*

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

## **Equipos para aporte de fertilizantes**

-----

### **Calibración y ensayo de las abonadoras**



Acceso a la parte de calibración y ensayo de las abonadoras



*Curso de Maquinaria Agrícola*

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

## **Equipos para aporte de fertilizantes**

-----

### **Fertilización en bordes y dosis variable**



Acceso a la parte de fertilización en los bordes de las parcelas y con dosis variable en condiciones de funcionamiento.



*Curso de Maquinaria Agrícola*

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

## **Equipos para aporte de fertilizantes**

-----

### **Maquinaria para la distribución de fertilizantes líquidos y gaseosos**

Información básica sobre los equipos



## Tipos de equipos



### Para líquidos claros:

- Pulverizadores convencionales
- Boquillas de tres orificios



### Para líquidos densos:

- Circulación continua
- Boquillas deflectoras

Para los abonos densos se necesita utilizar pulverizadores que se puedan limpiar la finalizar el esparcido de cada depósito. El sistema de dosificación suele ser por circulación continua.



## Características recomendadas en los pulverizadores para aplicar fertilizantes líquidos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

	Abonos claros	Suspensiones
<b>Depósito</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No necesariamente transparente</li><li>• Indicador de nivel</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transparente</li><li>• Lectura directa</li></ul>
<b>Depósito auxiliar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No necesario</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• De 100 litros para la limpieza inmediata</li></ul>
<b>Bomba de pulverización</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pistones o pistón-membrana</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Centrífuga o pistones, con válvulas especiales de acero inoxidable</li></ul>
<b>Filtración</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Filtro de malla fina (800-500-300 mm)</li><li>• Filtro de boca de llenado de plástico</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Malla gruesa (2 mm)</li><li>• Filtro de boca en llenado de acero inoxidable</li></ul>
<b>Regulación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retorno proporcional CPM o CPA</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retorno con válvula de membrana</li><li>• Necesidad de presión constante</li></ul>
<b>Conducciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acero inoxidable o plástico</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plástico translúcido armado de sección gruesa</li><li>• Circulación continua</li></ul>
<b>Boquillas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Goteo (tres orificios)</li><li>• Deflectora</li><li>• Chorro plano</li><li>• Espaciamento: 0.50 m</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deflectora exclusivamente</li><li>• Espaciamento: 3.00 m</li></ul>



## Equipo para amoniaco anhidro

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

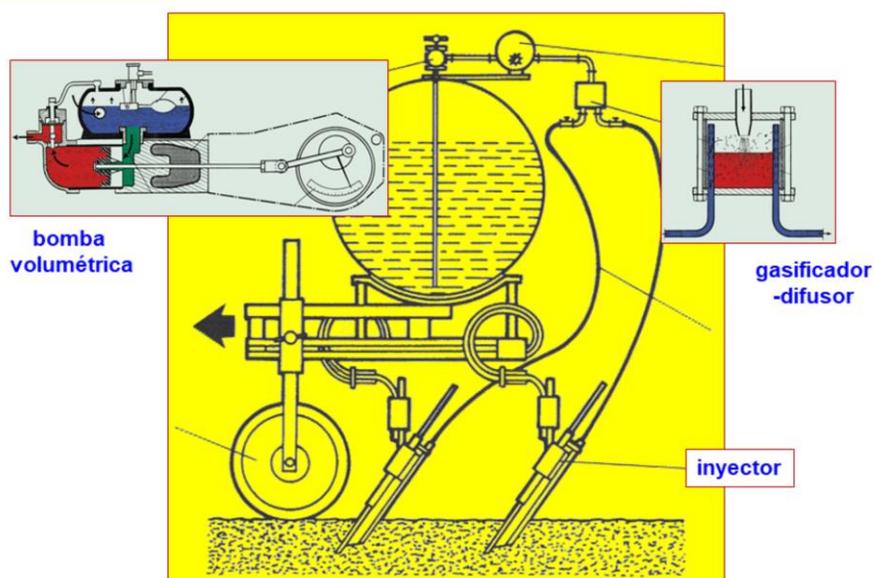


Depósito resistente a la presión con sonda de nivel y válvula de seguridad. Unidad de inyección.



## Componentes

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La bomba extrae el amoníaco en estado líquido del depósito. Cuando se reduce la presión pasa progresivamente a estado gaseoso (gasificador difusor). El gas se inyecta en el suelo para que sea absorbido sin que se escape a la atmósfera.