



Recolección mecanizada de uvas

A. Porras Soriano*, L. Herráez Ortega*,
F. Montes Tubío* y A. Porras Piedra*



Introducción

Tradicionalmente, la viña, desde el inicio de su cultivo hasta un pasado muy reciente, se ha recolectado únicamente a mano, ya que la vid, como no es planta que se auto soporte, necesita los conocimientos de viticultura e ingeniería para proveerla de un sistema al que se pueda sujetar, para que mediante una adecuada formación y consiguiente desarrollo, se pueda convertir en una planta que permita la recolección mecanizada de su fruto.

Durante las últimas décadas, la recolección mecanizada de uvas para zumo,

vino y pasas se ha desarrollado e incrementado de manera notable. Hoy día, se ve la recolección mecanizada de uva, en no pocos lugares, como un sistema normal de recolección de uva.

La recolección mecanizada de uva es un claro ejemplo de conjunción agronomía-mecanización. Para conseguirla, el mayor desafío ha sido la orientación de los sistemas de desarrollo de las plantas para su adaptación a la recolección mecanizada.

De los distintos sistemas de formación posibles, ha sido la formación en cordón bilateral la que ha terminado im-

poniéndose. Esencialmente la cepa tiene una parte vertical y otra horizontal. La parte vertical tiene una altura de 90 a 120 cm y se divide en dos ramas bilaterales horizontales sujetas a alambres, a las que se denomina comúnmente cordones. Las púas se forman a lo largo de la parte superior de las ramas bilaterales y producen sarmientos que se sujetan por sí mismos o atados a otros alambres extendidos a la altura adecuada sobre las líneas de plantas.

Para su realización en campo se colocan estacas de unos 2 m, con dos o tres alambres horizontales. A la altura del primero se sitúa la cabeza, y de ella salen los dos cordones que constituyen las ramas bilaterales. Sobre el segundo y/o tercer alambre, que se sitúan normalmente a unos 25 y 50 cm sobre las ramas, se agarra el follaje.

Para sujetar los cordones bilaterales y la púas a los alambres se usan grapas, pinzas e hilos de plástico.

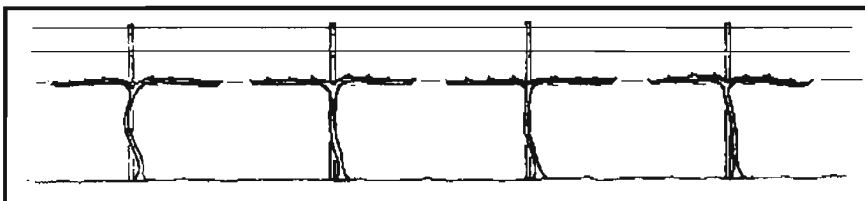
Las estacas, de las cuales hay en el mercado de cedro, de abeto, aserrados de maderas duras y de acero, son las de metal las que están irrumpiendo con fuerza. De ellas existen numerosos diseños y tipos y las principales diferencias entre los diversos tipos son en el tipo, calibre del acero y su configuración.

Tanto para los cordones bilaterales, como para los sarmientos se utiliza alambre de calibre 10-11 de bajo contenido en carbono o alambre de 12-13 de alto % de carbono.

* EUITA. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. Univ. de Castilla-La Mancha



■ Detalles de elementos para formación de plantaciones en espaldera



■ Sistema de tres alambres

La distancia entre las líneas de vides debe ser del orden de 2,4 m, suficiente como para permitir la cómoda circulación de la cosechadora. La separación de las plantas en la línea debe ser de unos 2 m.

La altura de fructificación debe estar como mínimo a 60 o 75 cm, ya que la altura óptima que ofrece la mayor flexibilidad a la instalación del mecanismo de vibrado de la cosechadora es de aproximadamente 1 m.

Como casi todas las cosechadoras de uva son de tipo pórtico, toda cepa que esté fuera de la alineación puede ser dañada, y como pasan por encima de las líneas de vides, debe evitarse cualquier obstrucción bajo la altura de la luz máxima de la cosechadora. Dicha altura oscila entre 1,85 y 2,25 m.

También hay que tener en cuenta que si la superficie de suelo entre líneas de vides está muy húmeda, impedirá el adecuado funcionamiento de la cosechadora, si es que no impide por completo co-

sechar. El daño a la estructura del suelo por estas pesadas máquinas es importante con condiciones de suelo húmedo.

