



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5_1.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

Vendimia mecánica

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

La vendimia manual exige entre 150 y 200 horas-hombre por ha, por lo que ha sido conveniente la búsqueda de sistemas que permiten su mecanización, aunque esto signifique un cambio en las formas en las que se conduce la plantación.

Los marcos de plantación condicionan la anchura de los tractores que pueden circular entre las líneas. Se adaptan al viñedo:

- Tractor viñero: permite trabajar sobre una entrelínea con un espacio mínimo de pasada de 0.90 m.
- Tractor estrecho, también designado como compacto y frutero: permite trabajar sobre una entrelínea de más de 1.25 de espacio libre de vegetación.
- Tractor de arco alto, también denominado zancudo: es el único que puede trabajar con espacios libres inferiores a 0.90 m, con las ruedas de cada lado en interlíneas diferentes.



Vendimia mecanizada

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Fue a mediados del siglo XX, después de la 2ª Guerra Mundial, cuando se empezó a considerar la necesidad de mecanizar todas las operaciones sobre la viña, incluidas las de recolección, especialmente en las zonas más desarrolladas, a medida que se reducía la mano de obra disponible en el campo. Fue en USA y en algunas zonas de Francia, donde se inicia la búsqueda de soluciones para la recogida mecánica de la uva. Casi medio siglo ha costado que las máquinas sean aceptadas con la misma naturalidad que las cosechadoras para los cereales.

El camino recorrido no ha sido fácil; las máquinas han evolucionado, pero para que puedan funcionar con eficacia se ha necesitado una modificación considerable de las formas de manejo de la viña. Se ha visto que la espaldera es la mejor forma para conseguir que el binomio máquina-cultivo se integren a la perfección.

No todo está resuelto. Para la producción de vino en determinadas Denominaciones de Origen la mecanización integral de la vendimia no resulta admisible, ya que se modifican aspectos esenciales del proceso de obtención del mosto, pero en los grandes viñedos dedicados a la obtención de vinos de primera calidad, se ha demostrado, y de aquí su extensión en Francia, que las vendimiadoras permiten la recogida de la uva con rapidez y eficacia, con oportunidad, con elevada rentabilidad y sin consecuencias para el vino elaborado con este mosto.



Etapas en la vendimia mecanizada

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Al principio se buscaron soluciones para resolver la parte de la vendimia manual que resultaba más dura para los vendimiadores, diseñando sistemas mecánicos para el manejo y vaciado de recipientes de vendimia.

En una segunda etapa aparecieron las máquinas agrupadoras y cargadoras alimentadas directamente por el vendimiador. Soluciones como estas se siguen aplicando en viñedos con uvas que no admiten la vendimia mecánica integral.

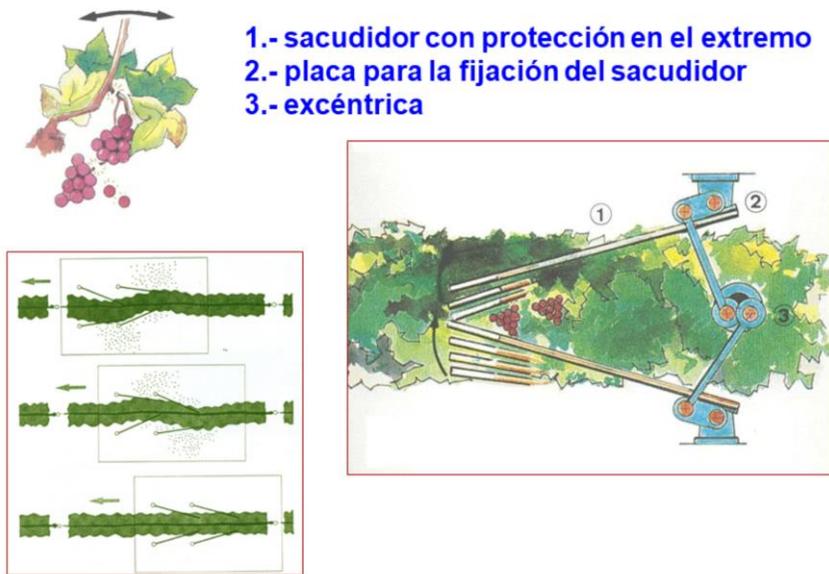
En la tercera etapa se introducen sistemas que también se encargan del corte del racimo y/o la separación de las uvas sin ningún tipo de intervención manual. Las barras de corte, las corrientes de aire a alta velocidad, el golpeteo, la vibración, las sacudidas directas o indirectas, llevaron a multitud de soluciones mecánicas, de las cuales han sido los sistemas de sacudidas laterales los que se han impuesto y se aplican en la maquinaria actual.

