

# La agricultura de precisión aplicada al cultivo de la vid

Ayuda a considerar la heterogeneidad de los factores que inciden en la producción

La agricultura de precisión puede considerarse en sentido amplio como un sistema de gestión integral de las explotaciones agrícolas que tiene en cuenta la variabilidad de las características y condiciones en una misma unidad de cultivo a la hora de realizar cualquier tipo de operación: laboreo, siembra, abonado, tratamientos, riego o cosecha selectiva, fundamentalmente. Dadas las condiciones especiales de las explotaciones dedicadas a la producción vitivinícola, surge la viticultura de precisión como especialidad para dichas explotaciones.

**Manuel Pérez Ruiz y Juan Agüera Vega.**

Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba.



**E**n España, en los últimos tiempos, se está experimentando una reconversión y reestructuración en el sector vitivinícola, incrementando su producción en términos de cantidad y calidad. Es el país del mundo con mayor superficie de viña para vinificación, 1.142.400 hectáreas, lo que representa un tercio del viñedo comunitario y un 15% de la superficie mundial (Mapya, 2003). Según esta misma fuente, la superficie total de viña en España supone un 2,5% de la superficie total geográfica y el 6,5% de la total cultivada, siendo superada únicamente por los cereales y el olivo.

Sin embargo, el auge de la industria vitivinícola en nuestro país no es único en el mundo. Los llamados países del nuevo mundo del vino (Australia, Estados Unidos, Sudáfrica, Chile, etc.) también han sufrido cambios en el sector, incrementando su producción, calidad y orientándose netamente al mercado exterior.

La preocupación de los distribuidores, del consumidor y de las Administraciones públicas por conseguir productos de calidad que aporten garantías sobre su seguridad o que se obtengan con procesos respetuosos con la naturaleza, será la componente clave de la demanda del futuro, que

a corto plazo producirá un importante cambio de los sistemas productivos (trazabilidad). Para muchos agricultores, la principal característica de la producción es la cantidad; sin embargo, para los viticultores, la producción entendida como cantidad no es tan beneficiosa como en otros cultivos. Esto es debido fundamentalmente a la diferencia de precio existente entre un producto con un alto grado de calidad y otro sin calidad.

Hasta el momento, en la mayoría de las explotaciones vitivinícolas han realizado un manejo espacialmente uniforme y no han considerado la heterogeneidad

de los factores que inciden en la producción.

Tradicionalmente, nuestras viñas han sido cosechadas a mano. Actualmente, se está produciendo una expansión generalizada de la industria vitivinícola, que ha sido posible gracias a la mecanización de muchas de las operaciones agrícolas, pero sobre todo a la recolección mecanizada. Esta cosecha generalmente tiene un coste inferior a la cosecha manual y también requiere menos recursos de trabajo, lo

que puede ser un aspecto problemático en las áreas rurales.

La incorporación de las nuevas tecnologías de la información, lo que se ha venido denominando viticultura de precisión, permite un conocimiento más detallado del estado de las explotaciones. alguna de las tecnologías probadas en viñedos son:

- Monitores de rendimiento y GPS instalados en vendimiadoras para el registro durante el avance de la cosechadora, del rendimiento y su localización;

- Muestreo con GPS para localizar y analizar las propiedades del suelo y medir el desarrollo y crecimiento del cultivo y la calidad de las uvas;

- Sensores remotos para medir estados de estrés en las hojas a corta distancia, como el espectrómetro o medidores de clorofila, y más recientemente, la captura de imágenes multiespectrales, obtenidas desde aeronaves o satélites para detectar variaciones en la reflectancia del cultivo.

### Ciclo de la viticultura de precisión

Desde muy antiguo se conoce que la respuesta de una parcela no es uniforme aun cuando sea

tratada homogéneamente. La variabilidad espacial del rendimiento de cultivo pone de manifiesto y cuantifica este hecho. En la actualidad, las nuevas tecnologías de la informática, electrónica y sistema de posicionamiento global hacen posible la realización de mapas de distribución espacial del rendimiento; existen versiones comerciales de los denominados monitores de rendimiento para prácticamente cualquier tipo de cultivo.