Por último, indicar que la topografía desigual hace la conducción más difícil e incrementa la probabilidad de dañar la espaldera o las vides.

En general, se debe tener en cuenta que el sistema de conducción de la plantación debe ser diseñado para sostener la viña de forma que asegure la accesibilidad del mecanismo de derribo y maximice su eficacia recolectora.

Antes de la recolección, se deben limpiar las líneas de cualquier clase de residuo, se deben volver a atar los sarmientos que se hallan desprendido de sus soportes de alambre, así como arreglar cualquier parte de la espalde-

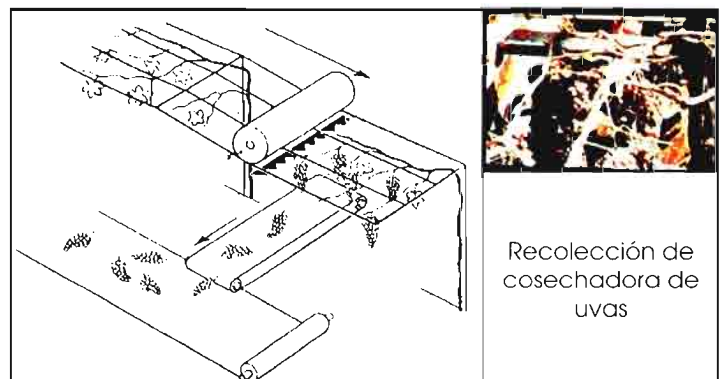
ra que pueda obstruir a la cosechadora y se deben tomar precauciones para evitar daños a los sistemas de riego, siendo a veces preciso quitarlos antes de la recolección.

Evolución de la recolección mecanizada de uva

Aunque al principio y posteriormente se desarrollaron máquinas para ayuda a la recolección tradicional, el desarrollo propiamente dicho de la recolección mecanizada de uva se inició en 1953 con un proyecto de investigación en la Universidad de California en Davis. Su objetivo no era otro que aliviar las épocas de gran demanda de mano de obra y los altos costes unitarios de producción tanto en uva para pasas como para vinificación.

En un primer nivel de desarrollo tecnológico se aprovechó el hecho de que los racimos de uva de pedúnculo largo podían ser forzados a crecer de forma que colgaran de una malla horizontal. Así podían ser recolectados mecanizadamente cortándolos con una barra de corte. Después del corte del pedúnculo se hacía pasar la cosecha a través de una corriente de aire que eliminaba la suciedad e impurezas, y los racimos eran transportados hacia una tolva, si eran para vinificación, o se depositaban en bandejas de papel si eran para pasificación.

La figura siguiente, muestra un esquema y un detalle de trabajo del prototipo de cosechadora desarrollada por la Universidad de California en Davis. Según las características topográficas del viñedo la cosechadora se desplazaba a una



velocidad entre 1 y 5 km/h. La frecuencia de la barra de corte era de 11-16 Hz y la eficiencia de la cosechadora era de aproximadamente el 75% de los racimos de uva cortados.

La técnica de la barra de corte se mostró como una solución parcialmente válida para la recolección mecanizada de uva y no fue aceptada por los productores.

Hacia 1957, se empezaron a realizar en Nueva York diversas pruebas de recolección mecanizada mediante vibrado. Experiencias similares se iniciaron en California en 1962. Estas cosechadoras aplicaban movimiento vibratorio vertical al alambre soporte de la espaldera y a los sarmientos fructíferos. Los frutos se separaban de la planta debido a la vibración generada.



Prototipo de cosechadora de uva

Tratando de conseguir la necesaria agronomía-mecanización se desarrollaron los primeros sistemas de formación en espaldera.

Posteriormente se aplicó un método de derribo, a modo de vareo horizontal, por medio de varias filas de varas de fibra de vidrio. Dos bloques opuestos de varas que se movían sincronizadas a 300-500 ciclos por minuto, golpeaban los sarmientos a la vez que la cosechadora se desplaza por encima de la línea de cultivo. Este sistema de recolección, aunque se adaptaba fácilmente a los viñedos existentes formados en copa, debido al posicionamiento de las varas de fibra de vidrio en las filas respecto del sistema de formación y al sistema de recepción de la uva y racimos derribados, resultó mucho más adecuado para plan-

taciones en espaldera. Hoy son muchos los modelos de comerciales construidos con este principio en EEUU, Francia, Italia y Australia, que se están utilizando por todo el mundo.