En una cuarta etapa se desarrollan máquinas que desprenden la uva mediante aspiración con cazoletas aspiradoras que los vendimiadores ponían en contacto con el racimo.

La quinta y última etapa se inicia con el desarrollo de máquinas de recolección integrales, que realizan en proceso completo sin más intervención manual que la del conductor de la máquina.



Principio de las sacudidas laterales



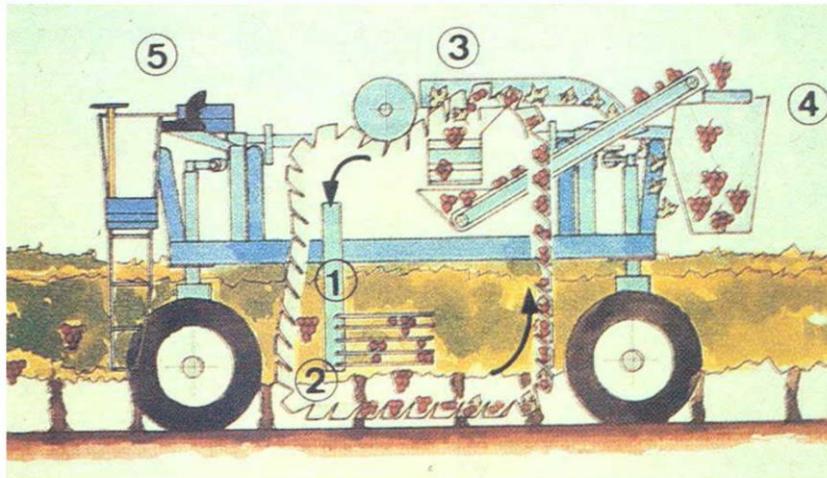
La vendimia por sacudida, en sus diferentes variantes, se ha impuesto en las vendimiadoras actuales.

Los sistemas con sacudida lateral desplazan horizontalmente la vegetación de un lado a otro de la fila de cepas, generando unas aceleraciones sobre el racimo que provocan el desprendimiento de la uva, y también del racimo completo o partes de éste. Esta forma de sacudida ofrece ventajas, ya que se adapta a diferentes tipos de conducción de la viña.

Las vendimiadoras realizan la recolección de la uva provocando el desprendimiento de las bayas y del racimo entero o en porciones. Si se produce el desprendimiento de las bayas, el escobajo queda unido a la planta.



Esquema de funcionamiento



1.- cabeza de recolección

2.- cadena continua de cestas

3.- ventilador de limpieza

4.- tolva de almacenamiento

5.- puesto de conducción

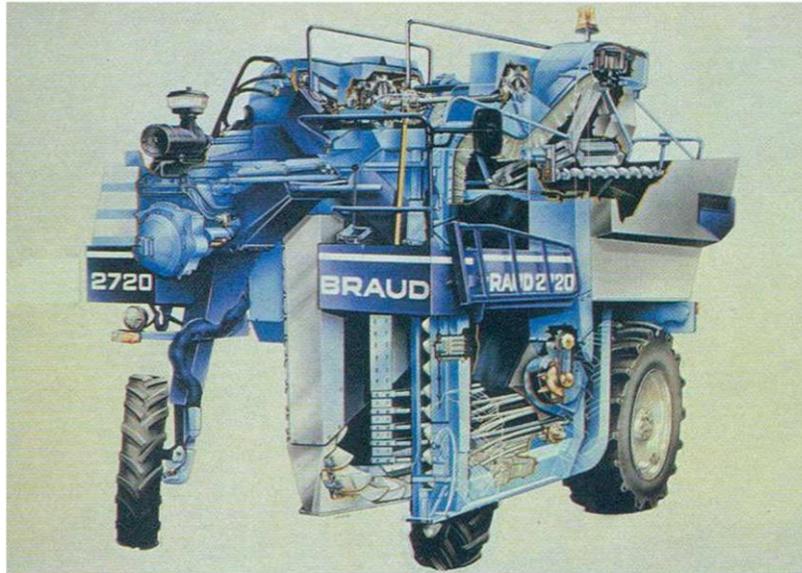
Este material se eleva hasta una tolva en la que se almacena para posteriormente pasarla al remolque de vendimia que se encarga de su transporte hasta la bodega.

