



Separación y procesado de limbos y peciolo para su posterior análisis.

Interpretación del análisis foliar del Tempranillo en la DOCa Rioja

El estudio de elementos minerales en las hojas de la vid permite realizar diagnósticos nutricionales y planes de fertilización más precisos

Texto y fotografías:

Enrique García-Escudero, Izaskun Romero, Isabel Lorenzo, Cristina García, María Teresa Villar, Diego López, Sergio Ibáñez e Ignacio Martín
Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDA)

Para realizar una correcta gestión de la fertilización es necesario ajustar los aportes de abonos con las necesidades reales del cultivo. Una manera de determinar el estado nutricional de la planta es realizar análisis de tejidos representativos del estado nutricional de dicho cultivo y que, por tanto, puedan indicar la carencia de cualquier nutriente y la necesidad de realizar un aporte de fertilizantes. Para averiguar el estado nutricional de la planta sería necesario conocer el nivel deseable de cada nutriente en esos tejidos representativos. Una vez establecidos el óptimo, el exceso y la deficiencia de cada uno de ellos, se podría controlar adecuadamente la nutrición. Esto nos permitiría planificar el abonado para obtener un mosto de calidad. Para establecer niveles de refe-

rencia que constituyan la base sobre la cual aplicar un diagnóstico nutricional con garantías es indispensable estudiar la relación entre el contenido del órgano analizado y el rendimiento y la calidad de la vendimia (Champagnol, 1990). Numerosos autores han constatando las dificultades para establecer relaciones entre estos parámetros y el contenido en nutrientes en hoja o peciolo, debido a que rendimiento y calidad dependen de muchas variables: tejido, prácticas culturales, climatología,... (Champagnol, 1990; Failla y col., 1997).

Un método muy utilizado para el cálculo de niveles de referencia es el método de la "Carta Nutricional", que representa el estudio estadístico completo de una zona vitícola. Sin embargo, esta metodología tiene sus limitacio-



Parcela de Tempranillo situada en La Grajera.



Muestreo de la hoja opuesta al primer racimo.

nes, ya que tan sólo sitúa el nivel de un elemento dentro de la población de la zona. Supone, por tanto, que la mayoría de la población estudiada está equilibrada y en un nivel nutricional óptimo, una suposición que no tiene por qué ajustarse a la realidad. Por lo tanto, las referencias obtenidas mediante este método deberán ser oportunamente ajustadas y considerarse provisionales hasta una verificación experimental más esmerada (Failla y col., 1995). Existen numerosos trabajos que, mediante este procedimiento, determinan los niveles de referencia para diversas variedades y regiones vitivinícolas: Navarro en España (1989); Stringari y col. (1997) para diez localizaciones del centro y norte de Italia; Failla y col. (1995) para la Toscana; Ciesielska y col. (2002) para el Piamonte. Hasta ahora, no ha sido frecuente abordar la preparación de Cartas Nutricionales sobre la base de la calidad debido, sin duda, a que las grandes bases de datos de análisis foliares no suelen disponer de los correspondientes análisis de mosto. A esto hay que añadir la dificultad de definir el concepto de calidad del mosto para obtener vinos de calidad, ya que se trata de un concepto que cambia con el paso de los años.

La variedad Tempranillo es la variedad de vid mayoritaria en la Denominación de Origen Calificada (DOCa) Rioja y en

España y se ha convertido en un referente para la elaboración de vinos tintos de calidad. Asimismo, el portainjerto Richter-110 está presente en el 70% de las plantaciones realizadas en los últimos años en Rioja. En este trabajo se hace un estudio de encuesta para diez elementos minerales en limbo y pecíolo de *Vitis vinifera* cv. Tempranillo sobre R-110, que permita realizar diagnósticos nutricionales y planes de fertilización más precisos.