Para mejorar la eficacia de las cosechadoras mecánicas de uva, desde mediados de los 70, aunque no se han impuesto en Europa, se utiliza en EE.UU.

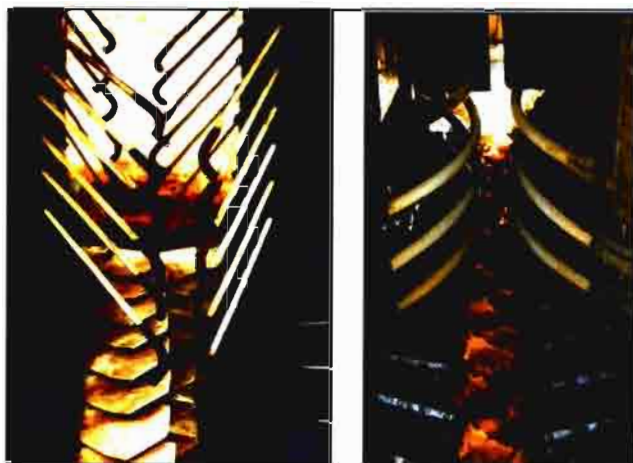
un sistema de vibración de troncos, el cual utiliza dos barras paralelas, a modo de esquies enfrentados entre sí, que realizan la vibración horizontal del tronco de la planta de vid.

Las máquinas con esquies utilizan simultáneamente las varas para vibrar los sarmientos. En este sentido, la parte del vibrador de troncos del sistema de recolección desprende eficazmente los frutos de la parte rígida de la planta que está sujeta a la espaldera y la parte del vibrador de sarmientos derriba los frutos de las zonas peor situadas. Este sistema ofrece las aptitudes óptimas de los dos sistemas de vibrado en uno sólo con el fin de minimizar los daños a la planta y el contenido de impurezas y maximizar la eficacia de derribo y el rendimiento de la cosechadora.

Es importante destacar que la zona de contacto entre los esquies y la planta de vid debe situarse bastante alta en el tronco, para transmitir la vibración a través de los cordones bilaterales hasta los sarmientos fructíferos.

Aunque parece lógico pensar que en la zona de contacto entre los esquies y el tronco pueden aparecer daños, no es así. Sobre todo cuando el tronco está suficientemente lignificado. Con este sistema de derribo es esencial la rigidez de la vid y de la espaldera para que la vibración se transmita a los sarmientos fructíferos con intensidad suficiente como para conseguir el derribo de uva.

Por la naturaleza de este sistema de recolección, se minimizan los daños a



Varas de fibra de vidrio

los frutos y la rotura de hojas, por lo que el menor contenido de impurezas ofrece mejores resultados en la calidad del vino. Además la cosechadora puede funcionar con mayor velocidad de desplazamiento.

Durante el período inicial, la aceptación de la recolección mecanizada de uva no fue total. La calidad de las uvas recogidas mecanizadamente constituía un problema. Ocurría que el vareo de sarmientos desprendía hojas, peciolo y trozos de sarmientos, además de zarzillos y otros materiales que no eran uvas, y aunque los ventiladores montados en la cosechadora eran eficaces para eliminar fragmentos de hojas, no eran suficientes. Además estos residuos llegaban a ensuciar las bombas y causar paradas en la planta de procesado, provocando averías, paradas en los intercambiadores de calor y obstrucciones en los sistemas de transporte. También al zumo que fluía libremente, al quedar expuesto a la atmósfera, se producía su oxidación causando pérdidas de calidad.



Cosechadora con sistema de vibración de troncos

Para estudiar el efecto de los residuos de vid en la calidad del vino se llevaron a cabo experimentos y se realizaron catas de vinos, producidos de uvas con diferentes proporciones de hojas. Se observó que los vinos obtenidos con más de un 5% de hojas maceradas, mostraban significativamente menor calidad, que los vinos blancos fabricados a partir de uvas recolectadas manualmente. Además, se vió que eran significativamente más oscuros y que, en ambos aspectos, incide la variedad recolectada. Pero hay algo que es preciso destacar. Los análisis sobre los efectos de impurezas que acompañan a la uva recogida mecánicamente, en la calidad del vino variaron de unos investigadores a otros.

