

DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) HACIA UNA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Fabián Suescun¹; José Luis Arumi²

¹Departamento de Suelos; ²Departamento de Recursos Hídricos
Universidad de Concepción

Los suelos productivos del mundo se han venido trabajando históricamente de forma tal que se consideran una superficie homogénea, que no sufre cambios grandes dentro de un fundo o dentro de un lote, a partir de esta premisa se diseñan el manejo; para la aplicación de enmiendas y toma de decisiones el agricultor se basa en determinaciones realizadas en base a la homogeneidad que existe en determinado lote, siendo el análisis físico y químico de suelos uno de los más usados. Este tipo de análisis presenta algunas limitaciones, tales como:

- Las muestras pueden ser obtenidas en áreas poco representativas del predio, a orillas de camino, centro del potrero, áreas aledañas a árboles o arbustos, entre otras.
- El número de submuestras es en general inferior al mínimo solicitado (25-30 para áreas de hasta 10 ha), por lo general el operador o los agricultores extraen una única muestra, en general obtenida del centro del potrero.
- La profundidad a la que es tomada la muestra no siempre es la adecuada dependiendo del tipo de cultivo a implantar.

Todo este desconocimiento de la variabilidad del suelo, da lugar a un tratamiento homogéneo de los predios, aplicando el mismo volumen de pesticidas, las mismas dosis de fertilizantes, los mismos volúmenes de agua de riego; el resultado evidente de un tratamiento como el descrito se configura en los siguientes elementos:

- Obtención de resultados promedios, de las áreas de altos rendimientos y las áreas de bajos rendimientos, sin posibilidad de tratar las áreas de bajos rendimientos con prácticas que eleven la expresión productiva de las especies presentes.
- Ineficiencia económica, expresada en el consumo desequilibrado de insumos, excediendo su aplicación en los sectores de alta respuesta y restringiendo su uso en sectores de baja respuesta.
- Potencial daño ambiental por contaminaciones indeseadas de suelo y agua, provocadas principalmente por exceso de nitrógeno, herbicidas y fungicidas.
- Degradación de la fertilidad natural de los suelos, dada la tendencia histórica de restituir sólo parcialmente la extracción de minerales del suelo.

- Ubicación inadecuada de especies y cultivares, establecidos sin consideración de los requerimientos edáficos.

Todo esto indica que los resultados de los análisis practicados son poco confiables y no entregan una lectura de la dinámica de los nutrientes en el suelo, y que en el mejor de los casos, si las muestras respetan todos los protocolos establecidos por los laboratorios, el resultado sólo sería un promedio de la condición de fertilidad del campo, sin que se llegue a establecer la verdadera distribución horizontal y vertical de los fertilizantes en la unidad de muestreo.

Unos años atrás, para mejorar al menos en parte los rendimientos y la utilización de los suelos los agricultores recurrían a los mapas de suelos (documentos gráficos) que muestran la distribución de los tipos de suelos empleando algún tipo de clasificación natural, presentándose en documento aparte las propiedades de las unidades cartográficas delineadas, así como de las unidades taxonómicas. De los mapas de suelos pueden derivarse otros mapas que muestran una única propiedad (profundidad del suelo, textura, pH, etc.), los cuales reciben el nombre de temáticos. A partir de los mapas temáticos puede interpretarse de forma inmediata la información del mapa de suelos aunque también puede reelaborarse dicha información para llevar a cabo una evaluación del territorio (FAO, 1976). En conclusión la cartografía de suelos consiste en el reconocimiento local y la representación gráfica en un plano de los diferentes tipos de suelos existentes en una zona, en dividir el paisaje en áreas con propiedades distintas y en las que cada una de ellas es supuestamente homogénea; sin embargo el avance de las investigaciones ha permitido reconocer que los suelos presentan una alta variabilidad, debido a la interacción entre factores químicos, biológicos, físicos y ambientales entre otros que generan una marcada influencia en la productividad de un campo o un lote en particular que bajo esta metodología era considerada homogénea, esto ha gatillado la aparición de herramientas más potentes que permitan hacer uso de los suelos de forma rentable y ambientalmente sostenible.

