



*Curso de Maquinaria Agrícola*

## **Equipos para el trabajo del suelo**

*Capítulo 03.2.-*

---

### **Laboreo Secundario**



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



## Función principal

- Permiten realizar el **acabado del perfil del suelo** preparando el lecho de siembra en el que se realiza la germinación y nascencia de las semillas.
- Se utilizan como medio para **controlar el desarrollo de la vegetación adventicia**, tanto antes de la implantación del cultivo como con posterioridad a la nascencia, y para el manejo de la capa superficial del suelo en cultivos permanentes.
- Para el **laboreo secundario** se pueden utilizar **aperos diferentes en pasadas sucesivas**, o distintos tipos de elementos labrantes situados sobre el mismo apero para conseguir nivelación, mullido o compactación (asentado), movimiento de terrones para crear tierra fina y acción complementaria sobre la vegetación residual.
- La **profundidad de acción suele ser inferior a los 10-12 cm.**



## Aperos par laboreo secundario



cultivador de brazos



grada de discos

- Pueden ser **arrastrados** por el tractor, o bien accionados mediante la **toma de fuerza**.
- En los arrastrados se utilizan como elementos labrantes **púas y discos** montados sobre líneas que se conocen como “paños”.
- En función del **ángulo de inclinación de las púas** se produce asentado o esponjamiento del suelo; el **grado de flexibilidad** de las mismas tiene una marcada influencia sobre la rotura y el movimiento de los terrones en el suelo.



## Tipos de aperos

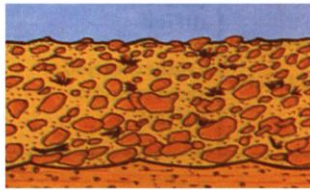


### Tipos:

- **Gradas de discos**
  - **Cultivadores de púas**
  - **Vibrocultivadores**
  - **Gradas accionadas**
  - **Rodillos**
- Los que utilizan discos siempre producen el asentado y la nivelación del suelo por su desplazamiento lateral.
  - Para el **asentado final** y la rotura de la costra también se utilizan rodillos con diferente masa y grado de rugosidad superficial
  - Los **aperos accionados** utilizan púas de distintas formas, colocadas sobre un eje horizontal o varios verticales; realizan un trabajo similar al de los aperos con elementos fijos, pero más intenso; la intensidad de acción depende de la velocidad de avance y de la de rotación de los elementos labrantes.



## Gradas de discos

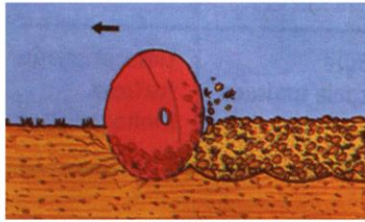


perfil del suelo

- **Laboreo superficial conseguido mediante discos verticales** que se clavan en el suelo con una profundidad que depende de su diámetro, de la carga que gravita sobre ellos y del ángulo que forman con la dirección de avance.
- **Producen rotura de los terrones** por efecto de los bordes de los discos y del desplazamiento lateral que provocan en el suelo, lo que hace que este quede nivelado y asentado.
- **El propio desplazamiento lateral del suelo tiene un efecto destructor de la vegetación adventicia.** También permite el enterrado superficial del rastrojo.
- **Las gradas muy pesadas pueden utilizarse para laboreo primario del suelo.**



## Descripción de las gradas de discos



movimiento del disco

- **Discos verticales**, con un orificio central de forma cuadrada, montados con separadores en bloques que giran sobre un eje común.
- Estos bloques se orientan de manera angulada respecto a la dirección de avance, con lo que tienden a rodar a la vez que mezclan las capas de suelo.
- Ejes unidos al bastidor mediante rodamientos con dos apoyos por tramo, aunque el bloque puede incluir varios tramos.





## Tipos de gradas de discos



grada pesada  
(laboreo primario)

- Los bloques de discos se pueden situar formando una V (**gradas de tiro excéntrico**) o en X. En las gradas en X los discos extremos son de menor tamaño (niveladores).
- Los **discos del bloque trasero** se montan para que desplacen la tierra en sentido contrario de los delanteros, lo que provoca un efecto nivelador.
- Cada disco lleva un **elemento rascador** que evita que la tierra se adhiera a en la parte cóncava.