El desarrollo de las cosechadoras mecánicas de uva trajo consigo una demanda inmediata de mejoras en los sistemas

de manejo. Inicialmente, se utilizaban contenedores de madera de una tonelada de capacidad para manejar de forma cómoda el producto recolectado mecánicamente. Sin embargo, en los grandes viñedos con recolección mecanizada, estos contenedores no resultan suficientes. La alternativa ha sido un contenedor o depósito estanco de 4-5 toneladas de capacidad que se transporta sobre un remolque o un camión.

Una alternativa al envío de las uvas recolectadas mecanizadamente a la bodega en tanques a granel, es la de prensar los frutos según van siendo descargados de la cosechadora. Los frutos prensados en campo son bombeados a tanques herméticos y sin oxígeno, que son transportados a la bodega. La ventaja de este proceso es minimizar la exposición del zumo y las bayas rotas a la at-

mósfera, resultando así una mínima oxidación de los frutos. Los primeros estudios relacionados con el prensado en campo de las uvas recolectadas mecanizadamente fueron realizados con un prototipo para uso en campo. Actualmente están disponibles unidades comerciales; sin embargo, su coste inicial es mayor que el de otros sistemas de manejo a granel lo que ofrece problemas de rentabilidad.

Al recibir las bodegas cantidades importantes de uvas recolectadas mecánicamente, surgieron problemas de manipulación del producto recolectado. Los frutos no se podían manejar por los medios convencionales. Para ello se desarrollaron técnicas mejoradas y se construyeron líneas de recepción capaces de tratar contenedores de uva más grandes.

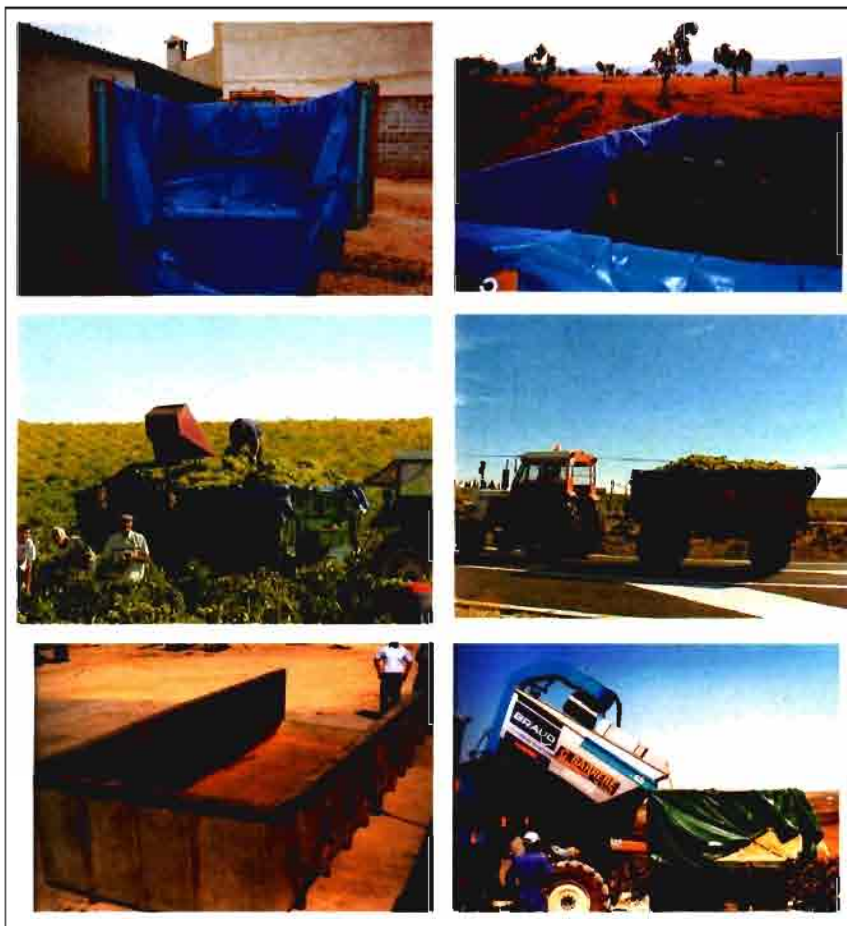
Funcionamiento y regulaciones de las cosechadoras de uva

Las cosechadoras de uvas actuales son máquinas dotadas de los más modernos sistemas hidrostáticos de transmisión de potencia, que se comercializan en la mayoría de los modelos autopropulsados, aunque también se fabrican suspendidos y semisuspendidos a un tractor. Se construyen con potencias que varían desde 50 a 130 CV y tienen rendimientos que llegan hasta 150 ha/año. En todos los casos funcionan cabalgando sobre las cepas.

