



Lo que cada uva necesita

Cómo puede aplicarse de forma concreta la agricultura de precisión en las viñas.



Mario Concha P.

Ingeniero Agrónomo M.Sc.
Académico de planta Universidad de Las Américas

En el afán que tiene el hombre de realizar una producción amigable con el medio ambiente y un uso racional de los recursos naturales surge la agricultura de precisión (AP), sistema de producción sustentable basado en la aplicación racional de los insumos agrícolas y una reducción de los costos de producción. Este sistema de producción se define como un conjunto de técnicas que tienen como objetivo optimizar la calidad y cantidad de la producción agrícola. La agricultura de precisión persigue controlar los efectos de la diversidad de condiciones que se presentan en un campo, para aumentar los rendimientos a partir de un aprovechamiento más óptimo de los recursos.

García y Flego (2015) señalan que la agricultura de precisión se basa en aplicar la cantidad correcta de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto. La agricultura de precisión involucra el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo. Las tecnologías de la agricultura de precisión permiten satisfacer una de las exigencias de la agricultura moderna: el manejo óptimo de grandes extensiones. La agricultura de precisión es el resultado del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en las labores agrícolas, lo que representa el inicio de un nuevo paradigma en este sector.



DESARROLLO DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

El origen de la agricultura de precisión, en su forma actual, se puede situar en Estados Unidos en los años 80. En 1985, investigadores de la Universidad de Minnesota aplicaron diferentes dosis de abonos cálcicos, de acuerdo a los requerimientos del suelo de diversas parcelas agrícolas. Fue en esa época cuando apareció la práctica del grid-sampling (recogida de muestras sobre una red fija de un punto por hectárea). A finales de la década, mediante la toma de muestras, aparecieron los primeros mapas de respaldo para las dosificaciones diferenciadas de elementos fertilizados y para las correcciones de pH.

La aplicación y desarrollo de esta nueva tecnología ha mostrado dife-

rente progreso en los distintos países. Entre los pioneros se encuentran Estados Unidos, Canadá y Australia, mientras que en América Latina el país más involucrado con esta metodología de manejo de cultivos, tanto en incorporación, como en desarrollo de agro-componentes de alta complejidad es Argentina, país que cuenta con una gran cantidad de superficie sembrada bajo esta modalidad y con una importante cantidad de profesionales muy capacitados; le sigue Brasil, que se perfila como un gran demandante de este tipo de tecnologías. En Europa, los pioneros fueron los ingleses, seguidos de cerca por los franceses.

En la actualidad en Chile la producción agrícola que más ha incorporado esta herramienta es la viticultura, debido a aspectos como:

las viñas son empresas que generan importantes recursos; la mayoría de ellas están comprometidas con el medio ambiente; preocupadas por reducir los costos; son conscientes que esta industria es altamente competitiva a nivel nacional e internacional, lo que la obliga a

estar permanentemente introduciendo nuevas tecnologías a sus procesos productivos; el costo de esta tecnología con el tiempo se ha reducido, con un aumento de presencia en el mercado de numerosas empresas asesoras en agricultura de precisión.

CÓMO OPERA LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

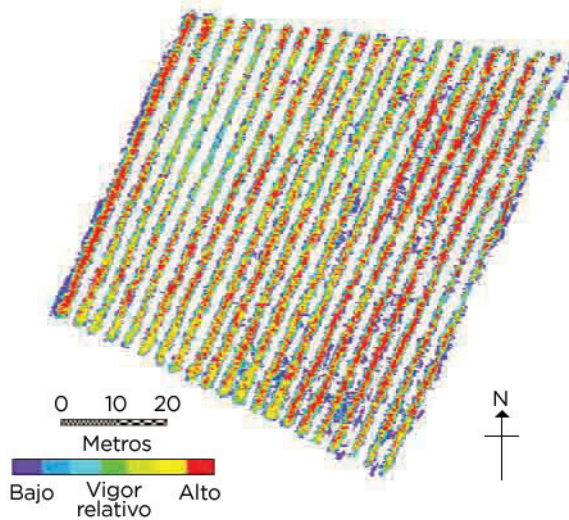
Sabido es que las plantas no expresan su potencial productivo de manera uniforme debido a las características desiguales del suelo, condiciones climáticas y sanitarias, entre otros factores. Estas características pueden ser determinadas in situ o en forma remota a través de la teledetección que entrega imágenes satelitales o aéreas multispectrales (miden la reflectancia de la superficie de las hojas de más de una longitud de onda), lo que permite determinar diferentes sectores dentro de una misma parcela, sea de gran extensión o una pequeña superficie.

La medición con sensores de la reflectancia de las longitudes de onda de color azul, verde, rojo e infrarrojo cercano, permite calcular índices de vegetación dentro de los cuales el Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI), es el más común, (Ver fotografía 1).