### Los mapas de rendimiento

La utilidad de estos mapas por sí solos ya es considerable pues ayudan al agricultor a encontrar las causas de las diferencias y a tenerlas en cuenta. Cuando económica, técnica y ambientalmente sea posible, se podrán aplicar medidas para corregir las zonas de menor rendimiento y/o potenciar las de mayor rendimiento, para lo cual se recurrirá a técnicas de aplicación variable del insumo que se considere limitante en cada caso. Cuando dicha corrección sea imposible, el manejo deberá ajustarse a los rendimientos y calidades esperados en cada zona.

Los beneficios ambientales de esta forma de proceder vendrán, por una parte, de la disminución de agroquímicos empleados en la agricultura, y por otra, del mejor aprovechamiento de los recursos naturales como el agua y el suelo al disminuir la erosión.

La **figura 1** representa de forma simplificada lo que sería la aplicación de las técnicas de viticultura de precisión. Conocido el mapa de variabilidad espacial del rendimiento de la parcela, su utilidad se verá altamente reforzada si junto a él se dispone de información que nos ayude a conocer también las causas que indujeron ese reparto y a establecer con seguridad las distintas zonas de manejo, entendiendo como tales aquellas superficies de la parcela que se pueden considerar de características homogéneas desde el punto de vista de la realización de una determinada operación (fertilización,

**FIGURA 1**

Ciclo completo de la viticultura de precisión



aplicaciones fitosanitarias, recolección, etc.).

La observación se refiere a la recogida de toda esa información complementaria y puede llevarse a cabo de diferentes formas. Los sensores remotos permiten recoger datos de una forma rápida para grandes superficies. Sin embargo, su uso puede resultar costoso, por lo que se requiere la agrupación en una imagen de varias explotaciones próximas para con ello disminuir costes. Dada la especificidad de este tipo de información y la gran utilidad que supone hoy día para la viticultura de precisión, será tratado con más extensión en un apartado posterior.

La viticultura de precisión permite un conocimiento más detallado del estado de las explotaciones

### Estudios de la composición del suelo

El estudio del suelo permite conocer sus características físicas y químicas en cada localización de la parcela. Para ello, se recurre a la toma de muestras en puntos concretos para su posterior análisis en laboratorio. La selección de los puntos de donde extraer las muestras puede realizarse de dos formas distintas. En primer lugar, puede recurrirse al uso de un patrón fijo generalmente de forma rectangular que se establece sobre el plano de la parcela sirviendo sus vértices como puntos de muestreo. Este método es recomendable cuando no se tiene ninguna información inicial sobre la distribución espacial de las características de la parcela.

Cuando previamente a la toma de muestras se dispone de mapas de rendimiento, por ejemplo, puede resultar más conveniente realizar una toma de muestras seleccionando áreas de similar rendimiento, buscando un número de puntos de muestreo más o menos uniforme en cada una de ellas. Esto permitirá realizar un estudio más fiable de la influencia de las características del suelo sobre la producción. En ambos casos la localización de los pun-



Foto 1. Toma de muestras de suelo en puntos georreferenciados por GPS.

Foto 2. Accesorio para facilitar la toma de muestras de suelo acoplado al tripuntal de un tractor.

Foto 3. Sensor de conductividad eléctrica del suelo mediante campos magnéticos EM38.

Foto 4. Sensor de conductividad eléctrica del suelo mediante campos eléctricos.



campos magnéticos (foto 3), o el desarrollado por Veris, que tiene la misma finalidad pero en este caso aplica campos eléctricos al suelo y mide su respuesta mediante una serie de pares de electrodos rodantes (foto 4).

### Interpretación y evaluación de datos

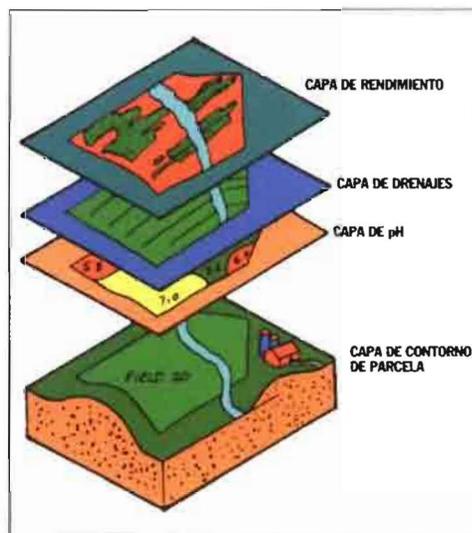
El siguiente paso consiste en la interpretación y evaluación de todos los datos en conjunto, procedentes tanto de la campaña actual como de las anteriores, tratando de buscar la pauta que rige el comportamiento de la variabilidad del rendimiento y la calidad. Dada la enorme cantidad de datos que pueden llegarse a manejar en este proceso, se hace necesaria la intervención de siste-

