

LA VITICULTURA DE PRECISIÓN ESTABLECE UNIDADES DE MANEJO DIFERENCIADAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN

Importancia de la variabilidad espacial del suelo en la viticultura de precisión

La viticultura de precisión estimula la adopción de prácticas vitícolas en función de la variabilidad espacial del viñedo. En este contexto, resulta importante conocer la variabilidad del suelo y sus consecuencias sobre el viñedo. En el presente trabajo se ha estudiado esta variable en un viñedo de 5 ha de Tempranillo en la DOCa Rioja. Para

ello, se han realizado trece calicatas en diversos puntos georreferenciados de la parcela y a través de un Índice de Suelo, generado a partir de las cuatro características edáficas que mostraron mayor variabilidad, se han podido identificar cuatro zonas de suelos homogéneos, distintas entre sí, dentro del mismo viñedo.

J. Tardáguila¹, M.P. Diago¹, J. Baluja¹, P. Balda¹ y M. Oliveira².

⁽¹⁾ICVV (Universidad de La Rioja, CSIC, Gobierno de La Rioja). Logroño. ⁽²⁾Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal.

El suelo agrícola es variable. Si observamos una parcela agrícola vemos que existe una variabilidad espacial, es decir, que las características edáficas no son homogéneas, sino que varían en el espacio. En viticultura, esto se traduce en una variabilidad espacial de las características del

viñedo, ampliamente demostrada (Bramley y Hamilton, 2004; Proffitt *et al.*, 2006). En los últimos años se ha desarrollado fuertemente la viticultura de precisión que trata de comprender y analizar la variabilidad intra-parcela con el fin de proponer una segmentación objetiva y racional del viñedo (**figura 1**) y asimismo estudiar sus efectos en el rendimiento del viñedo y en la composición de la uva y del vino (Proffitt *et al.*, 2006). En los últimos años, en España, la viticultura de precisión está progresando con interés como ha sido puesto de manifiesto por diferentes autores (Tardáguila y Diago, 2008; Arnó *et al.* 2009).

El establecimiento de distintas unidades de cultivo dentro de un mismo viñedo, permite optimizar su gestión en campo y mejorar la calidad del vino final. Un factor muy importante para la calidad del vino es la uniformidad de las características de la uva en el momento de vendimia. La zonificación del viñedo en diferentes unidades de manejo posibilita la obtención de partidas de uva más homogéneas, que permitirá el establecimiento de un itinerario enológico diferenciado y optimizado para cada tipo de uva, posibilitándose así la obtención de vinos de mayor calidad.

Gran parte del viñedo español se encuen-

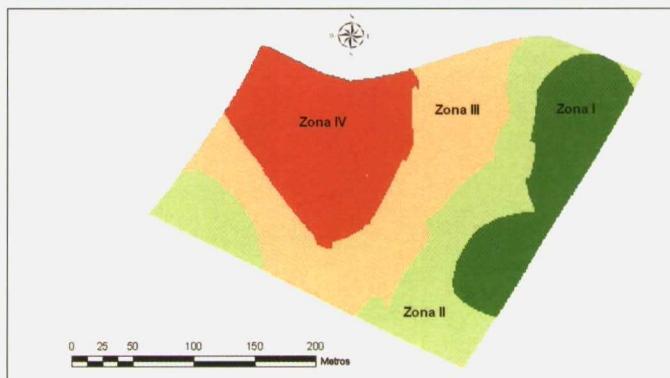
FIGURA 1.

Viticultura de precisión (adaptado de Proffitt *et al.*, 2006).



FIGURA 2.

Zonas del viñedo diferenciadas según las características edáficas (obtenidas por interpolación del Índice de Suelo mediante *kriging*).



tra distribuido en parcelas de pequeño tamaño, sin embargo, también pueden encontrarse diferencias dentro de la misma parcela debido a la variación espacial del terreno. La georreferenciación de los análisis de suelo permite conocer espacialmente la variabilidad del suelo; posteriormente mediante la aplicación de métodos geoestadísticos como la interpolación por *kriging* se puede establecer una zonificación racional y objetiva. La determinación de áreas homogéneas del viñedo o unidades de manejo diferenciadas, a partir de las características del suelo, es una herramienta útil si se establece una relación entre el tipo de suelo y el comportamiento del viñedo.