También se comercializan gradas con discos independientes montadas sobre brazos flexibles, conocidas como “gradas rápidas”. Ver: “Laboreo primario/secundario”.



## Plegado para el transporte



plegado longitudinal



plegado hacia arriba

- Los bloques de discos se orientan perpendicularmente a la dirección de avance por lo que ruedan sin mover el suelo.
- Esta operación se combina con el apoyo sobre unas ruedas posteriores que se mantienen levantadas durante el trabajo.
- Cuando la anchura es grande se recurren a sistemas de plegado longitudinal o hacia arriba.





## Tipología de las gradas de discos

- **Tipos de discos:** de casquete esférico o de tipo troncocónico; borde liso o dentado (estos últimos generalmente en el cuerpo trasero).
- **Anchuras de trabajo** entre 1.8 y 2.4 m en las semisuspendidas y de 2.7 a 8.0 m en las arrastradas.
- **Diámetros de los discos** entre 45 y 71 cm (18 a 28 pulgadas).
- **La concavidad de los discos** de las gradas es menor que la de los que se utilizan en los arados y varían entre 40-47 mm en los discos de 45 cm de diámetro y 136 mm en los de 810 mm.

Tipos de grada

	carga (kg/m)	carga (kg/disco)
ligeras	< 350	< 60
medias	350 – 700	60 – 80
pesadas	> 700	> 80

Aumentando la concavidad de los discos se consigue mayor volteo de la capa de suelo trabajada.



## Espaciamiento entre discos

Separación (cm)	Aplicaciones
18	<ul style="list-style-type: none"><li>• laboreo secundario sobre suelo labrado con poco residuo superficial;</li><li>• suelo extremadamente duro</li></ul>
23	<ul style="list-style-type: none"><li>• operaciones convencionales de picado de residuos superficiales;</li><li>• incorporación de agroquímicos;</li><li>• siembra de granos finos</li></ul>
28	<ul style="list-style-type: none"><li>• trabajo profundo con abundante residuo superficial;</li><li>• preparación para la siembra con suelos que se pulverizan con facilidad</li></ul>
33 y más	<ul style="list-style-type: none"><li>• para gran profundidad de trabajo en condiciones extremas de suelo y residuo superficial abundante;</li><li>• laboreo primario</li></ul>

La separación entre discos unida al diámetro de los discos y a la carga por disco permite construir gradas que se adaptan a cada condición de trabajo, desde el laboreo primario hasta una preparación final del lecho de siembra.



## Grada de discos pesada (laboreo primario)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Permiten realizar el laboreo primario del suelo y son una alternativa a los arados de vertedera o de disco cuando se disponen de tractores de muy alta potencia.

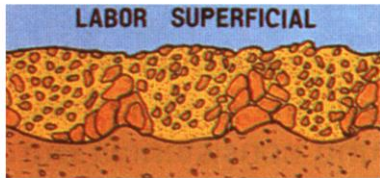


## Condiciones de utilización de las gradas de discos

- Se recomienda **trabajar con el suelo seco (friable)**, y son muy adecuadas para romper los terrones generados en el laboreo primario del suelo.
- En las **gradas de tiro excéntrico** se necesita que el **eje de tiro esté desplazado** con respecto al plano medio de la grada para compensar la torsión que genera la tierra sobre los discos de los bloques delantero y trasero.
- **Profundidad de trabajo recomendada: 5 a 15 cm.**
- **Ángulos de ataque:**
  - **Tiro excéntrico:** paño delantero 15-20°; trasero 25-30°.
  - **Tándem:** paño delantero 10-25°; trasero 10-25°.
- **Velocidad de trabajo: 6 a 12 km/h; eficiencia en parcela: 0.65 a 0.85.**
- **Potencia necesaria:** ligeras 20-25 CV/m; medias 25-35 CV/m; pesadas 30-35 CV/m.