mas informatizados, para lo cual se han desarrollado aplicaciones específicas denominadas Sistemas de Información Geográfica (GIS), capaces de manejar información vinculada a unas coordenadas del terreno. En un principio se utilizaban GIS de uso genérico, normalmente desarrollados para el manejo de grandes áreas o tareas de ordenación del territorio. En la actualidad, existen los denominados AgGIS, que incorporan además funciones muy específicas de agricultura de precisión, lo que facilita aún más las tareas y, por otro lado, potencia las posibilidades de procesado de los datos. En estas aplicaciones, la información está estructurada en capas, representado cada una de ellas uno de los parámetros que se han tenido en cuenta para caracterizar el viñedo (figura 2).

Como consecuencia del paso anterior, en este punto se debe estar en disposición de establecer la estrategia de manejo óptima en la que, además de intervenir los criterios puramente técnicos, deben contemplarse los aspectos económicos y medioambientales. Esto se resume en el establecimiento de las zonas de manejo para cada una de las operaciones a realizar sobre el viñedo. La implementación de dichas operaciones supone el uso de equipos capaces de autorregularse en función de la zona de mane-

### FIGURA 2

Esquema representativo de una aplicación informática GIS.



tos de interés en campo debe realizarse con ayuda de un GPS y, generalmente, también de un vehículo que nos permita desplazamientos rápidos y el transporte de las bolsas de muestras recolectadas (foto 1). Existen en el mercado instrumentos que pueden instalarse como accesorios a tractores y quad que facilitan la extracción de muestras (foto 2).

De la misma forma pueden seleccionarse puntos de muestreo que nos permitan conocer la variabilidad espacial del estado de las plantas. En este caso las muestras serán hojas o cualquier otra observación con la que dedu-

cir el estado nutricional, hídrico, sanitario, de maduración, etc., de las vides, pero en este caso son necesarias varias repeticiones a lo largo de la campaña, ya que la variabilidad temporal de estos factores es mucho mayor.

Se han desarrollado instrumentos que permiten la toma de datos de una forma más rápida, realizando medidas que de forma indirecta nos permiten conocer características de interés del suelo. Es el caso del denominado EM38, que permite la medida de la conductividad eléctrica del suelo y de ahí deducir valores de salinidad mediante la aplicación de

jo en que se encuentren (aplicación variable de agroquímicos, riego, laboreo, etc.) o la cosecha selectiva por zonas.

Los mapas de variabilidad espacial de rendimiento y calidad suponen a la vez el final de un ciclo y el comienzo del siguiente, permitiendo una evaluación de la estrategia de manejo diseñada para la campaña pasada y una nueva información para su mejora en la campaña siguiente.

### Monitores de rendimiento de vid

Recientes avances en tecnología agrícola han automatizado parte del proceso de recolección mecanizada, proporcionando una estupenda oportunidad para montar sensores de producción en tiempo real, también conocidos como monitores de rendimiento. Por un lado, el sistema de medida del rendimiento es el encargado de obtener, durante la recolección, la producción real alcanzada por unidad de superficie, que instantáneamente tenemos a medida que vamos cosechando, y de otro lado, el sistema de posicionamiento se encarga de la determinación precisa de las coordenadas de la máquina en cada instante.

Para el almacenamiento de la información generada, los monitores de rendimiento disponen de tarjetas de memoria extraíbles (Pcmcia) que pueden ser leídas por los ordenadores personales, mientras que la georreferenciación se lleva a cabo mediante un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS), mejorando la precisión si se emplea tecnología diferencial (DGPS).