Varios autores han demostrado que los suelos tienen un impacto notable sobre el crecimiento vegetativo y el vigor de la vid (Reynolds *et al.* 2007). Además, el vigor del viñedo condiciona la composición fenólica de la uva (Cortell *et al.* 2005). También, recientemente en un interesante estudio se ha observado un efecto del suelo en la composición del mosto y del vino (Andreas-de Prado *et al.* 2007).



Foto 1. Ejecución de las calicatas en el viñedo.



MAQUINARIA DE PRECISIÓN PARA CULTIVOS ESPECIFICOS, PODA, DESHERBAJE ECOLÓGICO, ABONADO Y PREPARACIÓN DE SUELOS



VITI



HORTI



OLI



ARBO

www.industriasdavid.com
INDUSTRIAS DAVID
 Alta tecnología para sus cultivos
 High technology for your crops

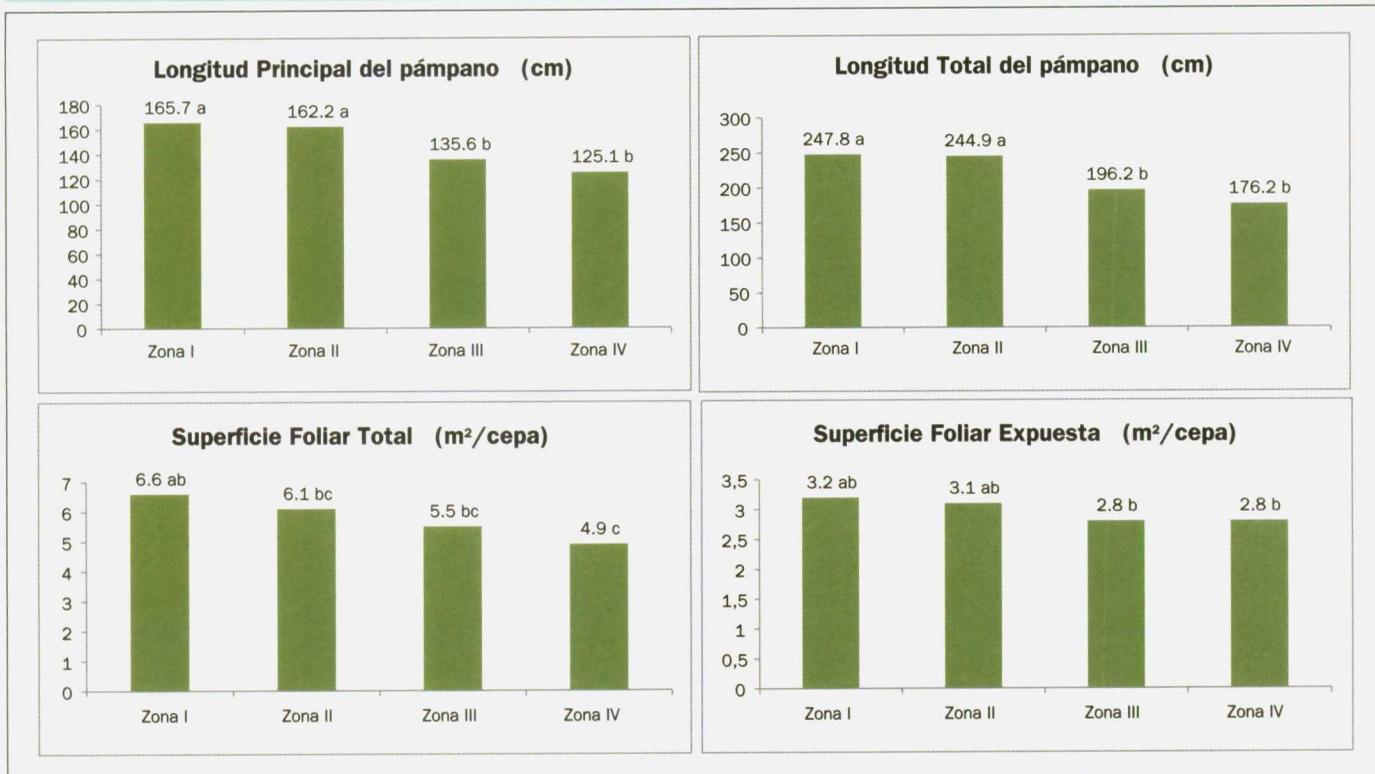
INDUSTRIAS DAVID, S.L.U.

