



Curso Básico de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.4.-

Maquinaria para la recolección de cosechas en la arte aérea de las plantas

Recolección de caña de azúcar

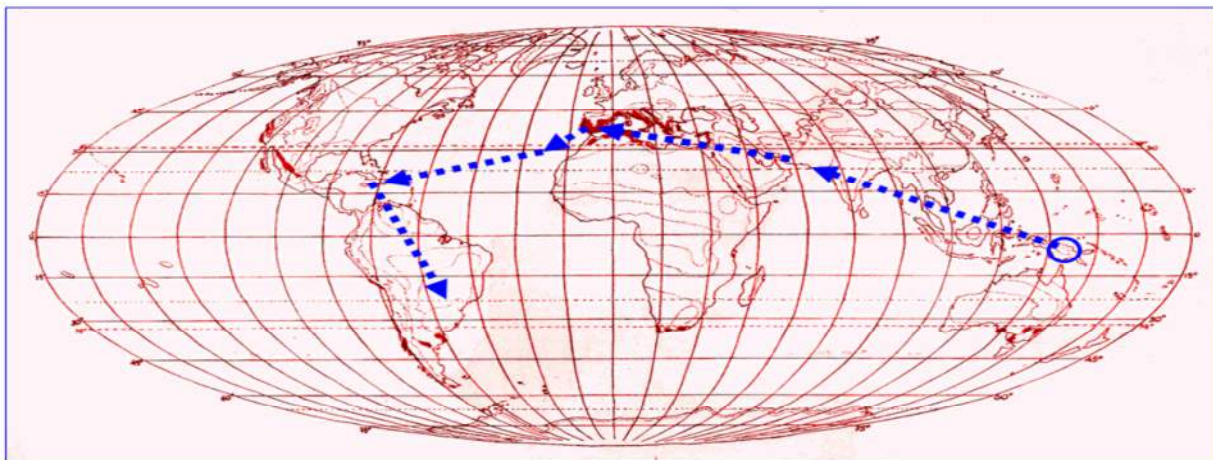
**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**

La caña de azúcar, cuyo cultivo ocupa más del 1.3 % de la superficie agrícola mundial, doble de la superficie dedicada al cultivo de la remolacha azucarera, es un especie vegetal bien adaptada a las zonas tropicales y subtropicales con abundantes lluvias y periodos secos.

Los altos niveles de producción de azúcar alcanzados con la caña en situaciones favorables, como lo son algunas zonas de Brasil, pero también de Centroamérica, India, Sudáfrica y Australia, la han convertido en un cultivo de referencia para producir, además de azúcar, bioetanol como combustible de automoción, con unos costes de producción competitivos con las gasolinas y balances energético y ambiental favorables. Esto ha hecho que la mecanización de la recolección de la caña de azúcar avance de forma muy significativa, aunque se mantienen procesos de recolección totalmente manuales en zonas de bajo nivel de desarrollo, o en suelos con fuertes pendientes que dificultan la recolección mecanizada.



Origen y recorrido de la caña de azúcar



La caña de azúcar tiene sus orígenes en Nueva Guinea y se extendió hasta la India, continuando por la China y el Próximo Oriente. A partir de una planta espontánea se obtuvo la especie *Saccharum officinarum*, que es la caña de azúcar que ahora se cultiva. La extensión del cultivo de caña de azúcar en el mundo la inician los árabes, con los que alcanza el Mediterráneo, en las situaciones climáticas que resultaban favorables. Así la trajeron a España en fechas relativamente tardías (en los Siglos XI y XII se encuentran referencias escritas de este cultivo). A partir de la península Ibérica, portugueses y castellanos difundieron el cultivo en las islas atlánticas, comenzando por Madeira, y también en Canarias. El aumento de la demanda de azúcar en el mercado europeo expandió el cultivo de la caña de azúcar, contando con la limitación que se producía por la baja disponibilidad de mano de obra en las islas atlánticas.

Con el descubrimiento de América la caña fue llevada a estas regiones. Las condiciones ecológicas eran muy favorables (insolación y lluvias) y daban lugar al crecimiento de las plantas cuando tenían las mayores necesidades hídricas. El modelo experimentado por los portugueses en Brasil prendió con fuerza, pero en la América española nunca llegó a tener la misma importancia. Entre los años 1580 y 1640 Brasil fue la más importante colonia azucarera del Atlántico y el primer suministrador de azúcar en el comercio internacional.



