

MAQUINARIA PARA LA RECOLECCIÓN DE LA REMOLACHA

Parte 1.- Bases agronómicas y fases en el proceso de recolección

LUIS MÁRQUEZ

A diferencia con lo que sucede con la patata, la remolacha azucarera es un cultivo 'industrial', por lo que en él se ha alcanzado un nivel de tecnología muy superior al 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 del 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.

Ha sido principalmente el sector del remolachero-azucarero europeo el que ha impulsado el desarrollo de esta tecnología, manteniendo un equilibrio entre la producción de remolacha y el consumo de azúcar, de manera que sólo se ha venido cultivando una superficie próxima a la necesaria para cubrir la demanda, sobre la base de un precio de garantía interesante.

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. Así, tomando como referencia los últimos años, de las 148 000 hectáreas cultivadas de remolacha en la campaña 1997/96, se ha pasado a 102 000 ha en la campaña 2005/06, de las cuales 37 500 mil ha son de siembra otoñal (Zona Sur, de estas 14 000 ha se cultivan en secano), manteniendo la producción por encima de los 7 millones de toneladas de remolacha, que aproximadamente equivalen a un millón de toneladas de azúcar, de los algo más de 20 millones de toneladas de



azúcar que se producen al año en el UE-25. La producción media de remolacha ha pasado, en este periodo, de las 56 t/ha a las 70 t/ha, alcanzándose en la Zona Norte, con toda la remolacha bajo riego, la producción media de 80.8 t/ha, que equivalen a 90.3 t/ha de remolacha tipo con el 16° de polarización.

En estos momentos, la situación del cultivo de la remolacha azucarera en Europa es incierta, ya que han cambiado de golpe las reglas del juego, incentivando económicamente el abandono del cultivo, y bajando drásticamente los precios que serán pagados a los agricultores.

En esta situación, la remolacha, que era el cultivo de referencia en muchas zonas agrícolas españolas, ha perdido parte de su interés, y slo será un cultivo rentable si, como se ha venido haciendo hasta ahora, se sigue mejorando su rendimiento aplicando los criterios de la 'producción integrada', a la vez que se reducen los costes de producción con una mecanización racional, especialmente en los países en el que el nivel de desarrollo es mayor, en los que estos costes inciden en gran medida.

Por otra parte, el porcentaje de azúcar mundial procedente de la remolacha se ha reducido progresivamente en la última década, pasando del 30.2% en la campaña 1997/98 al 24.8% en la 2005/06, a la vez que en este mismo periodo el consumo mundial de azúcar ha pasado de los 114 millones de toneladas a más de 135 Mt. Conviene destacar que, a principios del siglo XX, el porcentaje de azúcar de remolacha era del 53%, que a mediados de siglo ya era del 35.7%, y que este porcentaje se mantuvo hasta la campaña 1975/76.

Ahora, con el incremento de la demanda de biocombustibles, el alcohol procedente de la caña va a incidir sobre la oferta y los precios en el mercado del azúcar, más aún cuando la demanda

de azúcar aumenta. En consecuencia, si se consiguen bajar los costes de producción, la remolacha azucarera puede mantenerse y competir, aunque no sea tan buen negocio como hasta ahora. Uno de los puntos críticos será el de la mecanización racional del cultivo, y especialmente el de la recolección.

LA IMPORTANCIA DE LA MECANIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN

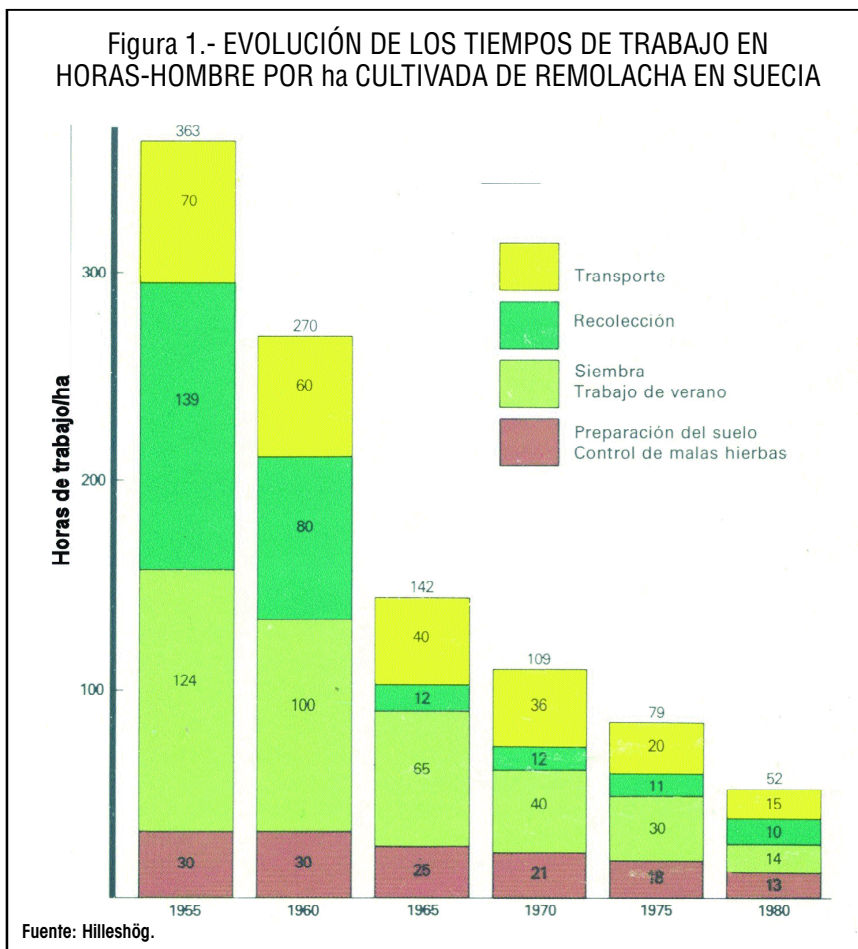
Al analizar los costes de producción en el cultivo de la remolacha que utiliza un nivel de tecnología alto, en una zona en la que resulta necesario el riego (entre el 15 y el 20% de los costes), se observa que entre el 30 y el 35% de los costes de producción corresponden a la mecanización, de los cuales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

tad 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 1.

Esto no quiere decir que la mecanización del cultivo sea uniforme en todas las regiones. Así,



en países en desarrollo en los que se cultiva la remolacha, como son algunos del norte de África, en los que más del 75% de las unidades que producen remolacha disponen de menos de una hectárea, la recolección es en su mayor parte manual. En consecuencia, las herramientas para el arranque manual coexisten con la maquinaria de mayor nivel tecnológico, como son las cosechadoras autopropulsadas para 6 líneas, que realizan la recolección integral en un tiempo de una hora/ha.

La diversidad de situaciones hace que la oferta de máquinas no proceda de las grandes multinacionales del sector, sino de empresas especializadas que utilizan componentes normalizados para poner en el mercado el producto más apropiado para cada situación socioeconómica.

La necesidad de tener cerca una unidad de transformación ha establecido que los cultivadores trabajen bajo contrato, y que también tengan que seguir una normativa en la entrega que permita optimizar el proceso industrial. Esto va unido a los 'descuentos' por la presencia de impurezas, como la tierra que acompaña las raíces, así como los restos de hojas que interfieren en el proceso de obtención del azúcar, y sobre todo al conte-

nido de azúcar en las raíces, para el que se toma como referencia 16° de polarización.

La toma de muestras en la entrada de la azucarera, junto al pesado de la remolacha recibida, da paso al proceso industrial. Aquí debe de llegar el productor de remolacha con su cosecha, en lo posible, limpia de impurezas.

CONDICIONANTES DEL CULTIVO QUE AFECTAN A LA RECOLECCIÓN

Como consecuencia de que la remolacha hay que arrancarla del suelo, la tierra queda adherida a la raíz en función del contenido de humedad, y resulta difícil desprenderla por medios mecánicos. Esto da lugar, en las zonas en las que la recolección se realiza en situaciones muy húmedas, a que los porcentajes de tierra en la entrega lleguen a superar con facilidad el 20%. Esto significa que de cada cinco camiones entregados uno sería de tierra, lo que da idea de la magnitud del problema para la azucarera.

En España la situación en este aspecto es menos crítica, ya que los porcentajes medios de descuento en la entrega, en su mayoría tierra, se mantienen entre el 10 y el 12%. Por otra

parte, el cultivo de la remolacha en España ofrece una situación que lo hace diferente al de Europa Central; la posibilidad de cultivar remolacha de invierno, o sea de siembra otoñal, en la Zona Sur de la Península Ibérica, permite realizar la recolección en verano, con suelos muy secos, lo que, si bien reduce la cantidad de tierra adherida a las raíces, hace que a la cosecha se incorporen terrones con características físicas similares a las de las raíces, que son muy difícilmente separables por medios mecánicos. Frente a este problema, la mejor opción es evitar que aparezcan estos terrones en el arranque, manteniendo un suelo estructurado, ya que normalmente no se puede recurrir a un riego tardío por la escasez de agua en el momento de la recolección.

