

ier

Instituto de Estudios Riojanos

ZUBÍA. MONOGRÁFICO
REVISTA DE CIENCIAS.
Nº 29 (2017). Logroño (España).
P. 1-200, ISSN: 1131-5423



DIRECTORA

Patricia Pérez Matute

CONSEJO DE REDACCIÓN

Luis Español González

Rubén Esteban Pérez

Rafael Francia Verde

Juana Hernández Hernández

Alfredo Martínez Ramírez

Luis Miguel Medrano Moreno

Ana María Palomar Urbina

Ignacio Pérez Moreno

Enrique Requeta Loza

Purificación Ruiz Flaño

Angélica Torices Hernández

CONSEJO CIENTÍFICO

José Antonio Arizaleta Urarte

(Instituto de Estudios Riojanos)

José Arnáez Vadillo

(Universidad de La Rioja)

Susana Caro Calatayud

(Instituto de Estudios Riojanos)

Eduardo Fernández Garbayo

(Universidad de La Rioja)

Rosario García Gómez

(Universidad de La Rioja)

José M^a García Ruiz

(Instituto Pirenaico de Ecología)

Javier Guallar Otazua

(Universidad de La Rioja)

Teodoro Lasanta Martínez

(Instituto Pirenaico de Ecología)

Joaquín Lasierra Cirujeda

(Hospital San Pedro, Logroño)

Luis Lopo Carramiñana

(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)

Fernando Martínez de Toda

(Universidad de La Rioja)

Juan Pablo Martínez Rica

(Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC)

José Luis Nieto Amado

(Universidad de Zaragoza)

José Luis Peña Monné

(Universidad de Zaragoza)

Félix Pérez-Lorente

(Universidad de La Rioja)

Diego Troya Corcuera

(Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, Estados Unidos)

Eduardo Viladés Juan

(Hospital San Pedro, Logroño)

Carlos Zaldívar Ezquerro

(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Instituto de Estudios Riojanos

C/ Portales, 2

26071 Logroño

publicaciones.ier@larioja.org

Suscripción anual España (1 número y monográfico): 15 €

Suscripción anual extranjero (1 número y monográfico): 20 €

Número suelto: 9 €

Número monográfico: 9 €

INSTITUTO DE ESTUDIOS RIOJANOS

ZUBÍA

REVISTA DE CIENCIAS

Monográfico Núm. 29

VID Y VINO

Coordinador:
IGNACIO PÉREZ MORENO



Gobierno de La Rioja
Instituto de Estudios Riojanos
LOGROÑO
2017

Vid y vino / coordinador Ignacio Pérez Moreno. – Logroño : Instituto de Estudios Riojanos, 2017
197 p. : gráf. ; 24 cm– (Zubía. Monográfico, ISSN 1131-5423; 29).-
D.L. LR 413-2012

1. Vinos - España. I. Pérez Moreno, Ignacio. II. Instituto de Estudios Riojanos. III. Serie

634.8(460)

663.2(460)

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de los titulares del copyright.

© Logroño, 2017
Instituto de Estudios Riojanos
C/ Portales, 2.
26001-Logroño, La Rioja (España)

© Diseño de cubierta e interior: ICE Comunicación

© Cubierta y contracubierta: Colores rojizos de parra silvestre en un rincón del río Iregua
(Fotografía de José Manuel Valle Melón)
Vid silvestre en la parcela experimental de la Universidad de La Rioja (Fotografía de Álvaro Rodríguez Miranda)

Imprime: Gráficas Isasa, S. L. - Arnedo (La Rioja)

ISSN 1131-5423

Depósito Legal LR 413-2012

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

CARMEN BERLANAS, BEATRIZ LÓPEZ-MANZANARES, DAVID GRAMAJE

Desarrollo de un medio de cultivo para detectar propágulos viables de hongos asociados a la enfermedad del pie negro en viñedos

Estimation of viable propagules of black-foot disease pathogens in grapevine cultivated soils and their relation to production systems and soil properties 7-24

MARÍA ÁNGELES DEL-CASTILLO-ALONSO, LAURA MONFORTE, GONZALO SORIANO, RAFAEL TOMÁS-LAS-HERAS, JAVIER MARTÍNEZ-ABAIGAR, ENCARNACIÓN NÚÑEZ-OLIVERA