Para conseguir el derribo, en las vendimiadoras modernas, se utiliza un sistema de barras flexibles dotadas en el plano horizontal de un sistema de vibración de alta frecuencia y baja amplitud, que producen en el conjunto de la espaldera un movimiento oscilante amplificado por la inercia que se deriva del peso de las bayas suspendidas de sus pedúnculos.



Vendimiadora autopropulsada

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



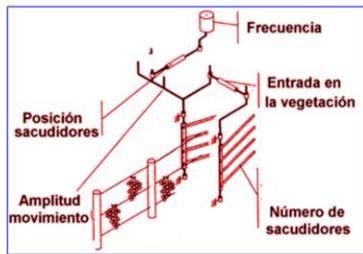
Se han sustituido las barras flexibles que producían el derribo mediante el golpeo de la espaldera.

Ahora las barras que generan la vibración se ajustan perfectamente a la vegetación para conseguir el derribo de las bayas enteras o incluso de los racimos, con un mínimo derribo de hojas y tallos.

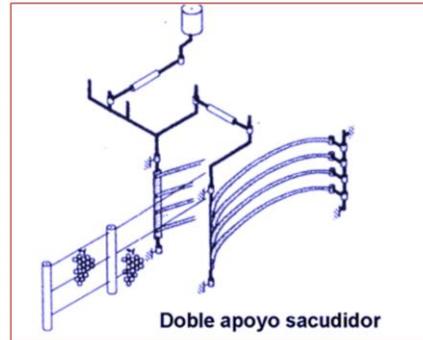
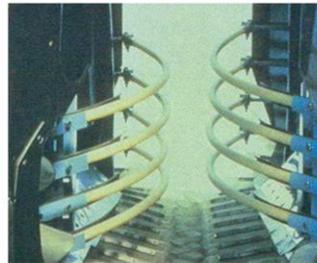


Esquema del funcionamiento de los sacudidores

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Apoyo simple de los sacudidores



Como material para los sacudidores se utiliza generalmente la fibra de vidrio.

En las primeras vendimiadoras los sacudidores simples se montan ligeramente inclinados hacia el suelo, sobre unas placas de las que reciben el movimiento de oscilación.

Ahora los sacudidores de cada lado constituyen un túnel que se auto ajusta en posición a la espaldera mediante una suspensión pendular con cables o bielas. El accionamiento de los sacudidores se realiza mediante motores hidráulicos que actúan sobre las excéntricas que generan la vibración.



Cabezal con los sacudidores



Gregoire



Braud – New Holland

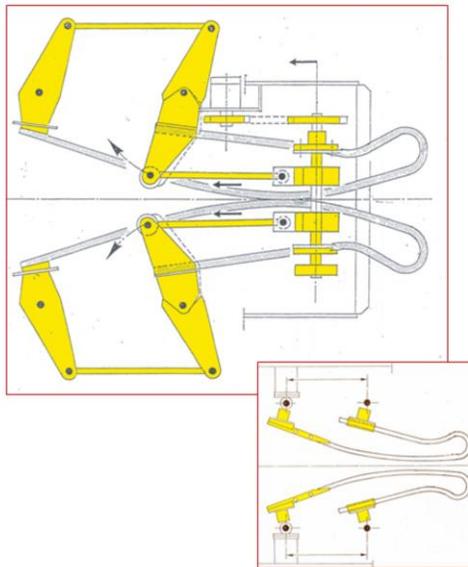
En las modernas vendimiadoras los sacudidores son cerrados y pueden tener diferentes puntos de articulación.