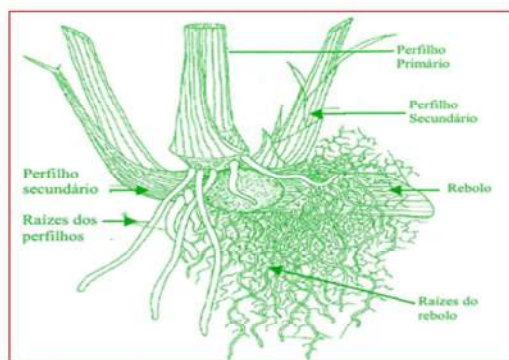
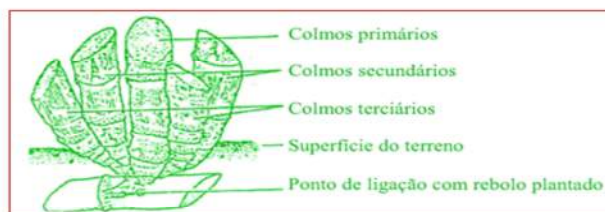
La caña de azúcar



- ☐ Planta pluriannual (gramínea) que se desarrolla a partir de un rizoma.
- ☐ Emite tallos (cañas) robustos: caña maciza con alturas entre 2 y 4 m, y un diámetro que puede llegar a 6 cm.
- ☐ A medida que crece las hojas inferiores en sombra se caen.
- ☐ Tasa de crecimiento elevada con altas temperaturas.
- ☐ Planta de día corto (floración cuando se acortan los días y pérdida de azúcar)
- ☐ Las heladas reducen sensiblemente la producción. Temperaturas de más de 15 °C (óptimo: 25 a 30 °C).
- ☐ Producción relacionada con la pluviometría (o el riego)



Plantación de la caña



- ❑ **Plantación vegetativa con trozos de caña (esquejes - mudas).**
- ❑ **Se colocan sobre un surco a profundidad entre 25 y 30 cm y se cubren con tierra.**
- ❑ **Se necesitan unas 7 a 12 t/ha de caña para la plantación (desperdicio: hasta 20 t/ha).**
- ❑ **Plantación para 90 a 150 mil tallos/ha (cañas) en la recolección.**
- ❑ **Proceden de la parte central de los tallos con 8 a 10 meses de edad.**

La caña de azúcar es un gramínea plurianual que se desarrolla a partir de un rizoma. Emite tallos (cañas) robustos: caña maciza con alturas entre 2 y 4 m, y un diámetro que puede llegar a 6 cm; a medida que crece las hojas inferiores en sombra se caen. La tasa de crecimiento es alta con elevadas temperaturas y la producción está relacionada con la pluviometría (o el riego). Se obtienen producciones medias entre 45 y 150 t/ha.

Planta de día corto (floración cuando se acortan los días y pérdida de azúcar). Las heladas reducen sensiblemente la producción. Se necesitan temperaturas de más de 15 °C con un óptimo entre 25 a 30 °C.

La plantación vegetativa se realiza con trozos de caña (esquejes o mudas), que se colocan sobre un surco a profundidad entre 25 y 30 cm y se recubren con tierra. Los esquejes proceden de la parte central de los tallos con 8 a 10 meses de edad.

En las plantaciones convencionales brasileñas la distancia entre filas es de 1.50 m, aunque la tendencia actual es la de plantar en líneas pareadas (con 0.40 m de distancia) y 1.40 m de separación para las calles por las que circulan las máquinas. Las más modernas cosechadoras están diseñadas para recoger las líneas pareadas. Además, es importante que la superficie del suelo quede plana para facilitar el corte de la caña en la recolección mecanizada.



Propagación de la caña de azúcar



Para la plantación se colocan las cañas enteras en los surcos previamente abiertos, o bien los esquejes, o mudas, situados unos a continuación de otros. En la actualidad se ha iniciado la utilización de pequeños esquejes con una longitud de unos 6-8 cm, que se sitúan en el surco con una máquina similar a las plantadoras de patatas, con lo que se reduce considerablemente la cantidad de material vegetal necesario para la plantación.



