



**Curso de Maquinaria Agrícola**

**Capítulo 07.3.-**

**Maquinaria para la  
recolección de cosechas  
enterradas**

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

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Se consideran la recolección de patata y de remolacha azucarera.



## *Curso de Maquinaria Agrícola*

### *Capítulo 07.3.-*

# **Maquinaria para la recolección de cosechas enterradas**

## *Parte 1.- Equipos para la recolección de patata*

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

Para la recolección de cebolla se utilizan equipos similares a los de la patata con algunas modificaciones.



## El cultivo de la patata



### **Superficie cultivada:**

**España > 100 000 ha**

- **Secano y regadío**
- **Familiar e industrial**
- **Temprana y tardía**



### **Recolección:**

- **eliminar parte aérea (desbrozadora)**
- **arrancar tubérculos**
- **separar tierra y piedras**

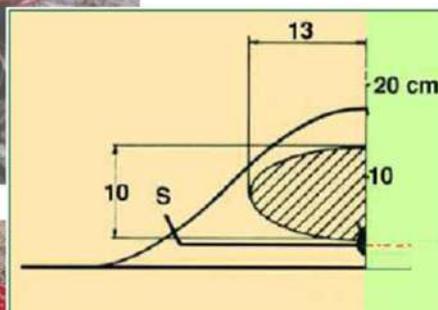
Hay factores que inciden en el proceso y en la maquinaria que se puede utilizar en la recolección, como el tamaño y la forma de las patatas (tubérculo), o la agrupación con la que se encuentran en el suelo. Siempre que hay que recoger un cultivo que se aprovecha por sus órganos subterráneos, que están “ocultos”, el proceso se complica, ya que hay que “buscar” la cosecha y separarla de la tierra, suelta y aterronada que la rodea, y de las piedras, que también se mezclan en el mismo perfil del suelo.

Esto lleva a considerar a los suelos sueltos y sin piedras como los más adecuados para la patata, desde el punto de vista mecánico, pero la tecnología puede cambiar la situación, siempre que económicamente se rentable su puesta en práctica.



## Formación del caballón

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para la plantación de la patata en España se utiliza una separación de líneas entre 60 y 80 cm, que se puede reducir en pequeñas plantaciones de huerta, con tubérculos (patata “de siembra”) separados a unos 25 cm, lo cual permite una densidad de 50 a 55 000 plantas/ha. La profundidad de siembra con el suelo plano debe ser la que permita en completo tapado de los tubérculos, y va unida a la formación de un primer caballón, mediante discos o rejas aporcadoras, que, a la larga, delimitará la zona en la que se desarrollen los tubérculos. Un segundo aporcado se realiza cuando los tallos superan los 15-20 cm de altura, para formar el caballón definitivo, sobre el que va a trabajar el equipo de recolección.



## Formación del caballón y plantación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Una buena siembra facilita la recolección de la patata.

La distancia entre líneas debe coincidir con la de las unidades de recolección cuando se utilizan equipos multilínea.



## Eliminación de piedras y terrones

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La eliminación de piedras y de terrones en el campo facilita la recolección de la patata.



## Recolección: Eliminación de la parte aérea

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

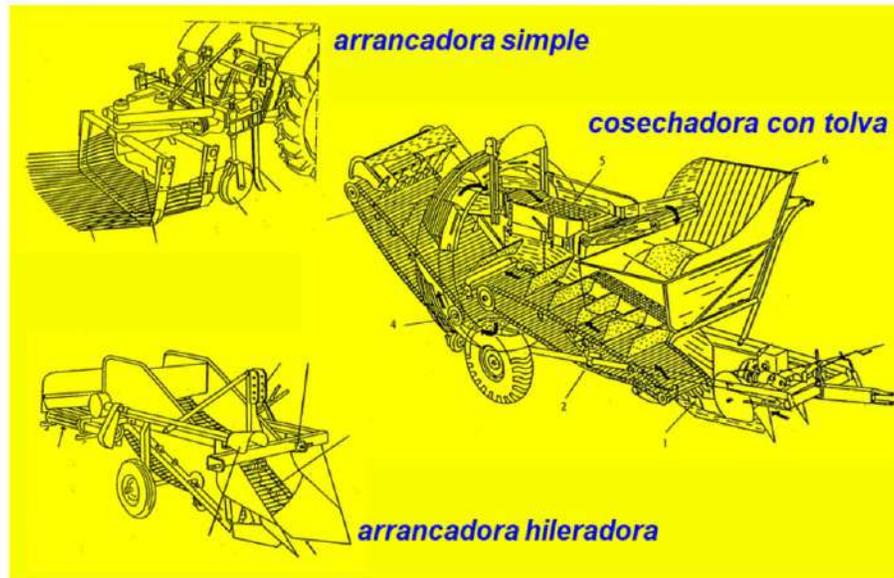


Antes de realizar el arranque se procede a eliminar la parte aérea de las plantas, que puede realizarse por métodos mecánicos, térmicos o químicos. La opción más utilizada es la combinación de medios mecánicos y químicos; el primero, realizado con una desbrozadora a 15 – 20 cm por encima de la superficie del suelo, que actúa como proceso de “rotura”, completado con una aplicación química utilizando un desfoliante. Cuando la vegetación están muy verde, se recomiendan dos aplicaciones sucesivas de desfoliante, en volumen reducido, espaciadas entre si tres o cuatro días.



## Máquinas para la recolección de patatas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Se pueden encontrar en el mercado equipos muy sencillos, como las arrancadoras de parrilla vibrante o de cadena transportadora, que se limitan a sacar la patata y dejarla en la superficie, más o menos acordonada, hasta grandes cosechadoras arrastradas o autopropulsadas que, trabajando sobre dos o más líneas, se encargan de todo el proceso, incluida la limpieza y la colocación de la patata en contenedores adecuados.

En las máquinas más sencillas, el montaje sobre el enganche tripuntal de un tractor, es lo más frecuente, generalmente trabajando sobre una línea, aunque a veces se diseñan para arrancar dos. Incluso se ofrecen equipos muy pequeños que se adaptan a un motocultor.



## Estructura general de las máquinas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Generalmente son máquinas arrastradas, aunque también se ofrecen modelos que autopulsados y otros diseñados para su integración en un tractor agrícola. El bastidor incluye en su parte frontal los elementos de arranque y sobre el mismo los sistemas de limpieza y selección.

La elección de la máquina apropiada depende de la superficie cultivada y del tiempo disponible para recogerla, de las condiciones del suelo en las que hay que trabajar, de la disponibilidad de mano de obra y del destino del producto recogido.

- Arrancar patatas con herramientas de mano necesita entre 14 y 17 jornadas de trabajo por hectárea. En el proceso de amontonar, requiere de 2 a 3 h-hombre por tonelada (2 700 – 3 000 kg de patatas por jornada). Para la carga manual se necesitan de 1 a 2 h-hombre por tonelada (5 700 – 7 000 kg/día).

- Una arrancadora hileradora de una línea es una máquina sencilla y de bajo coste, pero su capacidad de trabajo queda limitada a 2 ha/día (0.20 a 0.30 ha/h) y necesita como complemento 10 h-hombre por tonelada para recoger posteriormente las patatas hileradas.



## Estructura en función del número de filas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Las cosechadoras de una y dos filas suelen ser máquinas arrastradas. A partir de dos filas se comercializan cosechadoras autopropulsadas.





## Arranque y separación de la tierra

*Arado patatero*



*Arrancadora de parrilla oscilante*



*Arrancadora de cadena*



*Cosechadora (arranque y limpieza)*

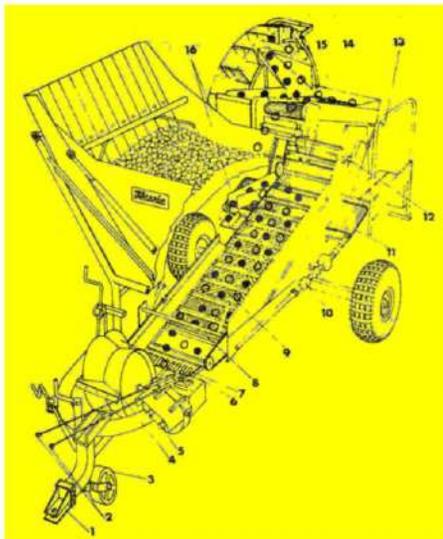


Para el arranque se pueden utilizar diferentes alternativas. Las más sencillas son el arado patatero y las arrancadoras de parrilla oscilante. En las cosechadoras el sistema de arranque se adapta al tipo de caballón y se completa con elementos para separar la patata de la tierra.



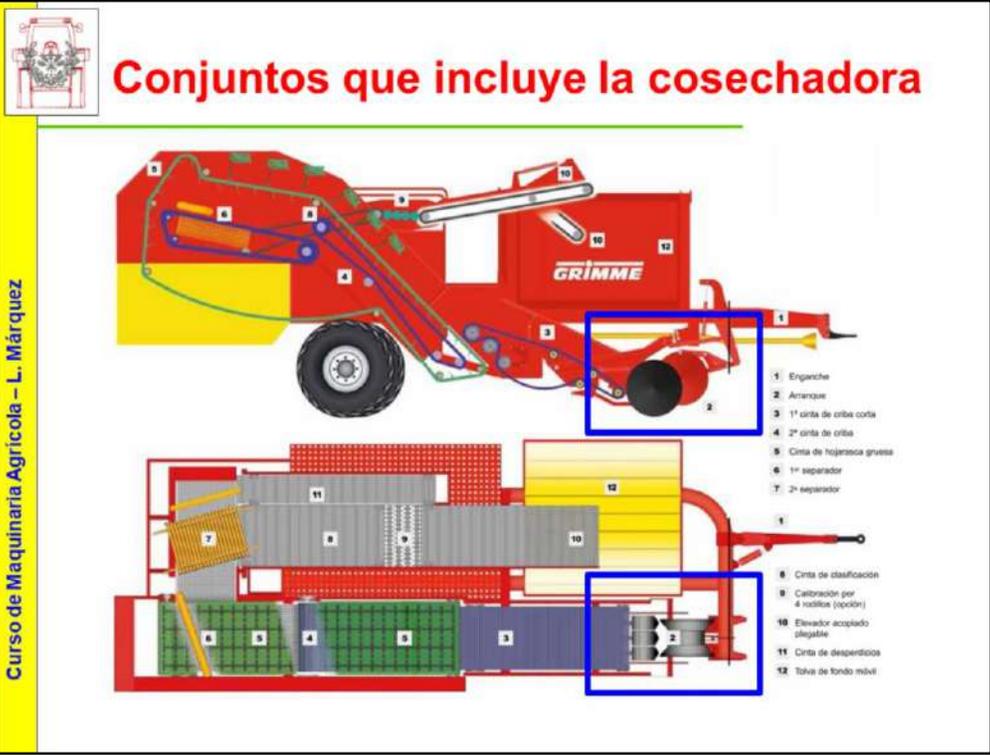
## Limpeza y separación en dos niveles

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La elevación de la tierra que arranca la reja junto con las patatas se realiza mediante cadenas transportadoras de varillas o barras transversales, a veces recubiertas total o parcialmente de caucho, que forman ángulo con el suelo. Esta cadena transportadora accionada va elevando el material, a la vez que le produce sacudidas de diferente intensidad, reguladas mediante ruedas excéntricas o dispositivos equivalentes. La separación entre barras del elevador favorece la eliminación de la tierra, que va cayendo progresivamente al suelo, por lo que esta separación debe estar de acuerdo con el tamaño más pequeño de las patatas recogidas. Sobre el transportador se sitúan pantallas de material flexible, o dedos, que actúan de freno a la vez que impiden el retroceso del material y ayudan en el proceso de separación de las patatas y en la eliminación de la tierra que a ellas se adhiere. En ocasiones se utilizan transportadores flotantes de paletas, sobre la cadena transportadora inclinada, que ayudan en el proceso de separación, con un trato delicado de las patatas.