Materiales y métodos

El estudio se realizó siguiendo el método basado en las encuestas y “Cartas Nutricionales”. Se creó una red de parcelas distribuidas dentro de la DOCa Rioja, con un total de 129 parcelas de la variedad Tempranillo sobre patrón R-110, y se recogieron datos y muestras durante 5 años. Dichas parcelas se encontraban en plena producción (5-25 años) y la base de datos recoge la información agronómica que caracteriza cada parcela: parámetros vegeto-productivos, climáticos, momento fenológico del muestreo, niveles de nutrientes y análisis del mosto obtenido, entre otros. Para los análisis de limbo y pecíolo se tomaron aleatoriamente 30 hojas completas por muestreo, de ambas caras de exposición, de pámpanos fructíferos de vigor medio, a razón de una sola hoja por planta, en posición opuesta al pri-

mer racimo en floración y opuesta al segundo racimo en envero (OIV, 1996). Limbos y pecíolos fueron separados, lavados, secados a 70 °C y molidos. Se analizaron nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre sobre materia seca. Así mismo, se recolectaron aleatoriamente por cada parcela y en época de vendimia veinte racimos, 10 de rango 1 y 10 de rango 2, se procesaron dos veces por estrujadora sin despalillar, y sobre el mosto obtenido se determinó: Grado alcohólico probable, Acidez total, pH, Ácido málico, Ácido tartárico y Potasio, entre otras determinaciones. En el análisis estadístico se descartaron los muestreos concretos anómalos y las parcelas que presentaban problemas fitosanitarios. Tras realizar un estudio estadístico, se llevó a cabo la distribución a partir de los valores de la media y la desviación típica. Se consideró el 90% central de la población para definir la población de referencia (modificado de Stringari y col., 1997; Romero y col., 2005).

Resultados y discusión

Para la variedad Tempranillo y en las condiciones de la DOCa Rioja, el momento más adecuado para realizar un diagnóstico nutricional es el envero, aunque se puede realizar desde un mes antes con garantías. En cuanto

al tejido más adecuado depende del nutriente a analizar, de modo que se recomienda hacer el diagnóstico de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y zinc en limbo, al ser el tejido más fiable para estos elementos; hierro y boro en pecíolo y el calcio en cualquiera de ambos tejidos. Para el caso del Mn, sin embargo, el tejido a analizar depende del momento de muestreo y se recomienda diagnosticarlo en limbo si se muestrea en enero o diagnosticarlo en el pecíolo si se muestrea en floración. El Cu no debe diagnosticarse en enero ya que el uso de productos fitosanitarios que contienen este elemento impide su diagnóstico (Romero y col., 2005). De todas formas, en este trabajo se decidió obtener referencias que permitan realizar diagnósticos en distintos momentos del ciclo, a pesar de que dicho diagnóstico pueda ser menos preciso en floración que en enero.

El primer paso para obtener valores de referencia consistió en utilizar el método clásico de carta nutricional para situar cada elemento dentro de los valores medios de la zona que comprende la Denominación de Origen. Para ello se aplicó el procedimiento estadístico ya comentado a la población contenida en la gran base de datos acumulada para calcular los valores que describirían a esa población como óptima (modificado de Stringari y col., 1997; Romero y col., 2005).

En las tablas 1 y 2 se comparan los valores representativos de los diez nutrientes de limbos y pecíolos en floración y enero, obtenidos mediante la encuesta nutricional clásica.

Estas tablas, como ya se ha dicho, tan sólo sitúan los elementos dentro de la población general y, por tanto, requieren de una verificación para ser consideradas realmente tablas de referencia. Una manera de verificar dichas

tablas es recalcularlas, siguiendo el mismo procedimiento, basándose en la calidad del mosto obtenido.

Para ello se hace necesario definir el concepto de calidad enológica. En una primera aproximación, y dada la gran variedad de procesos tecnológicos por los que se puede optar en el momento de la vinificación, se puede considerar “calidad potencial de la uva para vinificación” como “uva cuyo mosto permita la mínima intervención en bodega para una correcta vinificación”. Esto es, un mosto que permita una fácil elaboración y una intervención mínima para corregir posibles deficiencias.

