

# MAQUINARIA PARA LA RECOLECCIÓN DE LA REMOLACHA

Parte 4.- Equipos para zonas de cultivo tecnificadas



Para cerrar esta serie especial de artículos dedicados a los equipos para la recolección de la remolacha, analizamos las características técnicas de los mismos y las de algunos de sus componentes más críticos por su influencia en las prestaciones de la máquina, además de las particularidades de la recolección de la remolacha de siembra otoñal.

**LUIS MÁRQUEZ**

La elección del equipo mecánico más apropiado para la recolección de remolacha debe de hacerse en función de la superficie trabajada

en el año. Además, las características técnicas de esos equipos deben de ser las apropiadas para entregar remolacha con buena calidad tecnológica desde el punto de vista industrial, a la vez que minimizando las pérdidas

derivadas del proceso de recolección.

Los equipos que se utilizan para la recolección de la remolacha en las condiciones socioeconómicas europeas, en su mayoría, o bien son cosechadoras au-

topropulsadas de seis líneas, o equipos descompuestos formados por descoronadoras y arrancadoras de seis líneas, junto con cargadores-limpiadores arrastrados o autopropulsados. También se comercializan algunas cosechadoras arrastradas de una y dos filas, aunque se trata de un mercado marginal.

Seguidamente se analizan, las características técnicas de estos equipos, y de algunos de sus componentes más críticos por la influencia que pueden tener en las prestaciones de la máquina, así como las particularidades de la recolección de la remolacha de siembra otoñal (recolección de verano).

## Cosechadoras Autopropulsadas

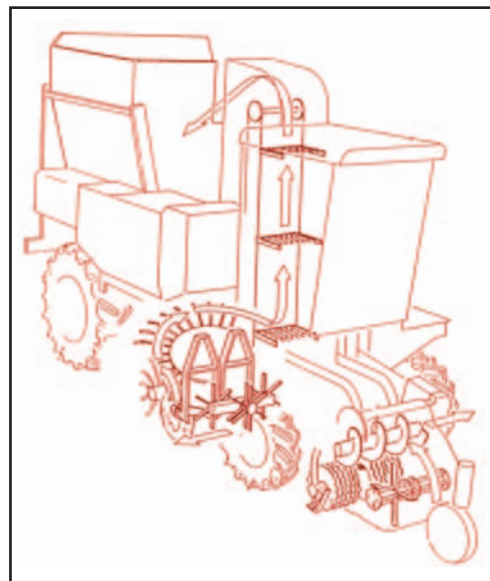
Las máquinas de una, dos y tres filas, que utilizan descoronador simple con rueda palpadora de discos múltiples y rejas arrancadoras oscilantes, quedan como residuales, y se hacen con el mercado las cosechadoras de 6 filas para 50 cm de distancia entre líneas. Aquí se mantienen dos alternativas comerciales: la que ha sido tradicional en la industria francesa y la desarrollada por la industria alemana, que es la que en los últimos años ha tenido mayor demanda en España.

### Cosechadoras de seis líneas con tolva de espera

La cosechadora 'francesa' para seis líneas se ha caracterizado por un bastidor longitudinal con ruedas delanteras pequeñas y traseras de gran tamaño. Por delante de las ruedas delanteras se sitúa la unidad peladora/descoronadora, enganchada de manera similar a como se hace con los aperos en el tractor. Inmediatamente detrás de las ruedas delanteras se encuentra la unidad de arranque, también para seis líneas, que queda suspendida de la parte central del bastidor. La

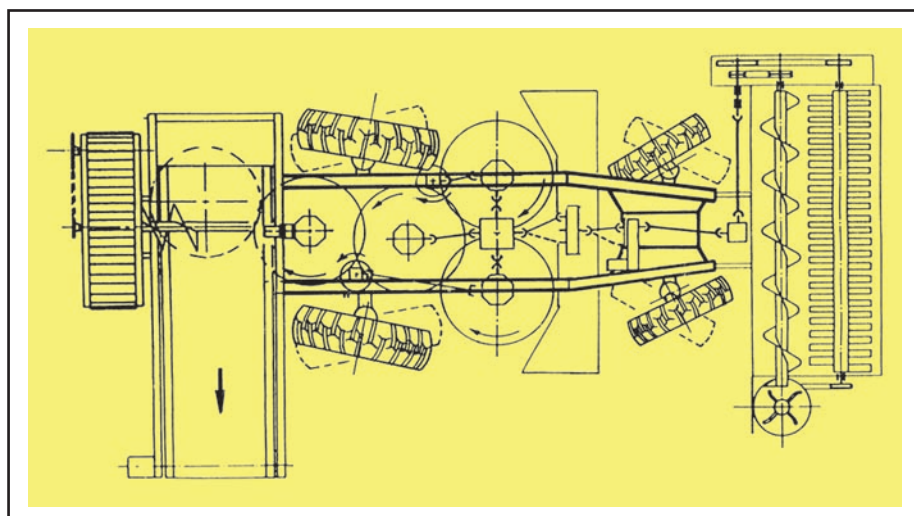
posición de la cabina, ligeramente retrasada, permite al conductor controlar desde arriba la zona de arranque. A partir de los arrancadores, continúa el circuito de transporte y limpieza, formado por varios 'soles' o turbinas, para descargar sobre un remolque que se desplaza en paralelo con la cosechadora. Para que el cambio de remolques se pueda realizar sin que la cosechadora tenga que parar, se incluye una tolva 'de espera' con una capacidad de 3 ó 4 m<sup>3</sup>.