Plantadoras de caña (convencional)

Curso Básico de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Agua para facilitar la brotación

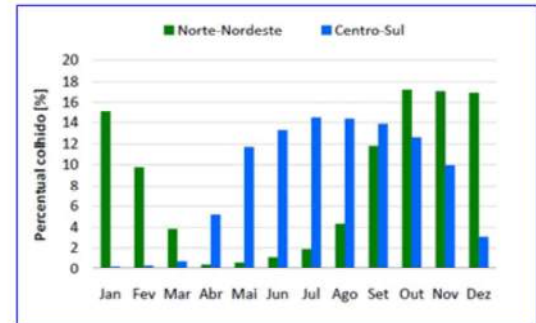


Prevía a la plantación se necesita una buena preparación del suelo, con la eliminación de suelas de labor utilizando subsoladores y descompactadores. La preparación del suelo va unida a la fertilización de fondo con abonadoras localizadoras. La localización del fertilizante se realiza tomando en consideración las líneas de plantas.



Mecanización para pequeñas y grandes explotaciones

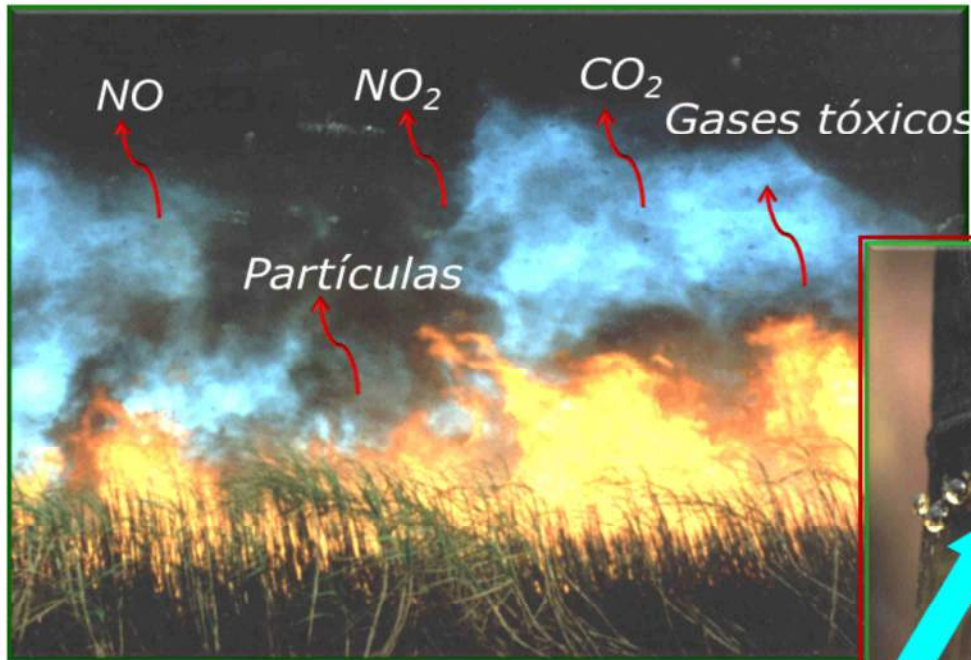
Curso Básico de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para las grandes explotaciones se generaliza el empleo de cosechadoras autopropulsadas, mientras que en las pequeñas se recurren a máquinas arrastradas en zonas con nivel de desarrollo más elevado. En ambos casos se procede al troceado de la caña cortada, a la vez que se elimina la parte alta de la caña (ragua) por su bajo contenido en azúcar.



Quemado de la caña



Pérdidas de jugo por exudación



Los pequeños cultivadores de caña y cuando se cultiva en suelos con fuertes pendientes, la corta de la caña es manual y se entrega la caña entera agrupada en gavillas. En el caso del corte manual de la caña es frecuente su previo quemado para facilitar el trabajo. Las limitaciones ambientales establecidas en algunos Estados de Brasil están imponiendo la prohibición de quemar la caña.

Durante mucho tiempo la quema de la caña se ha considerado un mal necesario, ya que facilita el proceso de recolección, tanto manual como mecanizado, pero en la actualidad la tendencia es a trabajar sobre caña cruda, especialmente en la recolección mecanizada.

Cuando se quema de la caña, el proceso de molturación hay que realizarlo antes de que hayan transcurrido 36 horas de la quema. En muchas regiones la quema se realiza por la tarde, para iniciar la recolección en la mañana del día siguiente.



