

DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LAS METODOLOGÍAS DRIS Y DOP EN LIMBO Y PECÍOLO

Evaluación del estado nutricional de la variedad Tempranillo en el ámbito de la DOCa Rioja

La variedad Tempranillo es el cultivar de vid mayoritario en la DOCa Rioja, y cuenta con más de 200.000 ha cultivadas en España y un aumento de la superficie de producción en otros países vitícolas. El objetivo de este trabajo es, una vez presentadas las referencias para la metodología de Rangos de Suficiencia en un artículo publicado en la revista *Vida Rural* nº 342, presentar las normas de referencia que se

utilizarían en otros dos métodos de diagnóstico nutricional de la vid, a partir del análisis mineral del limbo y pecíolo: Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) y el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS). Estas referencias permitirán mejorar la fiabilidad del diagnóstico y diseñar programas de fertilización más fiables y precisos, independientemente del sistema de diagnóstico que se emplee.



FOTO: Clara Lamieta

I. Martín; I. Romero; A. Benito; N. Domínguez; E. García-Escudero.

Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario (CIDA), Logroño (La Rioja).

Para realizar una correcta gestión de la fertilización es necesario ajustar los aportes de abonos con las necesidades reales del cultivo. Los aná-

lisis foliares de limbo y pecíolo, fundamentalmente en floración y envero, son métodos ampliamente utilizados para determinar el estado nutricional en el cultivo de la vid, aunque no existe unanimidad sobre el tejido y momento más adecuado para llevarlo a cabo. Además, es fundamental seguir el protocolo de muestreo fielmente, dado que la concentración de los nutrientes varía dependiendo del tejido

analizado, su posición en el pámpano, así como del momento en el que fue hecho el muestreo (Romero y col., 2010; Lucena, 1997).

Los diferentes sistemas de diagnóstico consisten básicamente en comparar la concentración de nutrientes en los tejidos analizados con respecto a unos niveles de referencia, obtenidos a partir de poblaciones ejemplares u óptimas. Estas poblaciones, por tanto,

serían consideradas el modelo a imitar, ya que se supone que son el resultado de las condiciones ideales en las que el cultivo debería crecer. Las referencias, por tanto, deben obtenerse de acuerdo a los objetivos de producción que queremos alcanzar, como sería un criterio de producción moderada, práctica adoptada en numerosas regiones vitícolas para promover los parámetros de calidad del mosto y del vino.

Un método muy utilizado para el cálculo de los niveles de referencia es el de la Carta Nutricional, que realiza un estudio estadístico completo de una zona vitícola concreta. Aunque esta metodología tiene sus limitaciones, ya que tan solo sitúa el nivel de un elemento dentro de la población de la zona, se basa en que, en general, si en dicha zona vitícola se producen cosechas y vinos de calidad, el estudio estadístico reflejará los valores de los parámetros estudiados que llevarían a conseguir dichos objetivos.

Este procedimiento requiere acumular una gran base de datos, lo cual necesita tiempo, y acumular algunas fuentes de variación que frecuentemente pueden reducir la fiabilidad de las referencias. Por lo tanto, las referencias generalmente mejoran su fiabilidad cuando se limitan las fuentes de variación, como son las asociadas a la genética (Failla y col., 1997), como la variedad y el portainjerto, o las debidas a las técnicas de cultivo y el régimen hídrico. No obstante, los métodos de encuesta deben asumir ciertas fuentes de variación, como los diferentes suelos dentro de la región o las condiciones ambientales durante los años muestreados, cuya contribución a la variabilidad solo puede minimizarse diseñando referencias a escalas más locales (Failla y col., 1995).

Método de la Desviación del Óptimo Porcentual (DOP)

El método DOP es un método muy sencillo para llevar a cabo el diagnóstico de la vid. Al igual que el método de los Rangos de Suficiencia, compara individualmente la concentración de cada nutriente con respecto a su norma o referencia. Sin embargo este método, en vez de categorizar, calcula el porcentaje de desviación de cada nutriente respecto a dicha referencia. La ventaja que aporta este método es que, además de cuantificar la deficiencia o el exceso,



Muestreo de hoja opuesta a uno de los racimos.

los índices obtenidos para cada nutriente permiten ordenarlos y obtener un Orden de limitación, lo que a su vez permite priorizar los requerimientos nutricionales del cultivo.

