



Tendencias en la cosecha de remolacha azucarera

Description

(Alemania) En todo el mundo, 113 países producen azúcar; 42 de ellos a partir de la remolacha azucarera. Se trata principalmente de países con climas moderados, como los de Europa occidental, central y oriental, Estados Unidos, China y Japón. A nivel mundial, se cosechan alrededor de cinco millones de hectáreas de remolacha azucarera.

La producción de bioetanol, que requiere áreas de cultivo adicionales para la remolacha azucarera, suele estar vinculada a la producción de azúcar. Desde el surgimiento del debate en torno a la «revolución energética», se ha sumado a esta tendencia un nuevo desarrollo, especialmente en Alemania: el uso de la remolacha azucarera en plantas de biogás para diversificar sustratos con alto contenido de maíz. Un factor clave en este proceso es que la remolacha azucarera presenta uno de los mayores rendimientos de materia seca fácilmente fermentable entre todos los cultivos.

Las empresas azucareras y los productores de remolacha azucarera de la UE se prepararon para la liberalización a partir de 2017. Sin embargo, tras cinco años de condiciones de mercado liberalizadas, resulta cada vez más evidente que la producción consciente para el mercado global no puede ser rentable (sin subvenciones estatales). La competitividad también está ligada a la optimización de costes en la utilización de la capacidad instalada de los sistemas existentes, lo que ha derivado en la implementación de medidas de reestructuración con el cierre de fábricas.

Incluso antes de la guerra en Ucrania, las malas cosechas debido a las condiciones climáticas y las calamidades causadas por el amarilleamiento de la caña, o actualmente la infestación de cigarras de alas de cristal (portadoras de enfermedades como el stolbur y/o el síndrome de Basses Richesses, que afecta a la producción de azúcar), provocaron reducciones en la superficie cultivada, una menor producción de azúcar, escasez en el mercado y, en consecuencia, un aumento de los precios del azúcar y la remolacha, situación agravada por el fuerte incremento de los costes (energéticos) de cultivo y procesamiento.

A pesar de todo esto, el auge del cultivo observado durante la última década, con la consiguiente mayor demanda de tecnología de cosecha fiable, parece haber sido reemplazado en los últimos dos años por una fase de estancamiento: la sustitución y renovación de la maquinaria usada.

El principio básico de «cosechar lo que ha crecido» sigue vigente.

Debería ser posible cosechar la mayor parte posible del azúcar que ha crecido en el campo y que puede extraerse de forma rentable en las fábricas, y almacenarlo en silos, siempre que sea viable desde el punto de vista climático y fitosanitario. Además, cobra relevancia el hallazgo de los expertos de que la remolacha tiene ahora una base foliar significativamente menor y contiene menos sustancias nocivas no azucaradas —gracias a los avances en la mejora

genética y el cultivo—, lo que permite una extracción de azúcar más eficiente. También se requiere una respuesta técnica al rápido aumento de los rendimientos de la remolacha en los cultivos: cada vez se transportan volúmenes mayores desde los campos.

Estas relaciones influyen inevitablemente en los requisitos de la tecnología de cosecha: respeto por el suelo, mínimas pérdidas, el menor daño posible y la menor cantidad de lesiones (por corte), ausencia de residuos de hojas (verdes), facilidad de operación (idealmente cómoda y automatizada) y, al mismo tiempo, rentabilidad y fiabilidad. En el segmento de la cosecha de remolacha, parece haberse alcanzado una cierta estabilidad en la tendencia general hacia la mecanización agrícola totalmente automatizada, orientada al rendimiento y a la reducción de costes. Las grandes máquinas autopropulsadas, generalmente de seis hileras, cada vez con mayor frecuencia de nueve e incluso doce, y con tolvas (intermedias), son ahora el estándar mundial. Lo que comenzó en 1974/1975 con las primeras cosechadoras de remolacha de seis hileras con tolvas, la «Südzucker-Betaking 3000» y la «Holmer-System Paintner», se ha perfeccionado, y continúa perfeccionándose, durante las últimas décadas. Desde entonces, no se ha observado una tendencia clara en cuanto a la distancia óptima entre hileras o el espacio de cultivo. Que la distancia óptima sea de 30, 45, 50, 56 o 60 cm depende de diversos factores propios de la explotación agrícola. Sin embargo, un sistema de cosecha debe ser capaz de recolectar de forma adecuada y limpia 100.000 plantas por hectárea y transportarlas cuidadosamente desde el campo.