En general se utilizaban dos filas de varillas en cada lado, que actúan en alternancia de fase para conseguir, sobre el conjunto de las cepas apoyadas en los alambres, un movimiento sinusoidal que se encargaba de desprender la uva.



Cabezal Gregoire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

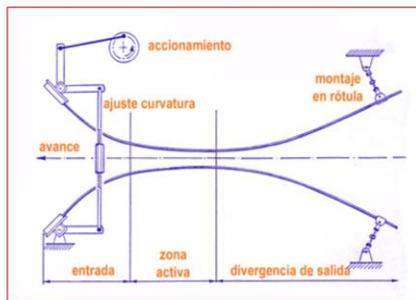
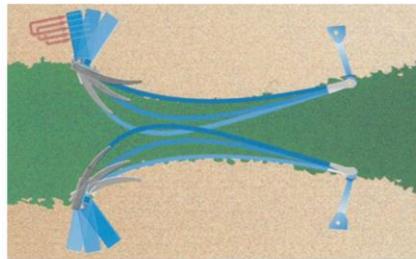


Las máquinas con sacudidores en forma de arco admiten modificar la separación entre los sacudidores para que crucen más o menos sus trayectorias sobre la espaldera (ajustable a las características de la espaldera y el nivel de vegetación para que no se produzcan choques) y la frecuencia de vibración puede ajustarse entre 0 y 600 ciclos por minuto, trabajando habitualmente en el rango de 400 y 600.



Cabezal New Holland

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

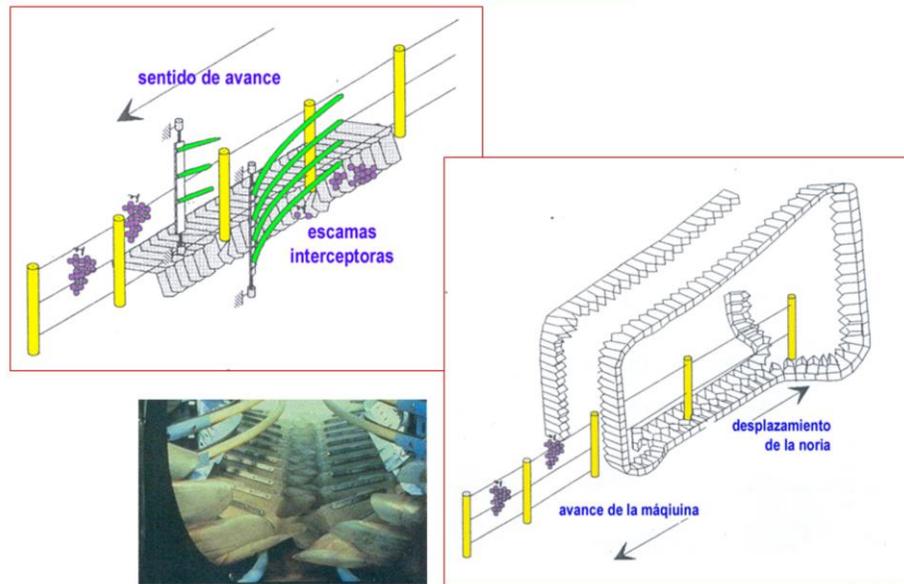


Braud-New Holland utiliza un sistema de sacudidores con puntos de apoyo delantero y trasero. La curvatura de las varillas hace que se forme un embudo en la entrada de la vegetación, de manera que se obliga a ésta a un contacto permanente con los sacudidores en la zona activa, que la liberan progresivamente a medida que avanza la máquina. Con este sistema la frecuencia de vibración se puede reducir hasta 300-340 ciclos/minuto.