Este diseño ha permitido fabricar un producto relativamente



Cosechadora autopropulsada bifila.

Fuente: Barrigelli



Cosechadora con tolva de espera.

Fuente: Moreau

barato, aunque tiene algunos inconvenientes que son los que le han hecho perder mercado. En primer lugar, la necesidad de mantener un tractor con remolque circulando en paralelo dificulta el trabajo en parcelas pequeñas, obliga a contar con abundante equipo auxiliar y aumenta la compactación del suelo. Por ello, en España se han utilizado estas cosechadoras como descoronadoras-arrancadoras, para dejar acordonadas las raíces, que posteriormente se recogen con un cargador autopropulsado de gran capacidad.

Hay otro problema adicional derivado del efecto de las ruedas delanteras sobre las raíces contiguas a la interfila por la que circulan. La presión sobre el suelo

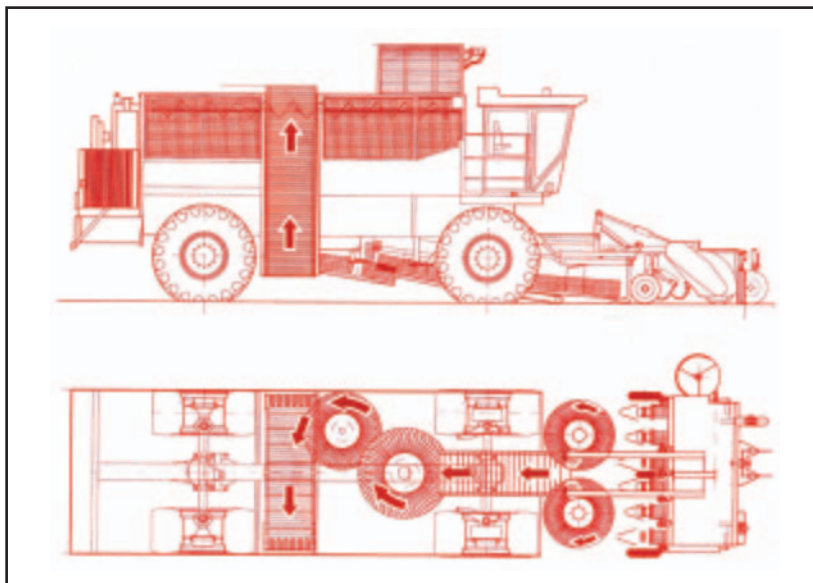
provoca un empuje lateral que rompe algunas raíces antes de su arranque, con lo que el arrancador que trabaja por detrás no las puede sacar enteras. Las ruedas estrechas no llegan a eliminar totalmente este problema, que también se da en los equipos descompuestos cuando la operación de descoronado precede al arranque en máquinas independientes. Las ruedas estrechas gemelas en los tractores que arrastran los equipos descompuestos minimizan este problema.

### Cosechadoras de seis líneas con tolva grande

En la cosechadora 'alemana' se elige la opción 'todo por delante de las ruedas delanteras',

Cosechadora con tolva grande.

Fuente: Barrigelli



con lo que se pueden utilizar ruedas muy anchas, tanto en el eje delantero como en el trasero. Así, se utiliza un conjunto descoronador-arrancador sobre un 'cabezal' similar al de la cosechadora de cereales, con el cuerpo de máquina centrado entre las ruedas delanteras y las traseras.

Se necesita una buena capacidad de elevación, ya que el conjunto descoronador-arrancador es pesado, y se pierde algo de visibilidad en el descoronado, ya que el puesto de conducción se encuentra sobre las ruedas delanteras, aunque este problema se minimiza incluyendo dispositivos de autoguiado y ajuste automático independiente en el descoronador-pelador y en los arrancadores.