Recolección con corta manual



En algunas regiones, como son las del NE brasileño, el cultivo de la caña se realiza sobre suelos con fuertes pendientes, por lo que la corta y el acarreo de la caña tiene que hacerse de forma manual, generalmente con el previo quemado de la caña. En el Centro-Sur de Brasil, cuando la corta se realiza de forma manual para la recogida y carga se utilizan cargadoras con pinzas.

El corte manual de la caña hay que realizarlo próximo a la superficie del suelo, dejando un tocón de menos de 2 cm. Simultáneamente se limpia la caña y se corta la parte más alta de la caña (ragua) por su bajo contenido en azúcar. La capacidad de trabajo del cortador está entre 2.5 y 3.0 t en jornada de 8 horas, y puede aumentar con el machete australiano en un 50%. También aumenta la capacidad de trabajo con la caña quemada.

El quemado se realiza sobre parcelas con una superficie de 5 a 10 ha, con la intervención de 3 o 4 personas, para lo que se necesita un tiempo que varía entre 15 minutos y 3 horas. Antes de realizar la quema hay que cortar la caña en las calles que limitan las parcelas. Durante el proceso de quema se necesita contar con la vigilancia de bomberos con camiones que pueden intervenir en el caso de que el fuego se des controle.



Recolección mecánica de la caña



El proceso de la recolección mecanizada de la caña de azúcar no solo incluye el corte, sino que hay que considerarlo como un conjunto de operaciones que incluye corte y limpieza, carga, transporte y entrega en la recepción del ingenio azucarero.

Cuando se trabaja con altos volúmenes de cosecha, y de forma continua, ya que el periodo en el que hay que cosechar la caña es relativamente corto y se necesita el suministro uniforme de la materia prima al ingenio, la logística del proceso resulta de gran importancia.

Se pueden establecer dos modelos de recolección mecanizada. El que se utiliza en pequeñas explotaciones, o en zonas de difícil mecanización integral, como son las plantaciones en suelos con fuertes pendientes, en las que las cañas cortadas se agrupan con cargadoras telescópicas dotadas de pinzas para la carga de remolques y camiones.

El otro sistema se basa en la mecanización integral de la recolección, y la cosechadora de caña realiza el corte y el troceo de la caña, junto con la eliminación de las hojas y demás impurezas que la acompañan, incluida la parte alta de la caña. La caña cortada se trocea y se deposita en un remolque o camión que circula en paralelo con la cosechadora. Cuando la tolva se llena, el remolque se separa y deja paso a otro vacío que ocupa su lugar, de forma que la cosechadora en ningún momento interrumpe su trabajo.



Cosechadoras de caña



En la actualidad se ha generalizado la utilización de cosechadoras autopropulsadas de caña de azúcar, que realizan el troceado y la limpieza de la caña antes de descargar sobre el camión que la transporta al ingenio.