Diferencias en el perfil fenólico del hollejo entre dos variedades tintas de *vitis vinifera*, Tempranillo y Garnacha, y sus correspondientes variantes blancas

Differences in the phenolic profile of berry skins among two red varieties of vitis vinifera, tempranillo and garnacha, and their corresponding white variants 25-40

ESTEBAN GARCÍA RUIZ, VICENTE S. MARCO MANCEBÓN, IGNACIO PÉREZ MORENO

Análisis geoestadístico de la distribución espacio-temporal de *Lobesia Botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) en Rioja Alta (España)

Geostatistical analysis of space-time distribution of Lobesia Botrana (Lepidoptera: Tortricidae) in Rioja Alta (Spain) 41-66

JUANA MARTÍNEZ, ANA GONZALO-DIAGO, ELISA BAROJA, ENRIQUE GARCÍA-ESCUADERO

Características agronómicas y potencial enológico de las variedades de vid blancas autorizadas en la D.O.Ca. Rioja.

Agronomic characteristics and enological potential of white vine varieties authorized in the D.O.Ca. Rioja 67-82

FERNANDO MARTÍNEZ DE TODA FERNÁNDEZ, JESÚS GARCÍA MARTÍN, PEDRO BALDA

Adaptación al calentamiento climático de veinte variedades de vid, minoritarias de la DOCa Rioja, por su potencial de acidez

Adaptation to climate warming of twenty vine varieties, minorities in the DOCa Rioja, through their acidity potential 83-94

FERNANDO MARTÍNEZ DE TODA FERNÁNDEZ, RAFAEL OCETE RUBIO, EDUARDO PRADO VILLAR, ÁLVARO RODRÍGUEZ MIRANDA, JOSÉ MANUEL VALLE MELÓN

La vid silvestre en La Rioja (España): situación actual y difusión mediante infraestructuras de datos espaciales

Wild grapevine in La Rioja, Spain: current situation and dissemination through spatial data infrastructures 95-120

**MAITE RODRÍGUEZ-LORENZO, CAROLINA ROYO,
PABLO CARBONELL-BEJERANO, FÉLIX CIBRIÁIN SABALZA,
JULIÁN SUBERVIOLA RIPA, ANA SAGÜÉS SARASA, JAVIER IBÁÑEZ,
JOSÉ M. MARTÍNEZ ZAPATER**

Caracterización de deleciones causantes de cambios en el color de la uva mediante
evaluación de la heterocigosidad de marcadores SNP

*Characterization of deletions responsible for grape berry color changes through
the study of loss of heterozygosity of SNP markers.....*121-144

**JAVIER PORTU, ROSA LÓPEZ, PILAR SANTAMARÍA,
TERESA GARDE CERDÁN**

Efecto de la aplicación foliar de jasmonato de metilo en la composición fenólica
de la uva y del vino

*Effect of methyl jasmonate foliar application on the grape and wine phenolic
composition.....*141-154

**PILAR RUBIO-BRETÓN, MATTEO BORDIGA, JUANA MARTÍNEZ, ANA
GONZALO-DIAGO, EVA P. PÉREZ-ÁLVAREZ, TERESA GARDE-CERDÁN**

Envejecimiento de vinos en barricas y alternativos de roble

Aging of wines in oak barrels and alternatives155-176

**LUCÍA GONZÁLEZ-ARENZANA, PATROCINIO GARIJO,
ANA ROSA GUTIÉRREZ, ROSA LÓPEZ, PILAR SANTAMARÍA,
ISABEL LÓPEZ-ALFARO, CARMEN OLARTE, SUSANA SANZ**

Factores implicados en la alteración de vinos tintos por *Brettanomyces bruxellensis*

Factors involved in the red wines spoilage produced by Brettanomyces bruxellensis.....177-194

ADAPTACIÓN AL CALENTAMIENTO CLIMÁTICO DE VEINTE VARIEDADES DE VID, MINORITARIAS DE LA DOCA RIOJA, POR SU POTENCIAL DE ACIDEZ