Otros índices como el Índice de Área Foliar (LAI) o la Fracción de la Radiación Fotosintética Activa (FPAR) se han mostrado también válidos para estimar el rendimiento y algunos parámetros estructurales de la vid, y otros cultivos. Los sectores individualizados y muestras que se tomen de ellos quedan georeferenciados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que proporciona información de la posición geográfica tridimensional del receptor de las señales ubicado en el campo, y cuya posición se expresa en longitud, latitud y altura.

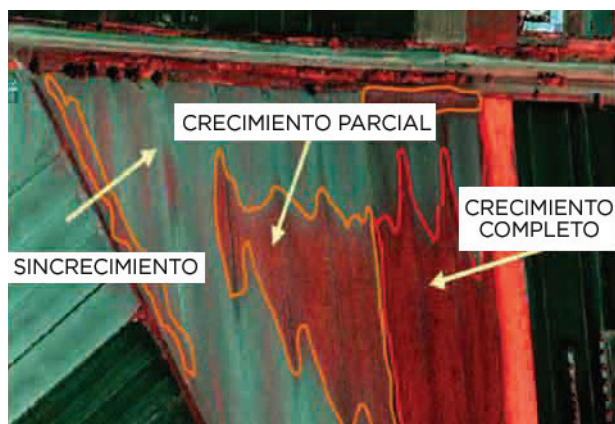
Esta referencia tiene mayor precisión de acuerdo al número de satélites con que se pueda comunicar y con la posibilidad de corregir las coordenadas según la referencia de una estación fija en la tierra (Tecnología DGPS). Toda la información recogida, conservando el componente espacial, es mantenida y manejada en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que hacen posible guardar, analizar y mostrar datos cartográficos, per-

FOTO 1
MAPA DE VARIACIÓN DEL NDVI EN UNA PARCELA



Fuente: Hall et al, 2002, en Viticultura de Precisión y Teledetección de Rodríguez-Rey (2009)

FOTO 2
IMAGEN SATELITAL, CRECIMIENTO DIFERENCIAL DEL CULTIVO



Fuente: SM GEODIM 2014.

mitiendo entregarle a cada sector la dosis que individualmente requiere y no la dosis promedio de todo el campo. De esta forma surge el concepto de Manejo Sitio-Específico (MSE), que se refiere a la aplicación de un grupo de tecnología que permite medir y manejar la variabilidad espacial, para aumentar la eficiencia productiva y disminuir el impacto ambiental.

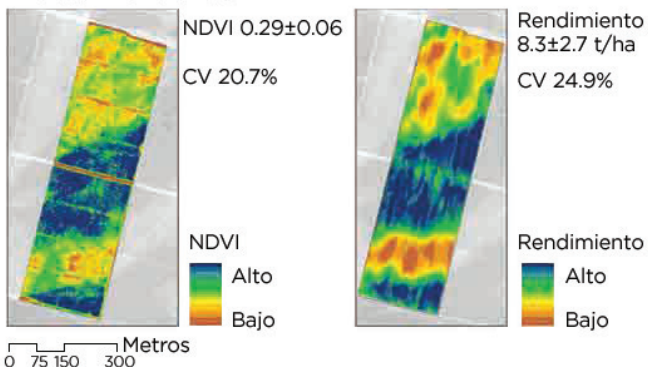
La agricultura de precisión precisa contar con el máximo de información en el momento oportuno, pero aquello no garantiza el éxito, se requiere además de especialistas capaces de interpretar correctamente la información disponible.

USO EN EL VIÑEDO

El uso de las tecnologías de la agricultura de precisión en viticultura ha dado en llamarse Viticultura

FOTO 3 VARIABILIDAD INTRAPARCELA DEL NDVI

$R=0.89$; $R^2=0.79$ $p<0.01$



Variabilidad intraparcela de índice de vegetación de la diferencia normalizada (NDVI), a 15 días del envero de uva variedad Syrah (foto lado izquierdo). Mapa de rendimiento de la misma parcela (foto lado derecho). Al comparar ambas fotos se observa directa relación entre índice de vegetación y rendimiento.

de Precisión (V.P.), y algunos ejemplos de aquellos son:

1 Relación NDVI/Vigor del viñedo: Se ha determinado una relación directa entre el NDVI y el vigor del viñedo, lo que hace suponer que también existe una relación entre este índice y el rendimiento y, consecuentemente, una relación inversa con la calidad de la fruta.

Asimismo, el monitoreo de la canopia del viñedo con una cámara multispectral permite tener una imagen aérea, la cual está relacionada con la expresión vegetativa y la sanidad de la planta. Esta información puede ser representada mediante una cartografía de la biomasa del viñedo, expresada normalmente como índices de vegetación, el cual puede ser relacionado con la variabilidad espacial del vigor (Ver fotografía 2).

2 Relación NVDI/Nivel hídrico: Estudios de la utilización de imágenes multispectrales, para la segmentación de la variabilidad espacial del potencial hídrico de la planta, han sido determinados en viñas, demostrando que el uso de los NVDI en la segmentación de los viñedos resulta altamente útil en la identificación de zonas con diferentes niveles de restricción hídrica (Universidad de Talca, 2009). Asimismo, el NDVI puede ser empleado como una herramienta para definir zonas con distintos niveles de estatus hídrico de plantas.