Los avances en el manejo de la remolacha azucarera con mínimo daño y bajo contenido de suelo, manteniendo a la vez mínimas pérdidas de cosecha (y con la máxima protección del suelo), se encuentran actualmente solo en las máquinas autopropulsadas de varias hileras, que permiten la cosecha con un solo operario. Las versiones de 12 hileras siempre requieren tecnología y logística de extracción adicionales y sofisticadas en el campo. No obstante, el objetivo principal es siempre reducir la carga sobre el suelo. Las variantes de 6, 8 y 12 hileras (desbrozadora + cosechadora-cargadora) transportadas por vía aérea solo han sobrevivido en las extensas llanuras de Norteamérica y en las regiones de tierras negras de Europa del Este, donde la máxima eficiencia en el menor tiempo posible es crucial —debido a los cortos periodos de cosecha por las condiciones climáticas— y el ancho de transporte en carretera no está sujeto a ninguna normativa especial. Esto requiere condiciones de operación ampliamente estandarizadas (grandes extensiones completamente planas; suelos uniformes, húmicos, franco-arenosos, etc.). Las diferencias locales en pendientes, tipos de suelo y estructuras del terreno llevan rápidamente a estas máquinas de diseño sencillo a sus límites en cuanto a pérdidas.

Los sistemas de asistencia al conductor y las cambiantes exigencias en cuanto a la calidad externa de la remolacha (desgranada/entera) para la producción de biogás y el almacenamiento a largo plazo también impulsan las innovaciones. La alta movilidad, la maniobrabilidad, la rápida puesta en marcha y la fiabilidad operativa son parámetros para un funcionamiento eficiente en parcelas de todos los tamaños (con o sin pendiente). Se debe prestar especial atención a la ergonomía y a la formación del personal operativo en cabinas de conducción cómodas y de alta tecnología.

La monitorización por cámaras, incluso de conjuntos completos de máquinas, y el manejo mediante pantallas táctiles exigen la máxima atención del conductor, quien agradece cualquier automatización. Los sistemas de asistencia al conductor siguen siendo la principal tendencia. Sin embargo, esto no debe menoscabar el conocimiento básico del suelo y del cultivo cosechado, es decir, mantener la vista puesta en un trabajo de máxima calidad con condiciones de suelo adecuadas. También se han probado proyectos para ofrecer asistencia en la navegación y el tiempo óptimo de despliegue para las máquinas de gran tamaño. Para simplificar el complejo proceso de cosecha, especialmente cuando se trata de más de seis hileras, los fabricantes de maquinaria están invirtiendo importantes recursos económicos y humanos en el desarrollo de sistemas de asistencia al conductor, automatización en función del rendimiento y los sensores necesarios, a menudo en colaboración entre empresas y con científicos (por ejemplo, la adaptación de la velocidad del vehículo en función del ritmo de funcionamiento de las unidades de elevación y limpieza).

El uso de la última tecnología de chasis con estabilización de equilibrio y balanceo para máquinas de 2 ejes y, cada vez más, de 3 ejes, no solo aumenta la flexibilidad operativa en terrenos inclinados. Este es también el objetivo de las plumas plegables y extensibles para la construcción de pinzas de mayor tamaño para cargadoras de 10 metros o una unidad de excavación en la que las herramientas de elevación (rejas vibratorias y ruedas Oppel) se montan individualmente y se adaptan de forma automática, precisa e independiente a la superficie (irregular) del terreno. Es

probable que esta capacidad sea cada vez más apreciada, sobre todo para anchos de trabajo mayores, siendo imprescindible para 12 hileras. En cuanto al peso, se utilizan cada vez más materiales más ligeros pero a la vez robustos, y los patines pesados ??o las ruedas con sensores se sustituyen por sensores ligeros. Las máquinas para profesionales no solo pueden recibir mantenimiento (remoto) con la ayuda de teléfonos inteligentes y/o tabletas, sino que también se puede optimizar su configuración (telemática), reduciendo así el tiempo y los costes de trabajo y mejorando aún más la conducción.

Deshojado o defoliación mínima.

La práctica común en EE. UU. de defoliar/despuntar la remolacha azucarera con ejes equipados con mayales de goma y acero, cuya velocidad de rotación y altura de trabajo deben adaptarse individualmente al cultivo, ha impulsado el desarrollo de técnicas de deshojado con sensores de contacto en el patín. Paralelamente, todos los fabricantes ofrecen una respuesta eficiente y económica a la defoliación con soluciones para lo que se denomina «deshojado mínimo».