FERNANDO MARTÍNEZ DE TODA FERNÁNDEZ^{1*}

JESÚS GARCÍA MARTÍN²

PEDRO BALDA³

RESUMEN

El cambio climático se manifiesta, principalmente, a través de un aumento de temperatura y afecta a todos los viñedos del mundo, obteniéndose vinos con mayor contenido en alcohol y cuyos pH son cada vez más elevados. Las altas temperaturas aceleran la disminución de la acidez, especialmente debido a la rápida degradación del ácido málico, pero la concentración de ácido tartárico es mucho menos sensible a la alta temperatura. Así, las variedades con una alta relación tartárico/málico son más estables frente a las condiciones de calentamiento climático. En el presente trabajo abordamos el comportamiento de veinte variedades minoritarias tintas, rosadas y blancas de la DOCa Rioja, en relación con su capacidad para producir vinos con mayores niveles de acidez. Las variedades minoritarias más interesantes frente al calentamiento climático por su elevado potencial de acidez fueron, entre las tintas y rosadas, Garnacha Roya, Alicante Bouschet, Trepát, Morate y Agawan y, entre las blancas, Maturana Blanca, Garnacha Blanca y Tempranillo Blanco.

Palabras clave: *Cambio climático, pH, ácido tartárico, ácido málico, adaptación varietal.*

Climate change is mainly manifested through an increase in temperature and affects all the world's vineyards, obtaining wines with higher alcohol content and whose pH is increasing. High temperatures accelerate the decrease in acidity, especially due to the rapid degradation of malic acid, but the concentration of tartaric acid is much less sensitive to high temperature. Thus, varieties with a high tartaric / malic ratio are better suited to climate warming conditions. In the present work, we deal with the behavior of twenty

1. ICVV (Universidad de La Rioja. CSIC, Gobierno de La Rioja). C/ Madre de Dios, 51 26006 Logroño. La Rioja.

2. Universidad de La Rioja

3. Universidad de las Islas Baleares.

* Autor de referencia (*corresponding author*): fernando.martinezdetoda@unirioja.es.

red, pink and white minor varieties of DOCa Rioja, in relation to their capacity to produce wines with higher levels of acidity. The most interesting minority varieties in the face of the climatic warming due to their high acidity potential were, among the red and pink varieties, Garnacha Roya, Alicante Bouschet, Trepát, Morate and Agawan, and, among the white varieties, Maturana Blanca, Garnacha Blanca and Tempranillo Blanco.

Key words: *Climate change, pH, tartaric acid, malic acid, varietal adaptation.*

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se manifiesta, principalmente, a través de un aumento de temperatura y afecta a todos los viñedos del mundo, obteniéndose vinos con mayor contenido en alcohol y cuyos pH son cada vez más elevados. Una excesiva concentración de sólidos solubles en la uva tiene un impacto negativo en el proceso de la fermentación, ocasionando vinos con aromas indeseables o con dificultades para completar la fermentación de forma adecuada. Niveles altos de alcohol en los vinos dan sensaciones más pesadas y cálidas si no están adecuadamente compensados por el resto de componentes sensoriales de un vino equilibrado. En particular, varios estudios indican que el incremento de la temperatura durante el desarrollo de la baya ejerce un efecto negativo sobre la composición de la baya y sobre la calidad del vino (Lacey et al., 1991; Mori et al, 2007; de Orduña, 2010; Keller, 2010; Sadras y Moran, 2012).

Unas condiciones climáticas excesivamente cálidas tienen un impacto negativo sobre la composición del vino; las variedades tintas alcanzan concentraciones de azúcar más que suficientes para la obtención de vinos de alta calidad pero, frecuentemente, no ocurre lo mismo con el color y con la acidez (Coulter et al., 2008). Esta relativa estabilidad de los azúcares en comparación con la sensibilidad de los antocianos ante los incrementos de temperatura se debe a los diferentes rangos de temperatura para la óptima actividad de las enzimas productoras de azúcares (18 a 33° C) y productoras de antocianos (17 a 26° C) (Iland y Gago, 2002; Sadras et al., 2007b). Estas diferencias se producen, también, para la síntesis de ácidos y compuestos aromáticos en las bayas (Gladstone, 1992; Keller, 2010). Las altas temperaturas aceleran la disminución de la acidez, especialmente debido a la rápida degradación del ácido málico (Buttrose et al., 1971; Kliewer, 1971). La comparación entre diferentes regiones vitivinícolas confirma este efecto. Las variedades que contienen altas concentraciones de ácido tartárico son menos sensibles al calentamiento climático (Shiraishi, 1995) porque la cantidad de ácido tartárico es estable durante el período de maduración (DeBolt et al., 2008). La elevada temperatura durante el período de maduración es responsable de un descenso de la acidez debido a la degradación del ácido málico (Sweetman et al., 2014), pero la concentración de ácido tartárico es mucho menos sensible a la alta temperatura que la concentración de ácido

málico (Kliewer, 1971). Así, las variedades con una alta relación tartárico/málico son más estables frente a las condiciones de calentamiento climático.