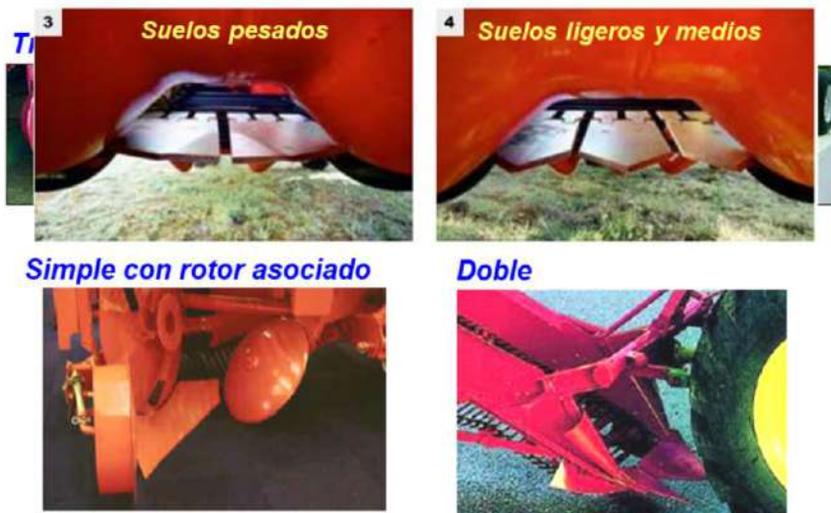
Algunos fabricantes prefieren, para no aumentar la longitud total de la máquina, ya que la pendiente de las cadenas transportadoras no puede ser muy elevada si se desea evitar que rueden hacia abajo las patatas, que la segunda cinta se sitúe transversalmente, o recurren a un elevador intermedio, generalmente de cangilones, con lo que ya se dispone de dos niveles de trabajo.



Con los diseños más modernos se reduce el tamaño de la máquina manteniendo las superficies de separación-



## Rejas arrancadoras



Las rejas, que cortan el caballón por debajo del lugar que ocupan las patatas, pueden ser:

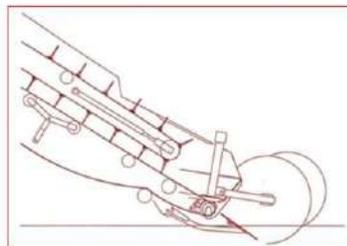
- de tipo triangular, con una parte central que en ocasiones llevan un refuerzo con el aspecto de un formón;
- doble, con salientes en los costados y redondeada, o abierta, en el centro; y
- plana, formada por elementos independientes cada uno con su pequeña punta que ayuda a la penetración en el suelo.

Las de doble reja parece que ayudan mejor a que el caballón entre sin romperse en la máquina, ya que la tierra recibe presión de los costados hacia el centro. Las rejas triangulares pueden comportarse bien en suelos fuertes, cuando se intenta conseguir que estalle el caballón lo antes posible para comenzar la separación de las patatas. Las rejas planas frecuentemente se utilizan en máquinas que recogen varias líneas en la pasada, de manera que los dos caballones contiguos lleguen al mismo elemento transportador; también se aconsejan cuando se utilizan las máquinas en la recogida de cebollas, ya que cortan con facilidad las raíces por debajo del bulbo, o para recoger las patatas previamente hileradas con una arrancadora.



## Apoyo y corte lateral para facilitar la recogida

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para ayudar a la reja en el proceso de arranque, es frecuente que se utilice sobre el caballón un rodillo en forma de diábolo, que aprieta la tierra e impide que el caballón se deshaga antes de entrar en la máquina; el rodillo unido al bastidor de la máquina permite controlar la profundidad de trabajo de la reja arrancadora. En los costados se pueden montar dos discos verticales, de giro libre o accionados, que cortan el suelo para separar los tallos y raíces que quedan fuera de la zona ocupada por las patatas, evitando de esta manera que las arrastren hacia fuera dificultando su entrada en la máquina.



## Arranque para dos filas

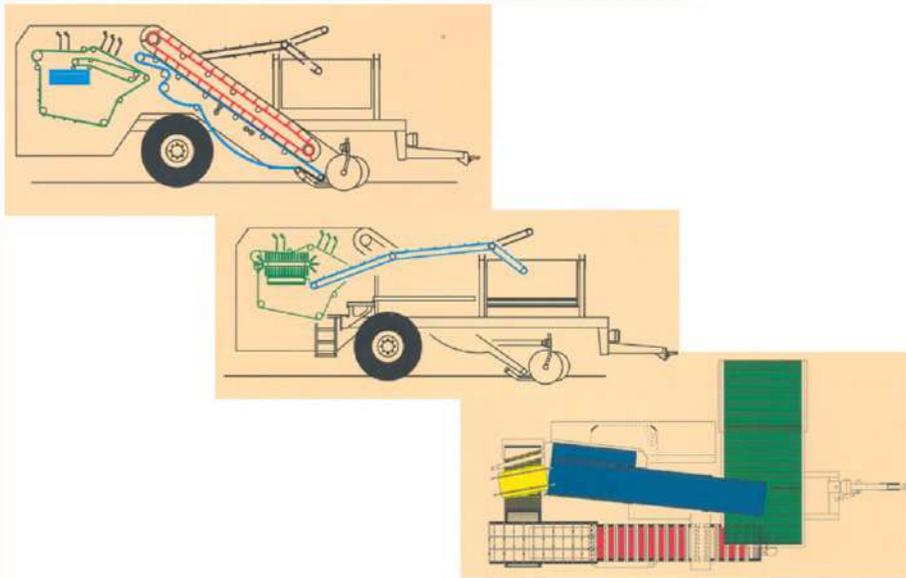


Detalle del arrancador para dos filas.



## Circuitos de separación y limpieza

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



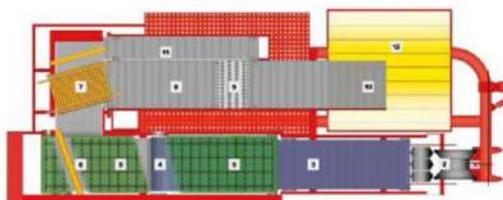
Para mejorar el grado de limpieza se pueden utilizar cadenas transportadoras en serie, lo que permite aprovechar la caída del material de una cadena a la otra para dar salida al material pesado, que rueda con más facilidad, como serían las piedras redondeadas y grandes terrones. En lugar de la segunda cadena de varillas, o bien después de ella, se pueden colocar tapices de goma con resaltes que permiten diferenciar el material según su adherencia al transportador, en combinación con la velocidad de la cinta y el grado de inclinación de la misma.

En el segundo nivel es en el que se suele colocar la mesa de selección, para poder utilizar mano de obra auxiliar que realiza la eliminación de las impurezas que acompañan a las patatas cuando pasan por delante sobre una cinta transportadora.



## Separación y limpieza (máquinas de 1 fila)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



- 1. Enganche
- 2. Arriete
- 3. 1ª cinta de cinta con
- 4. 2ª cinta de cinta
- 5. Cinta de limpieza p
- 6. 1ª separador
- 7. 2ª separador
- 8. Cinta de clasificación
- 9. Calentador por 4 rollos (opcional)
- 10. Elevador accionado hidráulico
- 11. Cinta de recolección
- 12. Tapa de fondo metálica



El grado de limpieza que se puede conseguir en una cosechadora depende en gran medida de las características y del estado del suelo sobre el que trabaja la máquina, pero también de la longitud del recorrido sobre el que se realiza la limpieza y de la eficacia de los sistemas utilizados.

El aumento de la “agresividad” en los elementos de limpieza, reduce el contenido de impurezas, pero también da lugar a un aumento de los daños sobre las patatas cosechadas. Para reducir estos daños se han desarrollado dispositivos, que ofrecen mayor eficacia para retirar determinados elementos extraños, como terrones y piedras, y que se incorporan a los equipos de recolección mediante módulos que se adaptan a demanda del usuario.

Para tratar con mayor suavidad las patatas las cadenas transportadoras se pueden sustituir por rodillos con púas situados transversalmente. Estos rodillos también se utilizan en las instalaciones fijas para la limpieza de la patata.



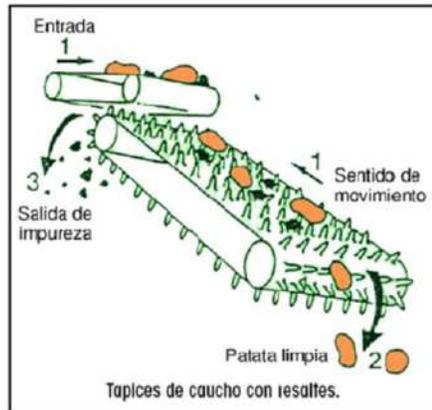
## Sistemas para separar terrones y piedras

- Tapiz inclinado con dedos de caucho
- Cilindros rotativos con púas de nylon
- Rascadores sobre las cintas transportadoras
- Discos de caucho de separación ajustable
- Cadena de barras en posición inclinada
- Estrellas rotativas y discos de caucho
- Separador electrónico (rayos X, color, forma...)
- Separador por cilindros en rotación

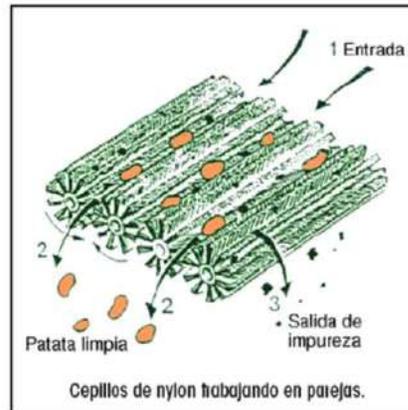


## Sistemas de limpieza y clasificación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Fuente: Montalescot. SIMA - Mod.

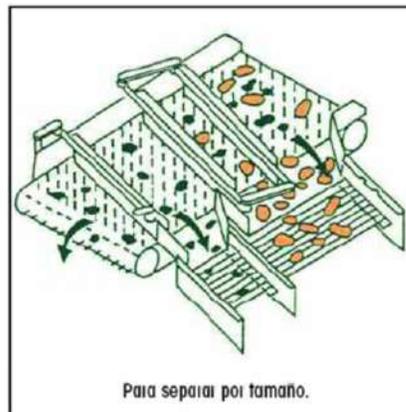


Para eliminar cuerpos extraños aprovechando las diferencias de densidad se pueden utilizar:

- Tapices de caucho, dotados de resaltes en forma de tetinas, cuya superficie se desplaza a contracorriente del material que le llega. Su inclinación, en oposición al movimiento de la superficie, y la presencia de los resaltes apropiados, permiten que las patatas ruedan, mientras que los cuerpos extraños, más densos y poco redondeados, quedan retenidos y se desplazan con la superficie del tapiz hasta el lugar de descarga.
- Cepillos cilíndricos de nylon en rotación, colocados por pares y girando de abajo a arriba, que reciben un flujo longitudinal de material, permitiendo el avance de las patatas apoyadas en las púas y descargando al suelo las pequeñas impurezas más densas (pequeñas piedras y terrones).



## Sistemas de limpieza y clasificación



Fuente: Montalescot. SIMA.- Mod.

Aprovechando las diferencias de resistencia a la rodadura y de forma entre los componentes, se pueden utilizar:

- Cadenas barros con fuerte pendiente en los que quedan retenidos los cuerpos angulosos.
- Rascadores en forma de pantalla o de cepillo liso o giratorio, situados sobre un tapiz horizontal por el que pasa el material, inclinados con respecto a la dirección de avance y ajustable en altura, lo cual permite desviar el material que supere un determinado tamaño, mientras que da paso a impurezas y patatas muy pequeñas. Se pueden situar varios rascadores para una preselección por tamaños (patata normal, pequeña e impurezas)



## Sistemas de separación y eliminación de impurezas



*Eliminación de matas*



*Eliminación de terrones*

Las máquinas se adaptan cambiando sus componentes en función de las características y el estado de la cosecha.