Tras consultar con la Sección de Viticultura y Enología del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de La Rioja (CIDA), se catalogaron como mostos de calidad aquellos mostos de Tempranillo que cumplieran con cada una de las siguientes condiciones en los parámetros analizados, criterios que están

Tabla 1. Niveles de nutrientes en limbos según el criterio de la Encuesta Nutricional Clásica

	Floración			Enero		
	Bajo	Normal	Alto	Bajo	Normal	Alto
N %	< 2,75	2,75 – 3,63	> 3,63	< 1,93	1,93 – 2,53	> 2,53
P %	< 0,19	0,19 – 0,44	> 0,44	< 0,11	0,11 – 0,20	> 0,20
K %	< 0,69	0,69 – 1,36	> 1,36	< 0,44	0,44 – 1,19	> 1,19
Ca %	< 1,63	1,63 – 2,96	> 2,96	< 2,68	2,68 – 4,12	> 4,12
Mg %	< 0,24	0,24 – 0,48	> 0,48	< 0,25	0,25 – 0,77	> 0,77
Fe ppm	< 84,5	84,5 – 240	> 240	< 112	112 – 267	> 267
Mn ppm	< 29,9	29,9 – 136	> 136	< 41,6	41,6 – 163	> 163
Zn ppm	< 11,3	11,3 – 29,0	> 29,0	< 11,2	11,2 – 24,3	> 24,3
Cu ppm	< 6,50	6,50 – 15,4	> 15,4	-	-	-
B ppm	< 37,0	37,0 – 81,4	> 81,4	< 23,3	23,3 – 48,1	> 48,1

Tabla 2. Niveles de nutrientes en pecíolos según el criterio de la Encuesta Nutricional Clásica

	Floración			Enero		
	Bajo	Normal	Alto	Bajo	Normal	Alto
N %	< 0,72	0,72 – 1,58	> 1,58	< 0,35	0,35 – 0,57	> 0,57
P %	< 0,16	0,16 – 0,43	> 0,43	< 0,05	0,05 – 0,18	> 0,18
K %	< 0,80	0,80 – 3,19	> 3,19	< 0,29	0,29 – 3,18	> 3,18
Ca %	< 1,19	1,19 – 2,02	> 2,02	< 1,64	1,64 – 2,93	> 2,93
Mg %	< 0,38	0,38 – 0,82	> 0,82	< 0,47	0,47 – 1,36	> 1,36
Fe ppm	< 15,3	15,3 – 38,4	> 38,4	< 15,2	15,2 – 35,7	> 35,7
Mn ppm	< 10,3	10,3 – 45,8	> 45,8	< 6,9	6,90 – 130	> 130
Zn ppm	< 5,30	5,30 – 29,9	> 29,9	< 9,8	9,80 – 36,4	> 36,4
Cu ppm	< 4,20	4,20 – 12,7	> 12,7	-	-	-
B ppm	< 32,0	32,0 – 48,5	> 48,5	< 29,2	29,2 – 45,1	> 45,1

de acuerdo con la bibliografía enológica consultada (Jackson y Lombard, 1993; Ribéreau-Gayon y col., 2003):

$3,0 < \text{pH} < 3,6$	$12 < \text{Grado probable} < 14$
$\text{K (mg} \cdot \text{L}^{-1}) < 1700$	$\text{Acidez total} > 4,8 \text{ (g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ de ácido tartárico)}$

Seguidamente, se seleccionaron las muestras foliares de parcelas experimentales que se correspondieran con estas características del mosto, catalogándolas como población de calidad para el cálculo de referencias utilizando tan sólo dicha población. Aplicando el procedimiento estadístico ya comentado, se calculan los valores que describirían a esa población como población de calidad óptima (modificado de Stringari y col., 1997; Romero y col., 2005).

En las figuras 1 y 2 se comparan los valores representativos de macro-

elementos de limbos y peciolas en floración y envero, obtenidos mediante la Encuesta Nutricional Clásica y la Encuesta Nutricional ajustada según los parámetros de calidad del mosto. En general, estos últimos muestran rangos más estrechos, lo que permite hacer diagnósticos más precisos. En limbo todos los nutrientes tienen un rango menor para las referencias en base a calidad del mosto, especialmente magnesio, nitrógeno y potasio en floración (figura 1). En peciolo (figura 2), aunque las referencias en base a calidad también tienen rangos menores, dichas diferencias no son tan marcadas como en el limbo debido a la mayor variabilidad del análisis de peciolo respecto al de limbo (Romero y col., 2005). De hecho, calcio y magnesio en envero no obtienen rangos menores sino más bien un desplazamiento de las referencias en los mostos de calidad a niveles más altos.