Ante esta situación, se están estudiando diferentes técnicas vitícolas para intentar retrasar la maduración de la uva, haciéndola coincidir con períodos más frescos mediante, la reducción de la superficie foliar (Stoll et al., 2009; Intrieri y Filippetti, 2009; Martínez de Toda et al., 2014), el aumento de la producción (Kliewer y Dokoozlian, 2005), el aumento de la dosis de riego en la época de maduración (Cooley et al., 2005), la doble vendimia (Balda y Martínez de Toda, 2013) y la poda mínima (Martínez de Toda et al., 2015).

En relación con el material vegetal, se buscan reducciones en la producción de azúcar, como los nuevos portainjertos de la serie Merbein seleccionados en Australia (Clingeffer, 2007), la obtención de nuevas variedades, como Cienna (Clingeffer, 2007), o la selección de genotipos, ya existentes, que sean capaces de mantener un potencial hídrico constante en condiciones cálidas, como es característico de las variedades isohídricas, entre las que se citan Garnacha, Viognier, Falanghina, Lambrusco y Montepulciano (Schultz, 2003; Shellie y Glenn, 2008; Sousa et al., 2006, Giorio et al., 2007; Poni et al., 2009; Palliotti et al., 2009, 2014a; Tombesi et al., 2014). En relación con las variedades o genotipos ya existentes resulta también interesante seleccionar los más aptos para producir vinos con menor contenido alcohólico y con mayores niveles de acidez.

En el presente trabajo abordamos el comportamiento de veinte variedades minoritarias tintas, rosadas y blancas de la DOCa Rioja, en las mismas condiciones de cultivo, en relación con su capacidad para producir vinos con mayores niveles de acidez.

2. METODOLOGÍA

2.1. Situación

El material vegetal estudiado se encuentra situado en el Banco de Germoplasma de Variedades Minoritarias de La Rioja, ubicado en la finca institucional del Gobierno de La Rioja “La Grajera”, en Logroño (42° 26' 50.81" N, 2° 30' 05.79" O y 450 m. sobre el nivel del mar).

El estudio para las variedades minoritarias tintas y rosadas, se ha realizado durante los años 2009 y 2010, con un Índice de Winkler medio de 1.566 ° C y una temperatura media del mes de agosto de 21,9 ° C. La plantación se realizó en el año 2004, con 25 ejemplares por cada accesión y sobre el portainjerto Richter 110. Las filas tienen una orientación Este-Oeste, siguiendo la línea de máxima pendiente de la parcela, cuyo desnivel era del 3 %. El viñedo estaba conducido en espaldera con cordón bilateral a 70 cm. del suelo, con una densidad de plantación de 2.873 cepas/ha y un marco de plantación de 2.9 m. × 1.2 m. Se disponía de instalación de riego por goteo en la parcela y la gestión del viñedo se hacía siguiendo las prácticas

de cultivo habituales en la zona, con una poda de 6 pulgares de 2 yemas por cepa y mantenimiento del suelo mediante laboreo.

Para el estudio de las variedades minoritarias blancas se utilizó una parcela muy próxima a la anterior, plantada en el año 2002. El marco de plantación era de 2.90 m x 1.10 m y el sistema de conducción y la gestión del viñedo eran los mismos que los de la parcela de las variedades minoritarias tintas y rosadas.

2.2. Material vegetal

De todo el material vegetal presente en el banco de germoplasma, el estudio se centró en aquellas variedades con mayor interés enológico. En total, el estudio se realizó sobre las veinte variedades siguientes: Moristel, Vidadillo, Alicante Bouschet, Mandón, Tinto Velasco, Agawan, Portugieser Blau, Morrastell Bouschet, Garnacha Roya, Trepát, Tempranillo Royo, Morate, Petit Bouschet, Maturana Tinta, Garnacha Blanca, Malvasía de Rioja, Maturana Blanca, Turruntés, Tempranillo Blanco y Viura.

