

# Variaciones en la acidez de los mostos según el régimen hídrico

Resultados de los ensayos en las variedades Tempranillo, Garnacha Tinta y Graciano cultivadas en la DOC Rioja

El riego ejerce una clara influencia en la evolución y el nivel de acidez de los mostos, que a su vez condiciona la acidez de los vinos, una de las propiedades más destacadas en su calidad. Asimismo, la variedad cultivada repercute en gran medida en el nivel de acidez, a través de una mayor o menor acumulación de ácidos málico y tartárico. Ambos aspectos han sido objeto de ensayo en los campos de experimentación del CIDA de La Rioja, mostrándose los resultados a continuación.

**E. García-Escudero, S. Ibáñez, M. Villar, C. García, I. Romero y D. López.**

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDA) del Gobierno de La Rioja.

**U**na de las propiedades de los vinos que repercute de forma más destacada en su calidad es la acidez. Ésta juega un papel fundamental en aspectos cualitativos tan notorios como el color de los vinos, su estabilidad química y biológica y sus características organolépticas. A su vez, la acidez del vino está condicionada en gran medida por la del mosto, a la cual contribuyen los principales ácidos orgánicos de la uva: ácido málico y ácido tartárico que, junto a la relación entre ambos (tartrato/malato) y la riqueza en potasio, determinan la acidez real de mostos y vinos, es decir, el pH.

En el equilibrio ácido-base de los mostos, que se establece en el transcurso del desarrollo de las bayas, pueden intervenir factores diversos como los de tipo edafoclimático (propiedades y régimen hídrico del suelo, clima...), los culturales (mantenimiento del suelo, abonado, densidad de plantación, riego) o los que se establecen a partir de la aptitud genética de la cepa. De estos últimos, además del portainjerto, cabe destacar la variedad cultivada como una de las fuentes de variación que más puede condicionar el nivel de acidez de la uva, a través de una mayor o menor acumulación de los

ácidos tartárico y málico al final del proceso de maduración. Este aspecto está ligado a las particularidades metabólicas y a las exigencias fisiológicas propias de cada variedad y, en especial, a su potencial vegetativo (capacidad productiva y vigor). Asimismo, las diferencias varietales en la capacidad de acumulación y translocación de nutrientes, principalmente potasio, se traducen en una variación importante de la síntesis y evolución de los ácidos orgánicos de la uva, y en general en una modificación del pH o acidez real (García-Escudero et al., 1999).

De igual forma, entre las prácticas culturales anteriormente reseñadas, el riego ejerce una clara influencia sobre la evolución y el nivel de acidez a través de efectos como el incremento del vigor de la planta, la relación superficie foliar / peso de cosecha, la modificación del microclima de hojas y racimos o la incidencia en la dinámica de absorción del potasio.

En este contexto, la presente aportación pretende centrarse en el estudio de las variaciones en la acidez de los mostos que experimentan tres variedades tintas cultivadas en el ámbito de la DOC Rioja (Tempranillo, Garnacha Tinta, Graciano), en función del régimen hídrico al que se encuentran sometidas (riego o seco).

Los resultados mostrados en este artículo se corresponden con las experiencias realizadas por el Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDA) del Gobierno de La Rioja entre los



Las condiciones climáticas en las distintas campañas influyen en la acidez de los mostos.

años 2000-2002, enmarcadas en proyectos financiados por la Comunidad Autónoma de La Rioja y en un proyecto coordinado de título "Criterios fisiológicos para la eficiencia en el uso del agua y la mejora de la calidad del fruto en vid" (AGL2001-1285-C03-01).

## Metodología

### Características de la parcela

La parcela experimental se ubica en la finca Valdegón, propiedad del Gobierno de La Rioja y localizada en el término municipal de Agoncillo (La Rioja). Plantada en el año 1994, con un marco de 2,60 x 1,30 m, dispone de una colección de variedades entre las que se incluyen las aquí estudiadas: Tempranillo (clon RJ -51), Garnacha Tinta (clon 362) y Graciano (clon 171), todas ellas injertadas sobre el patrón R-110.

### Diseño experimental

El diseño experimental se ha dispuesto en tres bloques en split-plot, incorporando tanto el factor régimen hídrico, con los tratamientos riego y testigo, como el factor variedad.

La dotación de riego se calculó a partir de la  $E_{Tc} = K_c \times E_{To}$ , donde  $E_{Tc}$  es la evapotranspiración de cultivo,  $E_{To}$  la evapotranspiración del cultivo de referencia (determinada semanalmente, a partir de los datos de una estación agrometeorológica ubicada en la finca, mediante el método de Penman-Monteith) y  $K_c$  es un coeficiente de consumo fijado a lo largo del ciclo ( $K_c=0,4$ ).