En una cosechadora de uva se pueden distinguir las siguientes partes:

- Mecanismos de derribo
- Mecanismos de recepción
- Mecanismos de transporte
- Mecanismos de limpieza

• **El sistema de derribo** está constituido por barras flexibles de fibra de vidrio con un diámetro de unos 30 mm, fijadas a unas placas metálicas, en las cuales pueden variar su posición para adaptar su trabajo a las características de la plantación. Dichas placas son accionadas por dos excéntricas movidas por un motor hidráulico, el cual les comunica el movimiento cí-



Remolque y camión cargados con depósitos estancos



■ Cosechadora autopropulsada

clico que sacude las plantas y derriba las bayas.

Los sacudidores de troncos emplean para el accionamiento de los esquís mecanismos semejantes a los anteriores o bien masas de inercia que en su giro consiguen el movimiento transversal y simultáneo de ambas barras.

• **El sistema de recepción** recoge los racimos, uvas, hojas, etc, que caen por gravedad una vez desprendidos por las sacudidas. Este tiene que actuar de manera que, pese a los obstáculos que suponen los troncos y los soportes, formen un sistema estanco que impida la pérdida de cosecha sobre el terreno.

La forma clásica del sistema de recepción ha sido la de escamas que se retraen al chocar con los troncos o soportes, apareciendo una vez superada la situación debido al avance de la máquina. El papel que juega el sistema de recepción es fundamental para evitar pérdidas de cosecha.

• **El sistema de transporte** hace que, una vez derribada y recepcionada la cosecha, sea conducida hacia las tolvas en las que se va acumulando para su descarga posterior. El más utilizado para sacar la cosecha de la zona de recepción es el de cinta transportadora y, para elevarla hasta las tolvas, se usan cintas con barras transversales o con cangilones.

En algunas cosechadoras el fruto se evacúa de forma continua con una cinta de descarga que deja caer la cosecha en un remolque que circula paralelo a la cosechadora, pero como este sistema no es compatible con plantaciones de alta densidad, la mayoría de las máquinas llevan una o dos tolvas de capacidad variable con la envergadura de la máquina. Estos depósitos van accionados hidrostáticamente para su descarga.

Es de destacar el sistema de recepción y transporte a base de cadenas de cangilones de plástico deformable que utiliza la firma New Holland. Estas cadenas se desplazan con velocidad igual y opuesta a la de desplazamiento de la cosechadora sobre las cepas, con lo cual, la velocidad relativa de los cangilones respecto a los troncos es nula. Gracias a ello se consigue que el cierre del receptor alrededor de los troncos sea perfecto y prácticamente nula la pérdida de cosecha. Además, la forma de realizar el transporte de la cosecha hasta la tolva dentro de los cangilones, hace que el ataque a la integridad de la uva desaparezca por completo y, por la forma de estos, la succión que realiza el ventilador para la limpieza puede ser más energética, con lo que la eliminación de impurezas puede ser aún mayor.

• **El sistema de limpieza** se usa para reducir las impurezas tales como hojas, partes de hojas, peciolos, fragmentos de sarmientos, corteza..., que inevi-

tablemente acompañan a la cosecha tras el derribo. Se usan ventiladores del tipo centrífugo o helicoidal, que succionan sobre la cosecha y se colocan en el sistema de transporte.

Las regulaciones de la cosechadora mecánica de uva son importantes, pero, desgraciadamente, este aspecto, es a menudo olvidado.

En este sentido, el cabezal de vibrado de sarmientos debe ser ajustado para que sea todo lo estrecho que el sistema de conducción de las cepas permita. Demasiado a menudo, el contacto deficiente del sistema de derribo de la cosechadora con la planta y la frecuencia de la vibración, incrementan notablemente los daños a la planta y a la espaldera, además del contenido de impurezas de la cosecha.

Las regulaciones en campo incluyen las r.p.m. del vibrador, velocidad de desplazamiento, centrado de la máquina en la línea y los ventiladores de separación de impurezas, y deben ser controladas constantemente por el operario.