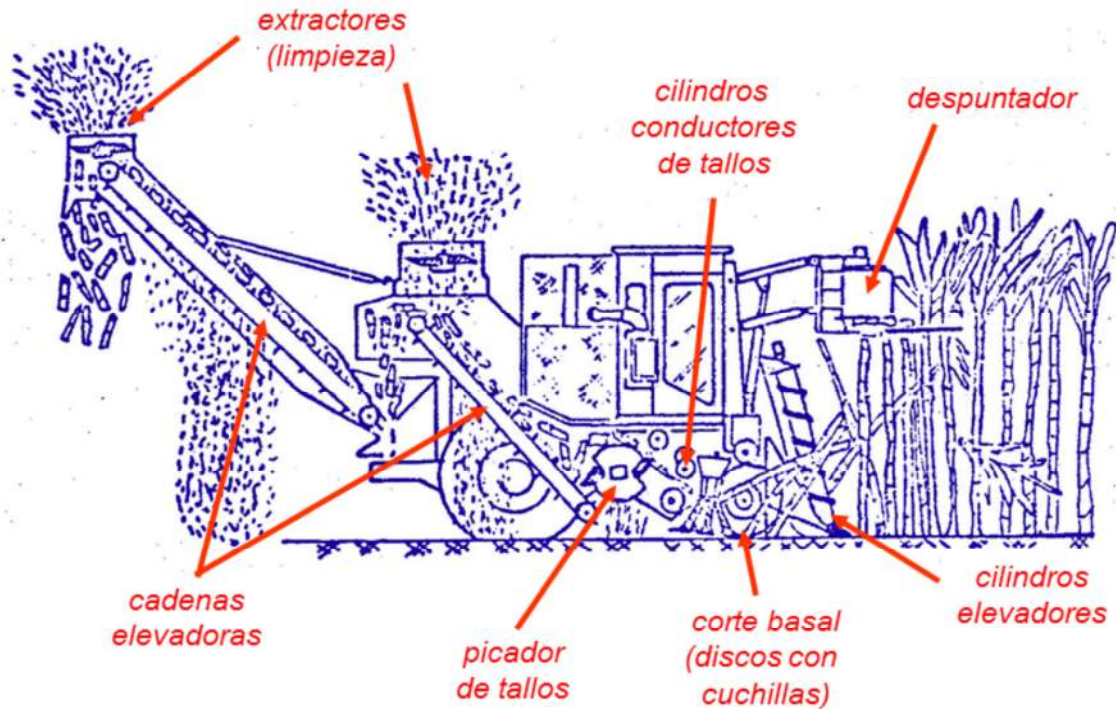
Estas máquinas han evolucionado desde los primeros modelos aparecidos en los años '50 del pasado Siglo XX. Inicialmente los diseños realizaban la corta de la caña entera que se carga sobre un remolque que circulaba en paralelo. Marcas como Santal, Cameco, Mac Connel, Copersucar y Motocana marcaron un camino, que progresivamente lo han continuado los grandes Grupos Industriales.

En la actualidad el mercado de cosechadoras de caña lo dominan CNH con la marca Case, John Deere, que desarrolló su producto después de adquirir Cameco, y Santal que pertenece al Grupo AGCO.

Claas, que desarrolló una de las primeras cosechadoras autopropulsadas de caña de azúcar, capaz de trabajar con caña cruda, no ha realizado nuevos desarrollos, aunque sus máquinas siguen trabajando en algunas regiones cañeras



Esquema de una cosechadora de caña



La estructura de las cosechadoras modernas es bastante similar en todas las marcas. Disponen de una unidad de corte de la caña que actúa a nivel del suelo, y la caña cortada se eleva hasta la unidad que se encarga del troceado. La eliminación de las impurezas que acompañan la caña se realiza mediante la acción de ventiladores cuyas paletas también realizan el picado de las mismas. El corte basal lo realizan dos discos con cuchillas situados en el extremo inferior de dos cilindros contra-rotantes.

Realiza el corte de la caña. El troceado de los tallos y la eliminación de las hojas y otros elementos considerados como impurezas