El inicio del riego, dentro del ciclo vegetativo, quedó determinado en el momento en que concurrían dos situaciones: la ralentización de la velocidad de crecimiento de los pámpanos y valores de potencial foliar de base inferiores a -3 bar.

El volumen de agua aplicada a través del riego (mm), así como los valores de la precipitación (mm) y de la  $E_{To}$  para el período de estudio considerado (2000-2002), se presentan en el **cuadro I**, agrupándose por año, ciclo vegetativo y período estival.

## Resultados y discusión

### Análisis de los componentes de la producción

Los parámetros que determinan la producción de un viñedo constituyen una herramienta útil para analizar los efectos que tendrán las variaciones del rendimiento y del peso de la baya sobre la acidez de los mostos. De esta manera, hay autores que asocian los incrementos de producción a un aumento en la absorción de potasio y su distribución en la baya (Walker et al., 1998).

Atendiendo al **cuadro II**, en el que se expone la producción unitaria (kg/cepa), puede señalarse que las variedades Tempranillo, Garnacha Tinta y Graciano parten de unas producciones unitarias muy similares en las parcelas testigo. Por su parte, la aplicación de riego ejerce una influencia clara sobre la producción, la cual aumenta de forma apreciable en todas las variedades, con un incremento medio respecto al seco que se situaría en torno al 42%. En este sentido, las producciones alcanzadas en Tempranillo, Garnacha Tinta y Graciano tras la aplicación de riego, se mantienen en niveles similares, al igual que ocurre en las parcelas testigo, por lo que el factor variedad, en este caso, no constituye una fuente de variación significativa.

Como se podrá comprobar más adelante, este incremento del potencial productivo por efecto del riego va también asociado a un aumento del contenido de potasio en mosto, por lo que parecen confirmarse las hipótesis que relacionan rendimientos elevados con tasas altas en la absorción y translocación de po-

**CUADRO I. PRECIPITACIONES, ETO Y RIEGOS (MM).**  
VALDEGÓN, 2000-2002.

AÑO	ANUAL		CICLO VEGETATIVO		VERANO		
	P.	ET <sub>o</sub>	P	ET <sub>o</sub>	P	ET <sub>o</sub>	RIEGO
2000	404	1089	177	818	80	500	180
2001	373	1085	163	824	97	496	162
2002	416	1058	228	783	117	457	154
Media	398	1077	189	808	98	485	165

**CUADRO II. VARIEDAD-RIEGO. RENDIMIENTO (KG/CEPA).**  
VALDEGÓN, 2000-2002.

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	4,47	6,67	*	49 %
Garnacha T	4,74	6,84	*	44 %
Graciano	4,62	6,12	*	33 %
g.s.	n.s.	n.s.		42 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s.: grado de significación, n.s.: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

**CUADRO III. VARIEDAD-RIEGO. PESO 100 BAYAS (G).**  
VALDEGÓN, 2000-2002.

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	212,1 a	250,7 a	*	18 %
Garnacha T	187,3 a	232,4 a	**	24 %
Graciano	133,6 b	171,5 b	**	28 %
g.s.	***	***		23 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s.: grado de significación, n.s.: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

**CUADRO IV. VARIEDAD-RIEGO. MADERA DE PODA (KG/CEPA).**  
VALDEGÓN, 2000-2002.

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	0,77	1,26	***	64 %
Garnacha T	0,77	1,28	***	66 %
Graciano	0,72	1,22	***	69 %
g.s.	n.s.	n.s.		66 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s.: grado de significación, n.s.: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

tasio a la baya (Mpelasoka et col., 2003).

A su vez, el riego también muestra una influencia en el peso de la baya (**cuadro III**), con un incremento medio del 23% en favor de parcelas regadas. Pero en este caso, y a diferencia del rendimiento, el factor variedad ofrece diferencias significativas en función del tamaño de la baya, permitiendo distinguir cultivares de baya grande, como Tempranillo y Garnacha Tinta, y variedades con bayas de tamaño más pequeño, como Graciano.

Al igual que para el rendimiento unitario, el peso de la baya también mantiene una correspondencia con la acumulación de potasio en el mosto.