La adaptación de los cultivos a la mecanización varía significativamente entre las distintas variedades.

Un curioso e interesante detalle de trabajo es la recolección mecanizada nocturna en climas cálidos, que, además de proporcionar frutos más turgentes que se desprenden más fácilmente de la planta, reduce el excesivo calor de campo en los frutos, permitiendo un menor potencial de oxidación del zumo. Desde el punto de vista operativo, es importante destacar que la visibilidad es escasa por la noche y es difícil observar adecuadamente el funcionamiento de la cosechadora.

Pasificación Vino de pasas

El vino de pasas tiene unas características tan específicas que sólo se elabora en zonas reducidas, las cuales, además de reunir las condiciones agroecológicas necesarias, tienen una tradición y una cultura propias.



■ Sistemas de recepción de la cosecha

Se dice que al catar un vino de pasas, su gusto recuerda que es un vino hecho al sol. Sus inconfundibles características organolépticas se obtienen tras un proceso que comienza con una ligera pasificación al sol de las uvas maduras, y termina con un sistema de extracción del mosto en una industria que elabora al cabo del año tan solo unos tres millones de kilos de uva, lo que evidentemente ha condicionado su desarrollo tecnológico, impidiendo avances como los que se han dado en otras parcelas de la enología.

El secado al sol de las uvas maduras se hace en una época en la que la climatología puede ofrecer sorpresas desagradables al productor, ya que el riesgo de lluvias es elevado y, consecuentemente, las pérdidas pueden ser importantes y la calidad del vino verse negativamente afectada.

El proceso de secado tradicional de la uva requiere además una importante cantidad de mano de obra que, por la estacionalidad de su utilización, hace aún más compleja y cara la elaboración de un vino de gusto tan agradable que, cuando se conoce, no se olvida.

La pasificación de las uvas es un proceso que data de los tiempos más antiguos, y en la actualidad se practica industrialmente en países tales como EEUU, Australia, Grecia, Turquía, Irán y Afganistán, si bien artesanalmente, se secan los racimos de uvas en todas las zonas del mundo en las que se cultiva la vid.

El secado tradicional de las uvas se ha venido haciendo en campo, en la propia viña, o en superficies de terreno denominadas paseras, allanando, en ambos casos, cuidadosamente la tierra, buscando con ello gran uniformidad en el secado.

En España, son usuales los sistemas manuales de recolección de los racimos de uvas maduras, con los cuales, tanto en campo como en paseras, la cosecha es extendida, vigilada y volteada durante todo el tiempo de secado, realizándose el proceso de una forma tan tradicional que



■ Cosechadora de uva semisuspendida

puede ser considerado una labor de tipo artesanal.

Los racimos de uva, con un contenido de azúcar del 20 al 23 %, se disponen bien sobre bandejas o bien sobre bandas continuas de características y dimensiones propias de cada zona.

Una vez transcurridas aproximadamente dos semanas, lo cual depende, además de la climatología, de la variedad de uva y de su grado de madurez, se les da la vuelta, buscando con ello un secado uniforme que dé un vino con la calidad y los matices de aroma y sabor más apreciados.

Cuando las uvas han perdido un porcentaje de humedad próximo al 60%, comienza la elaboración del vino de pasas.

Un secado natural como el descrito, cuando no surgen problemas, ofrece un producto natural al que se le podrían poner todos los calificativos ecológicos positivos, lo que le proporciona un valor añadido pues, realmente, con el vino de pasas, se ofrece un zumo de frutas natural, en el que sólo se han utilizado medios mecánicos para su elaboración.

A veces la intensidad de la radiación solar, las lluvias extemporáneas y otros factores adversos, como roedores, insectos y pájaros, condicionan su aplicación, y es por lo que otros sistemas han sido desarrollados, buscando con su aplicación dos ob-

jetivos fundamentales: reducir la cantidad de mano de obra requerida, y disminuir el tiempo de secado.

La mecanización puede mejorar este proceso pues con ella se atiende a su eficacia, a su eficiencia y a su rentabilidad. Además, con la mecanización se puede reducir un importante problema que, aunque no se valora en toda su extensión, conlleva el secado de las uvas a la intemperie, la suciedad, la cual, si se elimina o al menos se reduce, por pura lógica dará lugar a un mosto de más calidad.