En un mundo globalizado, más competitivo, aquellos productores que deseen mantenerse activos en el mercado deben estar en permanente sintonía con los requerimientos hechos por parte de los consumidores y ser muy eficientes en el uso de los recursos e insumos, con el fin de obtener mejores rendimientos y calidad, disminuir costos de producción e impactar lo menos posible al ambiente, bajo esta imperante necesidad se presentan nuevas herramientas tecnológicas e investigativas que permiten enfrentar estos desafíos, de forma tal que el manejo que se dé al campo agrícola se haga con el fin de aumentar la competitividad y garantizar su sustentabilidad.

De todo lo anterior surge la necesidad de brindar a los agricultores metodologías que permitan conocer y manejar la variabilidad del suelo y mejorar los resultados productivos, económicos y ser ambientalmente amigables, es por esto que con el avance de la ciencia surge la llamada agricultura de precisión AP o el manejo de sitio específico MSE.

Para una buena gestión y análisis de cada unidad de manejo se debe partir de la premisa que el suelo en su estado natural presenta variabilidad en grandes extensiones de terreno, como

también en pequeñas unidades de producción, por ejemplo la fertilidad, varían de un lugar a otro, e inclusive a través de los diferentes horizontes de un mismo perfil (figura 1), entonces ya no es correcta una fertilización uniforme a un predio completo (Emmen, 2004). La incorporación de nuevas tecnologías a las unidades productivas, que nos ayudarán a identificar las condiciones de cada una de ellas, identificando unidades homogéneas o sitios específicos, donde podemos encontrar en una unidad productiva varios sitios específicos.

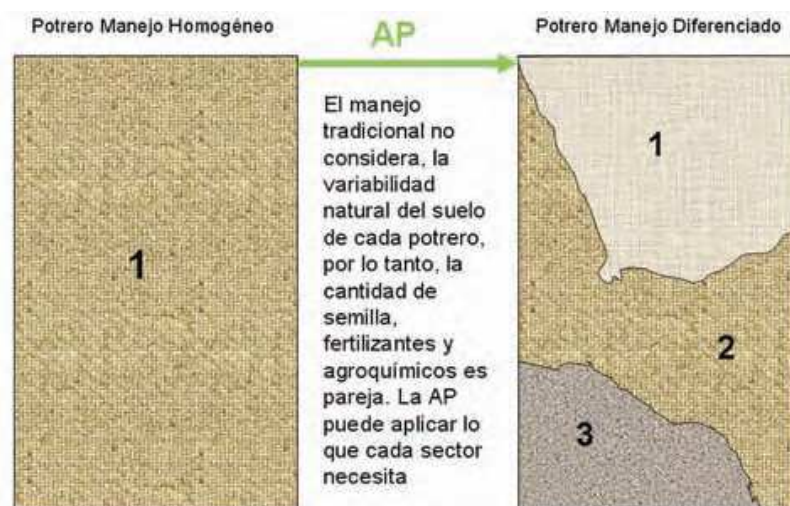


Figura 1. Homogeneidad de suelo y variabilidad natural

El término Agricultura de Precisión (AP) se utiliza para referirse al manejo de las superficies agrícolas de forma individualizada y específica. En la práctica se resume en “hacer lo correcto en el lugar adecuado y en el momento preciso”, de forma automática, utilizando sensores, ordenadores y otros equipos electrónicos (Lowenberg, 2001).

La AP se inicia con el desarrollo de una serie de tecnologías en áreas distintas a la agronomía como la estadística, la informática, la electrónica y la mecánica entre otras, que nos permiten desarrollar mapas de la variabilidad espacial, o que indican patrones de distribución y variación de algunos caracteres que pueden ser medidos en una unidad de producción (Stafford y Ambler, 1994), dichas variables pueden ser el contenido de algún macro o micro elemento (nutriente), contenido de humedad del suelo, textura, conductividad eléctrica CE, pH, entre otras.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

El SIG requiere de la integración de gran cantidad de información (figura 2) para poder ofrecer una respuesta real de lo que ocurre en un sitio específico, mediante la integración de la información espacial y no espacial (atributo) que se evalúa en terreno.