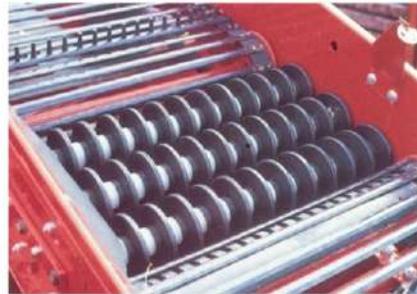
## Limpeza y separación de impurezas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



*Separación de tierra*

*Rodillos limpiadores  
y clasificadores*



Cilindros rotativos con discos de caucho y separación ajustable, situados perpendicularmente al paso del material, que retiene en la superficie las patatas descargando por la parte inferior las impurezas de menor tamaño. En ocasiones se mezclan con cilindros formados por elementos flexibles en forma de estrella o “erizo”



## Mesa de separación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Detalle de la mesa de separación sobre la que trabaja el personal auxiliar. Limitación de la cantidad de patatas que se pueden seleccionar manualmente.



## Tolvas y plataformas para el ensacado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

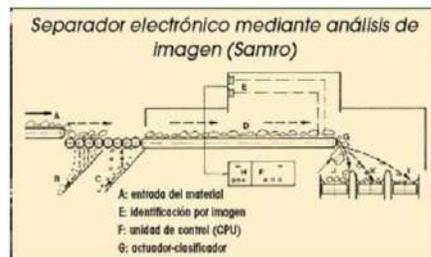


Opciones: tolva de almacenamiento o plataforma de ensacado.



## Unidad de selección electrónica

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Con cierta frecuencia, los fabricantes empiezan a ofrecer, para su colocación sobre el material móvil, otros sistemas de selección más sofisticados, como los electrónicos basados en de análisis de imagen, que han sustituido a los primitivos que utilizaban la diferencia de permeabilidad de patata y de otros materiales extraños, como terrones, piedras, e incluso tubérculo madre, a los rayos X, combinados con un sistema mecánico o neumático de expulsión.



## Separación con aire (AirSep-Grimme)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

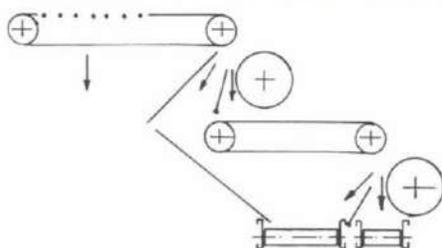


Equipo experimental (Agritechnica 2013) con eliminación de impurezas sobre las patatas elevadas por un colchón de aire



## Separador de terrones y piedras

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



También hay otros eficaces y mucho más simples, como el separador de terrones en dos etapas, que solo sirve para instalaciones fijas, basado en la caída del material sobre un rodillo recubierto de caucho en rotación, que hace rebotar el material que recibe y lo lanza a diferente distancia en función de sus características superficiales y de masa. Con dos rodillos en la misma unidad de separación, la eficacia para retener piedras y terrones resulta muy elevada.

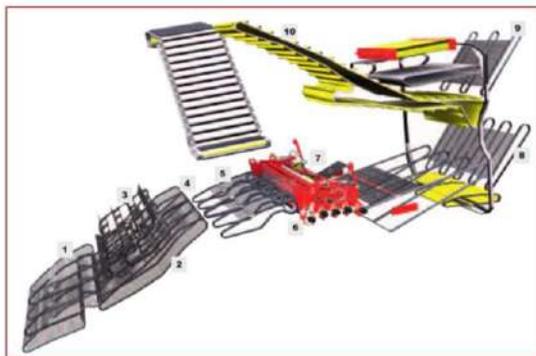


## Alternativas para la recolección

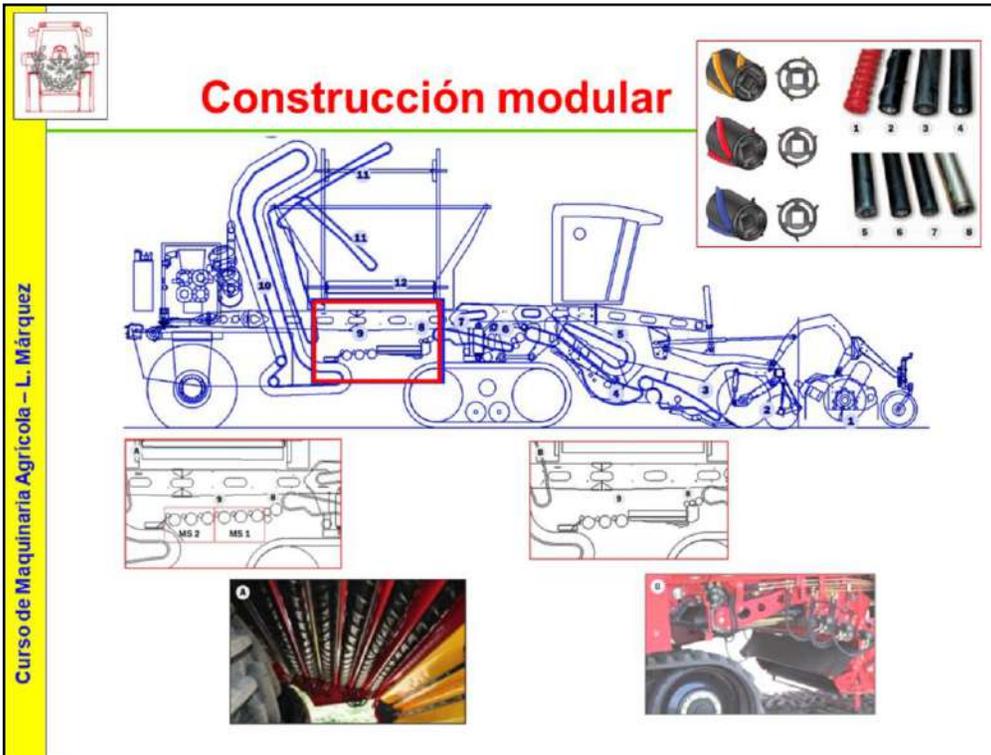
- Arrancar patatas a mano: 14 a 17 jornales/ha
- Amontonado: 2-3 h-hombre/tonelada
- Carga manual: 1-2 h-hombre/tonelada
  
- Arado patatero: 4-12 h/ha
- Recogida y carga: 40-170 h-hombre/ha (producción)
  
- Arrancadora-hileradora: 0.20-0.30 h/ha
- Recogida y carga: 10 h-hombre/tonelada
  
- Cosechadora 1 línea: 4 h/ha (3-4 personas MO auxiliar)
- Cosechadora 2 líneas: 2 h/ha (4 personas MO auxiliar)
- Mesa de selección: 150 tubérculos/min (0.75-0.80 t/h)



## Adaptación a la cosecha



Construcción modular para obtener patata prácticamente limpia en el campo.



Elementos que se pueden modificar para adaptar la cosechadora al tipo de patata y al estado del suelo.



## Daños en la recolección

- Dependan de:
  - La variedad
  - El grado de humedad
  - El estado de madurez
- Evaluación (no normalizada)
  - Patatas intactas
  - Ligeramente dañadas (<1.7 mm prof.)
  - Moderadamente dañadas (1.7 – 5.0 mm)
  - Fuertemente dañadas (>5 mm)
- Índice calculado en función del % de patatas dañadas (ADAS)

*Los choques ocasionan más daños que las vibraciones (altura de caída)*

Daños	ligeros	graves	totales
Medio [%]	6.8	3.2	10.0
Máximo [%]	10.0	6.0	12.0

Fuente: ADAS. Cosechadora Kverneland 2200; líneas a 87 cm, con velocidad de 2.2 km/h y producción de 50 t/ha, sobre suelo arenoso, sin terrones ni piedras.

$$\text{Índice \%} = \% \text{ rascadas} + \% \text{ peladas} \times 3 + \% \text{ dañadas} \times 7$$

Aunque no hay metodologías normalizadas para evaluar los daños en las patatas inducidos por el proceso de recolección, y la correspondiente pérdida de valor de la cosecha, se recomienda en la evaluación de una muestra significativa establecer 4 categorías.

Como alternativa, el ADAS (Reino Unido) aconseja valorar los daños mediante un índice calculado a partir de los porcentajes de patatas rascadas (daños en la piel), peladas (daños en la carne que no superan una profundidad de 1.5 mm) y con daños graves (daños que superen los 1.5 mm de profundidad).



## Recomendaciones para evitar los daños

- Ajustar las anchuras de vía de tractores y máquinas para que coincidan con las interlíneas del cultivo.
- Cosechas con temperaturas del tubérculo de más de 10 °C.
- Trabajar a una velocidad de avance que la que se produzca una buena separación de tierra.
- Evitar que los tubérculos salten. Las patatas sueltas o en pequeñas cantidades no deben caer a alturas superiores a 25 cm. La caída sobre superficies blandas o sobre otras patatas



## Cargadores y repartidores de descarga

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para el movimiento de la patata en los almacenes y para la carga y descarga de vehículos se utilizan cintas transportadoras especiales que eviten la caída desde gran altura y los daños sobre la piel.



## Combinaciones (recepción-limpieza-inspección)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Cada vez es más frecuente que el proceso de recolección se complemente con un proceso de limpieza y clasificación que se realiza en una instalación fija, tanto si se procede al almacenamiento, como al envasado para la comercialización de la patata. Con independencia de las grandes instalaciones, en el mercado se ofrecen conjuntos modulares de inspección, clasificación y envasado que se utilizan en las grandes explotaciones o en las cooperativas.

La selección manual en instalaciones fijas se realiza con mayor productividad que sobre las máquinas en movimiento. Cuando se utilizan bancos de rodillos de goma sobre los que se realiza la selección, la velocidad óptima de paso debe de estar entre 0.10 y 0.15 m/s, con 1.5 a 2.0 revoluciones por cada 30 cm de avance. Sobre la mesa se necesita una buena iluminación (500 – 700 lx) y un espacio de maniobra de 51-55 cm por cada puesto de trabajo. Los operadores prefieren que el material avance de derecha a izquierda y que la plataforma les permita un ángulo visual de 45°.



## Limpeza final en almacenes

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En las pequeñas instalaciones se suelen utilizar mesas de selección-inspección que incluyen los mismos componentes que en las cosechadoras integrales para separar terrones y piedras, aunque aquí las condiciones de espacio y ambientales son mas favorables. Además, es frecuente que se utilicen, junto con los separadores de impurezas por rodillos giratorios, los sistemas de separación por análisis de imagen, muy eficaces y precisos, que hacen que se pueda prescindir, casi totalmente de la mano de obra auxiliar.