Esta estructura permite colocar en la máquina una tolva grande, con una capacidad que puede superar los 20 m<sup>3</sup>, lo que le da gran autonomía e independencia durante el trabajo. Por debajo de la tolva se encuentra el

circuito de limpieza, cuyo recorrido supera los 10 m, longitud suficiente para poder eliminar la tierra que acompaña a las raíces, incluso en condiciones húmedas y en parcelas con elevada producción de remolacha.

Por otra parte, las ruedas delanteras y traseras pueden ser de grandes dimensiones y para baja presión, a la vez que se pueden desplazar lateralmente para que la presión sobre el suelo sea homogénea y sin que se produzcan roderas en condiciones de trabajo húmedas.

Las ventajas que ofrecen las cosechadoras de seis líneas con tolva grande y descoronador-arrancador por delante de las ruedas, son las que han hecho que toda la industria europea se oriente en esta línea. La industria italiana, especializada en cosechadoras autopropulsadas monofila y bifila, ha abandonado su línea tradicional entrando en este nuevo mercado, y la industria francesa, aunque

mantiene la opción de la cosechadora con tolva de espera, también ofrece cosechadoras diseñadas según el concepto de tolva grande.

## Equipos descompuestos

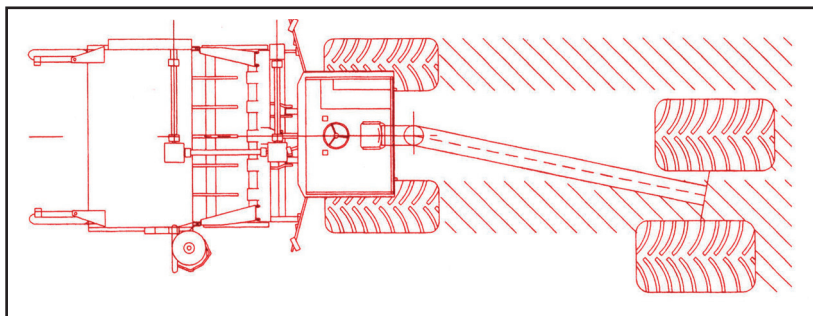
En equipos descompuestos, las descoronadoras/peladoras y las arrancadoras-hileradoras para seis líneas son las que demanda el mercado. En ocasiones, estas dos máquinas se combinan en una sola, de manera que aparece una descorodora-arrancadora que se puede enganchar en el tripun-



tal del tractor, que debe de trabajar en marcha atrás, por lo que necesita un puesto de conducción reversible, además de suficiente fuerza de elevación en el enganche. En otros casos, se prefiere utilizar el enganche frontal para la descoronadora y el posterior para la arrancadora. En uno y otro caso, las raíces arrancadas quedan hileradas en el centro, o en un costado, para su posterior recogida con un cargador-limpiador.

Los recogedores cargadores pueden ser arrastrados o autopropulsados. Los arrastrados diseñados para descargar sobre un remolque o camión que se desplaza en paralelo, han perdido mercado frente a los remolques autocargadores, que compiten con los cargadores autopropulsa-

Ajuste del puente trasero.





dos por su menor coste de adquisición, aunque no ofrezcan la misma movilidad y velocidad de desplazamiento. La capacidad de limpieza, en uno y otro caso, depende del recorrido de las raíces desde el punto de recogida hasta el de descarga; esta es la que condiciona realmente la capacidad de trabajo expresada en términos de toneladas/hora.


### ■ Componentes críticos

Las diferencias entre marcas y modelos de máquinas (y precio) con el mismo número de líneas está en función de las características de algunos elementos esenciales.

Dejando al margen la 'robustez' de determinados componentes y las características de los motores y transmisiones que se utilizan en los equipos autopropulsados, hay aspectos en los sistemas de descoronado, arranque y limpieza que pueden influir en las prestaciones de la máquina, manteniendo el nivel de calidad de la recolección.

En el caso del sistema de descoronado, siempre considerando los sistemas modernos, el caso de que se utilicen uno o dos rotores y elementos complementarios para el descoronado, influye en el calidad del descoronado, aunque esta influencia es diferente según el estado de la cosecha.

Tomando como referencia las evaluaciones realizadas por el


**LAS**  
**ARRANCADORAS DE**  
**REJAS OSCILANTES SON**  
**LAS MÁS EFICACES,**  
**TANTO EN CONDICIONES**  
**SECAS COMO HÚMEDAS**



ITB-Francia sobre máquinas con diferentes sistemas de descoronado, el gráfico 1 pone de manifiesto algunas diferencias que pueden tomarse como criterios para decidir entre las opciones disponibles.

Así, parece que la solución de un rotor de mayales metálicos seguida de un cuchillo controlado por un palpador de peine es una buena solución, ya que acorta la longitud de la máquina y la hace más manejable. Casi no se aprecian diferencias en la cantidad total de impurezas (en peso) frente a la utilización de dos rotores, aunque si no se utiliza descoronador la cantidad de raíces con hojas aumenta considerablemente, lo que puede dar lugar a fermentaciones en la remolacha almacenada.