Estos resultados muestran la relación lógica que hay entre la calidad del mosto y una nutrición equilibrada, donde los Niveles de Referencia son el reflejo de unas concentraciones y unas proporciones entre nutrientes adecuadas. Debido a esto, la selección de una subpoblación basándose en determinadas características de calidad proporciona referencias más ajustadas que las obtenidas mediante el estudio estadístico general, donde la población incluye tanto muestras procedentes de viñedos nutricionalmente equilibrados como desequilibrados.

Conclusiones

Se sugieren unos valores de referencia preliminares de nutrientes, basados en parámetros de calidad del mosto, para limbo y peciolo en floración y envero, de *Vitis vinifera* cv. Tempranillo sobre R-110 en el ámbito de la DO Ca Rioja.

Figura 1. Niveles de nutrientes de limbos, en floración y envero, obtenidos mediante Encuesta Nutricional Clásica y Encuesta Nutricional basada en calidad del mosto

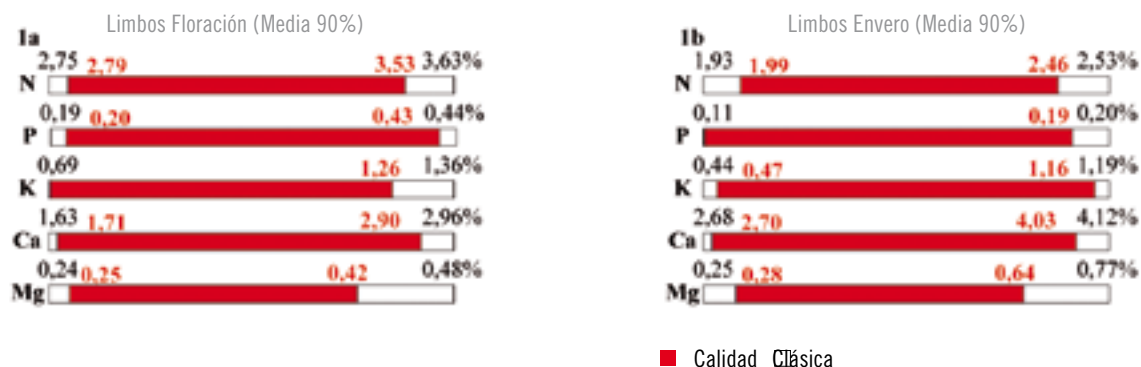
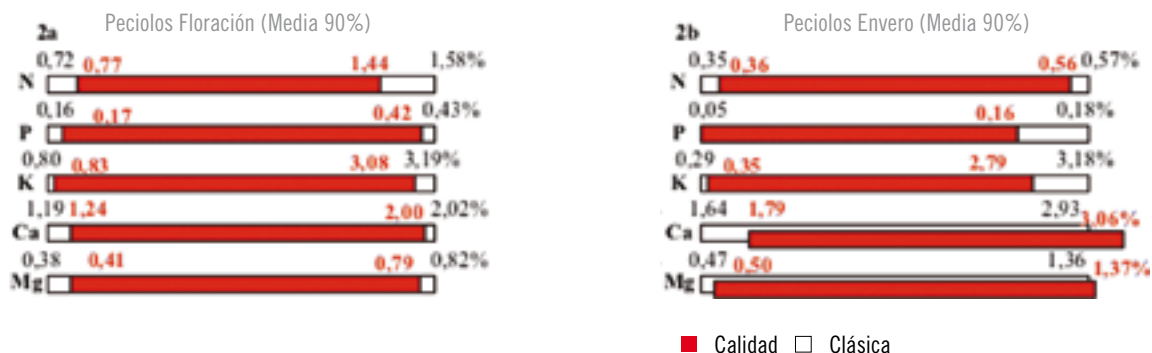