*Curso de Maquinaria Agrícola*

*Capítulo 07.3-*

## **Maquinaria para la recolección de cosechas enterradas**

*Parte 2.- Equipos para la recolección de  
remolacha azucarera*

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



## De la recolección manual a las grandes cosechadoras

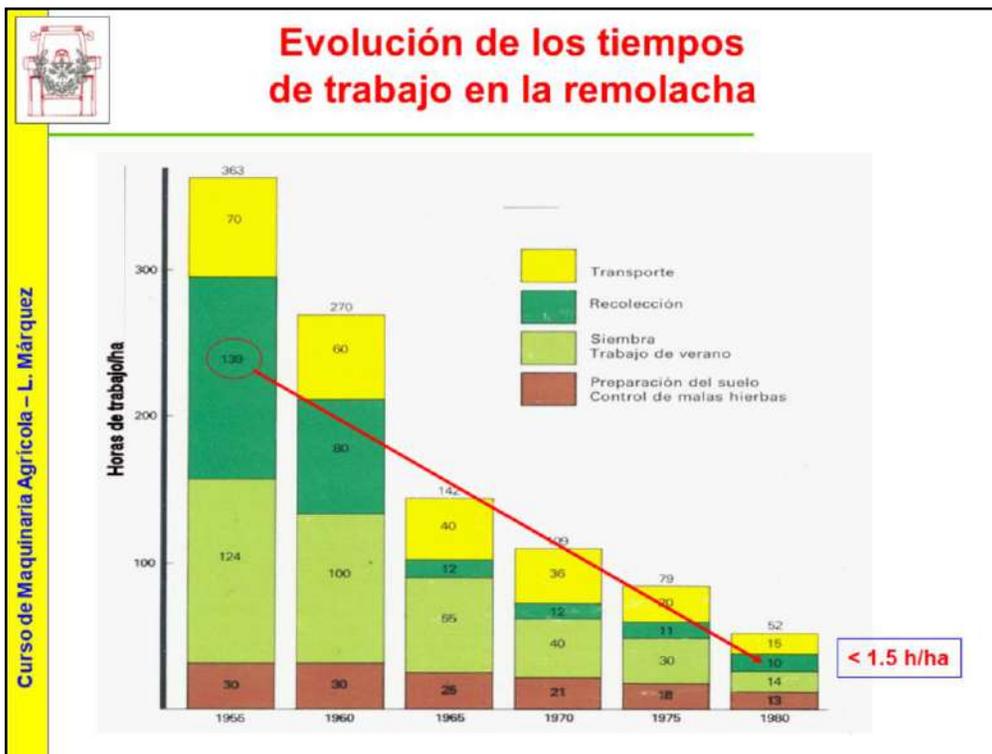
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



A diferencia con lo que sucede con la patata, la remolacha azucarera es un cultivo “industrial”, por lo que en el se ha alcanzado un nivel de tecnología muy superior a la de otros cultivos que ocupan en el Mundo una superficie mayor.

Además, la remolacha azucarera, cuyo cultivo ocupa el 0.6% de la superficie agrícola mundial, lo que la coloca en el vigésimo lugar en una lista que encabezan el trigo, el arroz, el maíz y la cebada, con el 40% de la superficie en conjunto, tiene un fuerte competidor: la caña de azúcar, bien adaptada a las zonas tropicales y subtropicales con abundantes lluvias, que ocupa una superficie doble a la dedicada a la remolacha.

A pesar de esto, y de los intereses económicos que desde hace siglos se enfrentan alrededor del azúcar, la remolacha azucarera ha mantenido su interés como cultivo comercial, en gran medida por el esfuerzo investigador desarrollado en su cultivo y en el proceso industrial que de él se deriva, al ser considerado como estratégico para las zonas agrícolas templadas, que por sus condiciones climáticas no pueden acceder al cultivo de la caña.



El incremento de la producción superficial, conseguido con la optimización de las técnicas de cultivo, ha dado lugar a una progresiva reducción de la superficie cultivada para no superar las “cuotas” establecidas. Esto se pone especialmente de manifiesto en el caso de países como España, en los que se ha duplicado la producción superficial en menos de 30 años. En la actualidad, considerando las zonas de cultivo con ciclo primavera-verano se están superando ampliamente las 100 t/ha de remolacha tipo (16° de polarización), con producciones máximas que superan las 150 t/ha.

Al analizar los costes de producción en el cultivo de la remolacha que utiliza un nivel de tecnología alto, en una zona en la que resulta necesario el riego (entre el 15 y el 20% de los costes), se observa que entre el 30 y el 35% de los costes de producción corresponden a la mecanización, de los cuales casi la mitad son imputables a la recolección.

Al tratarse de un cultivo “industrial” las empresas azucareras han actuado como aglutinante de unas interprofesionales muy activas, con sus propios centros de investigación aplicada, que se han encargado de poner a punto una tecnología capaz de reducir los costes de producción, dedicándole a la mecanización del cultivo una buena parte de su actividad. Esto explica que se haya llegado a un grado de mecanización muy elevado, con la considerable reducción de la mano de obra ocupada. Una muestra de ello es el cambio producido en los últimos 50 años en los países europeos, que queda reflejado en la figura.



La recolección de la remolacha azucarera se realiza en otoño o en verano, según las características climatológicas de la zona en la que se cultiva. Si la recogida se realiza en verano los suelos se encuentran secos con terrones que acompañan a las raíces, mientras que para la que se recoge en otoño la presencia de barro adherido a las raíces hace que aumente la tara de tierra.

Cuando las temperaturas son elevadas la molturación de las raíces hay que realizarla en poco tiempo para minimizar las pérdidas de cosecha



## Recolección de la remolacha

- Operaciones para extraer la raíz del campo para realizar el proceso industrial de obtención del azúcar
- **Objetivos:**
  - Recoger las raíces sin dañarlas
  - Eliminar tierras y piedras
  - Capacidad de trabajo suficiente (periodo de cosecha)
  - Reducir los costes de recolección

Condiciones y procesos para la recogida de la remolacha



## Los seis puntos clave

- Buena calidad del **pelado-descoronado**, sin ninguna hoja y sin sobre-descoronado
- **Separación de la tierra** en el arranque
- **Limpieza con un bajo nivel de daños** (heridas) para que pueda conservarse en el tiempo.
- Evitar las **pérdidas de las puntas de las raíces** (arranque, limpieza, carga y descarga y transporte).
- **Máxima capacidad de trabajo** para realizar la recolección con oportunidad
- **Evitar la compactación**, reduciendo la presión sobre el suelo tanto de los equipos de recolección como de los que se encargan de transportarla.



## Operaciones simples

### Descoronado, o pelado



### Arranque

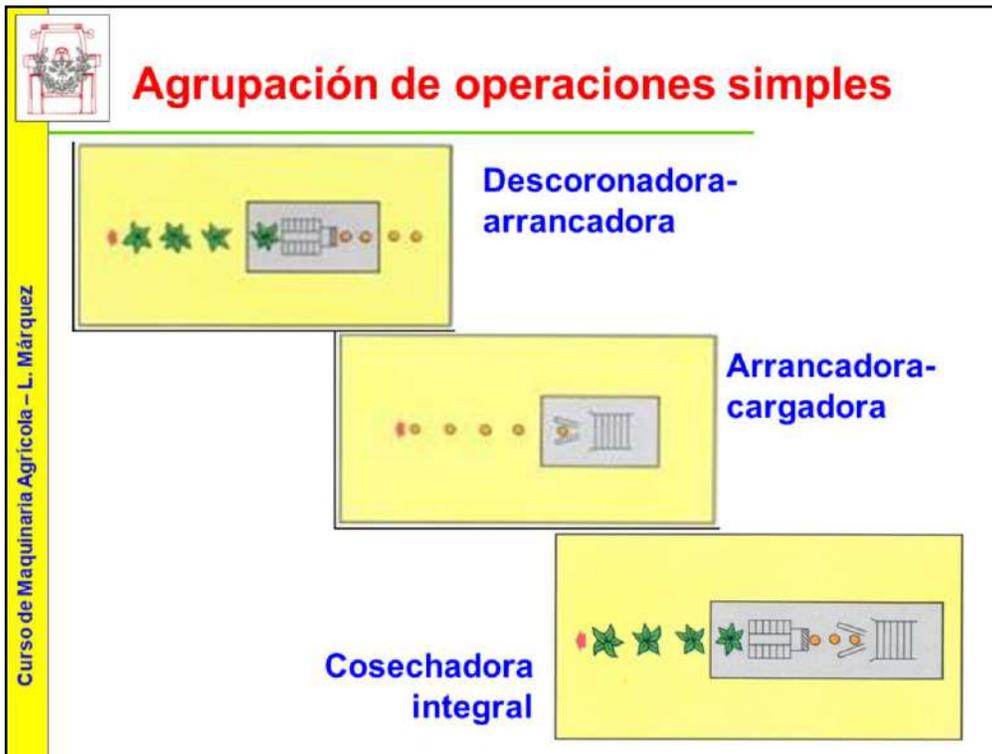


### Limpieza y carga



El proceso de recolección exige tres operaciones que se pueden realizar de forma independiente o agrupadas.

Las máquinas que realizan el descoronado o pelado se conocen como “descoronadoras”. La que realizan el arranque como “arrancadoras” y para realizar la limpieza y la carga se utilizan las cargadoras-limpiadoras



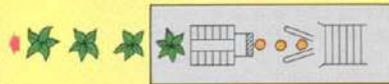
Cuando en la misma máquina se agrupan varias operaciones, las denominaciones de las máquinas que las realizan son las siguientes:

- **Descoronadora-arrancadora:** Combina los procesos de descoronado y arranque e incluye dispositivos que eliminan parte de la tierra unida a las raíces. Las raíces del conjunto de líneas sobre las que se realiza el descoronado-arranque quedan hileradas en un solo cordón.
- **Arrancadora-cargadora:** Combina los procesos de arranque y carga e incluso los dispositivos necesarios para eliminar la tierra unida a las raíces. Trabaja sobre raíces que han sido previamente descoronadas, aunque puede disponer de algún elemento que complete el deshojado de la descoronadora utilizada con anterioridad.
- **Cosechadora integral:** Combina las operaciones de descoronado, arranque, limpieza y carga. Puede disponer de tolva para almacenar las raíces cosechadas, o precisa trabajar en paralelo con un remolque sobre el que realiza la descarga de manera continua.



## Combinación de operaciones

### Descoronado-Arranque+Carga



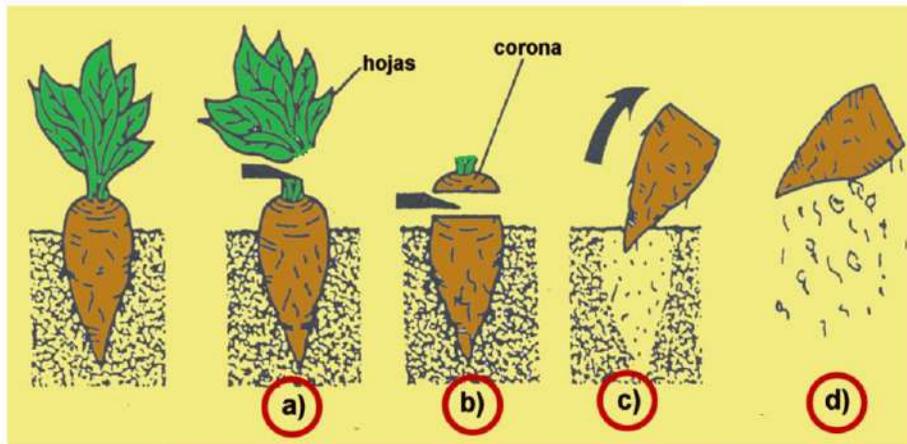
- *Capacidad de trabajo*
- *Desplazamiento entre parcelas*
- *Costes de operación*

Agrupando todas las operaciones están las cosechadoras. También se dispone de máquinas que agrupan varias operaciones (descoronadoras-arrancadoras y remolques autocargadores). Los criterios para elegir un sistema de recolección se basan en las superficies que se puede recolectar para minimizar los costes de la recolección.