Método del Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS)

Sin embargo, el método de Rangos de Suficiencia y el método DOP no consideran la interrelación entre los nutrientes que existe en cualquier ser vivo, donde la deficiencia o exceso de un nutriente afecta al equilibrio con los demás. Beaufils (1973) y otros autores, sugirieron que la relación entre nutrientes es mejor indicador del estado nutricional de la planta que considerar la concentración de cada nutriente individualmente, dado que las relaciones reflejan mejor las interacciones entre los nutrientes y su influencia sobre la fisiología de la planta. Por ello, el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) fue desarrollado para determinar el estado nutricional mediante el uso de relaciones de nutrientes (Beaufils, 1973).

Inicialmente se pretendía que este método fuese una herramienta más independiente respecto de la edad del tejido analizado, ya que algunas relaciones de nutrientes se mantienen más constantes a lo largo del ciclo fenológico que los nutrientes individualmente (Walworth y Sumner, 1987). Sin embargo, estudios más recientes recomiendan desarrollar normas DRIS también para los diferentes momentos del ciclo de cultivo. En esta línea, algunos autores sugieren que, dado que la concentración de los nutrientes se suele estabilizar a medida que

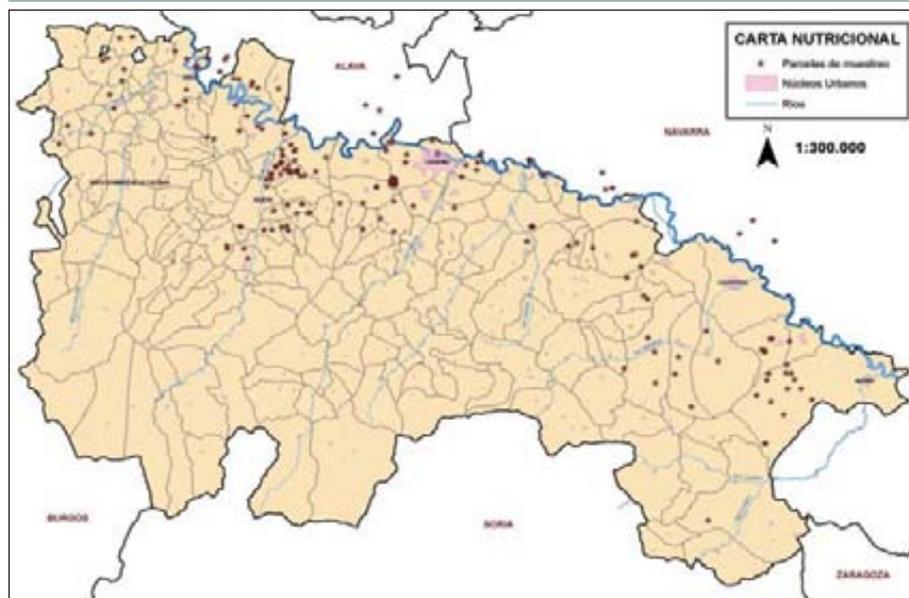
El método DOP además de cuantificar la deficiencia o el exceso, tiene la ventaja de que los índices obtenidos para cada nutriente permiten ordenarlos y obtener un Orden de limitación, lo que a su vez permite priorizar los requerimientos nutricionales del cultivo

avanza el ciclo, se podría considerar que el diagnóstico en momentos avanzados sería recomendable para minimizar la variabilidad debida a la edad del tejido muestreado (Romero y col., 2010).

También para la metodología de diagnóstico DRIS, uno de los mayores problemas para su utilización en viticultura es la ausencia de normas adecuadas, y las disponibles suelen estar diseñadas con criterios de producción. Además, cuando están disponibles, a menudo las relaciones DRIS se limitan al N, P, y K, no considerando el resto de los nutrientes para el cálculo de las relaciones

FIGURA 1.

Distribución geográfica de las parcelas utilizadas.



(Lucena, 1997), lo que aumenta las posibilidades de error.