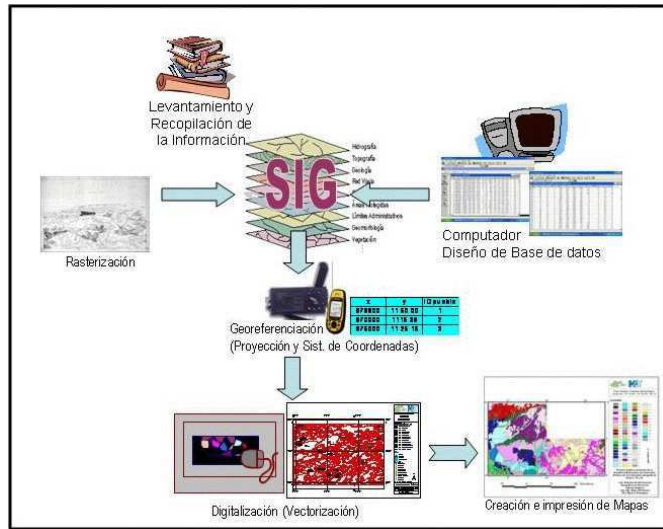


Figura 2. Componentes del sistema de información geográfica

Para proceder a determinar la especie a cultivar, las prácticas de manejo más adecuadas, reducir el impacto ambiental en un sitio específico, es necesario recurrir a la cartografía de suelos actual, la fotointerpretación, a un muestreo intensivo, georeferenciación del área a tratar, así como la evaluación de algunos atributos específicos (profundidad, % de materia orgánica, humedad, conductividad, relación C:N, caracteres fisiológicos para determinado cultivo, entre otros), integrando toda la información obtenida mediante todas estas metodologías diferentes se puede obtener un levantamiento de terreno que permita observar la variabilidad que se tiene en un campo determinado y en un sitio específico (figura 3).

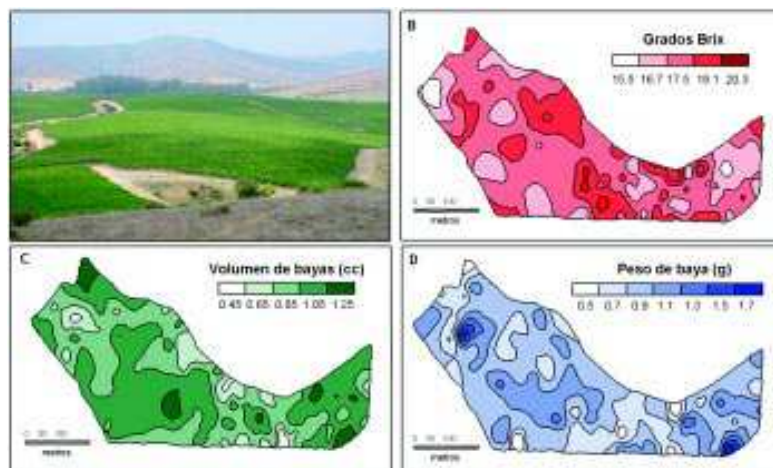


Figura 3. Distribución espacial de diversos parámetros relacionados con la calidad de uva en la variedad Pinot Noir (7,6 ha). Valle de Leyda, V Región. (a) Fotografía del cuartel muestreado, (b) variabilidad espacial del contenido de azúcar, (c) y (d) variabilidad espacial del volumen y peso de bayas. Fuente Esser *et al* 2002

En resumen, el inicio de la AP está relacionado con el convencimiento que existe una variabilidad importante en las condiciones agroecológicas bajo las cuales se desarrollan los distintos tipos de sistemas de producción, y la relación existente entre la variabilidad de los recursos y los rendimientos obtenidos. Por ello, uno de los primeros pasos fue el de tratar de separar distintas condiciones agroecológicas, creándose unidades relativamente uniformes desde el punto de vista de los usos agrícolas y requerimientos de manejo. Posteriormente, se han venido desarrollando una serie de tecnologías para el manejo de la variabilidad.