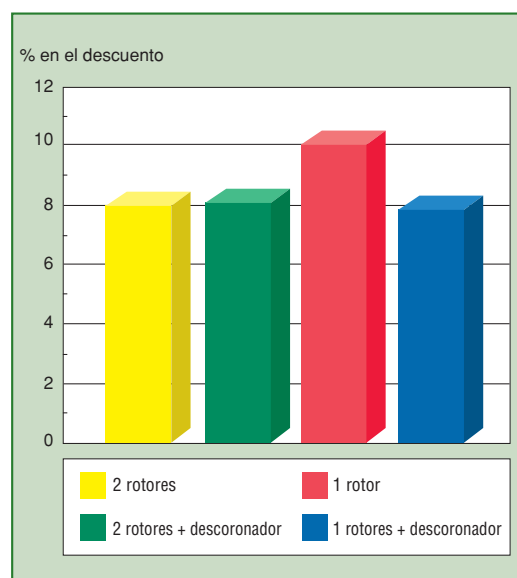
En algunos equipos es posible ajustar, desde el puesto de conducción, la separación entre el palpador y la cuchilla, para establecer diferentes niveles de corte en función de la cantidad de hojas presente.

En cuanto al sistema de arranque, se pone de manifiesto que las arrancadoras de rejas oscilantes son las más eficaces, tanto en condiciones secas como húmedas, ya que reducen la entrada de tierra, y se pueden ajustar mejor al tamaño de las raíces, aunque con cosechas muy irregulares (raíces grandes y pequeñas) resulta difícil realizar este ajuste.

En los equipos con mayor nivel de tecnología hay dispositivos que permiten el autoguiado de las rejas arrancadoras adaptándose automáticamente a las variaciones que se producen en las líneas de raíces. Es normal que admitan desplazamientos laterales del arrancador de 5 cm, que puede llegar hasta 8 cm en algunos modelos y marcas.

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 arran-

**GRÁFICO 1. RESIDUO EN EL DESCUENTO EN FUNCIÓN DEL DESCORONADO**



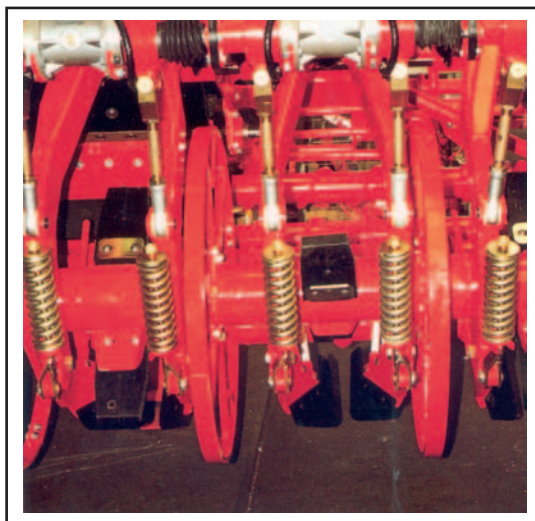
Fuente: ITB - Francia

que, 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 se desprenden del suelo con las raíces cuando se trabaja en condiciones muy secas, como es el caso de la recolección en verano (Andalucía).

Asimismo, se puede incluir elementos que realizan el auto-guiado del conjunto descoronador-arrancador, que sigue las líneas sin que sea necesaria la intervención del conductor. Indiscutiblemente estos componentes permiten aumentar la capacidad de trabajo, aunque significan un sobrecoste que sólo se puede rentabilizar sobre la base de trabajar muchas horas por año.

En cuanto al sistema de limpieza, la longitud del recorrido que siguen las raíces desde el arranque hasta la tolva tienen una influencia decisiva en el grado de limpieza (eliminación de tierra) y capacidad de trabajo de la máquina. Que las regulaciones de cada uno de los tramos del recorrido sean independientes, facilita ajustar la intensidad de acción al contenido de tierra que llega con las raíces, evitando golpear excesivamente estas cuando no resulta necesario, lo que mejora la calidad tecnológica de las raíces favoreciendo el proceso industrial de extracción del azúcar.

Ruedas guía de las rejas y paletas de apoyo.



El tamaño de la tolva es importante para conseguir elevadas prestaciones por reducción de los tiempos muertos cuando hay que detener la máquina para la descarga de su contenido. La capacidad de descarga de la tolva también es importante a este respecto. Pero una gran tolva indica que la máquina es pesada, lo que obliga a contar con ruedas de alta flotación de grandes dimensiones para reducir la compactación del suelo cuando se trabaja en condiciones húmedas, que son las más frecuentes en la recolección de otoño. Para conseguir que el suelo quede asentado de manera uniforme, sin que se marquen roderas, se recurre a sistemas de desplazamiento lateral de los ejes delantero y trasero, como el que se presenta en la figura adjunta. La gran distancia entre ejes, necesaria en estos equipos de tolva grande, reduce la maniobrabilidad, por lo que se procura reducir el radio de giro haciendo directrices tanto las ruedas delanteras como las traseras.