No es fácil encontrar bibliografía respecto a normas DRIS para vid. La bibliografía muestra normas DRIS para limbos en floración de la variedad Riesling en viñedos de la zona del Rheingau (Alemania), usando criterios de producción (rendimiento mayor o menor de 12.500 kg/ha) (Schaller y col., 1995). Así mismo, dichos autores desarrollaron posteriormente unas normas DRIS con un criterio mixto de producción y calidad del mosto, seleccionando la población óptima a partir de un rendimiento moderado (inferior a 12.500 kg/ha) y un grado probable superior a 11,77° para la variedad Riesling sobre el portainjerto SO4 (Schaller, 2002). Otras normas para vid se han desarrollado en la India por Chelvan y col. (1984) para la variedad Thompson Seedless, considerando rendimientos superiores a 22.000 kg/ha como población de alto rendimiento.

Materiales y métodos

Creación de una base de datos representativa

Se ha realizado un estudio de encuesta nutricional en viñedos de la región amparada por la DOCa Rioja, a partir de los datos recopilados durante el período 2000-2010. Las 164 parcelas que se incluyen en este estudio representan

una buena muestra del viñedo en plena producción de la denominación, y la base de datos obtenida recopila datos climáticos, propiedades físico-químicas de los suelos, sistemas de conducción, portainjertos, variedades, prácticas culturales, momentos de muestreo, niveles de nutrientes en los diferentes tejidos analizados y parámetros de calidad del mosto (**figura 1**). En este trabajo, se han seleccionado viñedos del cv. Tempranillo injertado sobre Richter-110. Las densidades de plantación estaban comprendidas entre 2.200 y 4.300 cepas/ha., manejándose los viñedos de acuerdo a las prácticas habituales en la DOCa Rioja. Los sistemas de conducción considerados para el estudio son los mayoritarios en la región: vaso, doble Cordón Royat y Guyot simple. Los viñedos elegidos han sido conducidos en régimen de secano, con laboreo mecánico convencional. En general, las características físico-químicas abarcaron desde suelos franco-arenosos a suelos franco-arcillosos. El contenido en materia orgánica era inferior al 2%, el pH se situó entre 6,8 y 8,5, el contenido máximo de carbonatos totales fue de 54,7% y el de caliza activa de 14,6%. Por su parte, la conductividad eléctrica ha sido inferior a 2,2 mmhos/cm; y la C.I.C. abarcaba valores entre 36-177 mmol./kg.

En cada viñedo se seleccionó una unidad de muestreo homogénea de 500 cepas. Treinta hojas completas, totalmente desarrolladas y

procedentes de pámpanos fructíferos de vigor medio, fueron muestreadas dos veces a lo largo del ciclo de crecimiento: en floración y en envero. Debido a la sensibilidad al estrés hídrico de la variedad Tempranillo, que tiende a la senescencia temprana de las hojas basales, así como para mantener más o menos constante la edad fisiológica del tejido analizado, se muestreó la hoja opuesta al primer racimo en la floración, y la opuesta al segundo racimo en el envero, considerando las diferentes exposiciones al sol (Romero y col., 2010).

Análisis de planta y técnicas estadísticas

Los métodos analíticos utilizados se corresponden con los métodos normalizados que se siguen en el Laboratorio Regional de La Grajera (Logroño). Limbos y pecíolos fueron separados, lavados, secados a 70°C, y posteriormente molidos. Se determinó N (N-orgánico + N-NH₄⁺) mediante el método Kjeldhal, y P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y B mediante el método de digestión con peróxido de hidrógeno y microondas, y posterior determinación mediante ICP-AES.

Previamente al estudio estadístico, se realizó una limpieza de datos en la que se eliminaron aquéllos que procedían de parcelas con una edad inferior a seis años, las que presentaban problemas sanitarios, o datos extremos respecto al contenido de nutrientes.

Para la obtención de las normas o referencias, se realizó el test no paramétrico de normalidad Kolmogorov-Smirnov, el test de Levene de igualdad de varianzas, transformaciones a logaritmo cuando así fue necesario, o el cálculo de percentiles si la distribución normal no estaba garantizada.

Por otro lado, las normas o referencias para aplicar en el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación, o método DRIS, fueron calculadas siguiendo las expresiones y consideraciones descritas por Walworth y Sumner (1987) y Hallmark y Beverly (1991). Además de un procedimiento estadístico similar al anteriormente descrito para los Rangos de Suficiencia, el procedimiento requiere de la comparación entre dos sub-poblaciones de rendimiento (Moderado y No moderado), para lo cual se estudia la igualdad de medias mediante los test, paramétrico y no paramétrico, t-Student o Mann-Whitney-U, respectivamente. El análisis de los datos se llevó a cabo usando el paquete informático SPSS 15.0.