Elementos de recogida y elevación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La uva desprendida cae sobre los elementos de recogida formados por unas pantallas de material plástico, con aspecto de “escamas”, articuladas por su extremo más agudo, que se mantienen en posición para impedir que la uva derribada pueda caer al suelo. Los resortes que mantienen la posición de cierre permiten que se desplacen para dejar pasar los troncos de las cepas. El avance de la máquina hace que las cepas vayan desplazando progresivamente las pantallas, pero siempre se mantiene ajustada su posición a los troncos para impedir la pérdida de cosecha, aunque sin golpes que puedan dañar el tronco de las plantas.

Como modificación más significativa del sistema de recogida se encuentra la utilización de cestas de material plástico, que se van colocando en el suelo a medida que avanza la máquina, al encontrarse unidas a una cadena que les obliga a moverse como los cangilones en una noria. El ajuste perfecto de las cestas, gracias a su flexibilidad, ofrece un cierre estanco por debajo, sin que se golpeen las cepas en el avance. En este caso, las propias cestas se encargan de transportar la cosecha hasta la tolva; con escamas interceptoras se utilizan cintas transportadoras, o cangilones laterales, que agrupan el material y posteriormente lo elevan al nivel de la tolva.



Recogedor de cestas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez





Ajuste de las cestas a la cepa

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez





Eliminación de tallos y hojas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



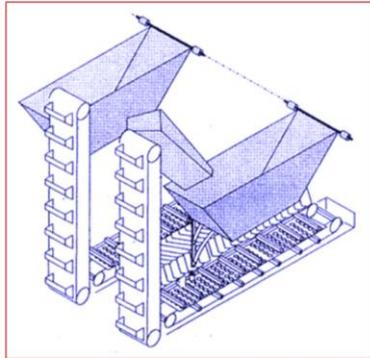
- 1) Entrada del material
- 2) Aspirador de hojas
- 3) Caída del material pesado
- 4) Picador de sarmientos
- 5) Paletas del ventilador

Picador de sarmientos

En la elevación se suele incluir un sistema de eliminación de hojas en dos etapas (mediante uno o dos ventiladores por cada lado), al comienzo, evitando el contacto de las uvas derribadas con las hojas, y antes de la llegada del material a la tolva, completando la limpieza. Es frecuente que los ventiladores incorporen picadores de sarmientos para facilitar la separación de los que se desprenden junto con las hojas y el racimo.



Tolvas de almacenamiento



Descarga por basculamiento

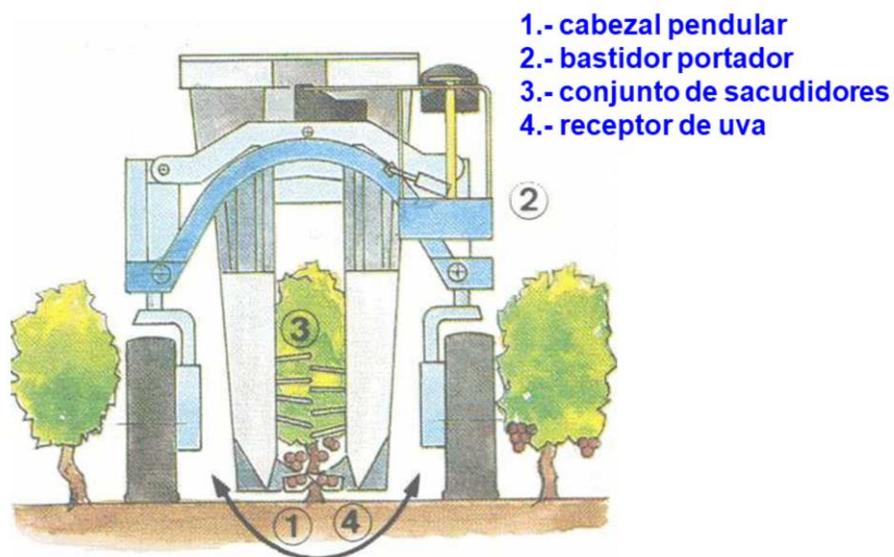


Las tolvas, construidas de material resistente a la oxidación, de cualquiera de los tipos recomendados para la industria alimentaria, al igual que todos los elementos que pueden estar en contacto con la uva, retienen la masa de vendimia para descargarla posteriormente sobre remolques especiales que la trasladan rápidamente a la bodega.