### Vigor de la planta

La estimulación de la expresión vegetativa de la cepa, por la aplicación del riego, queda puesta de manifiesto al analizar el peso de la madera de poda. Tal y como puede observarse en el **cuadro IV**, y en una situación semejante a lo que se planteaba anteriormente para la producción unitaria, las cepas conducidas en

## RIEGO

secano poseen un vigor similar en todas las variedades, del orden de los 750 g. Como consecuencia del aporte de agua, el peso de madera de poda experimenta un importante aumento, de tal forma que se asiste a un incremento medio del 66% en este parámetro, alcanzando las cepas un vigor elevado con la aplicación de riego.

Las repercusiones de un incremento del vigor de las cepas en la acidez de los mostos se manifiestan previsiblemente a través de variaciones en la capacidad de absorción de potasio y en el grado de sombreado que ejerce la vegetación, situaciones que inciden, respectivamente, en los contenidos de potasio y ácido málico.

### Consideraciones sobre la calidad

#### Concentración de azúcares: grado alcohólico probable

En esta experiencia, la mejora del nivel de alimentación hídrica mediante el riego ha supuesto una disminución de la concentración de azúcares (expresada como grado probable en el mosto). Las variedades no han sido afectadas de igual modo por esta situación. De los resultados obtenidos (**cuadro V**), se puede deducir que Graciano ha visto disminuido, de forma significativa y con más intensidad que el resto de variedades, el valor del grado probable con la aplicación del riego, circunstancia que puede agravarse por su condición de variedad de ciclo más largo que el de Tempranillo y Garnacha Tinta, para nuestras condiciones medias de cultivo.

Por otro lado, teniendo en cuenta el factor variedad, únicamente se reflejan diferencias cuando los cultivares son regados, presentando Graciano ciertas limitaciones para alcanzar graduaciones elevadas.

Aunque el grado probable del mosto no constituye por sí mismo un parámetro decisivo que participe y defina la acidez de los mostos, ciertos autores (Mpelasoka et col., 2003) advierten que el incremento de translocación de potasio hacia la baya puede asociarse a una disminución en la concentración de azúcares en la misma, contribuyendo así a un mecanismo de ajuste de potencial osmótico que asegura el mantenimiento de la turgencia. Esta circunstancia queda patente en este ensayo con las parcelas regadas, que ven reducido el grado probable a la vez que intensifican el nivel de potasio con respecto al testigo.



Estación meteorológica de los campos de ensayo del CIDA de La Rioja.

#### CUADRO V. VARIEDAD-RIEGO. GRADO ALCOHÓLICO PROBABLE DEL MOSTO. VALDEGÓN, 2000-2002.

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	13,37	12,75 ab	n.s.	-5 %
Garnacha T	13,66	12,90 a	n.s.	-6 %
Graciano	13,15	12,11 b	**	-8 %
g.s.	n.s.	*		-6 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.

g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01,

\*\*\* p < 0,001.

#### CUADRO VI. VARIEDAD-RIEGO. ACIDEZ TOTAL DEL MOSTO (g/l TH<sub>2</sub>). VALDEGÓN, 2000-2002.

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	4,67 b	6,21	***	33 %
Garnacha T	5,56 a	6,47	**	16 %
Graciano	6,08 a	6,82	*	12 %
g.s.	***	n.s.		20 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.

g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01,

\*\*\* p < 0,001.

#### Acidez de mostos

Para valorar la influencia del riego en parámetros que contribuyen a definir la acidez, se han considerado los valores de acidez total (g/l tartárico), ácido málico (g/l), ácido tartárico (g/l), potasio (mg/l) y pH de los mostos. La razón que justifica esta decisión obedece a que los vinos han desarrollado la FML de forma parcial y desigual en algunas campañas, por lo que se ha considerado más adecuado realizar la discusión sobre los parámetros de mosto, que reflejan bien las variaciones imputables al riego, y en cierto modo su aportación potencial a la acidez del vino.

El **cuadro VI** recoge los valores de la acidez total del mosto en parcelas testigo y con riego. En una primera valoración, se observa con bastante nitidez la capacidad del riego para aumentar los valores de la acidez total. Las diferencias resultan especialmente importantes y altamente significativas en la variedad Tempranillo, con un incremento medio del 33% respecto a cepas de la misma variedad conducidas en régimen de secano. No obstante, se hace necesario analizar el origen del aumento de la acidez total, ya que este parámetro por sí solo no arroja toda la información necesaria para comprender en qué medida el riego es capaz de modificar la acidez del mosto y del vino. Por ello, es conveniente estudiar la variación de otros componentes de la acidez, en concreto: los contenidos de los ácidos málico y tartárico, la relación tartrato/malato o el nivel de potasio del mosto, que a la postre determinan el pH o acidez real.

