

VITIVINICULTURA DE PRECISIÓN: UN PROYECTO INIA-FIA PARA LOS VINOS DE CHILE

Luis A. Flores Molina
Especialista en Agricultura de Precisión
INIA-Chile

DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS DE PRECISIÓN EN CHILE

En 1997, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) incorporó a su labor una nueva línea de investigación denominada Agricultura de Precisión. Esta línea consiste en el estudio y aplicación de nuevas tecnologías que pueden ser utilizadas para capturar y analizar información georeferenciada de una unidad de producción, con el fin de apoyar el proceso de toma de decisiones, tal que sea posible aumentar la eficiencia en el manejo y mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos. Esta línea de investigación ha sido conformada por un equipo de investigadores de distintas especialidades que en su conjunto forman el Grupo de Investigación y Transferencia en Agricultura de Precisión del INIA (ITAP).

En el año 2000, luego de 3 años de exitosa Investigación y Transferencia en Agricultura de Precisión en cereales y remolacha, el INIA re-definió su estrategia de investigación y dirigió la línea hacia los cultivos industriales, los frutales y las vides, en consideración a los requerimientos de mayor rentabilidad que exige la aplicación de estas tecnologías y en reconocimiento al aporte de otros centros tecnológicos (en Argentina, Australia y Estados Unidos) que poseen proyectos de investigación y desarrollo de la Agricultura de Precisión en cultivos tradicionales (como trigo, soja, maíz y algodón), lo cual ha ayudado a optimizar los fondos de investigación.

En octubre del año 2001, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura, consciente de la necesidad de incorporar nuevas tecnologías a los viñedos para mejorar la calidad de nuestros vinos, aprobó el financiamiento del proyecto “Desarrollo de la Tecnología de Manejo Sitio Específico en Viñedos para Mejorar la Calidad de la Uva a Vinificar”, el cual fue presentado por el ITAP del INIA para ser ejecutado en la VII región del Maule durante el período 2001-2005.

Este proyecto, al que hemos llamado “Vitivinicultura de Precisión” pretende determinar el efecto que las propiedades del suelo y el manejo de las vides al nivel de cuartel, tienen sobre las componentes del rendimiento y en la calidad del mosto, incorporando tecnologías de monitoreo georeferenciado para el muestreo del suelo y las plantas. Al final del proyecto, el INIA entregará las bases para la aplicación eficiente de las tecnologías de información (GPS, SIG, sensores, etc.) en los viñedos chilenos junto a las claves para el análisis de la información espacial y la implementación operativa de las prescripciones de manejo diferenciado al interior de los cuarteles. El cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto permitirá iniciar una segunda fase de investigación donde el uso de sensores remotos, para capturar imágenes aéreas multiespectrales, hará posible identificar, a un costo más reducido, los sectores dentro de un cuartel donde se aprecian anticipadamente problemas de crecimiento asociados a nutrición, enfermedades o estrés hídrico, entre otros. El grupo ITAP del INIA ya está trabajando para implementar esta tecnología en Chile, la cual esperamos poder ofrecer en el mediano plazo, para ayudar en la toma de decisiones de manejo en los viñedos de Chile.

BASES DE LAS TECNOLOGÍAS DE PRECISIÓN

El registro de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo (físicas, químicas y biológicas) y de la producción (rendimiento, sanidad y calidad) ha sido posible gracias a la aparición de modernas tecnologías como los **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)** que permiten conocer la coordenada geográfica de cualquier punto dentro de una unidad de producción con una buena exactitud y precisión. Si en cada punto georeferenciado se midieran las propiedades del suelo y las variables de rendimiento, sanidad y calidad deseadas, y se obtuviera una muestra adecuada de puntos en cada unidad de producción, sería posible almacenar, procesar y gestionar dicha información (coordenada + variable medida) en un **Sistema de Información Geográfica (SIG)** para determinar, con ayuda de la **Geoestadística**, la variabilidad espacial, la magnitud de la variación y el patrón de distribución de cada variable dentro de la unidad de producción.

En la actualidad, la Vitivinicultura de Precisión se está aplicando con gran éxito en Australia y principalmente en Estados Unidos, dos de los principales competidores de Chile en el mercado internacional del vino, donde (p.ej.) las viñas más importantes del estado de California ya llevan varios años participando de investigaciones de campo e implementando nuevas tecnologías para apoyar la medición de los factores limitantes y diseñar prescripciones de manejo variables en los cuarteles. Algunas de las tecnologías que se han probado en viñedos han sido: i) el **monitor de rendimiento** y el GPS, los cuales son instalados en vendimiadoras para registrar, durante el avance de la cosecha, el rendimiento para un alto número de posiciones dentro del cuartel; ii) el **muestreo en grilla con GPS** para analizar las propiedades del suelos y medir el desarrollo y crecimiento de las plantas y la calidad de las uva; iii) el uso de **sensores directos** para medir estados de estrés en las hojas mediante radiómetros o medidores de clorofila; y más recientemente, la captura de **imágenes multiespectrales**, obtenidas desde plataformas aéreas, para detectar las variaciones en la refracción de las plantas.

