



VITICULTURA

Adaptación de portainjertos de vid a suelos calcáreos

Ensayo realizado mediante técnicas radiométricas

José Félix Cibriáin Sabalza (*), Ana Sagües Sarasa (*), Laura Caminero Lobera (**), Francisco Javier Abad Zamora (**), Maite Rodríguez Lorenzo (**), Leire Múgica Azpilicueta (**), Noelia Telletxea Senosiain (*), Julian Suberviola Ripa (***), Agustín Gárate Ormaechea (****), Felipe Yunta Mezquita (****).

(*) *Negociado de Viticultura. Gobierno de Navarra-INTIA* (**) *Negociado de Viticultura. Gobierno de Navarra* (***) *Sección de Fomento Vinícola. Gobierno de Navarra-INTIA* (****) *Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.*

En la actualidad, las técnicas de teledetección están adquiriendo gran interés en agricultura debido a su aplicación en estudios de ocupación del suelo y en la obtención de información sobre el estado fenológico y nutricional de los diferentes cultivos. Proporcionan información sobre la variabilidad espacial en el vigor vegetativo de los cultivos y una estimación de diferentes parámetros que caracterizan el estado físico y fisiológico de las plantas tanto a escala global como a nivel de parcela.

Sin embargo, a pesar de sus aplicaciones en agricultura,

se trata de técnicas desconocidas para los agricultores, y que, por lo tanto, son escasamente utilizadas en el sector agrícola.

El Negociado de Viticultura, en colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid, plantea en la campaña 2014 un ensayo en viñedo para la realización de una evaluación preliminar de la adaptabilidad de diferentes portainjertos de vid a un suelo calcáreo tipo de la zona media de Navarra, determinando el estado nutricional de las plantas mediante técnicas de teledetección.

PORTAINJERTOS EN VITICULTURA

Desde la aparición de la filoxera en Europa a finales del siglo XIX, la viticultura europea se ha basado en la utilización de plantas injertadas. **El pie o portainjerto** es la parte de la cepa que forma el sistema radicular sobre la que se injerta la variedad vinífera (*Vitis vinifera*). Los portainjertos de vid más comunes en la actualidad provienen de la selección de especies puras y de hibridaciones realizadas a partir de especies americanas (*Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis berlandieri*, *Vitis longii* y *Vitis champinii*) y de otras especies del género *Vitis*.

Su selección inicial tuvo como objetivo la obtención de pies resistentes a filoxera, como una solución biológica al problema generado por esta plaga. Posteriormente, se ha observado que los diferentes portainjertos presentan características que los diferencian entre sí y que van a determinar su grado de adaptación a las distintas condiciones edafoclimáticas de las parcelas de cultivo:

- Capacidad de las raíces para explorar el perfil del suelo.
- Tolerancia a sequía, encharcamiento (asfixia radicular), salinidad y compactación del suelo.
- Tolerancia al contenido de caliza del suelo.
- Resistencia a nemátodos.

Otros parámetros de interés son el vigor que el portainjerto transmite a la vinífera, su influencia en el ciclo vegetativo, la productividad y la calidad de la vendimia. Por lo tanto, resulta de gran importancia la elección del portainjerto adecuado para cada parcela en función de las características del suelo, teniendo en cuenta además la afinidad y compatibilidad entre el pie y la variedad de vinífera a injertar.

La utilización de portainjertos solucionó el problema de la filoxera pero ha generado diferencias en la adaptación de las cepas al suelo debidas a otros factores como el contenido de caliza activa de los suelos.

Gran parte de la viticultura europea se desarrolla sobre suelos calcáreos, con altos contenidos en caliza activa y de carácter básico que pueden generar problemas nutricionales en las cepas dando lugar a síntomas de clorosis. Por tanto, resulta de gran interés conocer la tolerancia de los pies utilizados en viticultura a la caliza del suelo en las zonas en las que se presenta esta problemática.

TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN: RADIOMETRÍA

La **radiometría** es una **técnica de teledetección** que mide la radiación electromagnética reflejada por una superficie (reflectancia) en función de la longitud de onda. Las mediciones se llevan a cabo con un radiómetro que proporciona la firma espectral (reflectancia para cada longitud de onda) característica de la superficie del objeto. Las firmas espectrales suelen representarse gráficamente indicando el valor de reflectancia para cada longitud de onda.