## Cultivadores de púas o brazos



perfil del suelo

### Función:

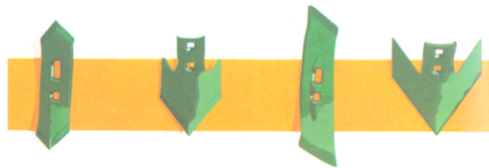
- **Laboreo superficial del suelo mediante brazos flexibles en cuyo extremo se sitúa una reja que desplaza los terrones hacia arriba o hacia abajo en función del ángulo de incidencia.**
- **Producen rotura de los terrones por el choque y desplazamiento del suelo, dejando en la superficie unos surcos cuya profundidad depende de la separación entre brazos contiguos.**



## Su efecto en el suelo

- El suelo queda esponjado si los brazos inciden sobre el suelo con un ángulo agudo; cuando el ángulo es mayor de  $90^\circ$  tienden a asentar el suelo.
- Por debajo de la reja siempre se produce un ligero asentado que ayuda en la formación de una zona ligeramente compactada bajo el lecho de siembra.
- El control de la vegetación adventicia depende en del tipo de reja utilizada.
- La flexibilidad de los brazos garantiza la formación de tierra fina en el lecho de siembra (zona en la que se situará la semilla) y terrones en la superficie

tipos de rejas







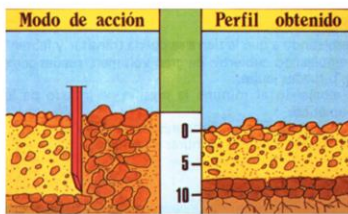
## Descripción de los cultivadores

- Los brazos flexibles van unidos a un bastidor que se engancha al tripuntal del tractor; generalmente incluyen ruedas para controlar de manera precisa la profundidad de trabajo. En algunos caso se sitúa un rodillo posterior o una barra con púas simple.
- Los brazos van situados en dos filas y ofrecen diferente grado de flexibilidad, lo que repercute en el efecto de la vibración durante el trabajo.
- El movimiento de los brazos se consigue mediante la forma del propio brazo (espiral) o con un resorte asociado a este.





## Gradas de púas



perfil del suelo

- En algunos casos están formados por un conjunto de **púas rígidas fijadas perpendicularmente al suelo**, o regulables en inclinación, unidas a un bastidor muy simple que se mueve en el suelo arrastrado por cadenas (**grada de púas**).
- En **cultivadores para las plantaciones leñosas** los brazos extremos pueden disponer de un mecanismo que los retrae al detectar la presencia de troncos o estacas (**intercepas**).
- Los diseñados para trabajar entre las líneas de cultivos herbáceos se conocen como **escardadores y aporcadores**.



## Tipologías de los cultivadores de brazos

- **Anchuras de trabajo** de 2 a 7 metros; **espaciamento entre dientes**: 15 a 25 cm; **posición de los dientes**: sobre 2 filas; **despeje del bastidor**: 45 a 70 cm.
- **Masa**: 100 a 250 kg/m de anchura.
- **Elementos auxiliares**: Dispositivos de seguridad (tornillo fusible, resorte).
- **Pueden aproximarse en sus características a los cultivadores pesados y arados chisel**, pero son siempre **menos robustos** y los brazos se encuentran más próximos entre si.





## Condiciones de utilización de los cultivadores

- Se recomienda trabajar con el suelo seco (friable), y son muy adecuadas para preparación del lecho de siembra en cultivos poco exigentes (cebada, trigo...).
- Profundidad máxima de trabajo recomendada: 5 a 12 cm; potencia: 19 a 23 CV/m.
- Velocidad de trabajo: 6.0 a 8.0 km/h; eficiencia en parcela: 0.65 a 0.85.
- Para conseguir eliminar la vegetación superficial se recomienda utilizar rejas extirpadoras (anchas).



## Gradas accionadas



- Realizar en una sola pasada el laboreo secundario en suelos endurecidos con abundancia de terrones.
- La rotura de los terrones se produce por el golpeteo de los dientes y por la fricción de estos con el suelo, especialmente en las de tipo alternativo.

El estado en el que queda la superficie del suelo depende de las características de los rodillos que incorporan.



## Gradas alternativas y rotativas

grada rotativa  
(eje horizontal)



grada rotativa  
(eje vertical)



- Las **gradas alternativas** disponen de varias filas de púas dotadas de un mecanismo de oscilación alternativa lateral.
- Las **gradas rotativas** de eje horizontal disponen de un eje del que salen radialmente, de manera equilibrada, un conjunto de dientes rectos o alabeados.
- En las **rotativas de eje vertical** se utilizan varios rotores y las rejas toman la dirección del eje de los rotores.