Vendimiadora autopropulsada en posición de recolección

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El conjunto de sacudidores y de elementos recogedores va montado sobre un cabezal, dotado de movimiento pendular, que permite adaptarse a la alineación de las cepas, así como ajustarse en altura para actuar sobre la zona donde se encuentran los racimos.

La altura mínima sobre el suelo a la que puede recogerse la uva es de unos 15 cm, aunque se recomienda que los racimos se encuentren a más de 40 cm del suelo.



Bastidor y puesto de conducción

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Otro aspecto importante que han tenido en cuenta los diseñadores es la posición del puesto de conducción para garantizar la máxima visibilidad, especialmente en la zona de vendimia, lo que condiciona la estructura general de la máquina, la posición de las tolvas y su forma de vaciado.

Las vendimiadoras de mayor capacidad de trabajo son autopropulsadas, de construcción compacta, con una masa de 4 a 6 toneladas y un motor de 80 a 120 CV de potencia. Estas máquinas se fabrican con una estructura de tractor zancudo apoyado en cuatro ruedas.

Las capacidades de las tolvas pueden superar los 2000 litros en las vendimiadoras de mayor tamaño y sus motores ofrecen potencias entre 150 y 180 CV.

Pueden establecer tres categorías en función de la capacidad de trabajo de las máquinas autopropulsadas. Las pequeñas, con motores de menos de 90 CV, pueden ofrecer una capacidad de trabajo de 3 a 5 h/ha; las medianas, con potencia de motor entre 90 y 120 CV, alcanzan una capacidad de trabajo entre 2.5 y 4.5 h/ha; las grandes, con potencias de motor de más de 125 CV, ofrecen capacidades de trabajo de hasta 1.5 a 2.0 h/ha.



Sistema modular (vendimiadora y pulverizador)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

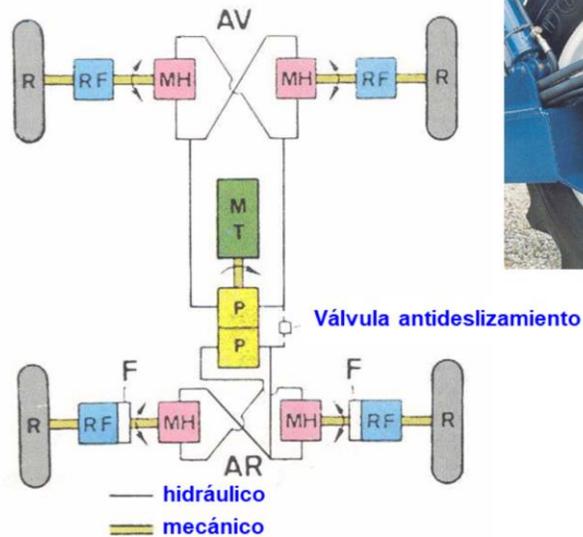


En ocasiones se considera que el bastidor de la máquina, al que se le retira el cabezal de vendimia, puede convertirse en una unidad propulsora para equipos que realizan otras operaciones de cultivo, como prepoda, empalizado o tratamientos fitosanitarios en el viñedo.



Transmisión hidrostática

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La transmisión del movimiento a las ruedas es hidrostática con una bomba para las ruedas delanteras y otra para las traseras; los dos circuitos hidráulicos pueden estar conectados por una válvula antideslizamiento. La dirección hidráulica servo-asistida se controla median el volante para las ruedas delanteras y por pedales en las traseras, lo que permite el giro a 90°.