La monitorización del rendimiento de la viña es una nueva técnica que permite cosechar el cultivo conociendo la producción instantánea y permitiendo crear mapas de variabilidad espacial del rendimiento con la información almacenada. Para la crea-

ción de estos mapas de variabilidad a cada dato de rendimiento instantáneo le asignamos unas coordenadas, lo que permite conocer las diferencias de cosecha existentes en cualquier punto dentro de la parcela cosechada. Estos mapas también proporcionan la información necesaria para el manejo individual de regiones pequeñas en una misma parcela. La información obtenida por el monitor de rendimiento puede formar parte de una base de datos para la posterior generación de recomendaciones y ayuda al agricultor al manejo eficiente de insumos, y por lo tanto a optimizar el beneficio en las regiones anteriormente seleccionadas en la parcela.

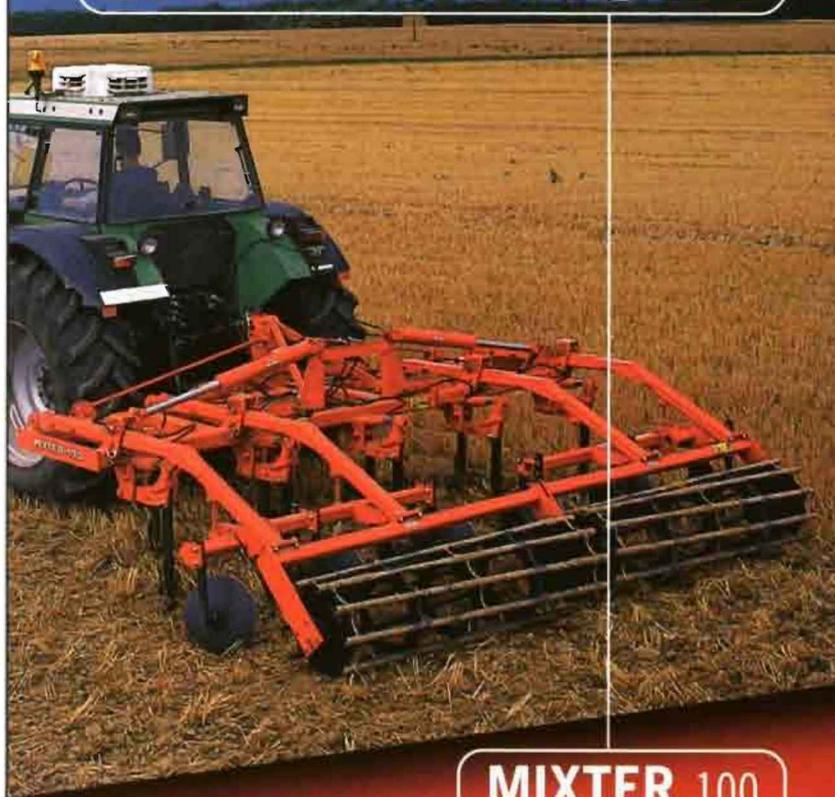
Existen diferentes tipos de monitores de rendimiento, que se diferencian en los principios básicos de medida. Para las cosechadoras de grano se han preferido los sensores de impacto; para algodón, los sensores ópticos de medida del volumen; y para horticolas, se utilizan generalmente sensores como células de carga.

Al igual que en otros cultivos, la obtención de un equipo de medida del rendimiento en tiempo real que diera medidas fiables ha sido difícil. Podríamos hablar de dos tipos de vendimiadoras si nos fijamos en el sistema de transporte del fruto hasta la tolva de almacenamiento. El primer tipo de cosechadora evacua el fruto de forma continua, con una cinta de descarga que deja caer la cosecha en un remolque que circula paralelo a la cosechadora. Para este tipo de transporte se instalaron unas células de carga debajo del remolque que acompaña a la cosechadora para medir el peso del fruto cosechado (foto 5). Este primer equipo de adquisición de datos de rendimiento no fue muy preciso debido a que el desplazamiento del remolque junto con la descarga de uva en éste generaba una vibración produciendo una



Foto 5. Remolque con células de carga para medir el rendimiento.

# ELIJA KUHN, ELIJA LA DIFERENCIA



MIXTER 100

## MÁS SEGURIDAD PARA UNA MAYOR COMODIDAD

El futuro pertenece a aquellos que sabrán elegir una máquina con una seguridad garantizada. Para alcanzar este objetivo, KUHN ha inventado la seguridad garantizada por Non-Stop hidráulico y bulón fusible, que asocian una larga vida útil y fiabilidad a una comodidad de uso en continuo excepcional.