2.3. Análisis de la uva

El seguimiento de la maduración y la determinación de la fecha de vendimia se realizaron a través de varios análisis de control desde el envero hasta la recolección. A través de estos controles, buscábamos vendimiar cada una de las variedades para el mismo contenido en azúcar, en torno a 22° Brix, para que los resultados relativos a la acidez correspondieran al mismo nivel de maduración en azúcar y fueran comparables.

El muestreo de la uva se hizo de forma aleatoria recogiendo 80 bayas por cada variedad, a razón de 2 bayas por racimo y 2 racimos por cepa, en un total de 20 cepas por variedad. Para el muestreo, se alternaron racimos expuestos y no expuestos a la radiación solar, y bayas procedentes de la cara exterior e interior y de la parte superior, media e inferior del racimo.

Cuando cada una de las variedades estudiadas alcanzó una concentración de azúcar en torno a 22° Brix se anotó como fecha de vendimia y se procedió al análisis del contenido exacto de azúcar, pH, acidez total, ácido tartárico y ácido málico. Para la determinación de la concentración de azúcar se utilizó un refractómetro (WM-7, ATAGO, Japón), el pH se midió con pHmetro GLP 21 (CRISON, España), la acidez total mediante volumetría ácido-base y los ácidos tartárico y málico por el método enzimático mediante un analizador multi-paramétrico (LISA-200, HYCEL DIAGNOSTICS).

3. RESULTADOS

En la Tabla 1, se presenta la fecha de vendimia, la producción y los resultados medios del análisis químico en los mostos de las variedades minoritarias tintas y rosadas en los años 2009 y 2010.

TABLA 1. FECHA DE VENDIMIA, PRODUCCIÓN Y RESULTADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE LOS MOSTOS, PARA LOS AÑOS 2009 Y 2010, DE LAS VARIEDADES MINORITARIAS TINTAS Y ROSADAS

Variedad	Fecha de vendimia	° Brix	pH	Acidez total (g/l TH ₂)	Ácido málico (g/l)	Ácido tartárico (g/l)	Producción (Kg/cepa)
Moristel	29 Sept.	19,65	3,25	6,27	2,45	4,94	5,01
Vidadillo	29 Sept.	18,10	3,24	6,07	2,01	4,79	3,27
Alicante Bouschet	29 Sept.	19,90	3,33	6,66	2,57	4,23	7,80
Mandón	30 Sept.	21,35	3,37	5,47	1,67	5,08	4,75
Tinto Velasco	29 Sept.	18,90	3,44	5,62	2,49	4,03	4,72
Agawan	16 Sept.	21,75	3,20	6,76	1,72	4,84	1,26
Portugieser Blau	16 Sept.	21,80	3,34	4,89	2,77	4,13	3,41
Morastell Bouschet	29 Sept.	17,70	3,26	5,85	2,35	4,76	5,44
Garnacha Roya	22 Sept.	19,90	3,01	7,20	2,02	6,55	5,85
Trepat	29 Sept.	18,00	3,10	6,43	2,33	4,72	7,72
Tempranillo Royo	16 Sept.	24,00	3,30	5,65	2,82	4,04	4,95
Morate	29 Sept.	22,10	3,32	6,72	3,10	5,13	7,59
Petit Bouschet	29 Sept.	19,35	3,43	5,44	2,62	4,50	4,39
Maturana Tinta	29 Sept.	23,10	3,85	4,81	2,37	3,30	3,35

Aunque se intentó vendimiarse todas las variedades con un nivel de azúcar similar y en torno a 22° Brix, hay variedades que alcanzaron mayor concentración de azúcar que la estimada, como Tempranillo Royo y Maturana Tinta. Las variedades que mostraron una maduración más temprana, fueron: Agawan, Tempranillo Royo y Garnacha Roya, con casi dos semanas de adelanto de la fecha de vendimia con respecto al resto de variedades estudiadas.

En cuanto al pH y la acidez total, casi todas las variedades alcanzaron valores inferiores a 3,5 de pH y niveles superiores a 5 g/l de acidez total, excepto Portugieser Blau y Maturana Tinta.