Resultados y discusión

La base de datos generada reúne análisis foliares de limbo y pecíolo en la variedad Tempranillo injertada sobre Richter-110, correspondientes a los momentos fenológicos de floración y envero, y en las condiciones de cultivo consideradas. El procedimiento estadístico nos ha permitido obtener referencias que serán válidas únicamente para dichos tejidos y en los momentos fenológicos estudiados (Failla y col., 1995; Robinson, 2005). Además, las condiciones de las parcelas estudiadas corresponden a las de la DOCa Rioja, por lo que extrapolar las tablas a otras regiones puede reducir su representatividad, sobre todo a medida que las condiciones edafoclimáticas difieran de las observadas en La Rioja.

Desviación del Óptimo Porcentual

Esta metodología de diagnóstico, al igual que la metodología de Rangos de Suficiencia, compara cada elemento con su referencia de forma individual, sin considerar los equilibrios e

interacciones que se pueden dar entre ellos. Sin embargo, este método utiliza la desviación de cada nutriente respecto a su referencia para, considerándolo un índice individual, ordenar los nutrientes de menor a mayor desviación y obtener un orden de limitación, el cual permite priorizar las necesidades en cada nutriente.

La Desviación del Óptimo Porcentual se calcula según la **expresión 1** (para un nutriente X de la muestra a diagnosticar, y cuya referencia es X_{ref}):

Expresión 1.

$$I_x(\%) = 100 \cdot (X - X_{ref}) / X_{ref}$$

El **cuadro 1** muestra los valores de referencia para aplicar este método de diagnóstico a los diez elementos nutrientes estudiados para limbo y pecíolo, en floración y en envero.

Los índices de los nutrientes que estén por debajo de su referencia tendrán signo negativo, por lo que los nutrientes en deficiencia, y que necesitarían una enmienda fertilizante, serán fá-

cilmente reconocibles. Al igual que en el método de Rangos de Suficiencia, este método no considera interacciones ni desequilibrios entre los nutrientes, por lo que es recomendable vigilar los índices positivos especialmente altos, ya que podrían indicar un exceso de algún nutriente y la necesidad de aportar una cantidad suplementaria de algún otro que, en principio, no presentaba un índice deficiente, pero podría encontrarse perjudicado en el equilibrio con aquéllos que se encuentran en niveles altos.

Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS)

Como ya se ha comentado con anterioridad, esta metodología de diagnóstico considera las relaciones entre los nutrientes para obtener conclusiones sobre el estado nutricional del cultivo, lo que permite considerar los equilibrios entre nutrientes a la hora de decidir la situación del cultivo.

El sistema de cálculo de las referencias también difiere respecto a otros métodos. En este caso, se necesita escoger una población

Un referente en Viña

Azupec® Micro WG

Empieza el cultivo con la madera limpia de Oidio

Centinela® IOEC

Fungicida sistémico con actividad preventiva y curativa

Pombal® Plus

Actividad sistémica de contacto y penetrante contra el Mildiu



Visítanos en www.sapecagro.es

 **SAPEC**
AGRO

CUADRO I.

Referencias para calcular la Desviación del Óptimo Porcentual en limbo y pecíolo, en floración y envero, de *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	*Cu	B
	g/100g m.s.					mg/kg m.s.				
	Limbo									
Floración	3,21	0,292	0,946	2,19	0,337	118	77,6	18,9	14,1	62,4
Envero	2,24	0,156	0,837	3,22	0,420	149	112	17,4	169	37,1
	Pecíolo									
Floración	1,02	0,318	1,53	1,49	0,609	23,5	25,9	15,8	9,2	40,8
Envero	0,492	0,114	1,41	1,97	0,861	24,9	59,4	21,6	20,8	36,9

* Posibles contaminaciones por tratamientos fitosanitarios.

de alta calidad y se compara con la población sobrante, que será la de baja calidad. De este modo, cuando el criterio de selección tiene alguna influencia en el estado nutricional del cultivo, dichas diferencias deberían poder observarse estadísticamente entre ambas subpoblaciones. En este caso, el criterio de separación usado era el de producción moderada (entre 3.800 y 10.000 kg/ha), el cual mostró diferencias estadísticas entre las dos subpoblaciones en todos los casos.