## Operaciones básicas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



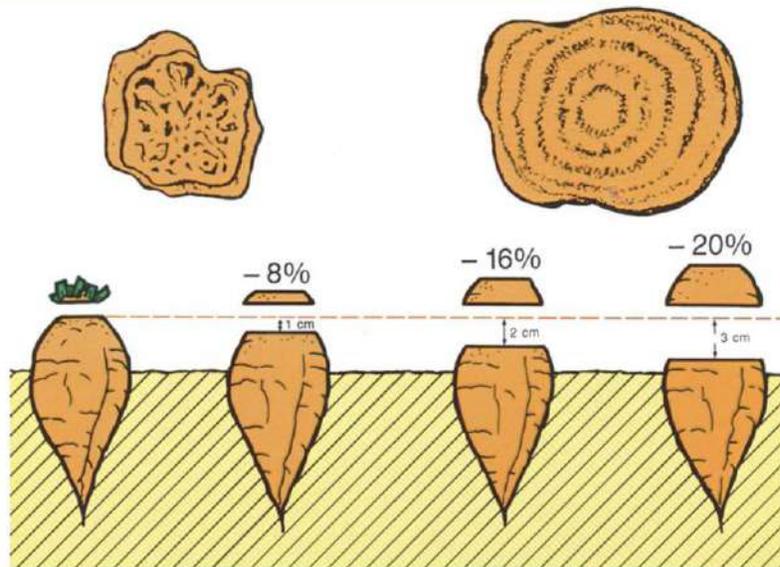
- |         |                                                                                                                                                                                   |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| a) y b) | d) Limpieza:                                                                                                                                                                      |     |
| c) Arr  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Disminuye costes de transporte</li><li>• Aumenta la calidad tecnológica</li><li>• Extracción de nutrientes y difusión de plagas</li></ul> | car |

El proceso de descoronado, arranque, limpieza y carga de las raíces se representa en este esquema



## Calidad del descoronado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

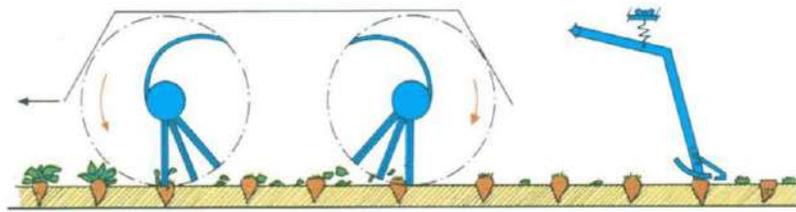


Un descoronado excesivo da lugar a pérdidas de cosecha. La tendencia actual es a reducir el descoronado al mínimo, aunque siempre eliminando todas las hojas.

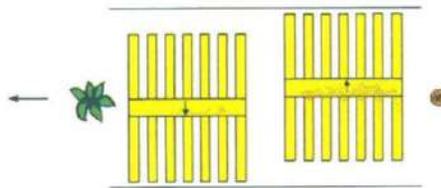


## Pelado por golpe y descoronado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



*rotores transversales*



*rotores longitudinales*



En los sistemas antiguos el pelado se realiza con mayales y el pelado con un palpador de patín asociado a una chuchilla. Estos sistemas se han abandonado porque provocan arranque de las raíces, incrustación de tierra en las mismas y requieren mayor demanda de potencia.



## Descoronador simple

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Realiza el descoronado de manera completa en una sola fase, seccionando la parte superior de la raíz de manera exacta y eliminando junto con la cabeza de la raíz todas las hojas incluso las más antiguas.

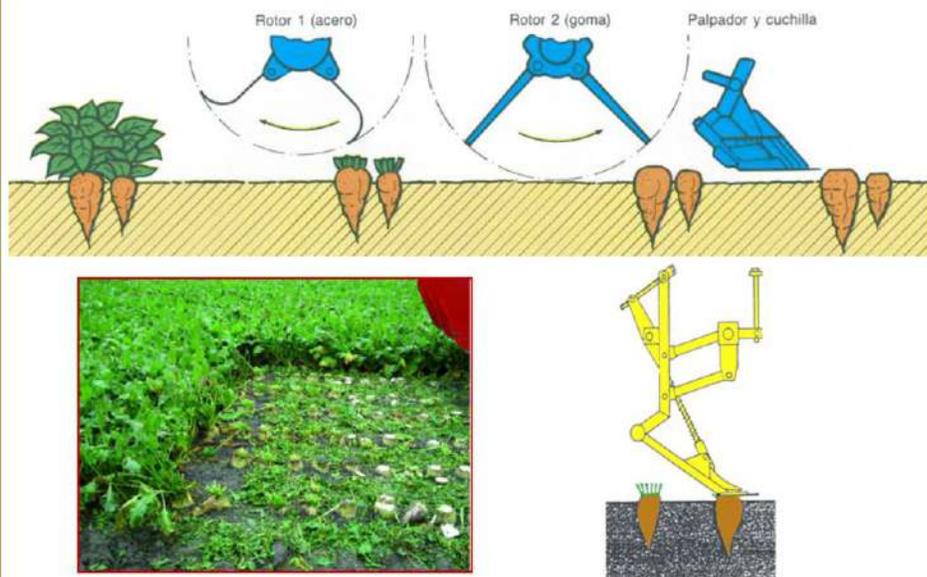
Sus elementos esenciales son un palpador o guía que dirige el corte y una cuchilla inclinada que lo efectúa, y como elementos accesorios se suele incluir un rotor de dedos de goma para eliminar las hojas residuales y un transportador para recoger y almacenar o picar las coronas. El palpador suele ser una rueda formada por discos múltiples, con el exterior acanalado, accionada con una velocidad de giro algo superior a la de avance de la máquina, de manera que al arrastrar las hojas hacia atrás se consiga un corte de la raíz perfectamente horizontal.

Se suele utilizar en las cosechadoras monofila.



## Descoronador – pelador combinado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En las máquinas modernas se utilizan descoronadores-peladores de mayales y palpadores de peine montados sobre articulaciones de paralelogramo deformable que garantizan el corte horizontal



## Descoronado óptimo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



*pelado*



*descoronado mínimo*

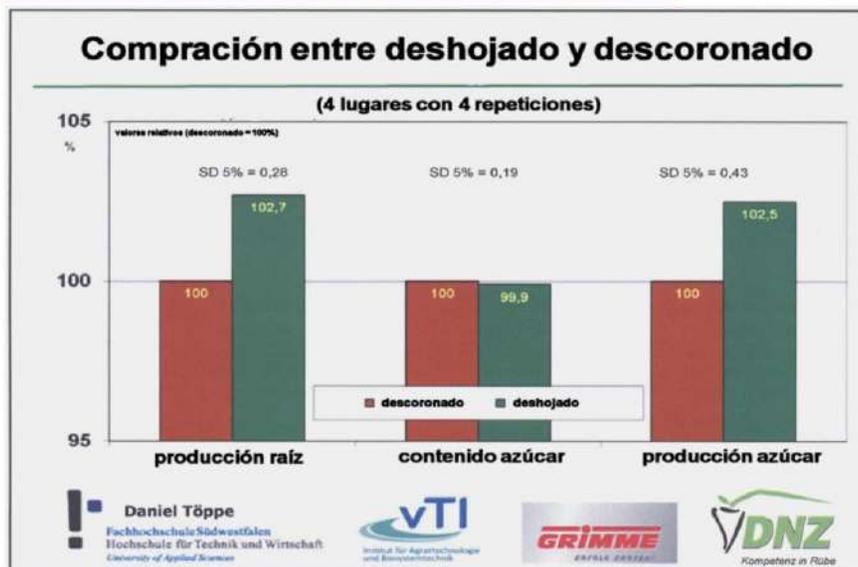
***Penalización por la presencia de hojas de más de 2 cm (10% raíces)***

La tendencia actual es la de entregar la remolacha con un descoronado mínimo, pero evitando la presencia de hojas, que se penaliza fuertemente en la azucarera.



## Deshojado perfecto/descoronado mínimo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

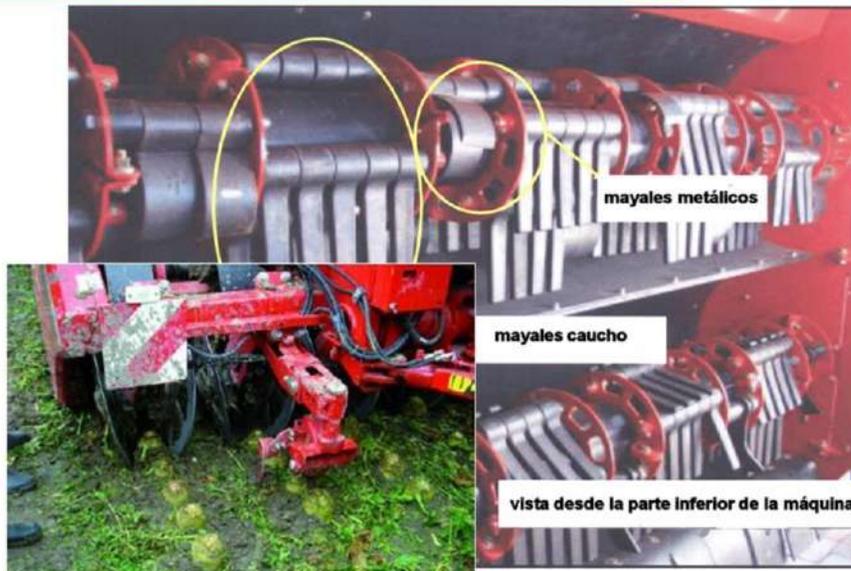


Con el descoronado tradicional se evitaba entregar la parte de la raíz con bajo contenido en azúcar. Con el descoronado óptimo se entrega toda la raíz, pero sin hojas. Con esto se consigue que la cantidad de azúcar recibida sea mayor. Además, se minimizan las pérdidas de jugo si las raíces se almacenan en silos antes de su molturación en el proceso industrial.



## Rotor de mayales metálicos+caucho (Grimme)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

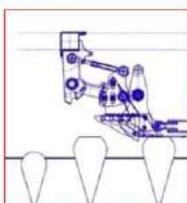


Propuesta de Grimme para alcanzar el descoronado óptimo. Mayales metálicos sobre la línea de raíces y de caucho en la interfila para eliminar las hojas.



## Micro-descoronador (Ropa: Topper 2)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Modelo 2009

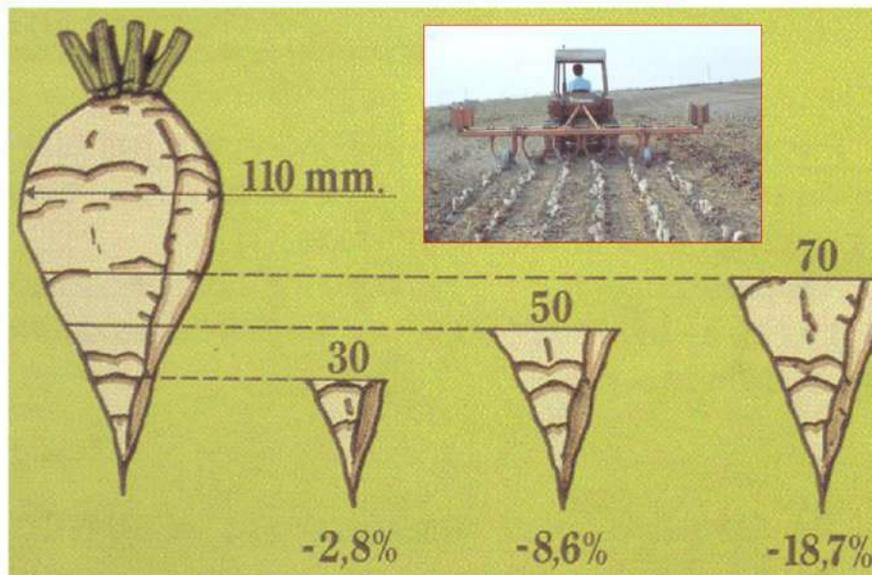


Propuesta de Holmer para alcanzar el descoronado óptimo. La cuchilla se desplaza redondeando la cabeza de las raíces.