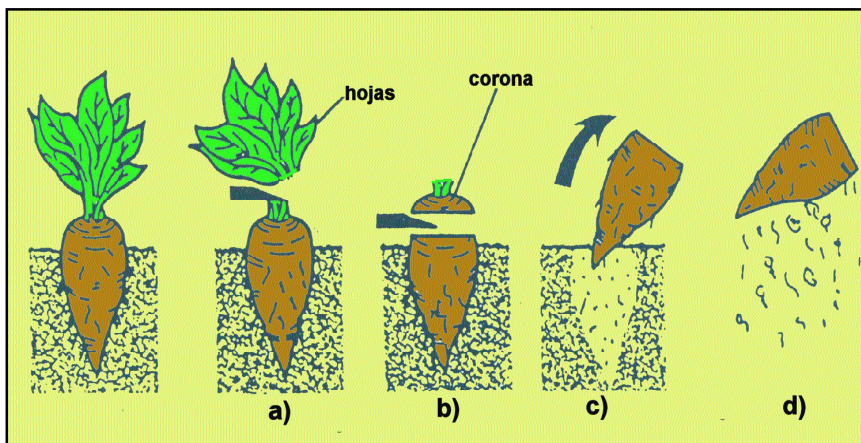
La presencia de piedras es un problema adicional para el que se ofrecen algunas soluciones mecánicas, aunque en la mayoría de los casos se prefiere buscar campos sin piedras para el cultivo de la remolacha, especialmente como consecuencia de que las superficies de cultivo están limitadas por las cuotas de entrega disponibles.

Al igual que sucede en otros cultivos en los que la cosecha se encuentra enterrada, mantener un suelo bien estructurado y sin suelas de labor que impidan el desarrollo radicular de las plantas, resulta esencial para alcanzar un elevado nivel de producción.

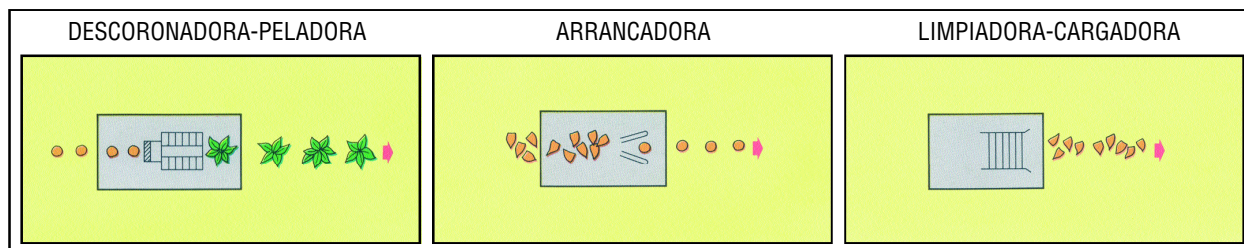
FASES EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN

Se conoce como recolección al conjunto de operaciones que se realizan para extraer la raíz del campo dejándola en condiciones para su entrega en la azucarera. En ella se pretende recoger toda la cosecha sin producir daños en las raíces, eliminando la tierra y

Figura 2.- OPERACIONES EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LA REMOLACHA



a) Deshojado; b) Descoronado; c) Arranque; d) Limpieza y carga.



las piedras que la acompañan. En consecuencia, el equipo de recolección seleccionado debe permitir extraer las raíces enteras y sin heridas con un nivel de pérdidas mínimas, eliminando la tierra que se adhiere y las hojas que reducen el porcentaje de azúcar y la calidad tecnológica de la raíz.

Para ello hay un conjunto de operaciones simples, que se pueden realizar de manera sucesiva en la misma máquina, o en máquinas independientes que trabajan desfasadas en el tiempo, actuando sobre una o varias líneas a la vez.

Estas operaciones son:

- **Descoronado y pelado:** Para eliminar las hojas y la parte aérea de la raíz donde se insertan (cabeza). La raíz de remolacha debe de entregarse sin hojas ni restos de ellas, ya que no contienen azúcar y su presencia favorece las fermentaciones y dificulta el proceso tecnológico de extracción de azúcar.
- **Arranque:** Extrayendo las raíces enteras, de manera que la parte de cola que queda en el terreno sea mínima, y sin producir roturas o heridas que dan lugar a pérdidas en el contenido de azúcar.
- **Limpieza:** Eliminado la tierra adherida a las raíces y los terrones y piedras que las acompa-

ñan para reducir los costes de transportes, evitando extraer nutrientes del campo, que habrá que reponer con abono, y limitar la difusión de plagas y enfermedades