Los **cuadros II y III** muestran las relaciones de nutrientes más adecuadas para ser utilizadas en el diagnóstico nutricional mediante la metodología DRIS de cinco de los nutrientes esenciales (N, P, K, Ca y Mg) en limbo y pecíolo en floración y en envero.

Para el limbo, seis de las diez relaciones de nutrientes diferenciaban entre ambas poblaciones, mientras que para el pecíolo, cuatro en floración y ocho en envero mostraron diferencias (**cuadros II y III**). Estos resultados muestran que ambos tejidos son buenos indicadores del estado nutricional de la vid, resaltando que el limbo es bastante estable a lo largo del ciclo y que el pecíolo parece mejor indicador en envero que en floración.

Para realizar el diagnóstico nutricional, al igual que en el sistema de diagnóstico de la Desviación del Óptimo Porcentual, este sistema considera las desviaciones de cada relación de nutrientes respecto a la referencia para dicha relación (Walworth y Sumner, 1987).

Como se puede observar en los **cuadros II y III**, existen cuatro relaciones de nutrientes que contienen a cada elemento esencial, por lo que en este caso ya no se calcula directamente un índice individual para cada nutriente, como ocurría en el método de la Desviación del Óptimo Porcentual.

En esta metodología, el cálculo de índice individual es un poco más complicado. Lo primero que se hace, es calcular una función individual para cada relación de nutrientes y, después, se calcula el índice individual para cada nutriente utilizando todas las funciones que contienen a un elemento concreto. En este caso, cada nutriente individual está comprendido en cuatro relaciones de nutrientes (**cuadros II y III**), por lo que el índice se calculará a partir de cuatro funciones.

Las funciones para cada nutriente se calculan de la siguiente forma, en función de si la relación de nutrientes está por debajo o

por encima de su referencia:

- Cuando la relación X/Y es mayor que su referencia $(X/Y)_{ref}$: $F(X/Y) = [(X/Y / (X/Y)_{ref}) - 1] \cdot 1000 / CV (\%)$

- Cuando la relación X/Y es menor que su referencia $(X/Y)_{ref}$: $F(X/Y) = [1 - ((X/Y)_{ref} / X/Y)] \cdot 1000 / CV (\%)$

La razón por la que hay un cálculo diferente en función de si se está por debajo o por encima de la referencia, es porque el cálculo está corregido para asegurar que una relación por debajo de su referencia tenga signo negativo, así como para evitar varios sesgos, como que la misma desviación por debajo y por encima tenga el mismo valor de función pero cambiada de signo.

El valor 1000 es el responsable de eliminar que el CV esté expresado en tanto por ciento, y que la función tenga un valor que permita no tener que trabajar con decimales.

Respecto al coeficiente de variación (CV%), en la fórmula se utiliza para dar más peso, en el cálculo posterior de los índices individuales, a las funciones de relaciones que más diferencian entre las subpoblaciones de alta y baja calidad, según el criterio elegido al diseñar las referencias. Así, una relación cuyo efecto sobre el criterio de selección es muy grande, tendrá CV pequeños en la subpoblación de referencia, y tendrá CV grandes cuando no tenga ningún efecto en el parámetro elegido.

Seguidamente, una vez que se obtienen las funciones de cada relación de nutrientes, el índice para cada elemento individual se calcula mediante el promedio de todas las funciones que contienen a dicho elemento, según la **expresión 2**.

Expresión 2.

$$I_x = [\sum(F_{x/z})_i - \sum(F_{z/x})_i] / n^{\circ} \text{ de funciones}$$

La razón para que las relaciones cambien de signo según si está el elemento en el numerador o en el denominador de la relación es para que no contribuya con el mismo signo en el cálculo de los dos índices para los que se utiliza cada función. En nuestro caso, el número de funciones será cuatro.

Además, en el caso de tratarse de un producto, para el cálculo de sus respectivos índices ambos nutrientes se tratarán como si ambos estuviesen en el numerador.