P.I. Urbayacla II - c/ Médico Miguel Lucas, s/n - 30510 YECLA (Murcia) ESPAÑA
 Tel. (34) 968 718 119 - (34) 968 790 682 - (34) 616 949 784 - Fax. (34) 968 795 851

www.industriasdavid.com - industriasdavid@industriasdavid.com



Influencia del suelo en el desarrollo vegetativo del viñedo.



Los objetivos de nuestro trabajo han consistido en:

- Determinar si existe una variabilidad en el suelo dentro de una misma parcela de viñedo y si es posible establecer diferentes zonas edáficas uniformes.
- Determinar si existe una relación entre las diferentes zonas edáficas y las características vegetativas y productivas del viñedo.

Material y métodos

Este estudio fue realizado el año 2008 en un viñedo ubicado en Logroño (42°28'44"N, 2°29'35"W, 493 m), dentro de la DOCa Rioja. La plantación se realizó en 1990 con la variedad Tempranillo sobre el portainjerto Richter 110 y tiene una superficie de 5 hectáreas. El marco de plantación es de 2,8 x 1,2 m. El viñedo se cultivaba en secano y se encontraba conducido en espaldera mediante doble cordón Royat, con doce yemas por cepa. La finca se asentaba sobre una ladera cóncava orientada al sureste con un 7% de pendiente.

Según la geomorfología del terreno, se establecieron trece puntos georreferenciados y representativos de la parcela, donde se realizaron las correspondientes calicatas (foto 1).

En cada perfil de suelo se realizó una descripción de los horizontes (foto 2) y se tomaron muestras de cada uno de ellos, para su posterior análisis físico-químico en el laboratorio.

De todas las variables edáficas analizadas, se seleccionaron las cuatro que mostraron la mayor variabilidad, con objeto de establecer un Índice de Suelo (Tardáguila *et al.*, 2010). Las variables que integraban el Índice de Suelo (IS) eran:

- Profundidad de raíces: espesor de suelo que contenía el 80% de las raíces visibles.
- Concentración media de materia orgánica para dicho espesor.
- Contenido en arcilla medio.
- Capacidad de intercambio catiónico.

Por otro lado, se generó una malla homogénea de 85 puntos georreferenciados, cada uno de ellos formado por tres cepas. En enero, en estas cepas se determinó la longitud

principal del pámpano y la longitud total del pámpano (pámpano + nietos), así como la superficie foliar total y expuesta según el método propuesto por Smart y Robinson (1991). En vendimia se muestrearon estas mismas cepas para determinar los componentes de la producción, es decir, el número de racimos por cepa, el peso medio del racimo, la producción de uva por cepa y el peso de cien bayas.

Resultados y discusión

Una vez obtenidos los valores del IS en los trece puntos establecidos, se realizó una interpolación de los valores mediante el método de interpolación de *kriging* y se obtuvo una representación gráfica de la parcela. El viñedo fue dividido en cuatro subzonas, según el criterio establecido anteriormente, generándose el mapa de suelos recogido en la figura 2.

Valores de IS en las diferentes zonas estudiadas

El valor medio del IS para la zona I fue 0,8743. Dicha zona se localizó en la parte

KARATHANE STAR

- ★ El mejor erradicante
- ★ Eficaz en cualquier estado del cultivo
- ★ Eficaz en cualquier estado del oídio
- ★ Perfecto en estrategia anti-resistencia