Algunos fabricantes de equipos para la remolacha ofrecen soluciones para incrementar el número de líneas hasta 9 o 12. Las 12 líneas se consiguen con equipos descompuestos, que

son utilizados por empresas de servicio y fabricados casi por encargo; son difícilmente utilizables en parcelas de tamaño medio, o con pequeños desniveles. Las cosechadoras de 9 líneas necesitan un sistema de plegado del cabezal para realizar el transporte entre parcelas, lo que encarece la máquina resultante, sin que aumenten proporcionalmente sus prestaciones.

### Particularidades en la recolección de remolacha de siembra otoñal

Las máquinas de recolección que se utilizan habitualmente en las regiones remolacheras de siembra primaveral se comportan de manera diferente en estas condiciones de suelos muy secos, sobre todo en lo que se relaciona con el arranque y la limpieza de las raíces.

Esto ha traído como consecuencia, primero, un retraso en la mecanización integral de la recolección, si se compara con lo que ha sucedido en otras regiones españolas de similar nivel tecnológico, después, la necesidad de aplicar soluciones técnicas específicas para adaptar las máquinas en el mercado a unas situaciones particulares. Como inconveniente adicional hay que resaltar la costumbre de mantener 60 cm o más como distancia entre líneas, para facilitar el empleo de los tractores de cadenas

en las operaciones de cultivo y de recolección.

Por otra parte, las condiciones de altas temperaturas en las que se desarrolla la recolección obligan a una entrega casi inmediata de la raíz arrancada (preferentemente en menos de 24 horas), lo que exige coordinar de manera precisa la recolección y la entrega, impidiendo su almacenamiento en montones o silos.

Ventajosamente, la presencia de hojas es poco significativa, ya que en la mayoría de las ocasiones se han desprendido de manera natural, sobre todo al final de la Campaña. Esto facilita el trabajo de las descoronadoras, por lo que la puesta a punto y regulación de estos dispositivos se descuida frecuentemente.

Esta remolacha 'mediterránea' se cultiva frecuentemente sobre suelos fuertes, lo que, en condiciones secas, hace que aumente la dificultad para la extracción completa de las raíces y se incorporan a la cosecha 'terrones' abundantes, difícilmente separables por vía seca dada su similitud dimensional y de resistencia mecánica con las raíces.

### El cambio tecnológico

Hasta los finales de la década de los '80, la recolección de la remolacha de siembra otoñal se ha venido realizando en España con el empleo de abundante mano de obra auxiliar. Esta era necesaria para 'cambiar' los cordones de remolacha, dejados por unas arrancadoras de rejas fijas, a unas bandas de tierra previamente preparadas mediante un rodillo asentador, donde podría actuar con posterioridad una cargadora de tecnología muy simple, basada en transportadores lineales de cadenas, de acción limpiadora reducida, o bien recurriendo a un proceso de carga totalmente manual.

Esta técnica de recolección semimecanizada iba muy unida a la operación conocida como 'soleo', en la que, al quedar las raíces





ces durante un cierto tiempo (24 a 72 horas) expuestas a las condiciones climáticas ambientales de altas temperaturas, baja humedad relativa y fuerte insolación, se producía un deshidratado natural con un aumento de la concentración de azúcar, simultáneo a la reducción de peso, que podía servir para evitar una penalización ocasionada por baja riqueza en el momento de la entrega.

Los ensayos realizados por AIMCRA pusieron de manifiesto que las ganancias de riqueza y las disminuciones de peso que se producían en los diferentes periodos de soleo no sólo no mejoraban la renta del agricultor,

sino que reducían la calidad tecnológica de las raíces, dificultando la extracción del azúcar.