## Calidad del arranque

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

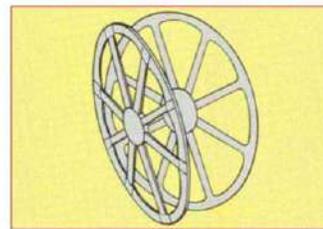
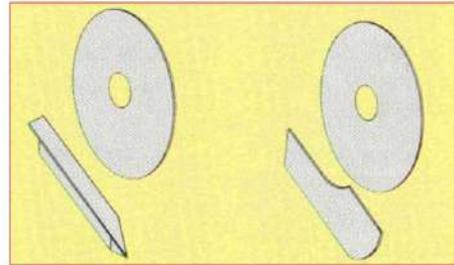
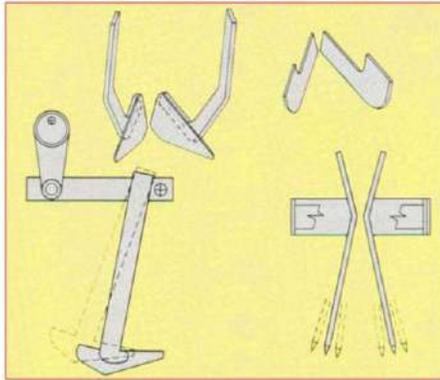


Se considera que el arranque es apropiado cuando la remolacha sale del suelo entera, rompiéndose la raíz en una zona cuya sección tenga un diámetro inferior a los 2 cm. Además, conviene que salga lo más vertical posible para que la cantidad de suelo removido sea mínima.



## Dispositivos de arranque

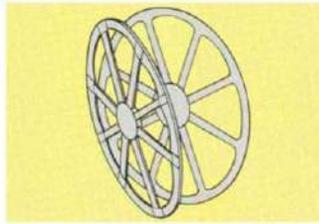
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para realizar el arranque, en un principio se han utilizado arados de púas con rejas especiales, pero con ellos la cantidad de suelo removido era muy elevada, lo que demanda mayor esfuerzo de tracción, y las raíces reciben daños importantes. Progresivamente han evolucionado hasta los actuales sistemas de arranque de rejas oscilantes, mediante sistemas de disco y patín, o con ruedas en ángulo.



## Arrancador de discos en ángulo



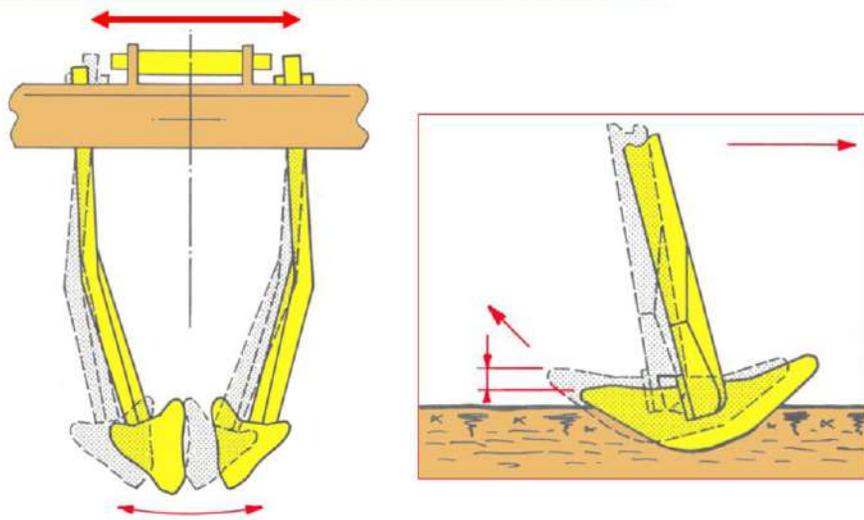
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Las ruedas en ángulo se adaptan bien a cultivos irregulares, pero arrancan la raíz con mayor cantidad de tierra; con las ruedas accionadas se puede trabajar en condiciones muy húmedas.



## Rejas oscilantes /disco-patín

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



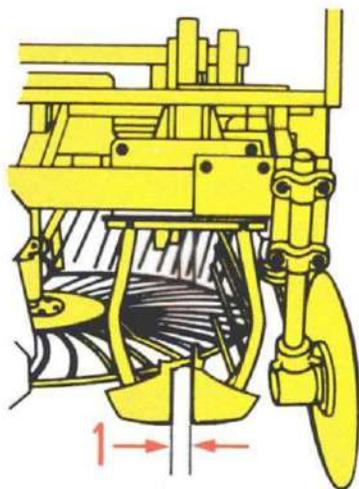
Son de empleo generalizado para diferentes condiciones de suelo y contenidos de humedad, pudiendo ser las rejas fijas u oscilantes en sentido longitudinal o transversal. Son las rejas oscilantes las que más se utilizan en los arrancadores modernos, ya que requieren menos esfuerzo para el arranque y realizan la extracción más completa de la raíz.

El montaje de las rejas permite, por una parte, un desplazamiento lateral de 5 cm, que hace que las rejas se centren en la línea por autoguiado, así como una oscilación de adelante hacia atrás, simultánea o alternativa, que ayuda que las raíces salgan verticales moviendo poca tierra.



## Separación entre rejas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



### Tamaño de la remolacha:

- Normal: 30 a 40 mm
  - Pequeña: 25 a 35 mm
  - Grande: 40 a 45 mm
- 
- Bastidor siempre horizontal
  - Con suelo muy húmedo, hacer talonar la máquina

Se necesita adaptar las rejas al tamaño de las raíces. Así, la separación entre los talones de las rejas que se recomiendan son:

- Remolacha normal: 30 a 40 mm.
- Remolacha pequeña: 25 a 35 mm.
- Remolacha grande: 40 a 45 mm.

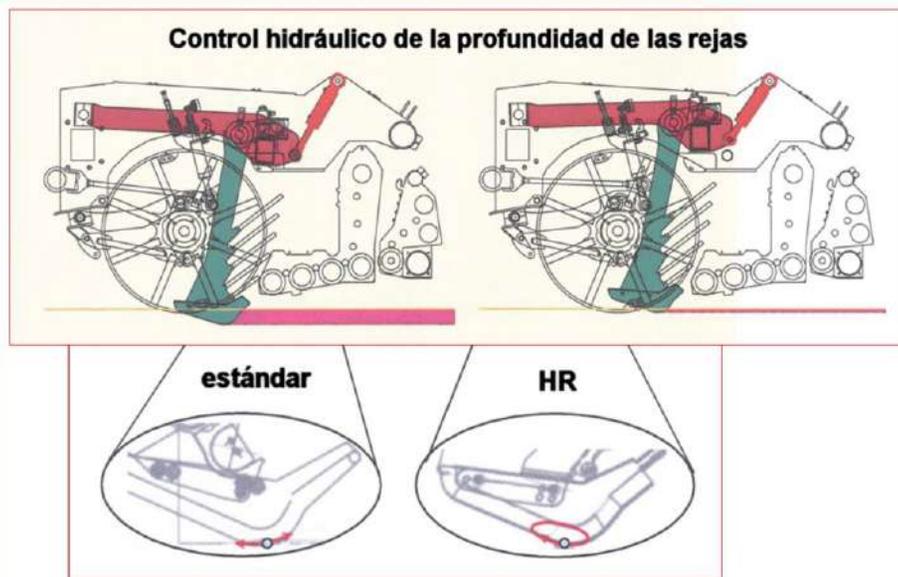
En cuanto a la posición de las rejas con respecto al suelo, se aconseja mantener el bastidor sensiblemente horizontal, aunque con suelo muy húmedo se puede hacer talonar la máquina para mejorar la calidad de trabajo.

Cuando se trabaja en suelo seco es imprescindible montar rejas nuevas, mientras que con el suelo húmedo se pueden utilizar rejas con algún desgaste, siempre que se regulen correctamente.



## Movimiento de las rejas arrancadoras

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

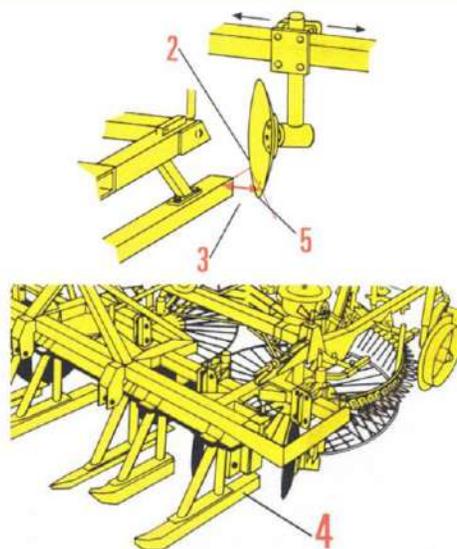


El sistema de arranque por rejas accionadas, se ha modificado en los equipos de más reciente diseño para que favorecer la salida vertical de las raíces, concepto de arranque incorporado al sistema HR de Holmer, en el que las rejas describen un movimiento oval frente al alternativo convencional. También se suelen incorporar sistemas de regulación hidráulica para controlar la profundidad de trabajo de la reja, y de la posición relativa con respecto a la superficie del suelo de los rodillos limpiadores que reciben las raíces arrancadas.

En los equipos con mayor nivel de tecnología hay dispositivos que permiten el autoguiado de las rejas arrancadoras. El ajuste automático de la profundidad de acción de las rejas (ruedas palpadoras que actúan como guía), unido a un sistema de rotor de paletas, independiente en cada línea, que empuja a la raíz en el momento del arranque, facilita que esta acceda sin dificultad al sistema de limpieza y pierda parte de la tierra adherida, a la vez que ayuda a romper terrones que entran con las raíces cuando se trabaja en condiciones muy secas, como es el caso de la recolección en verano.



## Ajuste del disco-patín



- Ángulo del disco entre 20 y 30° con la prolongación del patín (2)
- Distancia entre patín y disco de 150 a 190 mm (3)
- Penetración en el suelo del patín entre 20 mm (seco) y 60 mm (húmedo) (4)
- Discos penetrando de 30 a 60 mm debajo de los patines (seco) o al mismo nivel (húmedo) (5)

Se adaptan bien a suelos sueltos de manera que se mantiene fácilmente el dispositivo sobre la línea. En suelos muy secos con elevado contenido de arcilla, así como en los muy húmedos, aumenta la tara de tierra, por lo que en las situaciones que se producen en algunos países como España no compiten con los arrancadores de reja.

Aunque son constructivamente más sencillos, en general resulta difícil su ajuste correcto. Se recomienda que el disco forme un ángulo de 20 a 30° con la línea del patín, quedando situada la parte trasera del disco sobre la línea en la que se sitúa el patín. La distancia entre el patín y la parte anterior del disco debe estar entre 150 y 190 mm.



## Arrancador con ruedas accionadas (Oppel)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



**Agrifac**

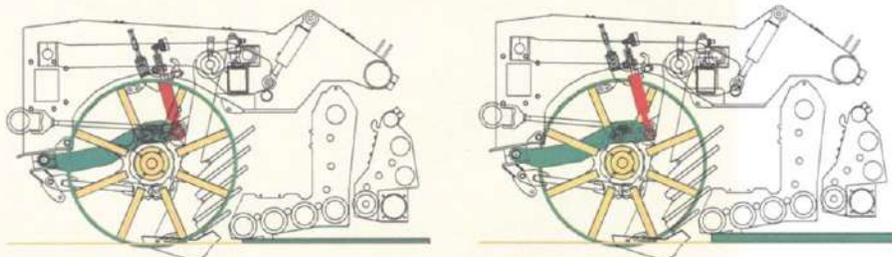
Estos sistemas de arranque por ruedas anguladas, que se utilizaron en algunos equipos de los comienzos de la recolección mecanizada, se han puesto de actualidad. Son las denominadas ruedas Oppel, accionadas con motores hidráulicos. Se adaptan bien a los suelos húmedos, y arrancan las raíces enteras sin romper las colas, lo que ofrece ventajas cuando las raíces aumentan de tamaño o son de tamaño variable, aunque siempre con el inconveniente de que aumenta el contenido de tierra que acompaña a las raíces, que resulta difícil de eliminar cuando se trabaja en suelos fuertes.



## Limpeza: turbinas / soles

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

### Control hidráulico de la posición de los rodillos limpiadores



- **Velocidad de las turbinas**
- **Espaciamiento entre rejillas**



Se utilizan distintos elementos como son: las cadenas transportadoras, los sistemas rotativos y las mesas limpiadoras con rodillos dotados de resaltes.