Seguridad por Non-Stop hidráulico y bulón fusible. Una exclusividad KUHN.



www.kuhn.es

175  
Years of Excellence\*

\* 175 años de excelencia

Pol. Ind. Los Frailes, 23  
28814 DAGANZO (Madrid)

Tel: 91 878 22 60  
Fax: 91 878 25 01  
E-mail: info@kuhn.es

señal de error de magnitud similar a la señal de la cosecha.

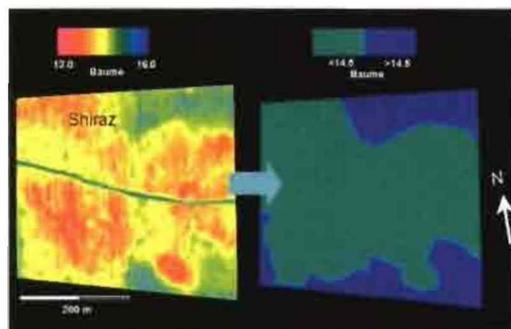
Un segundo intento y algo más definitivo fue la instalación de un sistema de sensores ultrasónicos, suspendidos sobre la cinta transportadora de descarga. Estos sensores emiten una señal que es reflejada por la masa de uva en la cinta transportadora, estimando la altura a la que pasa la uva a partir del tiempo que tarda el pulso ultrasónico en ser devuelto. De esta forma el sistema es capaz de calcular un volumen instantáneo, de manera que, introduciendo la densidad del cultivo, se puede hacer la conversión del volumen a masa cosechada.

Para el segundo tipo de vendimiadoras, que son aquéllas que llevan integradas una o dos tolvas de capacidad variable con la envergadura de la máquina, se ha desarrollado un nuevo sistema de medición. La idea partió de la empresa australiana Farmscan. Este nuevo sistema vuelve de nuevo a utilizar las células de cargas, pero ya instaladas en la propia cinta transportadora de la cosechadora para evitar posibles problemas de interferencias en la señal. La instalación de este sistema no es fácil, requiere insertar en la cinta transportadora una estructura que lleve colocadas las células de carga. Este monitor de rendimiento es de tipo gravimétrico, ya que se basa en el pesado continuo de la masa de uva que circula sobre la cinta transportadora utilizada para llevar la cosecha. Para la correcta determinación del flujo de la masa de uva sobre la cinta transportadora, es necesario introducir dos sensores más que miden el ángulo que forma la cinta con la horizontal y la velocidad de la misma. Con la información proporcionada por estos sensores, el monitor corrige el peso medido por la célula de carga.

En Francia, la firma de maquinaria Pellenc ha estado desarrollando un monitor de rendimiento basado también en células de cargas. Mientras que los sistemas anteriormente descritos se

**FIGURA 3**

Distribución espacial de la riqueza en azúcares (grados Baume) de la cosecha de uva en una parcela de veinte hectáreas estimada por sensores remotos (izquierda) y zonas de recolección diferenciada establecidas a partir del anterior (derecha).



diseñaron para ser adaptados a cualquier máquina vendimiadora, el sistema desarrollado por Pellenc es de uso específico para sus vendimiadoras. Esta empresa, junto con la Universidad de Montpellier, está estudiando la posibilidad de incorporar a los monitores de rendimiento un sensor de calidad de la uva.

### Sensores remotos

Los sensores remotos forman parte de la teledetección, que se puede definir como «la ciencia y el arte de obtener información sobre un objeto, área, o un fenómeno, a través del análisis de datos adquiridos por un dispositivo que no esté en contacto físico con los objetos investigados», en este caso las vides dentro de un viñedo (Lillesand y Kiefer, 1994).

En esta definición no se especifica la distancia a la que está situado el sensor del objeto de interés, pudiendo ser esta distancia de milímetros, si se utilizan sensores a corta distancia, o de cientos de kilómetros, si se utilizan satélites o aeronaves.