#### Contenido de ácido málico

Probablemente, una de las circunstancias que más condicionan el aumento de acidez total observado con la aplicación de riego es el mayor contenido de ácido málico presente en los mostos procedentes de parcelas regadas. Los resultados ofrecidos en el cuadro VII muestran que las diferencias entre el testigo y el riego son altamente significativas, con un incremento porcentual medio del 72% a favor de parcelas con riego. Tempranillo, que presenta en secano los valores más elevados de ácido málico, no es precisamente la variedad que mayor aumento de este ácido ha experimentado con el riego. Las diferencias son especialmente

# TEMAS FORESTALES

Coedición

Fundación Conde del Valle de Salazar /Ediciones Mundi-Prensa

## SELVICULTURA

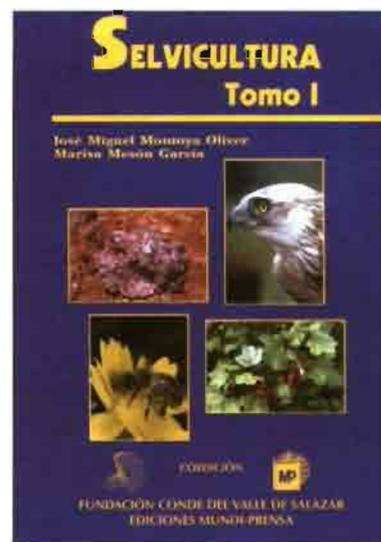
J.M. MONTOYA OLIVER y M. MESÓN GARCÍA

**TOMO I:** Fundamentos biológicos de la silvicultura. Dendrología española. Silvicultura general. Una visión global sobre la práctica silvícola. Acciones de protección frente a daños. Longevidad y muerte en el medio natural. Acciones de conservación y mejora. Acciones de restauración de áreas degradadas. Acciones de control de la composición: cortas de liberación y mejora.

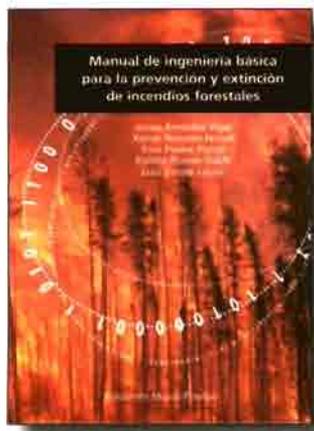
**TOMO II:** Control de biomasa: claros y claras. Acciones de control de la pirámide poblacional: métodos de regeneración. Silvicultura especial. Acciones especiales: silvicultura específica. Acciones de control y seguimiento. Bibliografía.

*Agotado el libro de los mismos autores "Silvicultura mediterránea", parecía aconsejable realizar, bajo similar esquema y orientación, una nueva "Silvicultura" con carácter mucho más global, capaz de cubrir ya todas las diferentes circunstancias de los bosques españoles y de los de nuestro entorno ecológico más próximo; pero sin olvidar nunca los de otros países y condiciones ambientales, especialmente los propios de otros países de habla hispana. El esfuerzo de estudio e investigación ha sido duro y prolongado, pero finalmente se ha conseguido esta "Silvicultura", con amplitud y contenidos propios ya de un auténtico Tratado sobre la materia, pero escrita aún en el habitual lenguaje divulgador, claro y sencillo, propio de sus autores. Un libro pensado para poder ser leído y aplicado por cualquier persona interesada en la materia, al margen de su formación inicial: hecho para aportar soluciones, y no para exhibir conocimientos.*

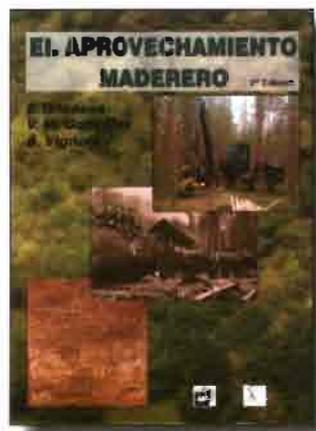
*Organizado y estructurado a partir de las bases biológicas en que se asienta toda Silvicultura, son los diferentes y variados tipos de intervención que el silvicultor puede llegar a realizar en las selvas, bosques, dehesas y sabanas, montes, manchas, pastizales, etc. los que estructuran los contenidos de este libro, orientado a conseguir una Silvicultura Práctica, propuesta desde el lema "Saber es Hacer" que, acertada o equivocadamente, conduce la actuación de los forestales españoles desde hace ya más de un siglo y medio.*