Los métodos de despuntado y deshojado mínimo han sido rápidamente adoptados por los agricultores, ya que se traducen en rendimientos entre un 3 % y un 4 % superiores. En la mayoría de los países y empresas, los socios negociadores de la industria azucarera han acordado especificar una «remolacha objetivo sin hojas»; la tecnología ofrece la solución adecuada.

La defoliación con dos ejes de mayales frontales de funcionamiento independiente es una alternativa viable para la cosechadora autopropulsada de remolacha con tolva, tanto para la remolacha destinada a biogás como para la utilizada en la fábrica de azúcar. La defoliadora remolcada de 3 ejes, con o sin escarificador, se comercializa o se utiliza en sistemas bifásicos (por ejemplo, en el extranjero o en Europa del Este). Debe ser posible operarla, incluso en la versión de 12 hileras, a la misma velocidad que la cosechadora-cargadora remolcada por separado.

Logística de limpieza del suelo de remolacha

El procesamiento eficiente de la remolacha en las fábricas de azúcar (o plantas de biogás) requiere la gestión de grandes volúmenes de material. Con campañas de 120 días o más, las tolvas de remolacha deben cargarse continuamente. La cargadora de limpieza autopropulsada «Maus» desempeña un papel fundamental en este proceso. Todos los fabricantes han adoptado un ancho de entrada de 10 metros, con la ventaja patentada del ángulo de trabajo flexible de la plataforma de recogida.

Las palas más anchas y altas requieren la adaptación de la tecnología de recolección (y también de la tecnología de entrada en las cargadoras de limpieza), así como de las cadenas logísticas, que se apoyan y conectan mediante diversos programas informáticos. Un obstáculo constante es operar en condiciones difíciles y húmedas, con un alto porcentaje de suelo húmedo y pegajoso en las palas. La mayoría de los fabricantes han optado por utilizar siete rodillos (en lugar de seis) en la entrada, aguas abajo del sistema de elevación, lo que supone un 15 % más de superficie de limpieza. En cualquier caso, en el debate entre expertos sobre las ventajas de la limpieza con turbina o rodillos, se observa que depende del entorno. La tecnología de turbinas parece marcar la pauta entre los fabricantes de cosechadoras en cuanto a flexibilidad, peso, consumo de combustible y reducción de costes. Por otro lado, la entrada y limpieza con rodillos forman parte del equipamiento estándar para los fabricantes de palas mecánicas.

Las cargadoras estacionarias solo están disponibles para usos especiales (con una mesa de recogida para palas grandes); actualmente no se están realizando grandes avances en este campo.

Limpio y libre de piedras.

Para los proveedores de remolacha azucarera a una fábrica de azúcar, la cosecha se completa con una limpieza previa y la evaluación de la calidad externa (principalmente de tierra, objetos extraños y hojas). La situación es diferente en las plantas de biogás: se requiere limpieza en seco o húmeda y, sobre todo, la eliminación de piedras, según la ubicación y el tipo de suelo. Con el creciente interés de los operadores de plantas de biogás, un número cada vez mayor de fabricantes de maquinaria consolidados ofrece soluciones técnicas para preparar la remolacha (azucarera) adecuadamente. El procedimiento a seguir viene determinado por el método de conservación a largo plazo del material.

En este caso, el ensilado de remolacha entera se ha consolidado por su capacidad para minimizar pérdidas y costes. Las máquinas innovadoras y compactas —estacionarias o móviles— aprovechan las propiedades mecánicas y físicas de la remolacha azucarera, como su flotabilidad estática en el agua; el lavado de la remolacha puede realizarse al final del proceso, aunque no es imprescindible.

Telemetría – electrónica – rendimiento.

El desarrollo de la tecnología para la cosecha y el transporte de remolacha azucarera se caracteriza por el uso extensivo de la electrónica para las funciones de regulación y control, tanto en la fábrica de azúcar como en el fermentador de la planta de biogás. La tecnología de pantalla táctil busca simplificar aún más el trabajo del operario; las operaciones se automatizan cada vez más para mantener o aumentar la calidad del trabajo y los tiempos de preparación, incluso con el relevo de conductores en operaciones continuas. Los fabricantes ofrecen un paquete completo de conectividad: gestión de la cosecha, documentación en vídeo al segundo de todo el proceso de trabajo y logística de transporte con la fábrica de azúcar o la planta de biogás. El plan de transporte activa la tarea de cosecha para la comunidad agrícola o el contratista; en Alemania, la mayor parte de la cosecha se realiza entre explotaciones. Una vez finalizado el trabajo, esto sirve de base para la posterior apertura y retirada mecanizada de las garrafas, sin intervención manual, incluyendo el suministro de los datos necesarios para la facturación.