Lo que caracteriza la aplicación de las tecnologías de precisión en agricultura, es la posibilidad de hacer mapas de variabilidad espacial, los que muestran el patrón de distribución y variación de las variables medidas en una unidad de producción. Como se ha comprobado la existencia de variables regionalizadas (aquellas que presentan continuidad o “gradientes” en el espacio), la única forma de prescribir manejos eficientes para el control de esas variables, es conociendo los niveles de magnitud de cada una en toda la superficie de la unidad productiva, estableciendo así distintos niveles de aplicación del manejo (p.ej. del agua de riego, de los fertilizantes, de los plaguicidas, del follaje, etc.). Por otro lado, el avance de la informática, de la estadística, y el desarrollo de nuevas herramientas para el diagnóstico de los factores productivos, hacen de la agricultura de precisión la forma más revolucionaria y eficiente de producir alimentos, con un probado impacto en la producción de cereales y un promisorio futuro en los frutales y vides.

ESTADO DE LA VITIVINICULTURA DE PRECISIÓN EN EL MUNDO

Gran parte de las investigaciones reportadas en los últimos 4 años se relacionan con la detección de variabilidad espacial en el rendimiento de uva en cuarteles donde se ha cosechado manualmente ó con vendimiadoras equipadas con monitor de rendimiento y GPS. Producto de ello, se ha podido demostrar que aquellos viñedos considerados originalmente homogéneos en sus características de producción, son extremadamente variables en su rendimiento y a su vez en la calidad de la uva que producen. McBratney y Taylor (1999), en sus ensayos realizados en Richmond Grove, Australia, mostraron que los cuarteles de un mismo viñedo presentan una diferente respuesta de rendimiento y que aún al interior de algunos cuarteles se produce una variabilidad espacial altamente significativa.

Por su parte, Bramley (2000) mostró que la variabilidad espacial del rendimiento presentó una tendencia espacial estable en el tiempo, aún cuando las magnitudes del rendimiento puedan haber diferido de año en año. Otras evidencias del mismo autor mostraron la variabilidad espacial existente en las componentes de la calidad de las uvas, tales como el contenido de sólidos solubles, el contenido de polifenoles, el color de las bayas, el peso de las bayas, etc. , Arkun et. al (2000) y Lamb (2001) reportaron además que la variabilidad espacial del rendimiento y la calidad de las uvas en Australia, es posible detectarla mediante el uso de imágenes multiespectrales, facilitando de esta forma el monitoreo a través del uso de sensores remotos. El uso agrícola de las imágenes multiespectrales se produjo gracias al trabajo del Centro de Investigación Espacial Ames de la NASA en Estados Unidos, entidad que se encuentra incorporando esta tecnología en los viñedos de los valles de California (Johnson et al., 1998) y que además apoyan otras experiencias en Australia.

Otros estudios realizados por el Centro Australiano de Agricultura de Precisión (ACPA) de la Universidad de Sydney, Australia, han mostrado una alta correlación entre el rendimiento de uva de los cuarteles y la conductividad eléctrica del suelo medida con un sensor Veris 3100. Este sensor registra las variaciones en el valor de conductividad eléctrica, los cuales se relacionan con el contenido de arcilla, la profundidad y la fertilidad del suelo, entre otras variables.

USO DE LA TELEDETECCIÓN EN LA VITIVINICULTURA

La teledetección, a través del uso de imágenes aéreas multiespectrales, ha tenido una gran emergencia en la viticultura de USA, probando que esta tecnología tiene grandes posibilidades para el mapeo espacial de la variabilidad de parámetros relacionados con productividad, que han sido tradicionalmente la base del manejo de los viñedos. El conocimiento de la conexión entre la firma espectral de los viñedos y parámetros biofísicos, mejoramiento de la sensibilidad espectral y resolución espacial, y la disponibilidad de sensores de bajo costo, han contribuido a un incremento del interés en la aplicación de imágenes aéreas multiespectrales para monitorear el desarrollo de los viñedos, como también en la adquisición de información base para los planes de manejo de las plantas.

En agricultura, las imágenes obtenidas a través de la teledetección, utilizan la interacción entre la radiación electromagnética y la superficie de las plantas en los espectros visible e infrarrojo. Así, a través del desarrollo de técnicas de imágenes numéricas se provee de una información cuantitativa de la luz reflejada por esas superficies. Bajo estos principios y con apoyo científico, los grandes viñedos de California están haciendo un uso creciente de teledetección como un instrumento adicional para supervisar la densidad foliar de los viñedos. En particular, la investigación previa de NASA en EE.UU y Australia (Johnson et al., 1998; Lamb, 1999; 2000 y 2001), han demostrado el empleo de imágenes multiespectrales relacionadas con índices de vegetación para subdividir áreas ("bloques") de calidad de cosecha basada en el vigor de las plantas.

La segmentación de los bloques puede permitir una mayor uniformidad de rendimiento y maduración de las uvas, que potencien la calidad del vino producido (Johnson et al., 1998). Así, el proyecto CRUSH, fue desarrollado por el sector público y privado de EE.UU. y fue dedicado al desarrollo de tecnologías de teledetección como instrumento de manejo del viñedo para la selección de áreas por calidad de la producción con gran éxito, lo que ha llevado a que un gran número de empresas vitícolas americanas ya estén utilizando esta herramienta en forma rutinaria.