Según otros autores, la estimación del déficit hídrico a través de índices como el denominado Water Index, predice la composición de la uva en términos de contenido de azúcares y acidez mejor que los índices de vegetación.

3 Relación NVDI/Calidad y rendimiento: La relación del NDVI con los rendimientos y calidades ya ha sido probada en frutales, siendo una herramienta utilizada en Estados Unidos y Chile. Asimismo investigaciones realizadas en Australia han demostrado la utilidad de emplear imágenes aéreas multispectrales relacionadas con



índices de vegetación para proponer áreas de manejo de cosecha. Esta metodología se basa en la estimación de la expresión vegetativa a través de imágenes de NDVI y su relación con la densidad foliar de las plantas.

Así se ha visto que racimos provenientes de sectores con altos valores de NDVI presentaron mayores rendimientos y menor calidad enológica, lo contrario fue observado en fruta proveniente de sectores de bajos valores de NDVI. Según Johnson et al., 1998, y Lamb et al., 1999 y 2000, citados por Universidad de Talca (2009), el uso de esta tecnología ha permitido, dada la información de áreas diferenciadas por calidad de uva e información de terreno, la estimación de producción del viñedo (Fotografía 3).

Aquellas empresas vitivinícolas que no emplean agricultura de precisión en sus labores agrícolas, manejan todos los sectores de una parcela de igual manera, con lo que cosechan las uvas para vinos de mejor calidad (características para vinos Premium), junto con los sectores de menor calidad, con lo que el potencial cualitativo de esos sectores no se expresa. Es así como, el manejo homogéneo de cuarteles agrícolas que presentan una importante variabilidad espacial en su expresión vegetativa, significa un uso ineficiente de los recursos, que genera importantes pérdidas económicas en insumos y labores agrícolas.

4 Riego de Precisión. El manejo de la cantidad y periodicidad de riego se

conoce como Riego de Precisión (R.P.) y busca conocer y controlar la variabilidad espacial y temporal del nivel hídrico de un viñedo, con la finalidad de obtener mayores rendimientos con el consumo de agua ajustado a las necesidades reales.

Al respecto, Ortega-Farías et al., 2003, señalan que en la temporada 2002, 2003 se montó un ensayo en un viñedo de 42 hectáreas en la VII Región del Maule, conducido en espaldera y regado por goteo (4,01/h). Los sectores con uva variedad Cabernet sauvignon identificados como 2 (textura franco-arcillosa) y 3 (textura arcillosa), fueron los que recibieron en el ensayo el tiempo y caudal de riego extremos (menor y mayor, respectivamente). En el sector 2, los niveles de humedad del suelo se mantuvieron por debajo del valor crítico para favorecer el color de los mostos y vinos (71,5 horas y 953 m³/ha.), y en el sector 3 se mantuvo el contenido de agua del suelo por sobre la humedad crítica entre la cuaja y la cosecha (231 horas y 3080 m³/ha.). La producción para el sector 2 fue de 6,5 ton/ha, con vino de calidad Premium, y el sector 3 de 16,8 ton/ha, con vino de calidad Varietal.

Concluye el trabajo indicando que el desarrollo de mapas con sectores homogéneos en cuanto a suelo, consumo de agua y vigor del viñedo permite realizar un manejo del agua de riego acorde a las características específicas de cada cuartel. Asimismo, el menor riego incidió directamente en una menor producción, sin embargo esta logró la mejor calidad de vino.

5 Aplicación de insumos en forma variable. El área de mayor desarrollo dentro de la agricultura de precisión es el Manejo de Nutrientes Sitio-Específico (MNSE), también llamada Tecnología de Dosis Variable (TDV). Aquello es posible gracias a la existencia en el mercado de tecnología que permite variar las dosis cada metro cuadrado si se requiere, con una alta precisión. Estos equipos pueden ser programados para que controlen el flujo de líquidos y granulados que están siendo aplicados por cada boquilla o caída de agroquímico, de modo que sea posible regular y monitorear la aplicación, la cual es dirigida especialmente por un equipo GPS según el Instituto de Investigaciones Agropecuario (INIA), 1999.

6 Monitores de rendimiento. El monitor de rendimiento mide el volumen de la vendimia en forma continua al interior del cuartel en tiempo real. El volumen cosechado en un determinado sector es calculado a partir de sensores que miden el flujo de la cosecha que pasa a través de una cinta transportadora. Un DGPS registra la localización de la máquina cosechadora cada segundo. La información recolectada se descarga en un computador de terreno, lo que permite construir mapas de rendimiento, siendo útiles para detectar problemas y áreas de manejo diferenciado.

Finalmente, el éxito de la agricultura de precisión se basa esencialmente en la correcta interpretación de la información recogida.