La mayoría de las técnicas que utilizan sensores remotos miden la energía electromagnética (EM), que es reflejada y emitida por el objeto sin entrar en contacto con ellos. La energía electromagnética es un tipo de energía que proviene de las oscilaciones de cargas eléctricas y es producida por el sol. En agricultura, las imágenes obtenidas a través de la teledetección utilizan la interacción entre la radiación electromagnética y la superficie de los cultivos en la longitud de onda, que van desde el ultravioleta (UV) hasta el infrarrojo (IR). La mayor parte de la luz solar se encuentra entre estas bandas. La luz reflejada por un

objeto es captada por un sensor en una longitud de onda característica (o gama de longitudes) y almacenada generalmente en formato digital.

Existen dos tipos de sensores dependiendo de la fuente de luz que toman. Los sensores pasivos utilizan la radiación de fuentes naturales, tales como la luz del sol, mientras que los sensores activos generan su propia radiación. Algo fundamental cuando hablamos de sensores remotos es la resolución de éstos, tanto la espacial como la temporal, radiométrica y espectral. Si cualquiera de las resoluciones no fuera buena, el potencial de esta técnica para la viticultura de precisión quedaría muy reducido.

La aplicación de los sensores remotos a la viticultura a través del uso de imágenes aéreas multiespectrales ha tenido una gran emergencia en países como Australia y Estados Unidos, probando que esta tecnología tiene grandes posibilidades para el mapeo espacial de la variabilidad de parámetros relacionados con la productividad, que han sido tradicionalmente la base del manejo de los viñedos. En Australia se ha fotografiado toda la superficie del vi-

ñedo, y ya está disponible para los agricultores una amplia variedad de imágenes con diferentes resoluciones espaciales y temporales. El 15% de las plantaciones de viñedos ya compraron imágenes. En Estados Unidos existen algunos proyectos destinados al desarrollo de tecnologías de teledetección como instrumento de manejo del viñedo para la selección de áreas por calidad de la producción, lo que potenciará que un gran número de empresas vitícolas americanas utilice esta herramienta de forma rutinaria. Por ejemplo, el satélite Quick bird entrega una resolución espacial de hasta 0,7 m, es decir, es posible incluso distinguir cada planta dentro de un viñedo. Esto significa que se puede disponer aproximadamente de 20.408 datos por hectárea.

En los últimos tiempos, se han desarrollado diversas técnicas para estudiar cualitativa y cuantitativamente el estado de la vegetación, a partir de las imágenes espectrales (multiespectrales o hiperespectrales). Para poder tomar decisiones de manejo, se han desarrollado los llamados Índices de Vegetación. Estos índices corresponden a combinaciones matemáticas de bandas espectrales, cuya función es realizar la contribución de la vegetación en función de la respuesta espectral de una superficie y atenuar la de otros factores como suelo, iluminación, atmósfera, etc.

Actualmente, existen numerosos índices de uso potencial en viticultura; entre éstos podemos mencionar el NDVI (Índice Normalizado de Vegetación), GVI (Índice Verde de Vegetación) y el DVI (Índice de Diferencia de Vegetación), entre otros. El NDVI es un índice indicador del vigor del viñedo; con un alto valor de vigor, el índice alcanza valores próximos a 1. El GVI nos indica el vigor del viñedo, pero eliminando la influencia de la humedad del suelo o la atmósfera. Tanto el NDVI como el GVI son los índices de mayor potencial de uso en viticultura.

En el Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de

Córdoba, se está trabajando en la puesta en marcha de un sensor remoto a corta distancia para la obtención de Índices de Vegetación y la posterior elaboración de modelos que expliquen la variabilidad espacial del rendimiento en función del índice obtenido.

### Algunos resultados conocidos

La variabilidad del rendimiento observado en viña es elevada. Según ensayos realizados en California y Australia, los rendimientos en las zonas más productivas son de ocho a diez veces mayores que en las menos productivas, lo que da idea del interés de la inclusión de este fenómeno en las decisiones de manejo. Por otro lado, adquiere una importancia igual, si no mayor, la influencia de la variabilidad de la maduración sobre la calidad de la cosecha.

La recolección de la uva con un grado uniforme de maduración, lo que supone contenidos de azúcar y compuestos fenólicos homogéneos, elevará la calidad del mosto. Basta una pequeña cantidad de uva recolectada en una zona donde el estado de maduración o sanitario sea deficiente para que el total de la cosecha modifique sus cualidades haciendo que se reduzca su valor en el mercado. Mediante técnicas de viticultura de precisión pueden detectarse zonas de maduración homogénea que permiten establecer la organización de la cosecha, optimizando la calidad del producto.