Las variedades más productivas fueron Morate, Trepat, y Alicante Bouschet; el resto de variedades tuvieron producciones medias entre 3,5 y 5 kg/cepa, excepto Agawan que destacó por su baja producción.

En la Tabla 2, se presenta la fecha de vendimia, la producción y los resultados medios del análisis químico en los mostos de las variedades minoritarias blancas en los años 2009 y 2010.

Las variedades que alcanzaron mayor contenido en azúcar fueron Tempranillo Blanco y Maturana Blanca. Ambas variedades mostraron una maduración más temprana, con casi tres semanas de adelanto de la fecha de vendimia con respecto a las otras cuatro variedades blancas estudiadas.

TABLA 2. FECHA DE VENDIMIA, PRODUCCIÓN Y RESULTADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE LOS MOSTOS, PARA LOS AÑOS 2009 Y 2010, DE LAS VARIEDADES MINORITARIAS BLANCAS

Variedad	Fecha de vendimia	° Brix	pH	Acidez Total (g/l TH ₂)	Ácido málico (g/l)	Ácido tartárico (g/l)	Producción (Kg/cepa)
Garnacha Blanca	22 Sept.	22,00	3,03	7,43	0,64	4,37	3,65
Malvasía de Rioja	28 Sept.	20,71	3,31	5,78	0,66	3,45	4,39
Maturana Blanca	3 Sept.	22,66	3,09	7,57	1,34	4,44	2,64
Tempranillo Blanco	3 Sept.	23,28	3,25	7,40	2,07	3,39	2,60
Turruntés	28 Sept.	21,71	3,22	6,37	1,22	3,19	4,26
Viura	25 Sept.	21,71	3,17	6,30	0,97	3,49	4,93

En cuanto al pH y la acidez total, las variedades más ácidas fueron Garnacha Blanca y Maturana Blanca, con niveles inferiores a 3,10 de pH y niveles superiores a 7 g/l de acidez total. Tempranillo Blanco, Turruntés y Viura presentaron menores niveles de acidez que las anteriores, con valores entre 3,10 y 3,25 de pH, y con un contenido en acidez total superior a 6 g/l. Por último, Malvasía de Rioja fue la variedad menos ácida de las variedades minoritarias blancas estudiadas.

Las variedades menos productivas fueron Tempranillo Blanco y Maturana Blanca, con producciones inferiores a los 3 kg por cepa; el resto de variedades presentaron producciones medias entre 3,5 y 5 kg/cepa.

En la Tabla 3 se muestran las diferentes relaciones elegidas como indicadores del potencial de acidez para cada una de las variedades minoritarias tintas y rosadas estudiadas.

En cuanto al potencial de acidez, se muestran las siguientes tres relaciones: ácido tartárico/suma de ácido tartárico y málico expresado en %, acidez total/pH y la suma de ácido tartárico, ácido málico y acidez total/pH. Con estas relaciones se intenta representar la capacidad de cada una de las variedades estudiadas para conservar la acidez durante la maduración. La primera relación expresa la proporción de ácido tartárico respecto a la suma de ácido tartárico y ácido málico; como el ácido tartárico es menos sensible a la temperatura que el ácido málico (Kliwer, 1971; DeBolt et al., 2008), esa proporción se considera muy importante en relación con la estabilidad frente al calentamiento climático y se interpreta como que las variedades con mayor proporción de ácido tartárico conservarán mejor la acidez en situaciones cálidas (Shiraishi, 1995). Las otras dos relaciones indicadoras de la acidez serían complementarias y, en gran medida, confirmarían la importancia citada de la primera de las relaciones.

TABLA 3. RELACIONES INDICADORAS DEL POTENCIAL DE ACIDEZ DE LAS VARIEDADES MINORITARIAS TINTAS Y ROSADAS

Variedad	Potencial de acidez		
	Tartárico / Tartárico + Málico %	Acidez Total /pH	Acidez Total + Tartárico + Málico/pH
Moristel	67	1,94	4,19
Vidadillo	70	1,88	3,98
Alicante Bouschet	62	2,00	4,04
Mandón	75	1,62	3,62
Tinto Velasco	62	1,63	3,52
Agawan	74	2,11	4,16
Portugieser Blau	60	1,46	3,38
Morastell Bouschet	67	1,79	3,97
Garnacha Roya	76	2,39	5,25
Trepat	67	2,08	4,35
Tempranillo Royo	59	1,71	3,79
Morate	62	2,03	4,49
Petit Bouschet	63	1,58	3,66
Maturana Tinta	58	1,29	2,78

En la Tabla 4, se muestran los diferentes índices elegidos para evaluar el potencial de acidez para cada una de las variedades minoritarias blancas estudiadas.