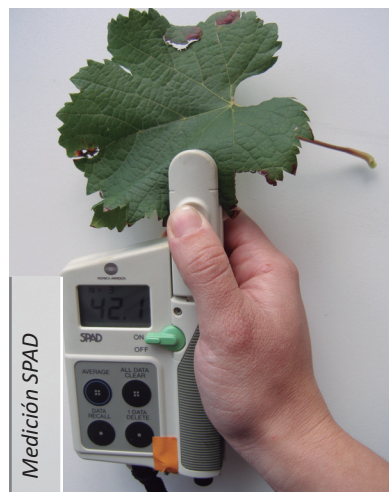
Actualmente existen radiómetros que permiten realizar las mediciones en campo. Sin embargo, para la obtención de medidas de reflectancia fiables es necesario que se den unas condiciones ambientales determinadas: ángulo de radiación solar superior a 35°, días despejados de nubes y alta frecuencia de adquisición del panel de referencia (calibración del equipo). Las condiciones de iluminación cambian por lo que es complicado realizar una medida correcta en campo.

La interpretación de los datos de reflectancia obtenidos en las medidas radiométricas es posible a través del cálculo de índices de vegetación, que miden de forma indirecta el estado de las plantas. Un índice de vegetación es un parámetro calculado a partir de los valores de reflectividad a distintas longitudes de onda, que proporciona información relacionada con la vegetación como su vigor foliar, contenido en pigmentos o intensidad de color de las hojas.



EL MÉTODO SPAD

Otro instrumento utilizado en campo para la determinación del estado fisiológico de los cultivos es el SPAD (Soil Plant Analysis Development). Se trata de un medidor del contenido en clorofilas de las hojas. Determina la cantidad relativa de clorofila basándose en el principio de que parte de la luz que llega a la hoja es reflejada, entrando en contacto con la celda



detectora del aparato, y transformándose en una señal eléctrica. La cantidad de luz captada por la celda es inversamente proporcional a la cantidad de luz utilizada por la clorofila. La señal es procesada y la absorbancia es cuantificada

en valores de 0 a 199.

A mayor verdor de las hojas, valores más altos de SPAD, que corresponden con contenidos más altos de clorofilas, y por tanto, con un mejor estado nutricional de las cepas. La síntesis de clorofila depende de la concentración de nitrógeno, lo que va a determinar la tasa de fotosíntesis de las plantas.

A partir de un estudio radiométrico y SPAD de un cultivo, como el viñedo, es posible conocer el estado de las plantas e interpretar sus necesidades fisiológicas para la optimización del manejo del cultivo.

LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se lleva a cabo en la parcela experimental de Barretón, situada en Olite, en la subparcela de Portainjertos Tintas. Se trata de un viñedo plantado en 2010 con Tempranillo (clon 771), variedad tinta más representativa de Navarra, injertado sobre 16 portainjertos diferentes: 1613 C, 1616 C, 161-49 C, 41 B MGt, Dog Ridge, Freedom, 5 BB, 99 R, Rupestris, Salt Creek, SO4, 1103-P, Fercal, Gravesac, 110 R y 140 Rug (**Tabla 1**).



SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CERTIFICADO SIN INSECTICIDAS NI FUNGICIDAS QUÍMICOS

RESPECTUOSO CON EL MEDIO AMBIENTE



Ctra. Valtierra - San Adrian, s/n
31320 Milagro (Navarra)
Telf: 948 40 90 35 Fax: 948 40 90 77
Mail: veconatur@gelagri.es

Tabla 1. Características agronómicas de los portainjertos (datos bibliográficos)