Esquema de una cosechadora de caña



despuntador

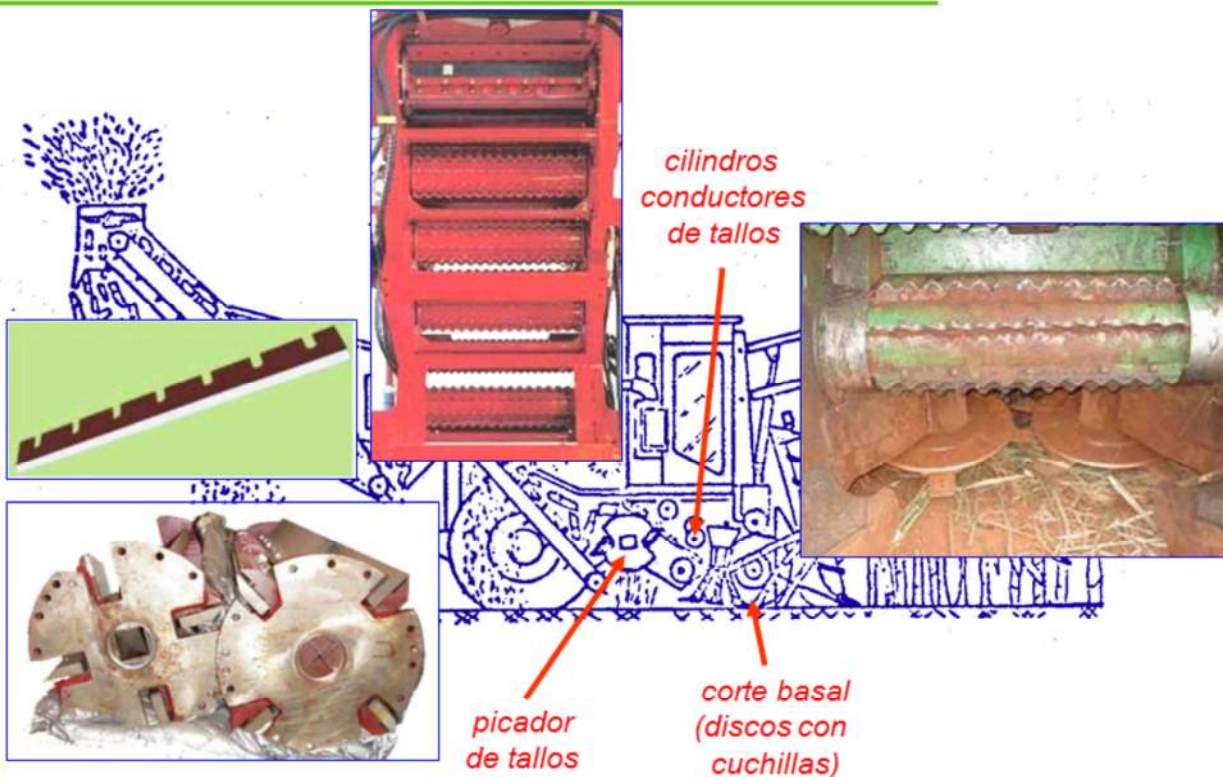
cilindros
elevadores

Estos discos se sitúan en la parte baja del cabezal cortador, que dispone de divisores cilíndricos con resaltes helicoidales y cilindros horizontales que fuerzan los tallos para que entren en el cuerpo de la cosechadora.

Por encima del cabezal se sitúa el despuntador, cuya posición puede modificarse para adaptarse a la altura de la caña. Su función es la de cortar y picar la parte alta de la caña, para lo que se utilizan tambores con cuchillas triangulares cuya altura puede ser diferente en función de la parte de la caña que se quiera eliminar. El corte de la parte alta de la caña la realizan dos discos accionados mediante motores hidráulicos.



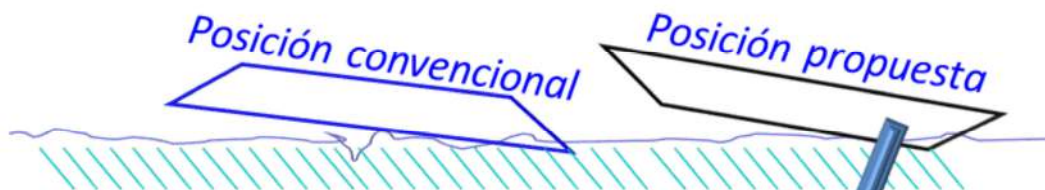
Esquema de una cosechadora de caña



La caña cortada se eleva en el interior de la máquina mediante un conjunto de cilindros dotados de resaltes y se hace pasar por la unidad de picado, formada por dos cilindros dotados de cuchillas en su periferia, que se encargan de trocear la caña que pasa entre ellos manteniendo uniforme la longitud de los trozos (rebolos). Estos pasan a las cadenas elevadoras que llevan el material a un elemento de descarga, que los deposita sobre el remolque que acompaña a la cosechadora.