## Grada de alternativa (púas)

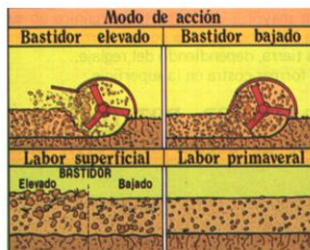


Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Este tipo de gradas con púas en movimiento alternativo han perdido importancia comercial frente a las gradas rotativas de eje vertical y horizontal



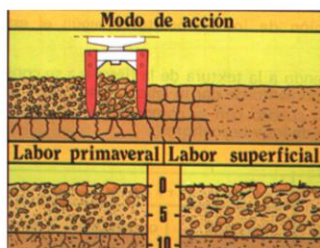
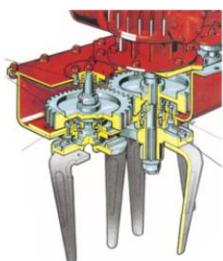
## Descripción de las gradas accionadas



- Rotor situado en el interior de una cubierta protectora con una pantalla posterior regulable sobre la que chocan los terrones, quedando el suelo más o menos pulverizado en función del régimen de giro del rotor con respecto a la velocidad de avance.
- La **velocidad del rotor** puede modificarse por un sistema de ruedas dentadas (50 y 300 rev/min).
- Normalmente el sentido de giro es directo, “mordiéndose” el suelo al avanzar y dando un empuje positivo del tractor.
- Para controlar la **profundidad de trabajo** se utilizan un rodillo situado en la parte posterior



## Tipologías de las gradas accionadas



- **Anchura de trabajo:** 2.5 a 5.0 m.
- **Rotativas:**
  - **Rotor único de eje horizontal** con dientes tipo pletina o redondo.
  - **Varios rotores de eje vertical** con dos dientes; número de rotores/metro: 3 a 5; longitud de diente: 30 a 35 cm.
- **Alternativas**
  - **Con dos filas de dientes accionados por excéntrica;** distancia entre dientes: 20 a 25 cm; longitud de diente: 25 a 30 cm.
- **Masa:** 120 a 200 kg/m de anchura.

Elementos auxiliares: rodillo trasero (recomendado); dispositivos de seguridad; cambio de velocidad del rotor; enganche posterior para sembradora.



## Condiciones de utilización de las gradas accionadas

- **Accionamiento:** toma de fuerza 540 y/o 1000 rev/min.
- **Enganche:** en tres puntos.
- **Se recomienda para el laboreo secundario de suelos con muchos terrones y endurecidos para prepararlo para la siembra en una sola pasada.**
- **Profundidad máxima de trabajo recomendada:** 8 a 12 cm.
- **Potencia:** alternativas 15 a 25 CV/m; rotativas 20 a 35 CV/m (es importante que la potencia que pueda transmitir la grada sea la disponible en el tractor, ya que en caso contrario se produce su rápido deterioro).
- **Velocidad de trabajo:** 5.0 a 7.0 km/h; eficiencia en parcela: 0.65 a 0.85.



## Rodillos auxiliares en gradas accionadas

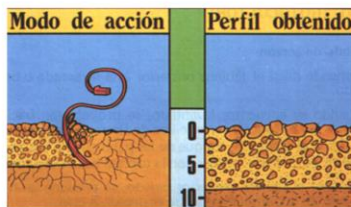
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Complementan la acción de la grada y modifican la rugosidad de la superficie del suelo



## Vibrocultivadores



### **Función principal:**

- Preparación completa del lecho de siembra en cultivos que requieren buena preparación con una sola pasada.
- El trabajo debe ser muy superficial, limitado a lo que es el lecho de siembra.





## Descripción de los vibrocultivadores



- **Bastidor principal** al que se unen otros bastidores más pequeños, sobre los que se fijan los dientes en varias filas.
- Los **bastidores secundarios** van unidos al bastidor principal de manera flexible, lo que garantiza que los elementos labrantes trabajen a profundidad uniforme con independencia de las irregularidades de la superficie del terreno.
- Se puede modificar en algunos casos el **ángulo de incidencia de los dientes**, su flexibilidad y la profundidad de actuación.