Portainjerto	Afinidad injerto (*)	Tolerancia filoxera	Resistencia nemátodos	Tolerancia salinidad	Tolerancia sequía	Adaptación suelos calcáreos	Resistencia clorosis
Rupestris	Media	Elevada	Baja	Ligera	Moderada	Buena	Buena
Salt Creek	Media	Moderada	Buena				
Dog Ridge	Media	Moderada	Elevada		Media	Excelente	
110R	Media	Buena	Media	Baja	Buena	Moderada	Media
99R	Baja	Elevada	Buena	Buena	Buena	Buena	Media
140 Rug	Alta	Buena	Elevada	Buena	Buena	Buena	
1103-P	Alta	Elevada	Buena	Moderada	Buena	Moderada/alta	Media
161-49 C	Media	Buena	Media		Media/Buena	Alta	
5 BB	Media	Elevada	Elevada		Baja	Buena	
SO4	Alta	Elevada	Buena	Baja	Media/Buena	Moderada/Buena	Moderada
Gravesac	Baja	Elevada	Baja		Moderada	Baja	Baja/Media
41B	Alta	Media	Baja	Nula	Media	Buena	
1613 C	Alta	Moderada	Buena		Baja		Baja
Fercal	Muy baja	Elevada	Medio/Bueno		Media/Buena	Excelente	Buena
Freedom	Media	Media	Elevada	Media	Buena		
1616-C	Muy baja	Elevada	Buena	Buena	Baja	Baja	Bajo/Medio

(*) Artículo: Injerto de la vid. Viabilidad de diferentes portainjertos en Chardonnay y Tempranillo. Navarra Agraria, Julio-Agosto 2013

La parcela cuenta con tres bloques de cepas, de 16 filas cada uno con 15 cepas por fila. En cada uno de los bloques cada fila corresponde a un portainjerto diferente, por lo que se cuenta con 3 repeticiones de cada portainjerto. El sistema de conducción es en espaldera, doble cordón, con un marco de plantación de 2,8 x 1,3 m y orientadas las filas de norte a sur. Cuenta con sistema de riego localizado.

Se realizó un análisis físico-químico para la caracterización del suelo de la parcela antes de la plantación. Se trata de un suelo de terraza, calcáreo, de textura franco arcillosa, muy pedregoso y con contenidos altos en caliza activa en el segundo horizonte (25,97 %) principalmente (Tabla 2).



Los suelos calcáreos, suelos con contenidos de carbonatos superiores al 15%, pueden inducir clorosis en plantas de vid, produciéndose el amarilleamiento de las hojas en primavera, que va a presentar diferente incidencia dependiendo del tipo de portainjerto.

Tabla 2. Características físico-química del suelo

Horizonte		A1	A2
Profundidad (cm)		0 - 35	35 - 70
Análisis físico	Arena Gruesa (2-02 mm) (%)	7,15	24,49
	Arena Media (0.2-0.1 mm) (%)	3,13	7,22
	Arena Fina (0.1-0.05 mm) (%)	11,39	7,79
	Limos gruesos (0.05-0.02) (%)	18,26	6,43
	Limos finos (0.02-0.002) (%)	29,84	26,5
	Arcillas (<0.002 mm) (%)	30,23	27,57
Análisis químico	pH agua (1:2,5)	8,52	8,5
	pH KCl 1M (1:2,5)	7,3	7,94
	Mat. Orgánica oxidable (%)	2,26	1,98
	Fósforo (P ₂ O ₅) (mg/Kg)	35,86	
	Potasio (K ₂ O) (mg/Kg)	184,33	
	Nitrógeno Total (%)	0,14	
	Relación C/N	9,06	
	Carbonatos Totales (%)	19,14	78,86
	Caliza activa (%)	6,51	25,97
	C.E. (1:1) (dS/m)	0,33	0,51
	Yeso (%)	13,77	
	CIC Total (cmol (+)/Kg)	17,02	
	Calcio (cmol (+)/Kg)	42,57	

(*)Petrocalcic Palixeroll, Franca fina, Supercarbonática, Profunda

METODOLOGÍA

El objetivo específico en el año 2014 ha sido realizar una evaluación preliminar del estado de las cepas en función del portainjerto mediante la utilización de la radiometría y el método SPAD.

La radiometría se ha llevado a cabo con un radiómetro de campo FieldSpec Hand Held con una resolución hiperespectral de 775 bandas (375 -1025 nm). Para la estimación del contenido en clorofilas se ha utilizado un SPAD 502 Minolta. Se trata de aparatos que permiten realizar medidas *in situ*, en el campo, mediante métodos no destructivos. Sin embargo, en el caso de este ensayo se decidió recoger muestras de hojas y llevarlas al laboratorio para poder llevar a cabo las mediciones en condiciones de luz controladas, lo que proporciona datos más fiables.