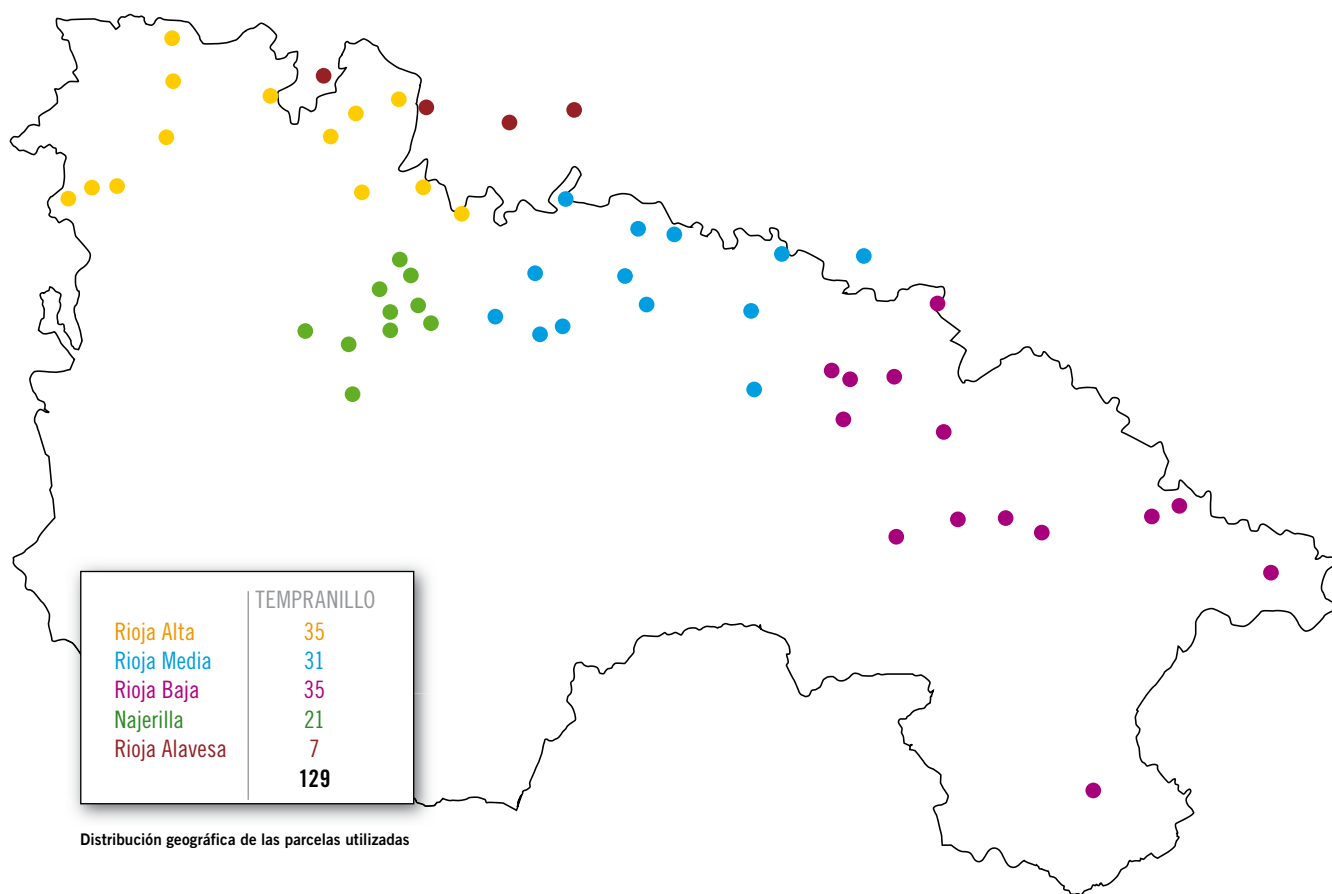


Figura 2. Niveles de nutrientes de peciolos, en floración y envero, obtenidos mediante Encuesta Nutricional Clásica y Encuesta Nutricional basada en calidad del mosto





Distribución geográfica de las parcelas utilizadas

Dichos valores pueden ser utilizados como “valores críticos” o “rangos de normalidad” para el diagnóstico nutricional. De todas formas, dichas referencias deben ser mejoradas aumentando la base de datos y considerando criterios más restrictivos de calidad.

Agradecimientos:

A María del Carmen Arroyo (Laboratorio Regional de La CAR), a Luis A. Sarabia y M. Cruz Ortiz, del Departamento de Matemáticas y Computación de la Universidad de Burgos, a Fertiberia por su apoyo técnico y, especialmente, a los más de 140 viticultores y técnicos, sin cuya colaboración en la toma de muestras habría sido imposible crear la base de datos. Este trabajo ha sido financiado por el INIA (Proyecto SC00-016) y por la Consejería de Agricultura y Desarrollo Económico de La Rioja (Proyectos R-01-03, R-01-04, R-03-05).