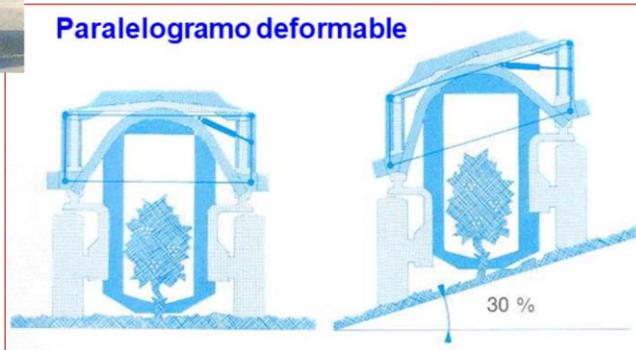


Adaptación a la pendiente



Autonivelante
hasta 30°

Paralelogramo deformable



Utilizan un sistema de corrección de pendientes controlado por cilindros hidráulicos de doble efecto, que actúan sobre un paralelogramo articulado que permite mantener vertical el cabezal de vendimia en pendientes de hasta el 30%.



Preparación de las parcelas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



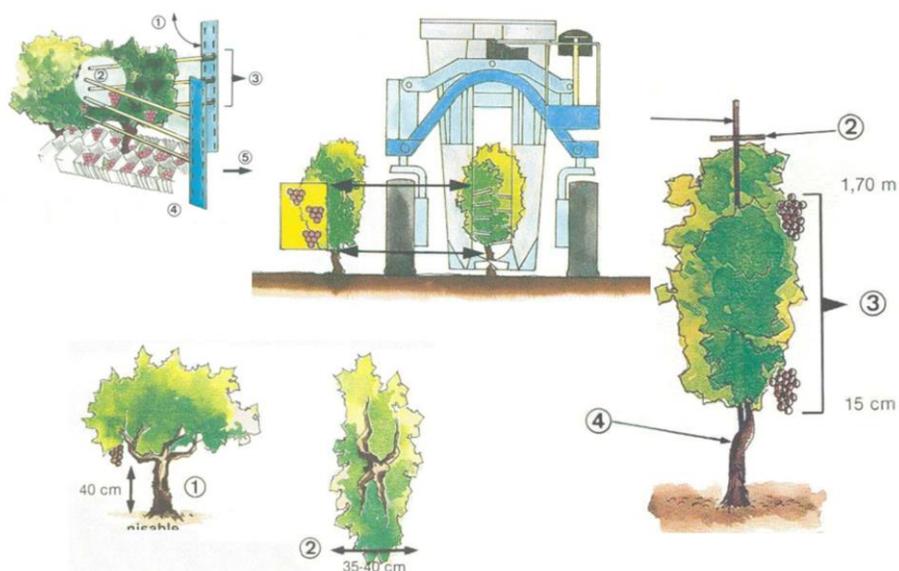
- 1.- camino de acceso
- 2.- longitud de línea
- 3.- vueltas en cabeceros
- 4.- pendiente (<math><30\%</math>)
- 5.- obstáculos

Para estas máquinas se ofrecen como opción sistemas de guiado automático por GNSS, así como sensores para automatizar los reglajes de la máquina, con la posibilidad de realizar vendimia diferenciada en función de la calidad de la uva.



Posición de los racimos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



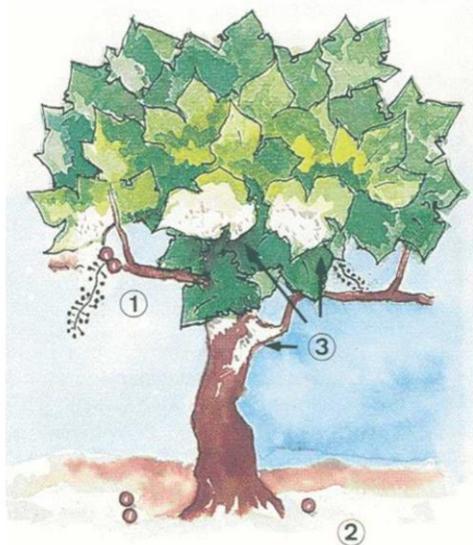
Para conseguir la máxima eficacia en la recolección de la uva con vendimiadora, reduciendo al mínimo las pérdidas de cosecha, se recomienda:

- Adaptar la viña a las características de las vendimiadoras, especialmente a los elementos que realizan la recolección.
- Conducir y regular la vendimiadora conforme a lo que indica el fabricante, cuidando especialmente los procesos de limpieza.
- Transportar lo más rápidamente posible a la bodega el material recolectado, utilizando tolvas que no aceleren los procesos de oxidación.