Se han llevado a cabo muestreos en tres estados fenológicos del viñedo:

- Baya tamaño garbanzo (10-julio-2014)
- Inicio de envero (31-julio-2014)
- 100% envero - principio maduración (28-agosto-2014)

El diseño experimental corresponde con el de la parcela. De cada una de las 16 filas de los 3 bloques se muestreó la sexta hoja a partir de la primera hoja extendida de 3 cepas diferentes. A cada una de las hojas se realizó mediciones radiométricas y de SPAD.

A partir de las firmas espectrales que proporciona la radiometría se obtuvieron 21 índices vegetales correspondientes con los siguientes parámetros foliares:

- Vigor foliar: NDVI, NDVI_{re}, MNDVI_{re}, GNDVI, TCARI/OSAVI, PRI, SDVI.
- Contenido en pigmentos Chl, Cl, Carotenoid, Anthocyanin.
- Intensidad de color de hoja G, Vig, YI.

RESULTADOS

El estudio se ha realizado sobre los 16 portainjertos disponibles en la parcela. A continuación se presentan sólo los resultados obtenidos para aquellos pies más interesantes para la viticultura navarra: 1103-P, 110 R, 140 Rug, 161-49 C, 41 B MGt, Rupestris y SO4. Los datos corresponden con las medidas de SPAD y tres índices vegetales calculados a partir de radiometría (Chl, NDVI_{re}, YI).

Gráfico 2. Valores SPAD

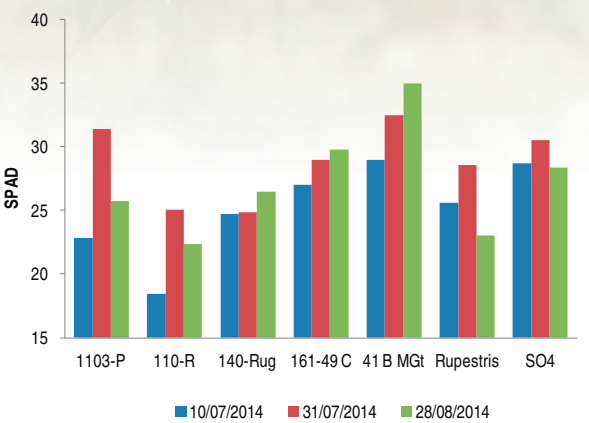
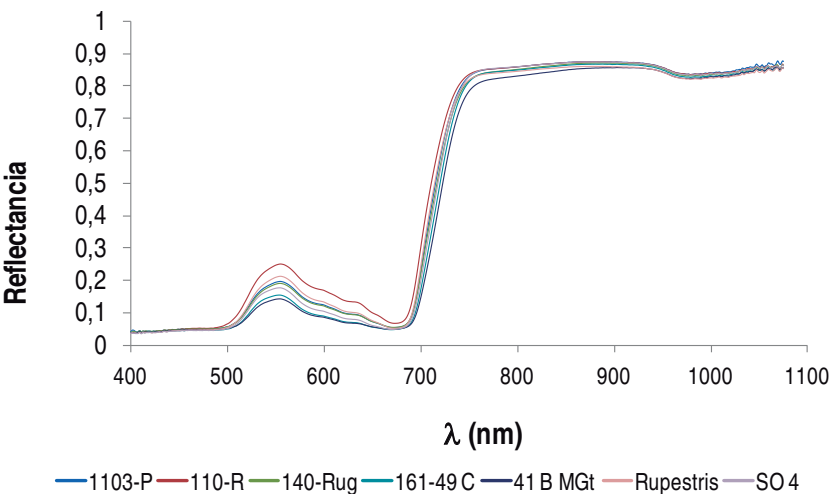


Gráfico 1. Firmas espectrales en función del portainjerto



Valores más elevados de SPAD corresponden a cepas en mejor estado, con mayor contenido en clorofilas, como es el caso del 41B MGt. Las cepas que presentan más clorosis tienen valores más bajos de SPAD, y son aquellas cuyo portainjerto es el 110R, 140 Rug y Rupestris.