Los ensayos realizados por Rob Bramley de la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), en una comarca vitivinícola al oeste de Australia, demostraron la viabilidad económica de estas técnicas. Mediante imágenes procedentes de sensores remotos, se identificaron dos distintas zonas de manejo respecto a la recolección, que, posteriormente, poco antes de la cosecha, fueron confirmadas mediante el análisis de muestras de frutos. Tras la recolección en dos lotes diferentes según las zonas de manejo, uno de ellos fue comercializado con un precio mucho más alto que otro lote debido a la diferencia de calidad. En las campañas anteriores, con una recolección sin diferenciar, toda la producción fue de calidad baja, con la consiguiente pérdida en los beneficios. El análisis económico reflejó claramente la ventaja que supuso la aplicación de estas técnicas a pesar del gasto extra inicial que hubo que afrontar. David Lamb llega a una conclusión similar, aunque establece dos zonas de recolección diferenciadas en función de la riqueza en azúcares del mosto (grado Baume) estimado prematuramente a partir de sensores remotos (figura 3).

En otros ensayos de Bramley, en los que se obtuvieron mapas de variabilidad espacial del rendimiento mediante vendimiadoras equipadas con monitores, quedó patente la estabilidad de la pauta de comportamiento de estos ma-

pas de un año a otro, lo que supone que puede admitirse que las zonas de manejo son relativamente inalterables en el tiempo. Esto hace que pueda reducirse el seguimiento de las grandes parcelas al tomar como localizaciones de muestreo pequeñas áreas distribuidas entre las distintas zonas de manejo, con el consiguiente ahorro del gasto que supondría un muestreo a gran escala. Similares resultados presenta Daniel Bosch en ensayos realizados en California, que además introduce riego diferenciado según el vigor de las plantas.

Mike Ratcliffe también encuentra ventajosos resultados al aplicar viticultura de precisión en viñedos situados en el estado de Warwick, Sudáfrica. Los ensayos realizados en este caso demuestran que el momento del envero, que supone la referencia más precisa para establecer la fecha óptima de recolección, puede estimarse mediante el NDVI. Pocas semanas después del envero todos los racimos presentan el mismo aspecto en cuanto al color, no pudiéndose ya diferenciar las distintas zonas de recolección selectiva. Aunque resulta laborioso el análisis del NDVI de toda la parcela, al establecer un calendario de cosecha basado en el momento del envero de cada zona, se reduce considerablemente la variabilidad de las características de la uva cosechada, lo que mejora la calidad.

La puesta en marcha de la viticultura de precisión en una ex-

plotación tradicional supone sin duda un cambio importante; sin embargo, no tiene por qué llevarse a cabo de una forma brusca, tratando de cerrar el círculo comentado al principio desde el primer momento. Existen formas de tener en cuenta la variabilidad de una parcela que están al alcance de cualquiera, sin necesidad de realizar desembolso alguno. Se ha observado que la pauta de distribución espacial del inicio de la caída de hojas en una parcela es muy similar a la distribución espacial de las zonas de manejo que se obtiene mediante sensores remotos, por lo que en las aproximadamente dos semanas en que se desarrolla esta etapa, el viticultor podría moverse por la parcela y trazar sobre un mapa las distintas zonas homogéneas según vayan iniciando la caída de hojas. Durante la siguiente campaña, unas cuantas semanas antes de la recolección, podría confirmar la permanencia de dichas zonas homogéneas mediante un simple test del estado de maduración de los frutos (envero) y, si coinciden, puede realizar la cosecha de cada zona en el orden correcto, lo que asegurará el óptimo estado de maduración de todos los frutos cosechados y su consiguiente efecto positivo sobre la calidad. ■

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de los proyectos AGL2001-2436 y CA001-022 por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología, fondos FEDER y de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.



**BOMBAS HIDRAULICAS**

**Amplia gama para todas las marcas y modelos de tractores y cosechadoras**

Recambios y accesorios para Tractores y Maquinaria Agrícola

**AGRINAVA**

Pol. Industrial Agustinos, C/ A, Nave D-13  
31013 PAMPLONA (Navarra - España)  
Teléfonos: 902 312318 - 948 312318  
Fax: 948 312341  
e-mail: agrinava@agrinava.com  
www.agrinava.com