Posición de las cuchillas



***Aumento de la vida útil y
menor daño a las raíces***



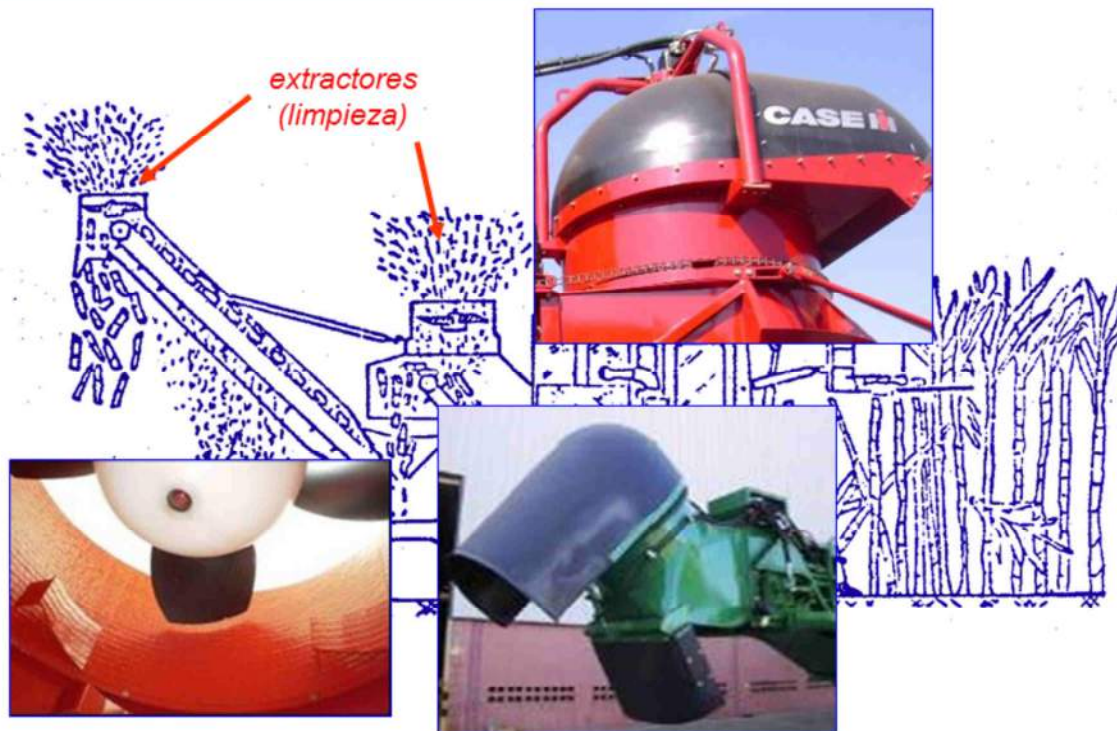
Las cuchillas de los discos cortadores son reversibles y trabajan a ras del suelo; sufren un desgaste intenso, lo que obliga a cambiarlas varias veces por jornada, para lo que se necesita la parada de la máquina.

Una cuchilla doblada obliga a la parada de la máquina para sustituirla; sin embargo se suele seguir trabajando con alguna cuchilla rota, aunque baje la calidad del corte de la caña.



Esquema de una cosechadora de caña

Curso Básico de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

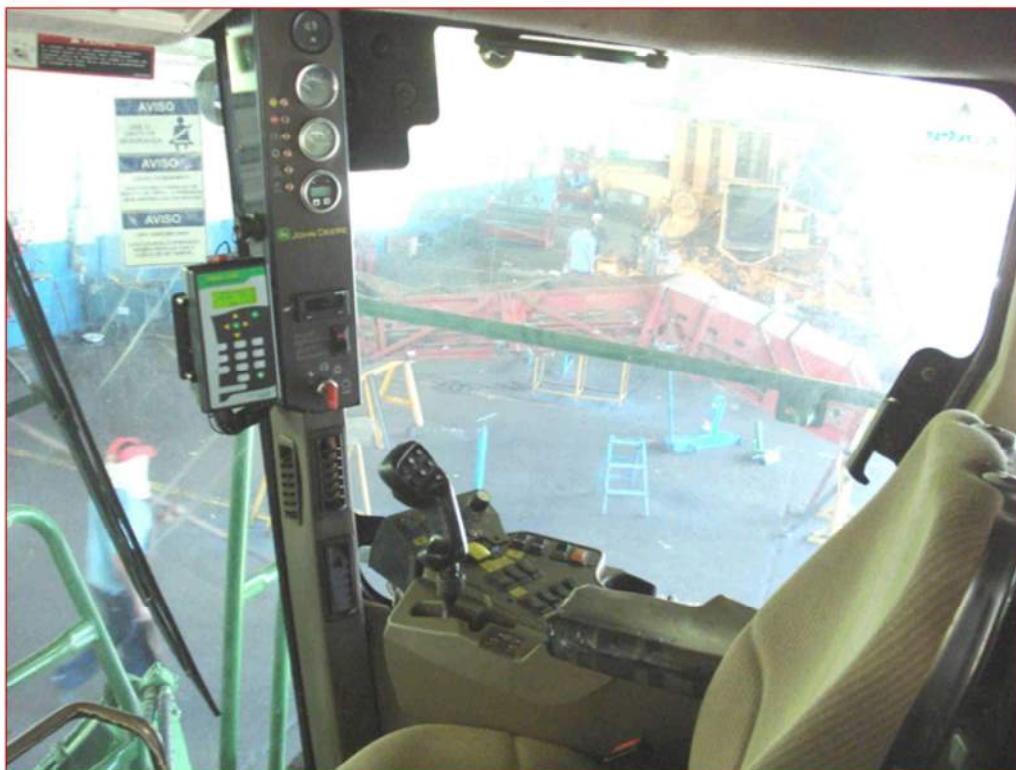


En este recorrido actúan los extractores-limpiadores que retiran las hojas y otros elementos extraños que acompañan a los tallos.