Las **cadena transportadoras** tienen un efecto de limpieza reducido, lo que obliga, para aumentar el grado de limpieza, a un incremento del tamaño de la máquina. Generalmente se utilizan en los recorridos hasta la tolva o remolque.

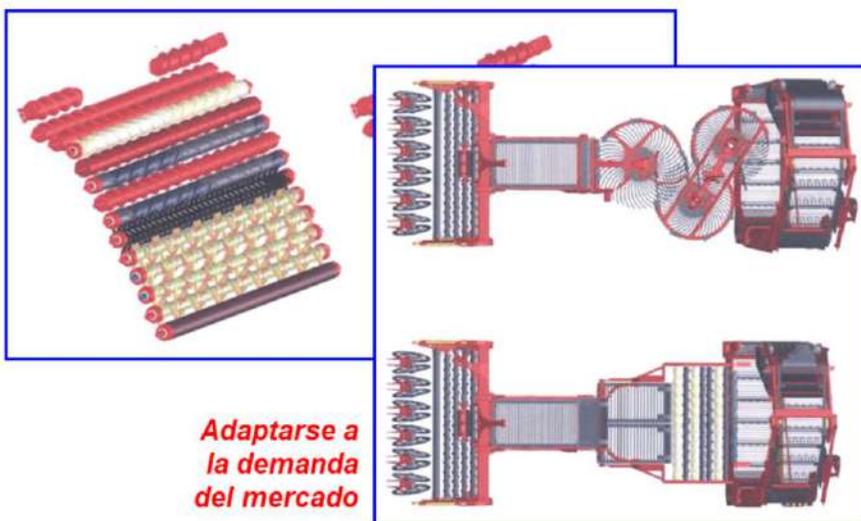
Los **sistemas rotativos** (turbinas o “soles”) tienen mayor efecto limpiador, ya que aprovechan la fuerza centrífuga generada por la rotación, lo que además permite ajustarla al estado de la cosecha (tierra que acompaña a las raíces) y se pueden montar en espacios reducidos, lo que permite diseñar máquinas más compactas. Trabajando en condiciones húmedas, la distancia entre las turbinas y los elementos arrancadores debe aumentarse en lo posible, ya que de esta manera entra menos tierra junto con las raíces. Por el contrario, en condiciones secas habrá que acercarlas para evitar que algunas raíces pasen por debajo de la máquina. La velocidad de las turbinas hay que modificarla en función de las condiciones de humedad, así como el espaciado entre rejillas, para que dejen pasar la tierra pero no las raíces más pequeñas.

Las mesas **limpiadoras de rodillos con resaltes** se suelen situar inmediatamente detrás de las rejas arrancadoras, o de los elementos de recogida de las raíces previamente acordonadas. Estos rodillos se sitúan tanto en sentido longitudinal como transversal al flujo de las raíces. Son muy eficientes tanto para separar el barro que acompaña las raíces cuando se trabaja en condiciones muy húmedas, como para eliminar los terrones que aparecen trabajando en los suelos fuertes y secos. Algunas raíces muy pequeñas o rotas también son eliminadas por estos rodillos.



## Mesa de limpieza con rodillos (Grimme)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



**Adaptarse a  
la demanda  
del mercado**

Hay una tendencia a la sustitución de los soles, que son muy eficaces, pero que ocasionan frecuentemente la rotura de las raíces, por los rodillos con diferentes tipos de resaltes. Los fabricantes, al igual que con los sistemas de arranque, dan opción al usuario para que elija el que mejor se adapte a sus necesidades.

El fabricante que mayor importancia da a las mesas con rodillos limpiadores es Grimme, posiblemente como consecuencia de su amplia experiencia con los equipos de recolección de patata, aunque ofrece dos soluciones, la tradicional con soles, para suelos fuertes o pedregosos, y sustituyendo los soles por mesas de rodillos, para los suelos sueltos y arenosos en los que con este sistema se aumenta la capacidad de trabajo.



## Recogida - limpieza - carga

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En las **recogedoras-cargadoras**, además del sistema de limpieza en el que se combinan los elementos anteriormente indicados, se utilizan diferentes sistemas para la recogida de las raíces previamente acordonadas. El más sencillo es una turbina inclinada que penetra en el suelo unos centímetros por debajo del cordón de raíces. En otros casos se prefiere una transportadora-elevadora de cadenas que actúa de recogedor, ayudado por una contra-cadena, o elemento similar, que le da apoyo desde arriba para facilitar la subida de las raíces



## Tipos constructivos

1 línea:	cosechadoras integrales arrastradas <del>cosechadoras integrales autopropulsadas</del>
<del>2 líneas:</del>	cosechadoras integrales arrastradas cosechadoras integrales autopropulsadas descoronadoras de látigos arrancadoras sencillas
<del>3 líneas:</del>	cosechadoras integrales arrastradas cosechadoras integrales autopropulsadas descoronadoras de látigos arrancadoras sencillas
6 líneas:	cosechadoras integrales autopropulsadas descoronadoras arrancadoras-hileradoras arrancadoras-cargadoras descoronadoras-arrancadoras

La oferta comercial incluye máquinas para trabajar simultáneamente sobre 1, 2, 3 y 6 filas. Las de 2 y 3 filas prácticamente ha desaparecido del mercado.

Se mantienen las de 1 fila (normalmente arrastradas) y las de 6 filas (equipos descompuestos y cosechadoras)



## Cosechadora arrastrada de 1 fila

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Realiza el descoronado y el arranque sobre una fila y la limpieza y el almacenamiento de las raíces en una tolva que descarga por basculamiento.



## Descoronadora - arrancadora

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Trabaja sobre seis filas y se sitúa en un tractor con puesto de conducción reversible. Necesita que el enganche tripuntal del tractor tenga gran capacidad de elevación.



## Arranque, limpieza y carga

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

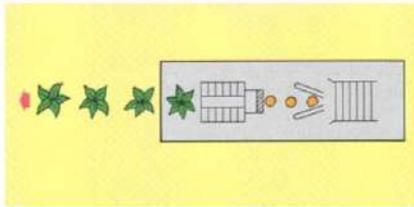


Otra alternativa es colocar la descoronadora en el enganche frontal de un tractor y la arrancadora-cargadora en la parte trasera. Este conjunto se comporta como una cosechadora integral.



## Descoronado+arranque y cargador

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Como alternativa, se pueden utilizar la descoronadora y la arrancadora en el mismo tractor, dejando las raíces correspondientes a seis filas en un cordón central. que posteriormente se recoge con una cargadora limpiadora autopropulsada.



## Descoronado+arranque y remolque autocargador

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

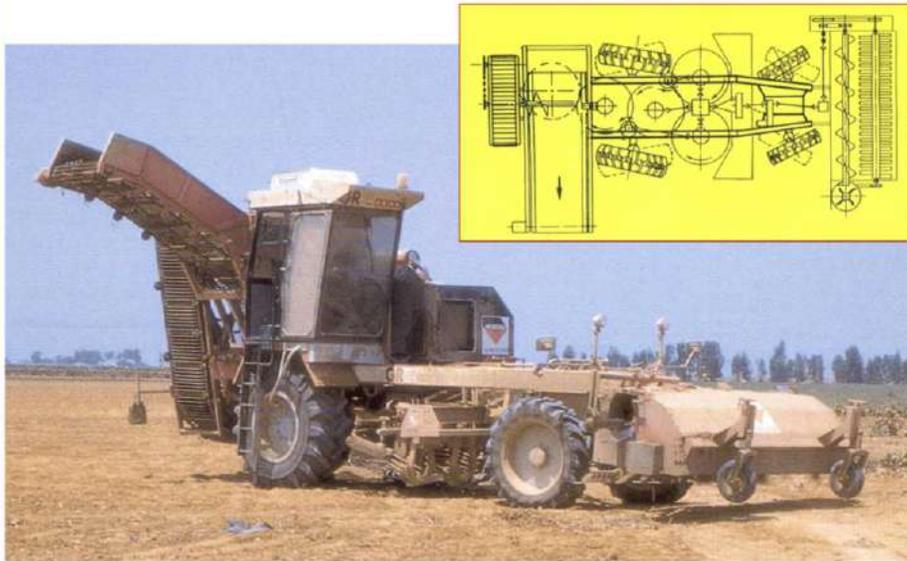


La cargadora limpiadora autopropulsada se puede se puede sustituir por un remolque autocargador arrastrado por un tractor, lo que permite reducir la inversión.



## Cosechadora 6 filas con tolva de espera

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



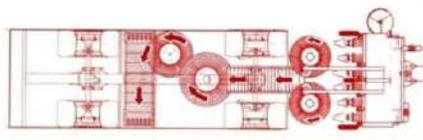
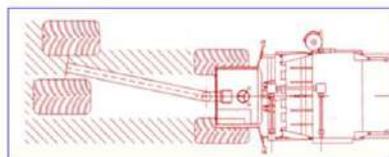
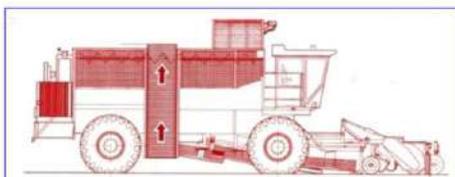
Las cosechadoras con tolva de espera dispone de un bastidor por debajo del cual, entre las ruedas de los ejes delantero y trasero se coloca el arrancador para 6 filas y el sistema de limpieza por soles y cinta transportadora hasta la tolva de pequeña capacidad (tolva de espera). La descarga se realiza de forma continua sobre un remolque que acompaña a la cosechadora durante su desplazamiento sobre la parcela. La capacidad de la tolva de espera es la suficiente para almacenar las raíces mientras se produce el cambio de remolques.

La unidad de descoronado se sitúa por delante del eje delantero. Las ruedas delanteras de la máquina se desplazan por la interfila, lo que puede provocar la rotura de algunas raíces antes del arranque.



## Cosechadora 6 filas con tolva grande

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Tanto la unidad de descoronado como la de arranque van situadas por delante de las ruedas delanteras de la cosechadora, de forma similar al “cabezal” de las cosechadoras de cereales. El sistema de limpieza se sitúa debajo de una tolva de gran capacidad. Las ruedas de ambos ejes son de las mismas dimensiones. En algunos modelos puede desplazarse el eje de las ruedas traseras para que todo el suelo reciba una presión similar al paso de la máquina.

La longitud del circuito de limpieza condiciona la capacidad de la máquina



La tara de tierra que acompaña a las raíces está condicionada por el contenido de humedad del suelo, además de sus contenidos de arcilla y limo.

En el esquema se indican la recomendaciones para realizar una recolección minimizando la tara de tierra en la entrega.



## Evaluación sistemática

Capacidad de trabajo	h/ha
Intervención manual (arr. 2 líneas)	8.2 *
Cosechadora arrastrada 1 línea	7.8
Cosechadora autopropulsada 1 línea	4.7
Cosechadora autopropulsada 2 líneas	3.0
Cosechadora autopropulsada 3 líneas	2.0
Cosechadora autopropulsada 6 líneas	0.9 – 1.1
Equipo descompuesto 6 líneas	1.4 **

Utilizando los seguimientos realizados por AIMCRA, sobre máquinas en condiciones reales de trabajo, manejadas por sus conductores habituales, se encuentra disponible una información completa sobre capacidades de trabajo de los diferentes equipos y calidades del mismo.

En cuanto a las capacidades que se consiguen, destacan las 8.2 h/ha de la arrancadora de dos líneas, que exigiría, además, cerca de 5 h/ha, para la carga manual, así como las 0.9 a 1.1 h/ha de las cosechadoras autopropulsadas de 6 líneas.

En el caso de los equipos descompuestos de 6 filas a las 1.4 h/ha habría que añadirles de 2 a 2.5 h/ha del cargador.