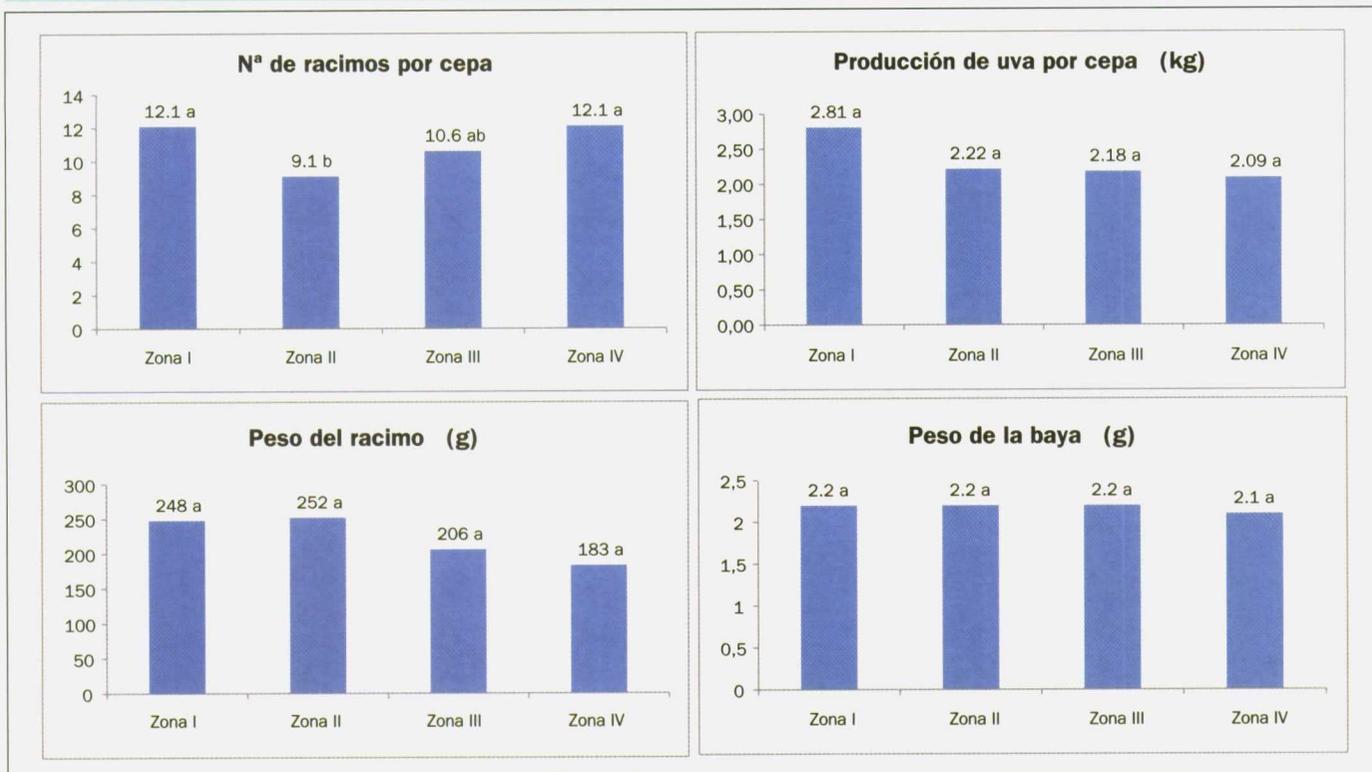
KARATHANE STAR es una marca registrada de Dow AgroSciences



Dow AgroSciences

Dow AgroSciences Ibérica, S.A.
Ribera del Loira, 4-6, 4º • 28042 MADRID
Tel. 91 740 77 00 • Fax 91 740 78 01
www.dowagrosciences.es

Diferencias en los parámetros productivos del viñedo en las distintas zonas edáficas establecidas.



más baja del viñedo y representaba el área donde las cepas disponían de un suelo profundo y fértil, con un contenido elevado de materia orgánica, arcilla y alta capacidad de intercambio catiónico. La zona IV, con un valor medio IS de -0,6943, se localizó en la parte más elevada del viñedo, con las propiedades opuestas al suelo de la zona I. Las zonas II y III, con unos valores medios IS de 0,2661 y -0,2031 respectivamente, se localizaron en la ladera, con unos suelos de características intermedias entre los dos descritos anteriormente.