## Tipologías de los vibrocultivadores



### Elementos auxiliares:

- rodillos jaula (1 o 2 elementos);
- rejas delanteras desmenuzadoras y hoja niveladora.

- **Anchura de trabajo:** 2 a 14 metros; bastidor: rígido o por elementos independientes.
- **Espaciamiento entre dientes:** 10 a 12 cm; posición de los dientes: sobre 3 a 5 filas; despeje del bastidor: 40 a 50 cm.
- **Dientes:** simple o doble curvatura (sección cuadrada o plana); rejas: escarificadoras, estirpadoras y dobles.
- **Masa:** 120 a 300 kg/m de anchura



## Condiciones de utilización de los vibrocultivadores

- **Enganche:** semi-suspendido o arrastrado; plegado: manual o hidráulico.
- Se recomienda **trabajar con el suelo seco** (friable), y son muy adecuadas para preparación del lecho de siembra en cultivos exigentes (remolacha).
- **En suelos fuertes se recomienda utilizar rodillos jaula dobles y con barras agresivas** para mejorar su eficiencia desterronadora.
- **Profundidad de trabajo recomendada:** 2 a 8 cm; **potencia necesaria** 18 a 22 CV/m; **velocidad de trabajo:** 6.0 a 8.0 km/h; **eficiencia en parcela:** 0.65 a 0.85.





## Rodillos

- **Reducen la porosidad del suelo** modificando el espacio que queda entre los terrones, lo que favorece la humectación de las semillas en suelos secos, y también **evita la destrucción de las raíces en los cereales de invierno por efecto de las heladas.**
- **No deben afectar la porosidad** hasta límites que impidan la circulación de agua y del aire en el interior del suelo.
- **Generalmente se utilizan asociados a otros aperos,** actuando como elementos para el control de la profundidad de intervención y para el sellado del suelo.





## Descripción de los rodillos



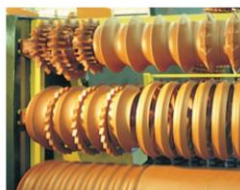
- **Elementos de sección circular** colocados sobre un eje que les permite rodar al ser arrastrado sobre el campo, normalmente mediante un enganche simple en un punto.
- El rodillo puede estar **formado por un solo elemento, o por un conjunto de elementos**, todos montados sobre un eje común, aunque con un acierta flexibilidad para que se ajusten a las irregularidades del terreno.
- Los **diámetros exteriores** de los elementos que forman el rodillo **pueden ser diferentes**, así como la rugosidad y el perfil de su superficie, lo que, junto con el peso del rodillo, condiciona el grado de asentamiento.





## Tipologías de los rodillos

- **Anchura de trabajo:** 1.5 a 7 metros; bastidor: rígido o por elementos independientes.
- **Elementos auxiliares:** plegado: manual o hidráulico; ruedas de transporte.
- **Enganche:** semisuspendido o arrastrado.

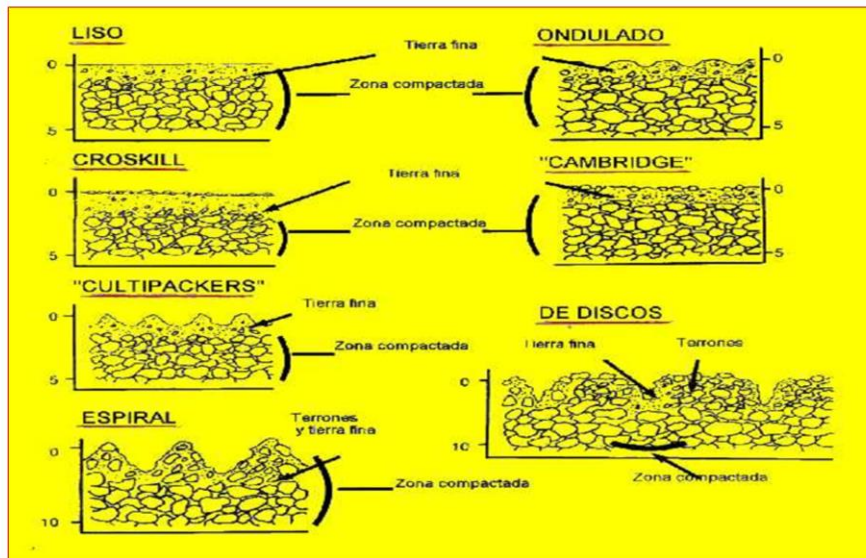


	lisos	ondulados	acanalados	crosskill	ruedas
Diámetros (cm):	45-50	50-60	50-55	30-60	70-90
Nº elem.	1	1	1	1-2	1-2
Masa /kg/m):	250-350	250-380	300-400	150-500	350-550



## Efecto en función de su rugosidad

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Las características de la superficie del rodillo modifican el perfil del suelo en la parte superficial, creando zonas con tierra fina y otras con pequeños terrones.