TABLA 4. RELACIONES INDICADORAS DEL POTENCIAL DE ACIDEZ DE LAS VARIEDADES MINORITARIAS BLANCAS

Variedad	Potencial de acidez		
	Tartárico / Tartárico + Málico %	Acidez Total /pH	Acidez Total + Tartárico + Málico/pH
Garnacha Blanca	87	2,45	4,11
Malvasía de Rioja	56	1,75	2,99
Maturana Blanca	77	2,45	4,32
Tempranillo Blanco	62	2,28	3,96
Turruntés	57	1,98	3,35
Viura	58	1,99	3,39

4. DISCUSIÓN

Como se observa en la Tabla 1, las variedades más destacadas por su bajo nivel de pH fueron Garnacha Roya y Trepát; ésta última presentó también una concentración muy baja de azúcares, pero Garnacha Roya mostró un mayor nivel de maduración, por lo que su pH tan bajo presenta un mayor interés. Desde el punto de vista enológico resulta muy favorable trabajar con variedades con pH bajo porque mejora la estabilidad y longevidad de los vinos, debido a su mayor estabilidad microbiológica, su menor riesgo de oxidación, etc. Otras variedades presentaron valores moderados de pH como Tempranillo Royo, Agawam y Morrastel Bouschet. Respecto a las variedades que mostraron valores de pH más elevados, destacaron Maturana Tinta y Portugieser Blau. El resto de variedades presentaron valores intermedios.

En cuanto a la acidez total, las variedades más destacadas por su elevado contenido fueron, por orden de importancia, Garnacha Roya, Morate, Agawam, Alicante Bouschet, Trepát y Moristel. Todas ellas presentaron niveles superiores a 6 g/l de acidez total. Los valores máximos fueron alcanzados por la variedad Garnacha Roya, con un nivel medio de acidez total en torno a 7 g/l. Las variedades con menor acidez total fueron Maturana Tinta y Portugieser Blau, con valores en torno a 4 g/l.

Los niveles de ácido málico se encuentran en torno a 2,0-2,5 g/l para la mayoría de las variedades, excepto para Portugieser Blau y Morate, que presentan niveles ligeramente superiores y las variedades Agawam y Mandón, que presentan niveles muy bajos. En cuanto al contenido en ácido tartárico destaca la variedad Garnacha Roya, presentando valores en torno a 6,55 g/l, muy por encima de la media.

La producción osciló entre 1,26 Kg/cepa para la variedad Agawam y 7,72 Kg/cepa para la variedad Trepát. Las variedades que presentaron una producción más moderada fueron Vidadillo, Portugieser Blau, Maturana Tinta y Tempranillo Royo mostrando, a priori, una mayor aptitud vitícola que el resto. Tinto Velasco manifestó un comportamiento intermedio, con 4,03 Kg/cepa. La mayoría de las variedades estudiadas presentaron rendimientos comprendidos entre 4 y 5 Kg/cepa como Petit Bouschet, Mandón, Garnacha Roya, Alicante Bouschet, Morrastel Bouschet y Moristel. Para una densidad de plantación media, en torno a 3.000 cepas/ha, los rendimientos podrían alcanzar 12.000- 15.000 kg/ha, siendo producciones muy elevadas para la obtención de vinos de calidad y muy por encima de los límites legales establecidos en la D.O.Ca. Rioja (6.500 kg/ha).

Las variedades Morate, y Trepát, debido a su gran potencial productivo, se consideran más adecuadas para la elaboración de vinos jóvenes o rosados.

Como se observa en la Tabla 2, las variedades más destacadas por su bajo nivel de pH fueron Garnacha Blanca y Maturana Blanca. Las variedades que mostraron valores de pH más elevados fueron Tempranillo Blanco y

Malvasía de Rioja. Valores de pH elevados pueden ocasionar problemas en los vinos, además de no aportar suficiente frescura y equilibrio a los vinos blancos.