El conjunto de mecanismos que forman parte de una cosechadora de caña de azúcar suelen estar accionados mediante motores hidráulicos, lo que exige prestar especial atención a las conducciones por las que circula aceite con alta presión. Como consecuencia de la agresividad de la caña sobre las conducciones, las pérdidas de aceite pueden ser elevadas si no se realiza un mantenimiento apropiado.



Puesto de conducción



El puesto de conducción es similar al de las cosechadoras de cereales, e incluye sistemas de guiado automático que permite seguir las líneas de plantación. Se presta particular atención a los sistemas de control de incendios, siendo frecuente situar los extintores en una posición que permiten apagar cualquier fuego que se produzca en el habitáculo del motor de manera automática.



Cosechadora de diseño actual



Un punto crítico en las cosechadoras de caña son los elementos de propulsión y guiado. Cuando hay que trabajar en suelos con pendientes de más del 2-4% es preferible utilizar la propulsión mediante cadenas, en alternativa a las ruedas neumáticas. Estas cadenas son similares a las que montan los tractores de cadenas metálicas y soportan en conjunto las 18-20 toneladas del peso de la cosechadora de caña.

Una cosechadora de caña con una capacidad teórica de 80 a 100 t/h, que trabaja 24 horas por día y todos los días de la semana, solo interrumpe su trabajo para el abastecimiento de combustible, el mantenimiento programado y el cambio de cuchillas, salvo que se produzcan averías. Este mantenimiento se realiza en la propia parcela con camiones-taller que se desplazan a las zonas en las que trabajan las máquinas. La capacidad efectiva se reduce un 50% con respecto a la máxima de la máquina, por lo que para conseguir mejorar la eficiencia real en campo se analiza los sistemas de trabajo con el objetivo de evitar los tiempos muertos, de los que forman parte los procedimientos de cambios de los remolques que recibe la caña cortada para que la cosechadora no tenga que interrumpir su trabajo.



Ensayo de la calidad del trabajo



Separación de raíces



Tallos mal cortados



**puntas
raíces**

**Tallos bien cortados
(15-30 cm)**



La evaluación de las pérdidas de cosecha en las cosechadoras de caña de azúcar es muy laboriosa, ya que son muchos los elementos que hay que cuantificar, lo que exige que un gran número de personas participen en la evaluación.

En el proceso, además de valorar el residuo dejado por la máquina en el campo, determinando las causas por las que se produce, hay que cuantificar, sobre muestras tomadas en la tolva de la máquina, los tallos bien cortados (15 a 30 cm), las puntas y las raíces presentes.



Transporte en campo y carretera



Caña picada

Los remolques que reciben la caña procedente de la cosechadora descargan generalmente por basculamiento de la tolva sobre camiones y vuelven a una posición de espera detrás del remolque que está recibiendo la caña cortada. Los sistemas de guiado automático en cosechadoras y tractores con remolque, junto con el software para la gestión de flotas de vehículos, ofrecen grandes posibilidades para mejorar la capacidad efectiva de las cosechadoras de caña.



Transporte en campo y carretera



Caja de aluminio



35 t neto



60 t neto

Caña entera



40 t neto

Para el transporte de la caña hasta el ingenio azucarero se utilizan camiones con semi-remolque que arrastran varios remolques. Con caña troceada la caja debe estar cerrada; cuando la caña se transporta entera se admite una caja abierta tipo jaula.



Equipo auxiliar



taller auxiliar de campo



combustible y lubricante



***incendios
y limpieza***

Como las cosechadoras de caña trabajan 24 horas al día, se necesita equipos auxiliares de campo que realicen el mantenimiento y el suministro de combustible en el campo.

Además hay que contar con equipos para el control de fuego que se puede producir en la parcela.