Con los comienzos de la recolección integral, se realizaron nuevos estudios al respecto, en los que, además, se consideraron otros aspectos vinculados, como el aumento de la 'tara de tierra' y los costes relativos a la recolección resultantes del mayor o menor grado de intervención manual. Así, los ensayos específicos realizados por AIMCRA pusieron de manifiesto que, a pesar del incremento de la 'tara de tierra' ocasionada por la recolección totalmente mecanizada y de la 'pérdida' de riqueza por no realizar el 'soleo' (com-

 **CON EQUIPOS  
ARRANCADORES QUE  
UTILICEN REJAS  
OSCILANTES, BIEN  
REGULADAS, LOS  
NIVELES DE TARA DE  
TIERRA SON SIMILARES  
A LOS QUE SE  
CONSIGUEN CON LAS  
COSECHADORAS  
ARRASTRADAS DE UNA  
FILA** 

pensada por la ganancia de peso), la recolección totalmente mecanizada era económicamente favorable, a pesar del ligero aumento de los costes de transporte (la tara de tierra aumentaba en 5 puntos como promedio, sobre una base inicial de 5-7%), ya que se reducían a la mitad los costes de recolección, aunque la tecnología utilizada en la recolección mecanizada era relativamente sencilla: máquinas cosechadoras arrastradas, de una sola fila con tolva de reducido tamaño.

En los ensayos efectuados en la campaña 1989, que se fue-

ron completando en etapas sucesivas, permitieron verificar que las capacidades de trabajo y la calidad del proceso de recolección de las máquinas que se venían utilizando en la recolección otoñal, podían ser similares, después de realizar los ajustes apropiados para adaptarlas a los suelos muy secos.

Sólo cuando la cosecha se encontraba en muy malas condiciones, o la máquina estaba desajustada, aparecían problemas. A veces se producían pérdidas de la calidad por trabajar demasiado rápido, lo que también incrementa la tara de tierra, sobre todo cuando se pertenecen recoger raíces muy pequeñas (remolacha de secano) aproximando al máximo las rejas arrancadoras.

sobre el cordón de raíces, se incrementaba la tara de tierra con respecto a la recogida-carga en una sola etapa, por la mayor dificultad que tienen los equipos limpiadores para separar la raíz de la tierra cuando se encuentran mezcladas en el cordón. Por otra parte se pudo observar que el sistema de arranque y de descoronado utilizado, junto con la puesta a punto de la máquina y la capacitación del operador, eran los factores que condicionaban la calidad del trabajo, con independencia del número de líneas o del sistema de propulsión utilizado en la máquina.

**Eliminación de la tierra en forma de terrones**

Buscando las causas de las diferencias encontradas con los



Se pudo determinar que utilizando equipos descompuestos seguidos de recogedoras-cargadoras que trabajan directamente

equipos descompuestos, se programan, en el verano de 1992, una serie de ensayos para valorar la influencia que tiene el arrancador sobre la tara de tierra, por el grado de limpieza de las raíces acordonadas, en las condiciones de suelos secos habituales de la recolección veraniega.

Los resultados obtenidos confirman que los arrancadores 'locales', al romper el suelo de manera intensa, realizan un arranque de muy buena calidad, pero depositan en el cordón, junto con las raíces, abundante cantidad de terrones, que no son separados por los cargadores que actúan detrás.



Una evaluación complementaria, realizada para confirmar este diagnóstico, permitió concluir señalando que con equipos arrancadores que utilicen rejas oscilantes, bien reguladas, los niveles de tara de tierra son similares a los que se consiguen con las cosechadoras arrastradas de una fila, pero, a la vez, que hay gran dificultad para separar los terrones endurecidos y de tamaño similar al de las raíces con las cargadoras convencionales, o con los sistemas de limpieza que incluyen las cosechadoras, diseñados específicamente para eliminar la tierra adherida a las raíces cuando se trabaja en condiciones de suelos húmedos.

En cualquier caso, hay que destacar que los niveles de tara de tierra, utilizando equipos descompuestos, se mantiene alrededor del 11%, lo que puede considerarse muy bajo en comparación con lo que sucede en las condiciones de recolección para la remolacha de siembra primavera.

### Recomendaciones para favorecer la recolección mecanizada

Para adaptarse lo mejor posible a la mecanización de la recolección se recomienda, en las condiciones de la recolección de la remolacha de siembra otoñal:

- Sistematizar las parcelas de cultivo procurando mayor uniformidad en el espaciamiento entre líneas y plantas, así como trabajar con besanas largas con espacio suficiente en los cabeceros para dar las vueltas
- Mejorar la eficiencia de las máquinas aumentando la capacitación de los maquinistas y la asistencia técnica del fabricante.
- Coordinar el trabajo de las máquinas con la entrega de manera que puedan funcionar de manera continua, procurando la agrupación de cultivadores.

Es particularmente interesante adaptar el cultivo a 50 cm

de distancia entre líneas para que se pueda disponer de una mayor oferta de máquinas, contando con las que habitualmente trabajan en la Zona Norte, ya que el incremento de las horas/año trabajadas con las máquinas puede reducir notablemente los costes de amortización y con ello los de la recolección.

En relación con la calidad del trabajo y, de una manera especial para reducir la tara de tierra, se recomienda:

### Desde el punto de vista agronómico:

- Realizar prácticas culturales que favorezcan una buena estructuración del suelo (incorporación de residuos, laboreo de conservación, rotaciones de cultivo, etc.)