**SELVICULTURA**  
J. M. MONTOYA OLIVER y  
M. MESÓN GARCÍA  
2 Vols. 1.142 págs. Ilustr. color. 2005.  
99 €



**MANUAL DE INGENIERÍA  
BÁSICA PARA LA PREVENCIÓN  
Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS  
FORESTALES**  
ARNALDOS y otros  
414 págs. Enc. 2004. 60 €



**EL APROVECHAMIENTO  
MADERERO**  
TOLOSANA y otros  
580 págs. Enc. 2.ª ed. 2004.  
60,10 €



**CUADRO DE PRECIOS  
UNITARIOS DE LA ACTIVIDAD  
FORESTAL**  
COL. ING. MONTES  
667 págs. + CD-ROM.  
Enc. 2005. 99 €



**DICCIONARIO FORESTAL**  
SOC. ESP. CIENCIAS  
FORESTALES  
1.324 págs. Enc. 2005. 95 €

**Solicite catálogo general**

**EDICIONES MUNDI-PRENSA**



Castelló, 37 - 28001 Madrid  
Tel.: 914 36 37 00  
Fax: 915 75 39 98  
E-mail: libreria@mundiprensa.es

Consell de Cent, 391 - 08009 Barcelona  
Tel.: 934 88 34 92  
Fax: 934 87 76 59  
E-mail: barcelona@mundiprensa.es

[www.mundiprensa.com](http://www.mundiprensa.com)

## RIEGO

**CUADRO VII. VARIEDAD-RIEGO. ÁCIDO MÁLICO EN EL MOSTO (g/l). VALDEGÓN. 2000-2002.**

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	2,63 a	3,85 a	***	46 %
Garnacha T	1,63 b	2,59 b	***	59 %
Graciano	1,17 b	2,46 b	***	111 %
g.s.	***	***		72 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

**CUADRO VIII. VARIEDAD-RIEGO. ÁCIDO TARTÁRICO EN EL MOSTO (g/l). VALDEGÓN. 2000-2002.**

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	5,60 b	5,78	n.s.	3 %
Garnacha T	6,22 b	6,01	n.s.	-3 %
Graciano	7,30 a	6,56	n.s.	-10 %
g.s.	***	n.s.		-5 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

**CUADRO IX. VARIEDAD-RIEGO. RELACIÓN TARTRATO/MALATO EN EL MOSTO. VALDEGÓN. 2000-2002.**

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	2,14 c	1,51 b	***	-29 %
Garnacha T	4,34 b	2,35 a	**	-46 %
Graciano	6,42 a	2,70 a	***	-58 %
g.s.	***	***		-44 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

**CUADRO X. VARIEDAD-RIEGO. CONTENIDO DE POTASIO EN EL MOSTO (mg/l). VALDEGÓN. 2000-2002.**

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	1.776 a	2.052 a	***	16 %
Garnacha T	1.544 b	1.689 b	**	9 %
Graciano	1.559 b	1.677 b	*	8 %
g.s.	***	***		11 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

relevantes en la variedad Graciano, que, partiendo de los niveles más bajos de ácido málico en secano, llega a duplicar su valor en mostos procedentes del tratamiento regado.

En estudios anteriores (García-Escudero, 1991, García-Escudero et al., 1997, 1999, 2000, 2003) se ha podido comprobar que, en gran medida, el incremento de ácido málico observado, como consecuencia de la utilización del riego, se debería fundamentalmente a la intensificación de su síntesis vía estimulación del crecimiento y desarrollo vegetativo, circunstancia que a su vez propicia un microclima más desfavorable para su combustión a lo largo del proceso de maduración, al situarse los racimos en unas condiciones de menor exposición y temperatura. En esta experiencia, la estimulación del vigor observado en el **cuadro IV** y el resultado final para el ácido málico en la vendimia estarían en consonancia con la justificación planteada para el binomio riego-ácido málico.

Variación en los niveles de ácido tartárico

Una observación que vendría a confirmar el peso del ácido málico en la evolución ascendente de la acidez total tras la aplicación del riego la constituye la escasa variación que han experimentado los niveles de ácido tartárico en las parcelas regadas, tal y como se puede apreciar en el **cuadro VIII**, expresando en cierto modo su característica de ácido más estable. No obstante, diversas aportaciones experimentales, entre las que se encuentran ensayos realizados en el CIDA para la variedad Tempranillo, hablan de una posible disminución del contenido de ácido tartárico cuando se aplica riego, efecto asociado a fenómenos de dilución, como consecuencia del aumento de los principales componentes de la producción. En el presente trabajo, tan sólo se observa una ligera tendencia en el sentido comentado. Por otro lado, las diferencias son notorias entre variedades, destacando el Graciano como la variedad con mayor capacidad para acumular ácido tartárico.