Análisis de muestras mediante ICP-AES.



THE WORLDWIDE
BUSINESS FORMULA

Juntos, parte de una misma historia



NITRAT



Hace más de 20 años, **SQM** abrió sus puertas en el mercado Español representada por la fuerza, la tenacidad y la experiencia de su vaquero, el cual a llevado a la Compañía a través de todos estos años por un continuo desarrollo, búsqueda de nuevas tecnologías y adaptándose a las exigencias del mercado.

Hoy **SQM Iberian**, en continua búsqueda de nuevas soluciones para el mercado, entrega un completo portafolio de productos para la nutrición balanceada de los cultivos, comenzando por las etapas fenológicas de la planta hasta los macro y micronutrientes que potencian el óptimo resultado y rendimiento de sus negocios.

Gracias a sus vastos recursos naturales, **SQM** se ha transformado en líder mundial en la producción y comercialización de soluciones de **Nutrición Vegetal de Especialidad**, además de ser el único productor de las tres fuentes de potasio del mercado: nitrato de potasio, sulfato de potasio y cloruro de potasio, contando así con un amplio portafolio de productos naturales.

SQM Iberian soluciones de calidad y años de historias que nos respaldan.

SQM IBERIAN S.A.
Calle Provença 251, Pral 1º, 08008 Barcelona, España
Tel: +34 93 487 7806



www.sqm.com

CUADRO II.

Referencias DRIS para limbo en floración y envero, así como sus correspondientes coeficientes de variación (%), para *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo (Martín y col., 2011).

Referencias DRIS para limbos en floración (m.s.)										
Relaciones	P/N	N/K	Ca/N	Mg/N	P/K	P/Ca	P/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca-Mg
Promedios	0,089	3,404	0,680	0,110	0,302	0,130	0,809	2,315	0,373	0,765
CV(%)	22,76	24,71	19,86	23,10	31,75	27,92	31,42	28,53	38,47	33,26
Significación	***	N.S.	N.S.	*	**	***	***	N.S.	N.S.	**
Referencias DRIS para limbos en envero (m.s.)										
Relaciones	P/N	N/K	N-Ca	Mg/N	P/K	P-Ca	P-Mg	Ca/K	K-Mg	Mg/Ca
Promedios	0,067	2,785	7,129	0,199	0,186	0,476	0,067	3,950	0,359	0,140
CV (%)	17,09	32,24	17,21	30,75	34,79	23,13	33,63	41,06	26,97	30,93
Significación	***	**	N.S.	***	N.S.	***	N.S.	*	N.S.	***

CUADRO III.

Referencias DRIS para pecíolo en floración y envero, así como sus correspondientes coeficientes de variación (%), para *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo (Martín y col., 2011)

Referencias DRIS para pecíolos en floración (m.s.)										
Relaciones	P/N	N/K	Ca/N	Mg/N	P/K	P/Ca	P/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca-Mg
Promedios	0,299	0,679	1,477	0,634	0,198	0,197	0,460	1,003	0,430	0,959
CV(%)	51,45	48,96	32,52	44,66	63,19	33,01	40,63	57,18	77,02	36,02
Significación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	***	***	N.S.	N.S.	***
Referencias DRIS para pecíolos en envero (m.s.)										
Relaciones	P/N	N/K	N-Ca	Mg/N	P/K	P-Ca	P-Mg	Ca/K	K-Mg	Mg/Ca
Promedios	0,201	0,395	0,244	0,519	0,123	0,049	0,105	1,619	0,761	2,127
CV (%)	50,48	85,73	30,22	50,86	82,85	56,92	79,43	96,12	124,1	41,65
Significación	***	N.S.	***	***	***	***	***	N.S.	***	***

Finalmente, una vez obtenidos los índices individuales, ya se puede situar cada nutriente según un orden de limitación respecto a los demás nutrientes, tal y como se hacía en el método anterior.

Por último, comentar que la suma, en valor absoluto, de todos los índices individuales, tanto en el método DRIS como en el DOP, resulta en el llamado Índice de Producción, que se interpreta según su cercanía a cero: cuanto más cerca de cero, más cerca de alcanzar el equilibrio nutricional correspondiente a las condiciones con las que fue seleccionada la población de referencia.