El impacto del uso de esta tecnología variara de un predio a otro sin embargo es posible establecer claros beneficios en los siguientes ámbitos:

- Optimización de los niveles de producción con el consecuente mejoramiento del ingreso.
- Uso óptimo de los insumos, con especial relevancia los fertilizantes y el agua de riego, lo cual deberá redundar en una disminución de los costos de explotación.
- Disminución significativa de contaminaciones ambientales generadas por uso excesivo de agroquímicos.
- Recuperación de la fertilidad natural de los suelos.
- Expresión óptima de especies y cultivares establecidos en áreas pertinentes.

La AP a pesar de presentar grandes beneficios para los agricultores, para el medio ambiente, y para los suelos presenta grandes desafíos como lo son:

- Utilizar la información y tecnologías disponibles aplicadas a los pequeños sistemas de producción.
- Sistematización de la captura de la información a una escala apropiada de acuerdo a las características del sistema de producción.
- Desarrollo de métodos de muestreo más eficientes.
- Organización de la información, integración en un SIG.
- Desarrollo de sistemas de toma de decisiones acordes al avance tecnológico.
- Implementación de respuestas oportunas para la implementación de sistemas de manejo apropiados.
- Desarrollo de metodologías considerando a la finca del productor como la unidad experimental.

Hoy en día muchas herramientas, base de la AP, se han convertido en equipos de uso cotidiano, entre ellos el GPS (Global Positioning System) y los SIG; adicionalmente, se han desarrollado y consolidado bases datos, sistemas expertos y otros procesamientos, y se dispone de material cartográfico a distintas escalas. Sin duda, todo esto, integrado con el trabajo y muestreo a nivel de campo, constituye la base para el desarrollo cada vez más preciso de la AP. De los conceptos de AP se deriva el manejo específico del sitio; con relación a este tópico, Hancock (2002) ha señalado que la llave para la toma de decisiones para el manejo específico del sitio es el seguimiento de lo que ocurre en el sitio, para los pequeños productores la tecnología a emplear es tan simple que un lápiz y papel es suficiente para almacenar la información del sitio específico, lo que le permitirá realizar un manejo diferencial sobre la base de las condiciones particulares de su unidad de producción.

En conclusión, la AP rescata la condición local, el manejo de los sistemas de producción es función de las condiciones locales existentes, evitando el uso de referenciales tecnológicos de manera uniforme en extensas regiones, donde existen marcadas diferencias en las condiciones ambientales. Por otra parte, la AP incentiva el uso eficiente de los insumos, busca la mejora económica con el menor impacto en el ambiente. La AP incentiva al productor a llevar registros cada vez más detallados y confiables para la toma de decisiones en cuanto al manejo de los lotes de producción.

Referencias

- EMMEN, D. 2004. La agricultura de precisión: una alternativa para optimizar los sistemas de producción. *Invest. Pens. Crit.* 2, pag 68-74.
- ESSER, A., R. Ortega, O. Santibáñez. 2002. Viticultura de Precisión, nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia productiva en viñas. *Revista Agronomía y Forestal UC.* Año 4, Vol, 15, pag 4-9.
- FAO 1976. Framework for land evaluation. FAO Soils bulletin, nº 32. Roma.
- HANCOCK, D. 2002. Site-Specific farming on small farms. Topics in precision agriculture. University of Kentucky, College of Agriculture, Cooperative Extension Service. URL: http://www.bae.uky.edu/~precag/PrecisionAg/Extension_pubs.htm (10/12/2006).
- LOWENBERG-DEBOER, J. (2001). *Agricultura de Precisión en EE.UU. y Potencial de Adopción en los Países en Desarrollo.* Universidad de Purdue.
- STAFFORD, J. V; AMBLER, B. 1994. In-field location using GPS for spatially variable field operations. *Computers and Electronics in Agriculture.* 11, pag, 23-36.