## Condiciones de utilización de los rodillos

- Los **rodillos lisos** provocan una compactación superficial con tierra fina sobre el terreno; los **rodillos rugosos** provocan el asentamiento en las capas intermedias con tierra fina cerca de la semilla, y dejan la superficie aterronada, reduciendo el riesgo de que aparezca costra superficial después de lluvia intensa.
- Sólo se deben **utilizar sobre suelos con bajo contenido de humedad**. Su efecto desterronador depende de las resaltes sobre la superficie.
- Son preferibles los **rodillos con elementos independientes y de superficie rugosa**. El aumento de la velocidad incrementa su efecto compactador.
- **Potencia** recomendada: 10 a 15 CV/m; velocidad de trabajo: 5.0 a 7.0 km/h; eficiencia en parcela: 0.65 a 0.85.

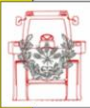


## Labores de cultivo (entre líneas)



- **Control de la maleza durante el desarrollo del cultivo.**
- **Compatible con la fertilización y la aplicación de herbicidas.**
- **Limitaciones: despeje de los tractores y separación entre líneas.**

Algunos aperos de laboreo secundario se utilizan para el control de la vegetación adventicia entre las líneas del cultivo



## Profundidad y velocidad de trabajo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Profundidad de trabajo	0 cm	1 cm	2 cm	3 cm	5 cm	7 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
<b>3 - Laboreo secundario</b>											
entre 6 y 12 km/h											
menos de 7 km/h											
<b>4 - Enterrado rastrojo</b>											
entre 6 y 10 km/h											
menos de 7 km/h											

Diagram illustrating the relationship between working depth (Profundidad de trabajo) and working velocity (Velocidad de trabajo) for various agricultural implements. The chart is divided into two main sections: 3 - Laboreo secundario and 4 - Enterrado rastrojo. Each section is further divided into velocity ranges: entre 6 y 12 km/h and menos de 7 km/h. The x-axis represents working depth in centimeters (0 cm to 30 cm), and the y-axis represents working velocity in km/h.

**3 - Laboreo secundario**

- entre 6 y 12 km/h:
  - grada de discos (3 a 10 cm)
  - grada d. pesada (7 a 15 cm)
  - cultivador pesado (7 a 25 cm)
  - vibrocultivador (3 a 12 cm)
  - grada púas (3 a 5 cm)
  - grada ligera (1,5 a 3 cm)
  - cultivador rotativo (eje horizontal) (3 a 15 cm)
  - cultivador alternativo (3 a 12 cm)
- menos de 7 km/h:
  - cultivador rotativo (eje horizontal) (3 a 15 cm)
  - cultivador alternativo (3 a 12 cm)

**4 - Enterrado rastrojo**

- entre 6 y 10 km/h:
  - grada discos (2 a 7 cm)
  - arado rastrojero (3 a 12 cm)
  - chisel (5 a 12 cm)
  - cultivador pesado (4 a 8 cm)
  - cultivador rotativo (2 a 7 cm)
- menos de 7 km/h:
  - cultivador rotativo (2 a 7 cm)



*Curso de Maquinaria Agrícola*

## **Equipos para el trabajo del suelo**

---

### **Laboreo Primario/Secundario**





## Equipos para laboreo primario/secundario



### Función:

- Realizar en una sola pasada el laboreo primario, con o sin volteo, y la preparación del lecho de siembra.
- En ocasiones se combinan con equipos de siembra para realizar la implantación del cultivo en una sola pasada.

Permiten utilizar mejor la potencia disponible en los grandes tractores y aumentar la capacidad de trabajo.