La estimación del contenido en clorofilas (Chl) calculado a partir de radiometría muestra una alta correlación con las medidas SPAD. En la gráfica se observa que los resultados siguen la misma tendencia que los valores obtenidos con el método SPAD. A mayor contenido de clorofilas hojas más verdes.

Gráfico 3. Estimación de clorofila (Chl) por radiometría

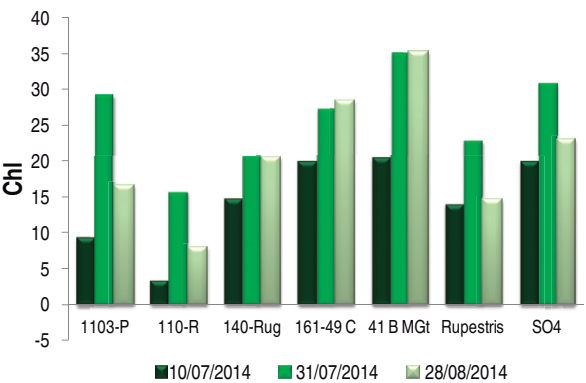


Gráfico 4. Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVIre)

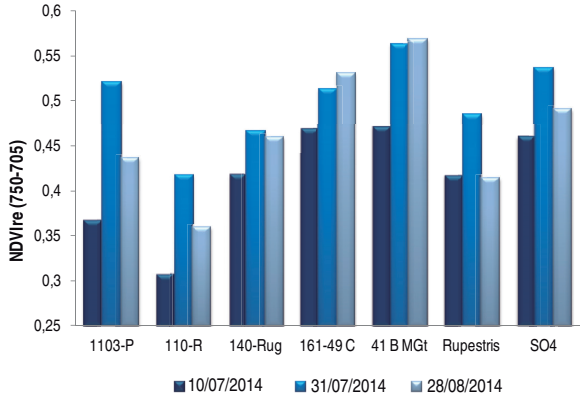
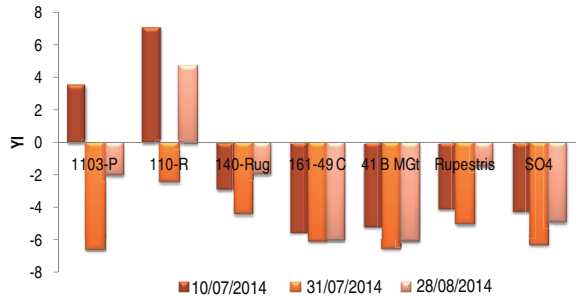


Gráfico 5. Amarilleamiento de las hojas (YI)



El Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) estima la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación y varía entre -1 y 1 (la vegetación densa, húmeda y bien desarrollada presenta valores más elevados).

El YI (Yellowness Index) es un índice de vegetación que mide el amarilleamiento de las hojas, por lo que los portainjertos con mayor valor YI son los que presentan más clorosis. Éstos corresponden con aquellos pies que tienen menor contenido en clorofilas.

Los datos de SPAD e índices de vegetación demuestran diferencias entre los portainjertos y entre los tres momentos de muestreo para cada portainjerto. El pie que presenta mejores resultados en el ensayo realizado en 2014 es el 41B Mt. El portainjerto 110 R es el que peor resultado tiene en esta campaña y en este tipo de suelos, ya que los índices muestran una mayor clorosis y peor estado de la vegetación.

CONCLUSIÓN

Existe una alta correlación entre los valores obtenidos para los índices vegetales tales como NDVIre, YI y Chl y las medidas de SPAD a lo largo del ensayo. El método SPAD puede ser utilizado en campo para la determinación del estado nutricional del cultivo.

Las medidas de radiometría y SPAD realizadas en Tempranillo sobre 16 portainjertos distintos en la campaña 2014 muestran diferencias en el comportamiento y grado de adaptación de estos pies, por lo que resulta de interés continuar con el ensayo en campañas posteriores y poder determinar así los portainjetos que mejor toleran suelos con elevados contenidos de caliza.