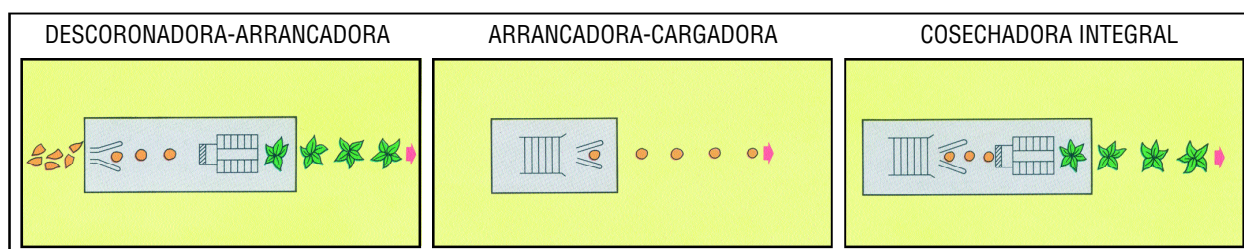
Estas operaciones simples se pueden realizar con máquinas independientes, o bien agrupan varias de ellas en la misma máquina, dando lugar a máquinas que toman las siguientes denominaciones:

- **Descoronadora (o peladora):** Realiza el descoronado eliminando todas las hojas y la parte superior de la raíz donde se insertan, quedando las raíces descoronadas en el suelo, dispuestas para la siguiente operación.
- **Arrancadora:** Se encarga de sacar las raíces del suelo para dejarlas sobre la misma línea o agrupando las líneas contiguas para la posterior recogida. En ella se pueden incorporar dispositivos de limpieza que eliminan parte de la tierra que queda adherida a las raíces.
- **Recogedora-cargadora:** Se encarga de la recogida de las raíces, previamente arrancadas y alineadas, para colocarlas en una tolva dispuesta en la misma máquina, o sobre un remolque que se desplaza junto a ella. Dispone de elementos de limpieza para eliminar la tierra y

piedras que pueden acompañar a las raíces.

Cuando en una 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.



Al encontrarse las raíces dispuestas en línea, la línea se convierte en la unidad de anchura de trabajo para todas las operaciones de recolección. La distancia entre líneas para la remolacha en Europa es normalmente 50 cm, aunque hay zonas en las que se prefieren los 45 cm para aumentar la productividad, lo que generalmente conlleva un incremento de la tierra que acompaña a las raíces en el arranque, y obliga a utilizar en los tractores ruedas gemelas muy estrechas que permitan el paso por la interlínea. En algunas zonas de Andalucía, con remolacha de siembra otoñal en seco, se utiliza como distancia entre líneas 55 y 60 cm para permitir el paso entre las líneas de los tractores de cadenas metálicas.

Para utilizar equipos de más de una línea, la distancia entre dos líneas consecutivas se tiene que mantener constante en toda la parcela. Variaciones superiores en 5 cm en la separación entre líneas afectan a la calidad del trabajo, especialmente en el arranque. Esto obliga a que el número de elementos de la sembradora sea múltiplo del número de líneas con las que trabaja el equipo de recolección que se utilice.

LO QUE OFRECE EL MERCADO

La oferta que llega al mercado ha ido evolucionando en el



tiempo, de manera que en la actualidad, y dirigidos a zonas en alto nivel de mecanización, predominan los equipos de 6 líneas, con distancias entre líneas de 50 cm, tanto en cosechadoras autopropulsadas, como en equipos descompuestos (descoronadoras/peladoras y arrancadoras).

Se mantiene la oferta de cosechadoras arrastradas de una fila para cultivadores con pequeña superficie, aunque tienden a desaparecer a medida que las empresas de servicio a terceros se implantan en la zona geográfica considerada.

La oferta de cosechadoras autopropulsadas de una, dos, e incluso de tres filas, ha perdido interés, ya que el coste de fabricación es muy elevado para la productividad que pueden ofrecer, y han dejado de ser competitivas frente a los equipos descompuestos que pueden accio-

nar los tractores disponibles en las explotaciones, que en algunos casos hacen posible el descoronado y el arranque en la misma pasada, con estas máquinas colocadas simultáneamente en el enganche frontal y en el posterior del tractor.

La combinación de descoronadoras y arrancadoras de 6 filas, junto con remolques autocargadores arrastrados por un tractor, se presentan como una solución competitiva frente a las grandes cosechadoras de 6 líneas, por la menor inversión necesaria para adquirirlos, especialmente cuando las superficies trabajadas por año no son muy altas.

En los equipos descompuestos, aunque predominan los de seis líneas, también se fabrican descoronadoras/peladoras de 3 y de 4 líneas, para ser accionadas por tractores de menor potencia, y arrancadoras de 2 y de 3 líneas, por la misma razón. Son máquinas que se utilizan en zonas remolacheras en las que el cultivo se realiza con menor nivel de tecnología, o cuando las distancias entre líneas no mantienen la norma de los 50 cm.

En cualquier caso, los principios mecánicos que se utilizan son bastante similares, por lo que debe de hacerse una evaluación de la inversión para decidir el equipo que conviene frente a cada situación particular. ■