Una solución practicada en California ha consistido en cortar manualmente los sarmientos portadores de los racimos, dejándolos secar sobre las cepas. De esta forma se consigue una deshidratación parcial de la fruta y se provoca además una desecación y abscisión del raspón. Transcurridos de 4 a 6 días, con una vendimiadora se recoge la cosecha, que es extendida en la propia viña con una sencilla máquina cuyo principio es el de una tolva que lleva situada en el fondo una cinta transportadora de descarga que deja caer la uva sobre una bandeja continua de papel, que la propia máquina se encarga previamente de extender. Este sistema, al disponer las bayas aisladas sobre las bandejas de papel es considerablemente más rápido que el tradicional, si bien, el corte previo de los sarmientos y el uso de una cosechadora de uva en variedades como Pedro Ximénez, tiene dificultades de empleo.



■ Racimos colgados para secado artesanal

Otro método de pasificación en la propia viña consiste en, una vez realizado el corte manual de los sarmientos y dejados sobre las cepas, a los 4 ó 5 días, pulverizar sobre las cepas una dosis de unos 200 litros/ha de una disolución de metiloleato y carbonato potásico al 2%, para aprovechar que estos productos reducen la capacidad de retención hídrica de las uvas. Una correcta aplicación de la disolución es necesaria y puede hacerse de una sola pasada o en dos pasadas sucesivas distanciadas varios días, lo que, aunque es más eficaz, tiene mayor coste de aplicación. Sin necesidad de secado posterior, se recoge la uva con el nivel de humedad apto para su procesado.

Una variante de este sistema consiste en pulverizar la referida disolución sobre los racimos cortados y extendidos en la viña o en paseras, con lo que el periodo de secado se reduce considerablemente.

El tratamiento con lejía de la uva consiste en tratar la cosecha con soluciones alcalinas que disuelven la capa exterior de pruina y atacan la pulpa produciendo fisuras en la piel que ocasionan un menor tiempo de secado. El tratamiento se hace por inmersión de las uvas durante 3-4 minutos en una disolución de lejía a unos 35°C y una concentración de 0.5 a 0.75 %, secándolas después, bien al sol, bien, cuando la sequedad del ambiente y la intensidad de la radiación pueden alterar el producto, en construcciones sencillas en las que se cuelgan los racimos en entramados horizontales.

Aunque permiten reducir el período de secado, tanto este sistema como el anterior, por el hecho de utilizar productos



■ Evolución del secado

extraños, requieren lavado de la cosecha y ensayos que aseguren que su utilización no tiene efectos negativos en la calidad del vino.

También se puede proceder al secado artificial en estufas o en secaderos. En las estufas, las uvas se disponen en rejillas metálicas y se secan en un ambiente a unos 40-45°C, si bien como en las estufas no se elimina la humedad de ambiente el proceso es lento y uniforme. En los secaderos se utiliza una corriente de aire caliente a unos 70-75°C que se hace circular entre la cosecha, lo que provoca además de un secado rápido y uniforme, un gran rendimiento térmico de la instalación, lo que hace que el coste de secado sea más reducido. El resultado es un producto limpio, uniformemente secado y en el que se puede intervenir para alcanzar el grado de humedad más adecuado para la elaboración del vino con uva en las mejores condiciones.

Las uvas ligeramente pasificadas al sol, tanto en campo como en paseras, ofrecen un producto frágil, difícil de

manejar, incómodo y que requiere gran cantidad de mano de obra.

Manualmente, cuando el nivel de humedad alcanzado es el buscado, con esmero son colocadas en cajas de plástico en las que son transportadas para su elaboración.

Para la recolección de uvas pasificadas en bandas de papel, el profesor Studer de la Universidad de California en Davis, desarrolló una sencilla máquina autopropulsada que permite, además de recoger las pasas, introducirlas en contenedores distribuyéndolas en tongadas, lo que mejora la capacidad, pues evita la rápida colmatación debido al elevado ángulo de talud natural del producto.

Los principios de funcionamiento de esta máquina, con ligeras modificaciones, podrían ser aplicados, tanto en campo como en paseras, a la recolección de uvas ligeramente pasificadas.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen a D. Luis del Pino Nieto y D. Juan Lodares (q.e.p.d.) y a la firma Domecq cuantas atenciones y enseñanzas les han dispensado.



■ Bandejas en pasarela y en campo



■ Uvas ligeramente pasificadas en cajas de transporte