### Desde el punto de vista de los equipos:

- Utilizar básicamente materiales de arranque con rejas oscilantes, de manera que se minimicen los efectos de 'arada' del suelo al extraer las raíces, lo cual es particularmente importante cuando se utilizan equipos descompuestos.
- Ajustar la separación entre las rejas arrancadoras y la profundidad de trabajo al tamaño de las raíces. Los ajustes que se hacen para 'recuperar' raíces muy pequeñas producen au-

mentos notables de la tara de tierra.

- Ajustar la velocidad de trabajo a la capacidad del sistema de limpieza, contando siempre con que los 'terrones' son difícilmente separables de las raíces cuando están muy secos. Las intervenciones enérgicas pueden producir la rotura de las raíces, lo que ocasionaría la reducción de la calidad tecnológica en el ambiente cálido y seco en el que se realiza la recolección.

## Previsión de costes de utilización

### Metodología

Para calcular el coste de recolección por tonelada de raíz puesta sobre camión se necesita conocer los costes horarios de la maquinaria utilizada, su capacidad de trabajo, la producción, las pérdidas que se producen durante el proceso de recolección y los costes imputables a los elementos auxiliares que se precisan para la cosecha (tractores, remolques, cargadores, etc.).

Esto hace difícil establecer unos valores medios, ya que las condiciones del cultivo, o el grado de utilización de la maquinaria, produce modificaciones notables.



TABLA 1.- HIPÓTESIS DE REFERENCIA PARA LA PREVISIÓN DE COSTES EN EQUIPOS DE REMOLACHA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE MÁQUINA

En función del tipo de máquina

Equipo	para 80 t/ha [h/ha]	vida máx. (AH) [h]	mant. - rep. [€/ha]
Cosechadora arrastrada 1 línea	8.00	3 000	60
Descoronadora 6 líneas	1.25	2 000	18
Arrancadora 6 líneas	1.25	2 000	18
Remolque autocargador	1.05	4 000	24
Cargador autopropulsado	0.70	4 000	30
Cosechadora autop. 6 líneas+tolva	1.05	5 000	60

#### Hipótesis generales complementarias

Vida máxima - AA [años]	20
Tasa de interés [%]	7
Seguro y resguardo [%]	0.3
Combustible [€/L]	0.75
Tractor auxiliar 100 CV [€/h]	10
Tractor auxiliar 150 CV [€/h]	15
Mano de obra auxiliar [€/h]	6

TABLA 2.- PRECIOS DE REFERENCIA DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCIÓN

	PA (€)
Cosechadora arrastrada 1 línea	20 000
Descoronadora 6 líneas	18 000
Arrancadora 6 líneas	28 000
Remolque autocargador	48 000
Cargador autopropulsado	225 000
Cosechadora autop. 6 líneas+tolva	350 000

Sobre la base de una cosecha tipo de 80 t/ha, con las máquinas trabajando en condiciones normales, la previsión de coste de utilización puede hacerse siguiendo la metodología del CEMAG, descrita en la publicación 'Informaciones Técnicas' 66/99 de la Junta de Andalucía sobre 'Costes de utilización de la maquinaria de recolección de la remolacha'.

En esta metodología se diferencia de otras en que la amortización se realiza de manera combinada, teniendo en cuenta el uso y la antigüedad de la máquina, y el coste de mantenimiento y reparaciones se aplica por unidad de superficie, ya que se entiende que esto es lo que provoca el desgaste de las máquinas en el campo.

En consecuencia, la amortización se calcula como suma de:

$$PA/AH + PA/AA \times u$$

siendo:

**PA:** el precio de adquisición de la máquina,

**AH y AA:** las referencias de amortización establecidas en función del tipo de máquina y

**u:** la utilización anual en horas de la misma en horas.

Para el cálculo del interés se aplica la tasa establecida al 60% del valor de la máquina, ya que esta va perdiendo valor a lo largo de los años y tiene un valor residual estimado del 10% del precio de adquisición. Para el seguro y resguardo de la máquina se aplica un porcentaje de 0.1+0.2 sobre el precio de adquisición.

Para relacionar el coste relativo del mantenimiento y reparaciones en términos de €/h, se divide el coste fijado en €/ha

por la capacidad de trabajo en h/ha.

Como hipótesis de referencia para los equipos más frecuentemente utilizados en la recolección de la remolacha, se pueden tomar las de la Tabla 1.