Desarrollo radicular

Las cepas ubicadas en lo alto de la parcela disponían de un sistema radicular menos profundo y desarrollado. En las cotas más bajas, el perfil del suelo permitía un mayor crecimiento en profundidad de las raíces, alcanzándose el mayor desarrollo en la zona más baja del viñedo. Estas diferencias intra-parcela pueden encontrarse muy a menudo en fincas con estas características, donde la geomorfología del terreno condiciona notablemente los tipos de suelo. Los procesos de

formación, erosión y acumulación de materiales, condicionan la distribución de los horizontes de los suelos y el reparto de los mismos dentro de una misma parcela. Frecuentemente se generan suelos profundos y fértiles en los fondos de las parcelas mientras que en las zonas más elevadas o cumbres la fertilidad disminuye de manera importante debido a la erosión y, con ella, la capacidad de acumulación de agua y nutrientes.

Desarrollo vegetativo

Toda esta variabilidad del suelo puede condicionar el desarrollo del viñedo, produciéndose diferencias entre distintas zonas de una misma parcela. De hecho, los resultados de este estudio muestran una relación entre la variabilidad espacial del suelo y las diferencias encontradas en el desarrollo vegetativo de las cepas en las distintas zonas establecidas (figura 3). El vigor más elevado se encontraba localizado en las zonas bajas (zona I), mientras que en la parte alta (zona IV) se localizaba el área del viñedo con menor expresión vegetativa. En general, todas las variables que representan el desarrollo vegeta-

tivo del viñedo, estaban estrechamente relacionadas con los diferentes tipos de suelo definidos en las zonas I-IV, tal y como se refleja en la figura 3.

Se puede estudiar la variación del vigor del viñedo utilizando la longitud total del pámpano como indicador. En nuestro estudio, la longitud del pámpano principal y la longitud total del pámpano (incluyendo los brotes laterales) estuvieron significativamente relacionadas con los distintos tipos de suelo encontrados en la parcela, siendo ambas variables mayores en las zonas I y II, que en las zonas III y IV. Las diferencias se correspondían con el creciente gradiente de fertilidad observado a favor de la pendiente de la finca. La longitud media de pámpano encontrada en mitad inferior de la parcela fue entre 30 y 40 cm menor que en la mitad superior. Estas diferencias entre las distintas zonas se vieron acentuadas para la longitud total del pámpano (incluyendo los brotes laterales) hasta alcanzar los 50-70 cm. Van Leeuwen *et al.* (2004) observaron más vigor (pámpanos más largos) en los suelos más fértiles y con mayor capacidad de retención



Foto 2. Perfil del suelo de una de las calicatas en el viñedo.

de agua. Nuestros resultados confirman que el vigor del viñedo está fuertemente condicionado por las propiedades del suelo.

Puede observarse que el desarrollo de la superficie foliar estuvo condicionando por las características del suelo (figura 3) del suelo. El valor máximo de superficie foliar total se registró para la zona I y el mínimo para la zona IV, mientras que para las zonas II y III se alcanzaron valores intermedios. Las diferencias que se encontraron en la superficie foliar total para las distintas zonas fueron más marcadas que las encontradas para la superficie total expuesta. Las máximas diferencias entre las distintas zonas de suelo alcanzaron 0,4 m² para la superficie foliar expuesta, mientras que para la superficie total, se incrementaron estas diferencias hasta llegar a los 1,7 m². Ello se debe a que, una vez que los pámpanos alcanzan la longitud definida por el sistema de conducción de la espaldera, ya no pueden crecer más y si lo hiciesen, serían probablemente despuntados. Por lo tanto, la influencia de la variabilidad del suelo se observa en mayor medida sobre la superficie foliar total que sobre la superficie foliar expuesta.

Una anchura de la pared vegetativa mayor implica la existencia de un número ele-

vado de capas foliares y, por lo tanto, de una mayor densidad foliar para una superficie foliar expuesta similar. Aquí radica la importancia de conseguir un viñedo con una superficie foliar expuesta suficiente para garantizar una maduración adecuada de la uva, pero limitando la densidad foliar, de forma que se garantice una adecuada ventilación de la planta y un microclima adecuado para los racimos y las hojas.