Las normativas más estrictas sobre emisiones de escape en la UE (se especifica la norma Euro V) exigen nuevas tecnologías de motor (con la incorporación de AdBlue) sin pérdida de potencia, pero esto no es necesario para la venta en países del Este. El funcionamiento de los vehículos a bajas revoluciones reduce el consumo de combustible y el volumen de producción, gracias a la creciente utilización de maquinaria de alto rendimiento.

La protección del suelo es fundamental.

La cosechadora autopropulsada de remolacha con tolva —generalmente de seis o nueve hileras, y a menudo también de doce— marca la pauta a nivel mundial. En combinación con la última tecnología en neumáticos, la tracción descentrada en máquinas de dos o tres ejes garantiza una cosecha eficiente que protege el suelo y crea un margen de tiempo durante los periodos de mal tiempo en otoño. Los avances en la tecnología de neumáticos (con la reducción de la presión de inflado a 1,4 bar y, por lo tanto, el aumento de la superficie de contacto) benefician principalmente al suelo. La estabilidad direccional, la adaptabilidad a pendientes laterales y la distribución del peso por eje se han mejorado gracias a sofisticados sistemas de suspensión (hidráulica). Los sistemas de cosecha sencillos de seis, ocho o doce hileras, remolcados y con defoliación independiente, diseñados exclusivamente para la eficiencia y la minimización de costes, actualmente solo se utilizan en las vastas llanuras de Rusia y Norteamérica. Los vehículos de transporte remolcados, con orugas que protegen el suelo, se utilizan ahora también con cosechadoras de remolacha equipadas con tolvas para el transporte intermedio en el campo, especialmente en terrenos extensos y con altos rendimientos. La variedad de proveedores en el sector del transporte (campo) ha aumentado significativamente.

Conclusión y perspectivas:

La limpieza y carga con la máquina «Maus» desempeñan un papel fundamental en la logística de la cosecha de remolacha. En países donde se realiza una limpieza previa en los márgenes del campo, la cargadora autopropulsada «Maus», con una boca de carga de 10 m, forma parte del procedimiento estándar. En países con grandes silos colectivos (por ejemplo, en Francia), la boca de carga se sustituye por una tolva que se carga con una cargadora de ruedas/excavadora. Las variantes más pequeñas, remolcadas o arrastradas, se están desarrollando actualmente solo para soluciones especiales (¡sobre todo para piedras!). La mecanización del cuidado de los silos, especialmente con tela no tejida, se ha consolidado a lo largo de las campañas agrícolas. La interconexión digital de la siembra, el cultivo, la cosecha, el cuidado de los silos y el transporte garantiza la optimización de toda la cadena de procesos. Asimismo, la digitalización de los sistemas electrónicos de a bordo, cada vez más avanzados, permite la integración del monitoreo del proceso de cosecha y la logística del transporte de la remolacha. Además, se presta especial atención a la comodidad y el entorno de trabajo del operario, factores clave para la calidad operativa y el rendimiento de la cosechadora.

El soporte de telemetría y los sistemas de pesaje integrados optimizan la cadena de procesos hasta el procesamiento

posterior de la remolacha azucarera, garantizando la monitorización y facilitando el mantenimiento y el servicio. Sin embargo, el contenido de suelo sigue siendo la variable desconocida en la cosecha. Todos los fabricantes trabajan en mejoras detalladas, centrándose sobre todo en reducir el peso de los vehículos, prolongar la vida útil de las piezas de desgaste y, en última instancia, ahorrar costes. La competitividad de la remolacha —para su uso en ingenios azucareros o plantas de biogás— se estabiliza e incrementa gracias a las innovaciones técnicas; a nivel mundial, esto sigue siendo fundamental. Los fabricantes de maquinaria restantes están presentes en todas las regiones productoras de remolacha importantes del mundo. Tras un desarrollo costoso para la automatización mediante sensores de las herramientas de elevación (por ejemplo, en función de la velocidad de elevación) con el fin de reducir la carga de trabajo del conductor, los resultados iniciales de proyectos con la participación de instituciones de investigación independientes se han lanzado al mercado en los últimos dos años.

El mensaje para las regiones productoras de remolacha de todo el mundo es que la tecnología más reciente y fiable en el campo (con conductores óptimamente capacitados) aumenta significativamente la competitividad de la remolacha y el azúcar.

Por Dr. Klaus Ziegler, Eibelstadt; Christoph Ott, Eibelstadt; Dr. Oliver Schmittmann, Bonn, Alemania.

El Maipo/Agricultura Global

Date Created

Noviembre 2025

www.elmaipo.cl