#### Aplicación a diferentes equipos

Con las hipótesis establecidas con anterioridad y los precios medios de referencia para los diferentes equipos considerados (Tabla 2), se han calculado los costes horarios del equipo correspondiente, así como los costes por hectárea de este equipo con los elementos complementarios que cada uno necesita (tractores y mano de obra auxiliar) sobre la base de una producción de remolacha de 80 t/ha (tabla 3). Se han realizado los cálculos sobre la base de 30, 60, 90 y 120 días de recolección, contando con que algunos equipos pueden trabajar en la Zona Norte y en la Zona Sur de la península Ibérica ya que la recolección se realiza en épocas diferentes.

En dicha tabla se puede apreciar la ventaja de los equipos descompuestos en las explotaciones en las que se disponen de suficientes tractores, ya que requieren una inversión menor que para los equipos autopropulsados. También la importancia que sobre el coste de operación tiene el grado de utilización anual de la máquina.



TABLA 3.- PREVISIÓN DE COSTES DE UTILIZACIÓN CON DIFERENTES EQUIPOS DE RECOLECCIÓN

	días/año	ha/año	€/h	h/ha	€/ha *	€/t
<b>cosechadora arrastrada 1 línea</b> (8 horas/día)	60	60	18.4	8.0	<b>227.0</b>	<b>2.84</b>
	30	30	22.6		<b>260.7</b>	<b>3.26</b>
descoronadora 6 líneas (8 horas/día)	90	576	25.9	1.25	51.2	0.67
	60	384	27.2		52.7	0.66
	30	192	31.0		57.5	0.72
arrancadora 6 líneas (8 horas/día)	90	576	32.3	1.25	59.2	0.74
	60	384	40.2		61.6	0.77
	30	192	42.0		69.0	0.86
remolque autocargador (10 horas/día)	90	576	32.3	1.25	59.2	0.74
	60	384	40.2		61.6	0.77
	30	192	42.0		69.0	0.86
<b>descoronadora 6 filas</b> <b>+ arrancadora 6 filas</b> <b>+ remolque autocargador</b>	90				<b>169.6</b>	<b>2.15</b>
	60				<b>175.9</b>	<b>2.20</b>
	30				<b>195.5</b>	<b>2.44</b>
cargador autopropulsado (10 horas/día)	90	1 286	145.8	0.70	106.3	1.33
	60	857	158.4		115.1	1.44
	30	429	196.3		141.6	1.77
<b>descoronadora 6 filas</b> <b>+ arrancadora 6 filas</b> <b>+ cargador autopropulsado</b>	90				<b>216.7</b>	<b>2.74</b>
	60				<b>229.4</b>	<b>2.87</b>
	30				<b>268.1</b>	<b>3.35</b>
<b>cosechadora autop. 6 líneas+tolva</b> (10 horas/día)	120	1 143	194.1	1.05	<b>210.1</b>	<b>2.63</b>
	90	857	203.9		<b>220.4</b>	<b>2.76</b>
	60	571	223.6		<b>241.0</b>	<b>3.01</b>

\* Incluye los costes, correspondientes al equipo y la mano de obra auxiliar.

## Recomendaciones generales para elegir equipos de recolección

Los criterios que se deben de seguir para elegir un equipo de recolección son:

- La capacidad debe de ser suficiente para recoger la cosecha contando con los días disponibles.
- Si hay que trabajar en parcelas pequeñas y distanciadas entre sí hay que buscar una solución que facilite los desplazamientos.
- Si se dispone de suficiente número de tractores, con un equipo descompuesto bajará los costes de recolección al necesitar menores inversiones.
- La maquinaria hay que utilizarla siempre de acuerdo con las instrucciones del fabricante para

las condiciones de la cosecha; la capacitación del maquinista es un factor de la máxima importancia para sacar a las máquinas un máximo rendimiento con las menores pérdidas.

- Se debe de planificar con deficiencia el trabajo de manera que

las máquinas no tengan que detener su trabajo por el retraso de los equipos de transporte.

- La recolección debe estar condicionada por los plazos de entrega o por la capacidad de almacenamiento. ■

## BIBLIOGRAFÍA

- **ACOR** – Revista de información agraria. Nº 103 – octubre 2006 y Nº 105 – diciembre 2006.
- **AIMCRA** Evaluaciones y seguimientos de equipos de recolección en las Campañas 1989/90 a 1997/98, sobre equipos de recolección, tanto en cultivo de siembra otoñal como primavera, siguiendo un protocolo de ensayos en línea con las recomendaciones del IIRB.
- **Jordán de Urries Senante, Santiago.** La remolacha azucarera. Ed. Ebro-Puleva – Madrid, 2001.
- **Márquez, Luis** – Recolección mecanizada de la remolacha azucarera. Plan 92 para la tecnificación del cultivo de la remolacha. Valladolid, 1990.
- **Márquez, Luis** - Mecanización de la recolección de la remolacha de siembra otoñal – Congreso Internacional del IIRB – Sevilla 1999.