Variación en la relación tartrato/malato

Otra consideración importante a la hora de valorar la incidencia del riego en la acidez es la forma en que varía la relación tartrato/malato, según el régimen hídrico adoptado (**cuadro IX**). Esta relación, que depende de la evolución experimentada por los ácidos málico y tartárico, tiene un especial interés en el futuro pH del vino, que no tanto en el pH del mosto, pues no en vano proporciona información sobre la mayor o menor situación de "privilegio" de un ácido débil, como lo es el ácido málico, con respecto a un ácido más fuerte como el ácido tartárico, o viceversa. En este contexto, la disminución altamente significativa de esta relación en mostos de parcelas regadas establece una posición de ventaja para el ácido málico, lo que a medio y largo plazo puede condicionar un aumento del pH en el vino. Asimismo, es destacable el bajo nivel que alcanza esta relación en la variedad Tempranillo con respecto al resto de cultivares. Por su parte, la variedad Graciano, que muestra en secano la relación tartrato/malato más favorable, ve disminuido su valor en un 58% como consecuencia de la aplicación del riego.

Variación en la concentración de potasio

Son muchos los autores que confirman el aumento de la concentración de potasio en los mostos y vinos de parcelas regadas (McCarthy, 1981; Lissarrague, 1986; García-Escudero, 1991, García-Escudero et al., 1995, 1997) puesto que, al variarse con el riego el perfil hídrico del suelo y las condiciones de absorción de potasio, se establece una situación favorable para intensificar el nivel de nutrición potásica. Esta circunstancia queda reflejada en el **cuadro X**, donde se puede observar cómo los contenidos de potasio son más elevados en mostos obtenidos a partir de parcelas que han recibido la aplicación del riego. Las diferencias son significativas para todas las variedades. No obstante, las variaciones en términos absolutos no son excesivamente notorias, puesto que en las condiciones de estudio se han obtenido unos rendimientos de uva y una expansión vegetativa muy altos, circunstancia que ha podido favorecer fenómenos de dilución de potasio, a pesar de que con toda probabilidad la absorción de este elemento haya sido más intensa.

Ligado a este último comentario, en la valoración del nivel de nutrición potásica por medio del análisis foliar, las diferencias del contenido de potasio en peciolo muestreados durante envero en parcelas con y sin riego (**cuadro XI**) tampoco establecen grandes variaciones para los regímenes hídricos considerados, diferen-



Cámara Scholander para la medición del potencial hídrico.

cias que sí se manifiestan entre variedades. En este sentido, cabe destacar que Tempranillo, presentando los niveles más bajos de potasio en peciolo, acredita sin embargo su condición de variedad con elevada capacidad de transferencia de este elemento a la baya, y por tanto al mosto.

Si se establece una comparación entre el contenido en ácido málico y el de potasio en el mosto, puede advertirse cómo existe una correspondencia entre ambos parámetros, tanto a nivel de variedad como de régimen hídrico. El hecho de que el enriquecimiento de potasio en el mosto vaya asociado a valores altos de ácido málico encuentra distintas explicaciones. Una de ellas tiene que ver con el efecto que ocasiona una alta concentración de potasio en la baya sobre la síntesis y transferencia del ácido málico desde las reservas de la vacuola hasta el citoplasma, el lugar en donde se degrada el ácido málico (Hale, 1977). Otra razón que esgrimen varios autores (Smart et al., 1985, Dokoozlian y Kliever, 1995) está relacionada con los efectos de sombreado que genera el exceso de vigor, el cual favorece una mayor acumulación de potasio en la baya y dificulta, a su vez, la degradación de ácido málico. Por idéntico razonamiento, la relación tartrato/malato alcanza valores más bajos a medida que aumenta el nivel de potasio en mosto.

**CUADRO XI. VARIEDAD-RIEGO. NIVELES DE POTASIO EN EL PECIOLLO MUESTREADOS EN ENVERO (%). VALDEGÓN, 2000-2002.**

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	2,73 c	3,21 b	n.s.	18 %
Garnacha T	4,24 a	4,76 a	n.s.	12 %
Graciano	3,43 b	3,67 b	n.s.	7 %
g.s.	***	***		12 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0.05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

**CUADRO XII. VARIEDAD-RIEGO. VARIACIÓN EN EL PH DEL MOSTO. VALDEGÓN, 2000-2002.**

	TESTIGO	RIEGO	g.s.	Δ R/T
Tempranillo	3,69 a	3,52 a	***	-5 %
Garnacha T	3,43 b	3,39 b	n.s.	-1 %
Graciano	3,31 c	3,32 b	n.s.	0 %
g.s.	***	***		-2 %

ΔR/T: incremento del riego respecto al testigo.  
g.s: grado de significación, n.s: no significativo, \* p < 0.05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.