Rendimiento del viñedo

Por otro lado, en cuanto a las características productivas del viñedo, en general no se han observado diferencias significativas entre las distintas zonas edáficas establecidas (figura 4). Algunos autores han observado que el suelo tenía una influencia importante sobre el rendimiento del viñedo (Reynolds *et al.* 2007). La ausencia de diferencias entre las zonas se podría deber al mayor corrimiento de las cepas más vigorosas (datos mostrados) y a que el número de yemas y de pámpanos por cepa era constante para todo el viñedo (no dependía del vigor de la cepa). Es necesario recordar que, para un período plurianual determinado, la influencia del clima es más importante que el suelo a la hora de determinar la producción de las cepas (van Leeuwen *et al.* 2004).

A pesar de no encontrarse estadísticamente diferencias en los parámetros productivos, sí se apreciaron algunas tendencias importantes que se manifestaban en un incremento del rendimiento del 25% en la zona I (correspondiente al suelo más fértil) con respecto al resto de zonas. También se observó un mayor tamaño del racimo en las zonas I y II, frente a las zonas III y IV, alcanzándose una reducción del peso del racimo en estas dos últimas de suelos más pobres de en torno al 20%. El peso de la baya no varió y fue muy similar en las distintas zonas edáficas.

Conclusiones

La obtención de un Índice de Suelo y su interpolación mediante un método geo-estadístico ha permitido generar un mapa con diferentes zonas edáficas de forma objetiva. El método utilizado fue capaz de identificar y delimitar áreas uniformes de terreno diferentes entre sí y estrechamente relacionadas con el desarrollo vegetativo de la vid. No se observa-

ron diferencias significativas en los parámetros productivos entre las zonas edáficas.

Por lo tanto, esta metodología adoptada se considera una herramienta útil para definir unidades de manejo dentro de un mismo viñedo, que podrían ser gestionadas de forma independiente, según la nueva viticultura de precisión. ●

Agradecimientos

Los autores agradecen a Domecq Bodegas su participación en este proyecto.

Bibliografía ▼

- ▶ Andreas-De Prado R., Yuste-Rojas M., Sort X., Andreas-Lacueva C., Torres M., Rosa M., Lamuela-Raventos R. 2007. Effect of soil type on wines produced from *Vitis vinifera* L. Cv. Grenache in commercial vineyards. *J. Agric. Food Chem.* 55:779-786.
- ▶ Arnó, J., Martínez Casasnovas, J., Ribes-Dasi, M. y Rosell, J.R. 2009. Review on Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. *Span. J. Agric. Res.* 7:779-790.
- ▶ Bramley, R.G.V. Hamilton, R.P. 2004. Understanding variability in winegrape production systems. 1. Vineyard variation in yield over several vintages. *Aus. Grape Wine Res.* 10:32-45.
- ▶ Cortell, J. M. Halbleib, M. Gallagher, A. V. Righetti, T. Kennedy, J.A. 2005. Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir) and wine proanthocyanidins. *J. Agric. Food Chem.*, 53:5798-5808.
- ▶ Proffitt T., Bramley, R. Lamb D, Winter E. 2006. Precision Viticulture. A new era in vineyard management and wine production. Winetitles. Adelaide.
- ▶ Reynolds A., Senchuk I., Van Der Reest C., De Savigny C. 2007. Use of GPS and GIS for elucidation of the basis for terroir: spatial variation in an Ontario riesling vineyard. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58:145-162.
- ▶ Smart R., Robinson M. 1991. Sunlight into the vine. A handbook for winegrape canopy management. Adelaide, Australia: Winetitles.
- ▶ Tardáguila J., Diago M.P. 2008. Viticultura de precisión: principios y tecnologías aplicadas en el viñedo. World Wine Forum, 2008 Logroño.
- ▶ Tardáguila J., Bonilla I., Arpon, L., Balda, P., Oliveira M.T. 2010. Variations of soil properties affect the vegetative growth and yield components of "Tempranillo" grapevines. Precision Agriculture. In press.
- ▶ Van Leeuwen C., Friant P., Choné X., Tregouat O., Koundouras S., Dubourdieu D. 2004. Influence of climate soil and cultivar on terroir. *Am. J. Enol. Vitic.* 55:207-217.