Pérdidas de cosecha

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Cestas de plástico



- 1.- no recogido
- 2.- caída al suelo
- 3.- pérdida de jugo

Resulta difícil evaluar con precisión las pérdidas de cosecha en las vendimiadoras, ya que una parte de las pérdidas se producen por rotura de las bayas, lo que da lugar a la pérdida de mosto. Las hojas de la planta después del paso de la vendimiadora quedan pegajosas. El porcentaje de pérdidas en forma de mosto son relativamente reducidas.

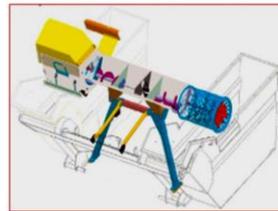
Son más fáciles de apreciar las pérdidas de bayas que no han sido derribadas y se quedan en la planta unidas al racimo, como consecuencia de fallos en el sistema de vibración, y las que caen al suelo superando los interceptores.

Una parte importante de la cosecha son bayas estalladas, que se almacenan en la tolva junto con bayas enteras, el escobajo de algunos racimos y algunas hojas y pequeñas ramas, todo ello bañado en parte del mosto. A pesar de esta presentación desfavorable, que puede acentuar la oxidación y alterar la maceración, los ensayos realizados demuestran que, en la mayoría de los casos, no tiene efectos negativos en la calidad del vino.



Sistema de despalillado

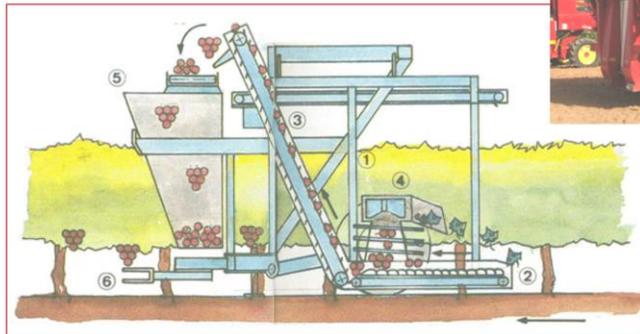
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Las vendimiadoras pueden incorporar como opción sistemas complementarios de despalillado, que se sitúan antes de la llegada de la uva a la tolva. Estos sistemas utilizan cribas de rodillos que dejan pasar la uva y retienen las impurezas (escobajo y tallos y hojas). En algunas marcas se utilizan cribas rotativas con perforaciones. El sistema de despalillado se puede retirar, quedando inactivo cuando el tipo de vendimia así lo exige.



Vendimiadora arrastrada



- 1.- cabeza de recolección
- 2.- receptor de "escamas"
- 3.- elevador de travesaños
- 4.- aspirador centrífugo
- 5.- tolva de almacenamiento
- 6.- lanza de tiro

En el mercado se ofrecen vendimiadoras arrastradas y autopropulsadas. En el primer caso, las dimensiones de las máquinas son más reducidas y parte de su masa se apoya en el enganche del tractor (máquinas semi-suspendidas). Incluyen tolvas con una capacidad de 800 a 1000 litros.

Los mecanismos de recolección demandan una potencia de 25 a 30 CV y su peso medio con la tolva vacía es de unos 1500 kg, con lo que puede ser suficiente un tractor de 50 a 60 CV de potencia para su arrastre. El accionamiento de los mecanismos es hidrostático, alimentados a partir de una central hidráulica dispuesta en la toma de fuerza del tractor. La capacidad de trabajo (tiempo operativo) de las máquinas arrastradas se encuentra entre 3 y 6 h/ha según la producción y el sistema de plantación del viñedo.



Portugal - Viñedos del Alto Duero

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En las zonas montañosas solo se utilizan sistemas que ayudan el transporte de la uva cosechada.



Italia – “Las Cinco Villas”

Trasporte por mono-raíl



Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

El transporte mediante mono-raíl en Liguria (Italia)