UN PROYECTO INIA-FIA PARA LOS VINOS DE CHILE

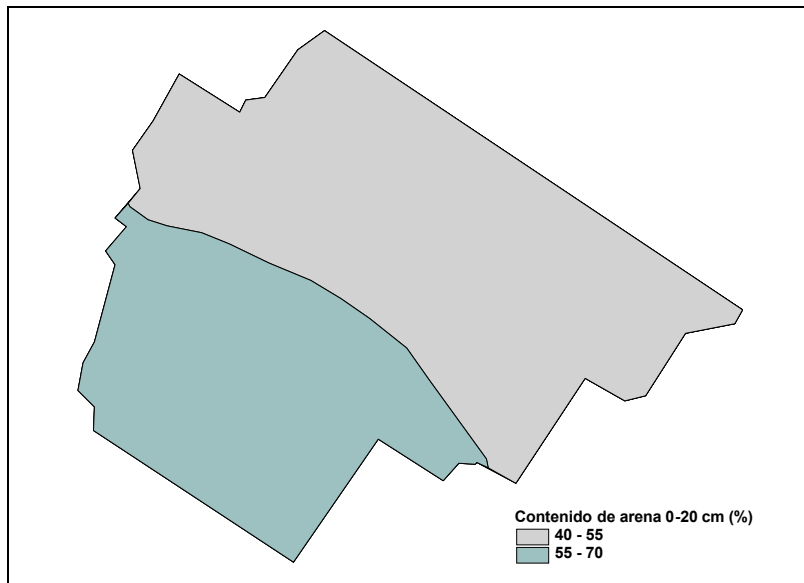
Las tecnologías mostradas y las evidencias mencionadas sólo vienen a objetivar aquello que los viticultores y enólogos conocen pero que no eran capaces de medir ni manejar con precisión. Desde hace mucho tiempo que los productores cosechan por separado sectores o hileras, dentro de un cuartel, que presentan condiciones de madurez o calidad que los diferencian del resto de la unidad. Claramente, esto es signo de lo necesario que es conocer con precisión las zonas de manejo y cosecha dentro de los viñedos. Esta tecnología cobra mayor relevancia si consideramos que es un claro apoyo a la obtención del objetivo de calidad de los viticultores, respaldando con ello la campaña de país para fortalecer la asociación Vino Chileno-Vino de Calidad y mejorando los niveles de competitividad de nuestros productores.

El proyecto iniciado en octubre de 2001, contempla la medición de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo y del rendimiento y calidad de distintas variedades de vides finas productoras de uva para vino cultivadas en la VII región. El objetivo es evaluar el efecto que la variabilidad espacial de las principales propiedades del suelo (textura, fertilidad, profundidad, etc.) provoca en la variabilidad espacial del rendimiento de uva y la calidad de los mostos al interior de los cuarteles. Para ello se ha establecido una unidad experimental al interior de la Viña Martínez de Salinas, en la provincia de Cauquenes y se instalarán unidades demostrativas en distintas localidades, una de las cuales se implementará en la actual temporada, en la localidad de Sagrada Familia, en la provincia de Curicó, al interior de los viñedos de la Sociedad Vitivinícola Sagrada Familia, productora de los Vinos Lautaro.

Como producto de la primera temporada de investigación en la Viña Martínez de Salinas, hemos determinado cuáles son las variables físicas de suelo que más influyen en las variaciones de rendimiento y calidad de las uvas. Tanto el rendimiento de uva como el número de racimos por planta presentaron una altísima correlación espacial con las propiedades físicas del suelo, principalmente con la profundidad, la cota de terreno y el contenido de arena del suelo. A su vez, existió una buena correlación espacial entre estas últimas y el pH, la acidez total y el contenido de sólidos solubles en el mosto, aún cuando se aprecia que existe una influencia adicional de otras variables como el régimen de riego y fertilización además del manejo del follaje (podas y raleos).

Como conclusión de lo anterior, los cuarteles monitoreados deberán ser manejados en forma sitio específica, para lo cual deben ser divididos en zonas de manejo homogéneo, cuyo tamaño dependerá de la variabilidad existente, de la factibilidad técnica para implementar los manejos diferenciados y del margen de utilidad que la nueva estrategia de manejo produce. La división de los cuarteles en 2 zonas de manejo permitiría distribuir el agua y los fertilizantes en dosis o frecuencias diferentes, mejorando con ello la eficiencia productiva y favoreciendo la producción de uvas de calidad, provocando además un menor impacto ambiental.

A continuación, se muestran algunos mapas de las variables analizadas en uno de los cuarteles evaluados en el proyecto:



Se aprecia que el contenido de arena del suelo presenta dos condiciones diferentes.



La misma situación se cumple para la profundidad del suelo y la cota de terreno. La tendencia en estas tres variables es a una división central que separe las partes superior e inferior del cuartel.