## Valoración de la calidad del trabajo

- **Deshojado limpio y hojas esparcidas regularmente**
- **Descoronado con mínima cantidad de hojas (máximo un pecíolo de cada 10 raíces)**
- **Salida vertical de las raíces**
- **Arrancador manteniendo profundidad constante**
- **Todas las raíces deben de pasar del arrancador al limpiador**
- **Mover la menor cantidad de tierra durante el arranque**
- **Limpieza sin obstrucción de turbinas**
- **Evitando choques violentos de las raíces**
- **Cordón de raíces bien formado y limpio de tierra**

Estas son las recomendaciones para conseguir raíces limpias y con buena calidad tecnológica para la extracción de azúcar.



## Equipos de recolección en condiciones de verano

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



**Lebrija (España), 1999**

Esta experiencia resume las condiciones de trabajo de la recolección de la remolacha azucarera en verano con suelos muy secos.

Generalmente son suelos con elevado contenido de arcilla y la tierra que acompaña a las raíces lo hace en forma de terrones muy difíciles de romper.

En la experiencia realizada se compara sobre el mismo campo dos cosechadoras integrales y un equipo descompuesto formado por descoronadora+arrancadora limpiadora y cargador autopropulsado.



## Caracterización del cultivo (Lebrija 1999)

- Parcelas de 1.3 ha (72 líneas de 360 m)
- Muestreo: tramos de 10 m (26 tramos)
- Determinación de:
  - distancia entre plantas
  - elevación de las raíces sobre el suelo
  - tamaño de las raíces
- Tres parcelas sorteadas





## Tamaño de las raíces (parcelas)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

	Parcela nº 1.- Holmer	Parcela nº 2.- Moreau +Gilles	Parcela nº 3.- Barigelli
<b>Tamaño de las raíces</b>			
< 4.5 cm (%)	3.8	3.4	1.1
4.5 a 7 cm (%)	15.6	11.2	7.3
7 a 9 cm (%)	23.3	21.3	16.9
9 a 11 cm (%)	32.5	26.4	41.6
11 a 13 cm (%)	17.3	21.6	16.3
13 a 15 cm (%)	6.3	10.7	10.7
> 15 cm (%)	1.2	5.3	6.2
<b>Peso medio raíz (kg)</b>	1.00	1.19	1.14
<b>Separación (cm)</b>	25.8	31.7	37.2
<b>Elevación (cm)</b>	4.9	4.5	5.3

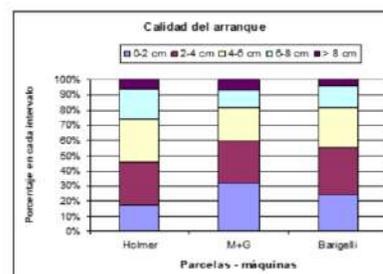
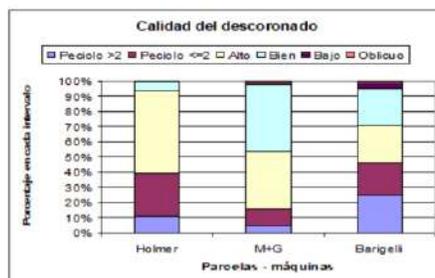
En cada una de las sub-parcelas se determinaron las características de las raíces antes de su recogida, obteniéndose los valores que se presentan en el cuadro.



## Capacidad y calidad del trabajo

Equipo	Velocidad real (km/h)	vuelta (s)	descarga (s)	eficiencia (*)	Capacidad real (ha/h)
Holmer	5.94	36	64	0.64	1.14
Moreau	7.16	19	27 (**)	0.84	1.80
Bariqelli	5.76	30	68	0.68	1.17

(\*\*) Equipo descompuesto - cargador



En general, las empresas de servicio a terceros regulan las máquinas para que el descoronado sea escaso, ya que así lo demandan los clientes. En España se ha dado poca importancia al exceso de corona. Con las nuevas experiencias se aconseja que el descoronado sea mínimo, pero evitando la presencia de hojas.

Las pérdidas en el arranque son bastante similares en las máquinas utilizadas.



## Pérdidas de cosecha en el arranque

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

	P1-H	P2-M+G	P3-B
<b>Producción (t/parcela)</b>	20760	20460	21360
<b>Peso medio raíz (kg)</b>	1,00	1,19	1,14
<b>nº raíces (ud./parcela)</b>	20760	17193	18737
<b>Pérdidas</b> kg/ud.	<b>Holmer</b>	<b>M+G</b>	<b>Barigelli</b>
0,000	0	0	0
0,023	133	110	137
0,060	350	223	295
0,130	546	261	345
0,230	286	273	165
<b>Pérdidas (kg/parcela)</b>	1315	867	943
<b>Producción total (kg)</b>	22075	21327	22303
<b>Pérdidas arranque (%)</b>	<b>6,0</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>

Las pérdidas de cosecha se mantiene entre el 4 y el 6% en las condiciones de la prueba. Están condicionadas por la regulación de la máquina y la velocidad de avance.



## Equipos de limpieza (camión y montón)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para completar el ensayo se evalúa la conveniencia de las cargadoras de montón en la recolección de verano (suelos secos) con la carga directa desde la tolva de la cosechadora al remolque o camión.



## Impurezas totales-descuento

Recolección	Impurezas totales – descuento (%)			
	Carga directa	ROPA	GEBO	Carga con pala
Holmer	8.95	4.46	5.71	7.99
Moreau+Guilles	4.05	5.31	3.88	5.63
Barigelli	6.12	5.07	4.44	6.37
<b>Valores medios</b>	<b>6.37</b>	<b>4.94</b>	<b>4.68</b>	<b>6.66</b>

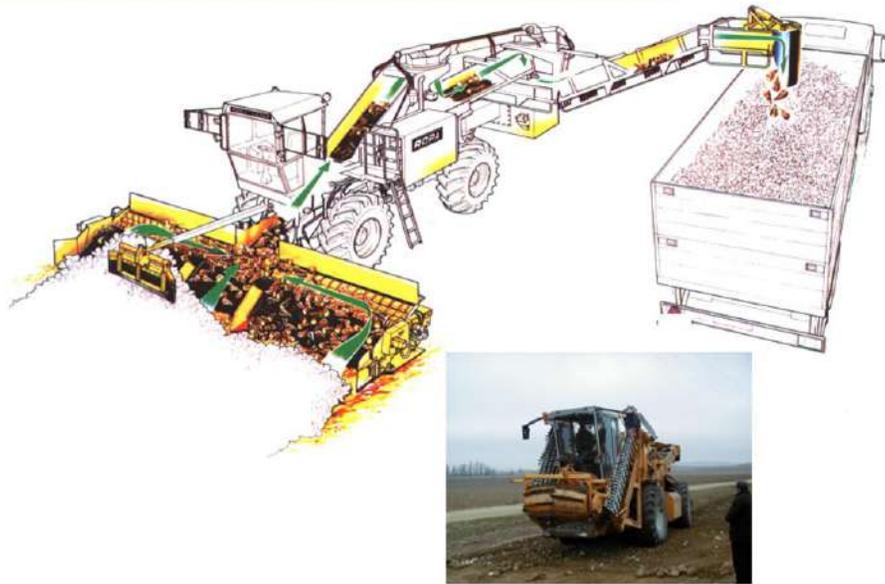
Equipo	Capacidad de carga (t/h)	Hojas separadas (%)	Pérdidas de cosecha (%)
ROPA	208	0.51	0.59
GEBO	136	0.30	0.79
Pala	143	0.01	0.10

Se observa que es aconsejable descargar directamente la tolva de la cosechadora en el camión, antes de hacer un montón y posteriormente cargar con pala.



## Limpiadoras estacionarias (las raíces se cosechan con suelos húmedos)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

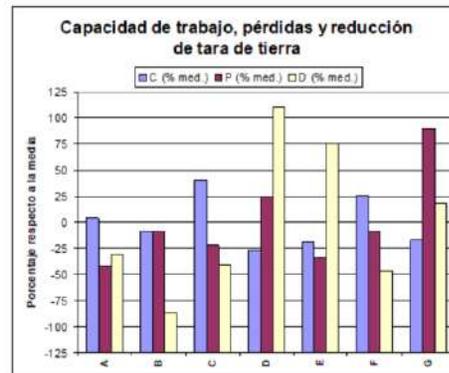
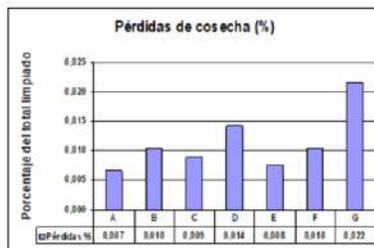
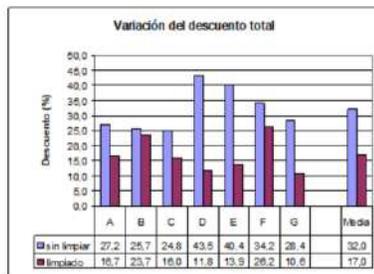


Cuando la recolección se realiza con suelos húmedos (recolección de otoño-invierno) la tara de tierra que acompaña a las raíces aumenta considerablemente, por lo que conviene realizar una limpieza previa a la entrega utilizando cargadoras-limpiadoras de montón.



## Limpiadoras estacionarias

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Estos son los resultados obtenidos para evaluar limpiadoras de montón en condiciones húmedas con suelo fuertes. Se aprecia una reducción de la tara de tierra del 50% respecto a la inicial que acompaña a las raíces. Las pérdidas de cosecha pueden llegar al 1%.



## Elegir un equipo apropiado

### Equipo autopropulsado

#### Ventajas

- Pisan una sola vez el terreno.
- Se adapta mejor a parcelas de tipo medio y pequeño.
- Desplazamiento más ágil entre parcelas con menos tiempos muertos.

#### Inconvenientes

- Fuerte inversión.
- Requiere mucha superficie anual para amortizar.
- Motor muy potente integrado en la máquina parado en la inter-campaña.

### Equipo descompuesto

#### Ventajas

- Menor coste y amortización.
- Motor del tractor que se usa durante todo el año.

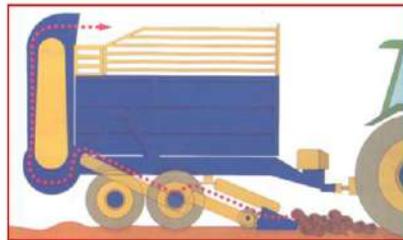
#### Inconvenientes

- Pisa doblemente el suelo con el consiguiente daño.
- No adecuado en pequeña parcela.
- Traslado más complicado.

Estas son las recomendaciones para elegir un equipo apropiado en las condiciones de la remolacha cultivada en España



## Alternativas en la recolección



La opción de cosechadora autopropulsada de 6 filas con tolva grande se recomienda para empresas de servicio a terceros por la gran movilidad y capacidad de desplazamiento. Es conveniente superar las 1000 h/año de horas de trabajo para poder amortizar la inversión.

Cuando se dispone de tractores en el periodo de recolección en grandes explotaciones, o asociaciones de agricultores, la utilización de equipos descompuestos para el descoronado y el arranque, seguido de remolques autocargadores, permite reducir los costes de recolección al minimizar la inversión que hay que amortizar.



## Conclusiones

- **Adaptación de las grandes cosechadoras a la recolección tanto en suelo seco como húmedo.**
- **Porcentaje de impurezas inferiores al 10% con máquinas bien reguladas; problemas al trabajar muy deprisa o con elevada humedad del suelo.**
- **Preferible descargar sobre camión que pasar por el montón cargando posteriormente con pala**
- **El empleo de limpiadoras estacionarias reduce el contenido de impurezas; ventajas reducidas cuando las raíces llegan más limpias**
- **Perdidas de cosecha con las limpiadoras: entre el 0.5 y el 1.0%. Bajada de la tara de tierra del ~50%**



*Curso de Maquinaria Agrícola*

---

*Capítulo 07.3.-*

## **Maquinaria para la recolección de cosechas enterradas**

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