**NUTRICIÓN VEGETAL**  
FUNDADA EN 1895

**La pasión por la agricultura  
NOS ANIMA**

**TRONVER**

**PROTECCIÓN PARA SUS CULTIVOS**



**Ayude a sus cultivos  
a defenderse de la Phytophthora...  
y a sus viñedos de la Apoplejia parasitaria  
(Yesca, Acedo, Rayo...)**



*Francisco R. Artal, S.L.*

C/. Villa de Madrid, nº 14 - Pol. Ind. Fuente del Jarro  
46988 PATERNA (Valencia)

Tel.: 96 134 03 65 - Fax: 96 134 07 05

e-mail: [infoartal@artal.net](mailto:infoartal@artal.net) - <http://www.artal.net>

## Tendencia del pH del mosto

Con la aplicación de riego, el pH del mosto (**cuadro XII**) presenta una ligera tendencia a disminuir, resultando las diferencias significativas en el caso de Tempranillo. Si se considera la respuesta observada ante el riego de los parámetros de acidez que se han comentado anteriormente, es posible pensar que los valores de pH obtenidos estén relacionados con el importante aumento de los contenidos de ácido málico. No obstante, al tener en cuenta la disminución de la relación tartrato/malato y el aumento del nivel de potasio en mosto, cabe considerar, como una posibilidad real, que la respuesta del pH en el vino varíe en sentido contrario, es decir, que en vinos elaborados con uva de parcelas regadas el pH tienda a ser más elevado, puesto que no se pueden olvidar la mayor presencia de un ácido más débil, como es el ácido málico, la posible intensificación de procesos de salificación por niveles importantes de potasio y la aparición de condiciones favorables para la fermentación maloláctica. ■

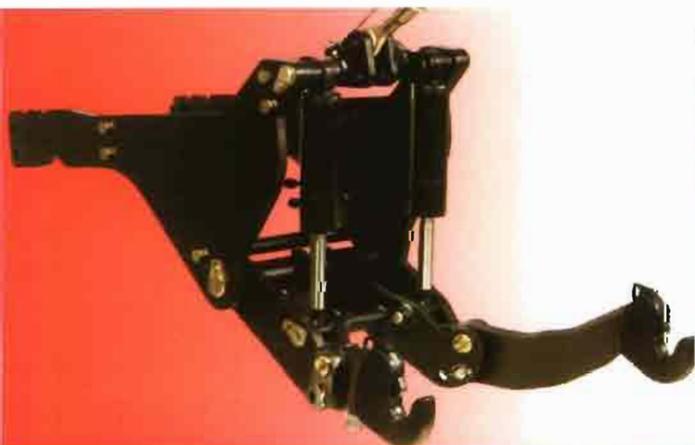
## Bibliografía

- Dokoozlian, N. and Kiewer, M. W. 1995. The light environment within grapevine canopies. II. Influence of leaf area density on fruit zone light environment and some canopy assessment parameters. *American Journal of Enology and Viticulture* 46, 219-226.
- García-Escudero, E. 1991. Influencia de la dosis y del momento de aplicación del riego sobre la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid (*Vitis vinifera* L.). Tesis doctoral. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 293 p.
- García-Escudero, E., Baigorrí, J., Lissarrague, J.R., Sotes, V., 1995. Influencia del riego sobre la acidez de mostos en cv. Tempranillo (*V. Vinifera* L.). ITEA, Vol. 91V Nº3 ( 175-184).
- García-Escudero, E., López, R., Santamaría P., Zaballa, O. 1997. Ensayos de riego localizado en viñedos productivos de cv. Tempranillo. *Vitic. Enol. Prof.*, 50, p. 35-47.
- García-Escudero, E., López D., Zaballa O., 1999. Influencia de la variedad en el estado nutricional de la vid y en la acidez de los mostos. *Cuaderno de Campo Nº12*, sep 1999.
- García-Escudero E., López R., Santamaría, P., Zaballa, O. 2000. Control de rendimiento en viñedos conducidos en régimen de riego localizado. *Vitic. Enol. Prof.*, 69, p. 12-24.
- García-Escudero, E., Villar M, Zaballa, O.; González, G., García C, Ibáñez S., Romero I. 2003. Influencia de factores agrónomos en los parámetros de acidez del vino. *Grupos de Investigación Enológica-2003*.
- García-Escudero, E., Ibáñez S., Villar M, García C, Romero I. 2004. "Incidencia de factores de la producción vitícola en el pH y en la relación tartrato/malato de los mostos". IV Foro Mundial del Vino. Logroño (La Rioja)
- Hale, C.R. 1977. Relation between potassium and the malate and tartrate contents of grape berries. *Vitis* 16, 9-19.
- Lissarrague, J.R. 1986. Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid (*Vitis vinifera* L.). Tesis doctoral. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 395 p.
- McCarthy, M.G. 1981. Irrigation of grapevines with sewage effluent. I. Effect on yield and petiole composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 32, 189-196.
- Mpelasoka, B. S., Schachtman, D. P., Treeby, M. T. y Thomas, M. R. 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 9, 154-168.
- Smart, R.E., Robinson, J.B., Due, G.R. y Brien, C.J. 1985. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. *Vitis* 24, 17-31.
- Walker, D.J., Black, C.R. and Miller, A.J. 1998. The role of cytosolic potassium and pH in the growth of barley roots. *Plant Physiology* 118, 957-964.