Conclusiones

En este artículo se sugieren unos valores de referencia para ser utilizados en el diagnóstico nutricional de *Vitis vinifera* cv. Tempranillo, mediante las metodologías de la Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) y del Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS). Estas referencias permiten comparar los análisis minerales de nutrientes en limbo y pecíolo, en los momentos de floración y envero, de modo

que faciliten llevar a cabo evaluaciones más precisas del estado nutricional del viñedo y mejorar así las decisiones de abonado, al comparar una muestra concreta con los valores representativos de la DOCa Rioja. Sin embargo, se deben tener en cuenta las desviaciones de las condiciones en las que han sido diseñadas estas referencias, como es la variedad, el portainjerto, el momento fenológico de muestreo, la posición en el pámpano de la hoja muestreada para analizar, así como las condiciones climáticas y del suelo diferentes a las del ámbito de la DOCa Rioja, circunstancias que pueden aumentar las dificultades de diagnóstico al utilizar dichas referencias. La base de datos generada, que aumenta cada año, permitirá diseñar nuevas referencias asumiendo criterios más específicos, como el de producción moderada, criterios de calidad del mosto o criterios mixtos que aúnen el control de rendimiento y la calidad. ●

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el INIA, el Fondo Social Europeo y la Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de La Rioja (Proyectos INIA-SC00-

016, PR-01-03, PR-01-04, y PR-03-05, entre otros). También nuestro agradecimiento a M^a Carmen Arroyo y el personal del Laboratorio Regional de La Grajera (La Rioja), el personal de la sección de Viticultura y Enología del CIDA, así como a los muchos viticultores y técnicos que han colaborado para generar la base de datos desde el año 2000.

Bibliografía

Beaufils, E.R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. *Soil Science* 1: 1-132.

Chelvan, R.C., Shikhamany, S.D., Chadha, K.L. 1984. Evaluation of low yielding vines of Thompson seedless for nutrient indices by DRIS analysis. *The Indian Journal of Horticulture* 41: 166-170.

Failla, O., Scienza, A., Stringari, G., Porro, D., Tarducci, S., Di Dionisio, A. 1995. Indagine sullo stato nutrizionale dei vigneti in alcune zone toscane a denominazione d'origine per una proposta d'interpretazione delle analisi fogliari e del terreno. *VigneVini. Suplemento*. (12), 15-25.

Failla, O., Bogoni, M., Porro, D., Stringari, G. 1997. Soil and leaf analysis: Effect of pedo-climatic, cultural and genetic factors on their calibration and interpretation. *Acta Hort.* (448), 225-232.

Hallmark, W.R., Beverly, R.B. 1991. Review- An Update in the Use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. *Journal of Fertilizer Issues* 3: 74-78.

Lucena, J.J. 1997. Methods of Diagnosis of mineral nutrition of plants. A critical review. *Acta Horticulturae* 448: 179-192.

Martín, I.; Benito, A.; Romero, I.; Domínguez, N.; García-Escudero, E. 2011. Preliminary DRIS norms for Leaf Nutrient Diagnosis of 'Tempranillo' grapevine (*Vitis vinifera* L.) in the Rioja Appellation. 12th International Symposium on Soil and Plant Analysis.

Robinson, J.B. 2005. Critical plant tissue values and application of nutritional standards for practical use in vineyards. In *Proceedings of the Soil Mineral Environment and Vine Nutrition Symposium (ASEV)*, eds. L.P. Christensen and D.R. Smart, 61-68. Davis, California, USA.

Romero, I., García-Escudero, E., Martín, I. 2010. Effects of leaf position on blade and petiole mineral nutrient concentration of 'Tempranillo' grapevine (*Vitis vinifera* L.). *American Journal of Enology and Viticulture* 61: 544-550.

Walworth, J.L., Sumner, M.E. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). *Advances in soil science* 6: 149-188.

Schaller, K., Löhnertz, O., Michel, H. 1995. Improvements of the DRIS-System and first experiences in grapevine nutrition with special consideration of the compositional nutrient diagnosis approach. *Acta Horticulturae* 383:171-189.

Schaller, K., Löhnertz, O., Michel, H. 2002. Modified Dris-System for leaf analysis to optimise fertilizer inputs-further developments with grapevines. *Acta Horticulturae* 594: 369-375.