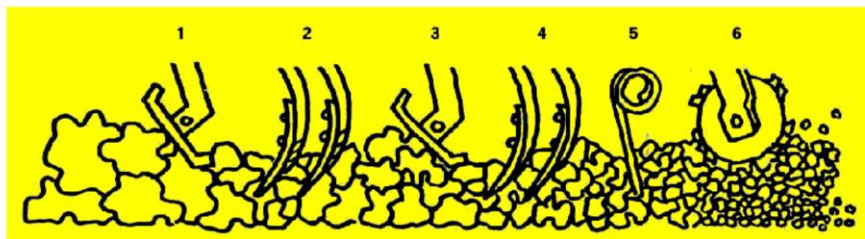
## Descripción de los aperos combinados

- Están formados por los mismos elementos que se utilizan en los aperos para laboreo primario y secundarios, combinados para que actúen de manera sucesiva en una sola pasada. En algunos casos van montados separados, uno de los elementos en el enganche frontal y otro en el posterior.
- Es frecuente que el elemento que se encarga del laboreo secundario sea del tipo accionado por la toma de fuerza.
- En algunos casos, el apero dispone de varios cuerpos o paños con púas y discos que se pueden regular en posición (ángulo de ataque) y la profundidad de intervención. Es frecuente que dispongan de un rodillo asentador que también actúa como controlador de la profundidad de trabajo del conjunto .





## Preparación del lecho de siembra



Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Algunos aperos están especialmente diseñados para la preparación del lecho de siembra en una sola pasada.

- 1.- Nivelación del suelo
- 2.- Esponjado y rotura de terrones gruesos por elevación
- 3.- Desterronado por compresión y choque
- 4.- Preparación del lecho de siembra
- 5.- Creación de tierra fina para mejorar el contacto semilla-suelo
- 6.- Asentado superficial con superficie rugosa que evita el encostramiento





## Brazos rígidos y discos+rodillo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Descompactador con reja de aletas y disco que cierran el surco junto con el rodillo jaula. Apropriados para hacer la preparación del suelo en una sola pasada (cereales de invierno)



## Gradas de discos independientes



También denominadas “**gradas rápidas**”, los discos se montan en brazos independientes con libertad de movimiento (resorte o brazo flexible).



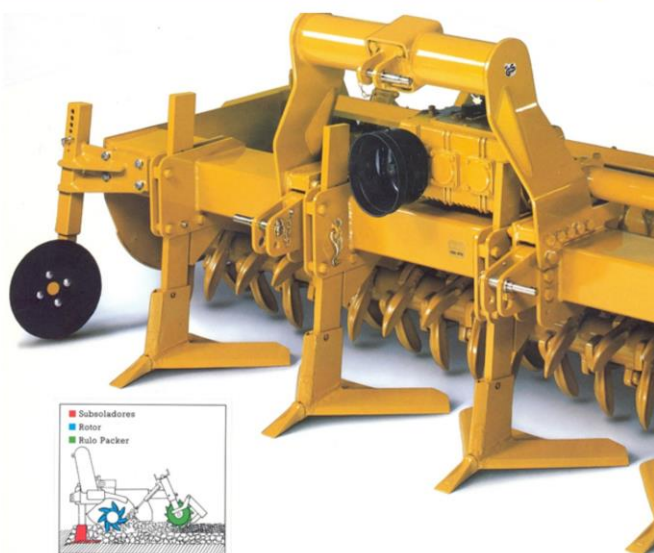
Sustituyen a las gradas de discos convencionales de tipo medio. La pantalla situada a la salida de los discos ayuda en la rotura de los terrones.

La profundidad de trabajo depende del diámetro de los discos y de los ángulos que forman con la dirección de avance y con la superficie del suelo.



## Operaciones combinadas rotor-descompactador (Dutzi)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El rotor accionado por la TDF permite reducir el esfuerzo de tracción que necesita el descompactador. Se puede asociar a una sembradora.



## Preparación del suelo y siembra (Rau)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Grada y rodillo asociados a una sembradora para grano fino.



## Arada y siembra (Kverneland)



Preparación del suelo con arada y siembra en una sola pasada.



*Curso de Maquinaria Agrícola*

## **Equipos para el trabajo del suelo**

*Capítulo 03.2.-*

---

### **Laboreo Secundario**



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