## CONCLUSIONES

Como consecuencia de los resultados obtenidos, se pueden plantear, a modo de conclusiones, los siguientes comentarios:

- El riego ejerce una clara influencia sobre la producción en las cuatro variedades estudiadas, con un incremento medio del rendimiento del 42% sobre el testigo.
- El peso de la baya también se ve aumentado por efecto del riego en un 23% de media. Los valores obtenidos permiten agrupar, por un lado, a Tempranillo y Garnacha Tinta como variedades de baya grande y, por otro, a Graciano como variedad de baya media-pequeña.
- El riego potencia el vigor una media del 66% con respecto al testigo. Tanto el incremento del vigor como el de la producción parecen aumentar la absorción de potasio y su translocación, como consecuencia de una mayor demanda de este elemento y por efectos del sombreado de la vegetación.
- La mejora del nivel de alimentación hídrica mediante el riego ha supuesto, en términos generales, una disminución del grado probable. Graciano, preferentemente en regadío, alcanza graduaciones inferiores al resto de variedades. Esta reducción en la acumulación de azúcares por efecto del riego parece guardar relación con un incremento de la translocación de potasio hacia la baya, que se establece como mecanismo de ajuste de potencial osmótico.
- El riego se manifiesta como una práctica capaz de aumentar los valores de la acidez total, con diferencias especialmente significativas en la variedad Tempranillo.
- Las parcelas regadas, a diferencia de las de secano, evidencian mayor contenido de ácido málico en sus mostos. Este incremento observado se encuentra probablemente asociado a la estimulación del vigor a través del riego y al microclima desfavorable que se crea para la combustión de ácido málico en la zona de racimos. Por otro lado, se ha advertido una concordancia, tanto en el factor variedad como en el factor régimen hídrico, entre el enriquecimiento de potasio y valores altos de ácido málico en el mosto.
- Los niveles de ácido tartárico han experimentado escasa variación con el riego. El Graciano ha destacado como la variedad con mayor capacidad para acumular este ácido.
- La relación tartrato/malato tiene un especial interés en el futuro pH del vino. En este sentido, la disminución altamente significativa de esta relación en mostos de parcelas regadas puede conducir a valores de pH del vino más o menos elevados. Además, niveles bajos de tartrato/malato en el mosto aparecen ligados a índices altos de potasio.
- La concentración de potasio en los mostos se inclina hacia valores más altos en riego con respecto a secano. Entre las variedades, Tempranillo acredita su elevada capacidad de transferencia de potasio a la baya, contando, sin embargo, con los niveles más bajos de este elemento en peciolo.
- Con la aplicación de riego, el pH del mosto presenta una ligera tendencia a disminuir, resultando las diferencias significativas en el caso de Tempranillo. No obstante, al tener en cuenta la disminución de la relación tartrato/malato y el aumento de la concentración de potasio en mosto, es posible que en el vino la respuesta del pH pueda variar en sentido contrario. ■



**ENGANCHES DELANTEROS**

Los elevadores frontales  
están disponibles para  
distintas marcas y  
modelos de tractores

Recambios y accesorios para  
Tractores y Maquinaria Agrícola

**AGRINAVA**

Pol. Industrial Agustinos, C/ A. Nave D-13  
31013 PAMPLONA (Navarra - España)  
Teléfonos: 902 312318 - 948 312318  
Fax: 948 312341  
e-mail: agrinava@agrinava.com  
www.agrinava.com