En cuanto a la acidez total, las variedades más destacadas por su elevado contenido fueron Maturana Blanca, Garnacha Blanca y Tempranillo Blanco. Todas ellas presentaron unos niveles superiores a 7 g/l de acidez total. La variedad más destacada por su baja acidez total fue Malvasía de Rioja.

Los niveles de ácido málico fueron muy bajos en todas las variedades minoritarias blancas estudiadas, siendo Tempranillo Blanco la que presenta niveles superiores. El resto de variedades se sitúan en torno a 0,6-1,2 g/l de ácido málico. Esto indica que la vendimia, en general, se ha realizado con un elevado nivel de maduración y que se ha producido una alta degradación del ácido málico.

La producción osciló entre 2,60 Kg/cepa para las variedades Tempranillo Blanco y Maturana Blanca y 4,93 Kg/cepa para Viura. Las variedades que presentaron una producción más moderada fueron Garnacha Blanca, Turruntés y Malvasía de Rioja, con una producción en torno 3-4 Kg/cepa.

En cuanto al potencial de acidez de las variedades tintas y rosadas (Tabla 3), existieron diferencias entre las variedades y en el mismo sentido para las tres relaciones expuestas: las variedades con mayor potencial de acidez fueron las que alcanzaron un valor superior al 62 % en la relación ácido tartárico/ácido tartárico + ácido málico; esas variedades, a su vez, presentaron un valor mínimo en torno a 2 en la relación acidez/pH y un valor mínimo en torno a 4 en la relación de la suma de la acidez total, del ácido tartárico y ácido málico/pH. Destacaron por su elevado potencial de acidez las variedades Garnacha Roya, Trepát, Moristel, Vidadillo, Alicante Bouschet y Agawan.

Como variedades menos ácidas destacaron Maturana Tinta y Portugieser Blau.

En cuanto al potencial de acidez de las variedades blancas (Tabla 5), también existieron diferencias entre las variedades y en el mismo sentido para las tres relaciones expuestas: las variedades con mayor potencial de acidez fueron las que alcanzaron un valor superior al 62 % en la relación ácido tartárico/ácido tartárico + ácido málico; esas variedades, a su vez, presentaron un valor mínimo en torno a 2 en la relación acidez/pH y un valor mínimo en torno a 4 en la relación de la suma de la acidez total, del ácido tartárico y ácido málico/pH. Destacaron por su elevado potencial de acidez las variedades Garnacha Blanca, Maturana Blanca y Tempranillo Blanco. Las variedades con menor potencial de acidez fueron Turruntés y Malvasía de Rioja, por lo que se consideran menos interesantes frente al calentamiento climático.

Las variedades, tanto tintas como rosadas y blancas, con mayor potencial de acidez y, más precisamente, con una mayor relación ácido tartárico/ácido tartárico + ácido málico, presentan una mayor capacidad para con-

servar la acidez durante la maduración. Como el ácido tartárico es menos sensible a la temperatura que el ácido málico (Kliewer, 1971; DeBolt et al., 2008), dichas variedades se mantendrían más estables en condiciones de calentamiento climático ya que conservarían mejor la acidez en situaciones cálidas (Shiraishi, 1995).

5. CONCLUSIONES

Las variedades minoritarias tintas y rosadas más interesantes frente al calentamiento climático por su elevado potencial de acidez fueron Garnacha Roya, Alicante Bouschet, Trepát, Morate y Agawan.

Las variedades minoritarias blancas más interesantes frente al calentamiento climático, por su elevado potencial de acidez fueron Maturana Blanca, Garnacha Blanca y Tempranillo Blanco. Tempranillo Blanco, aunque presentó un elevado potencial de acidez, resultó ser una variedad excesivamente temprana y con un elevado nivel de azúcares por lo que, comparativamente a las otras dos variedades, tendría menos interés frente al calentamiento climático al producir vinos con mayor contenido en alcohol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balda P. y Martínez de Toda F. (2013) Decreasing the alcohol level and pH in wines by “doble harvest” technique. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, Volume 28, Proceedings 18th International Symposium GESCO, Porto, 7-11 July 2013, 899-903.
- Buttrose M.S., Hale C.R. and Kliewer W.M. (1971) Effect of temperature on the composition of «Cabernet-Sauvignon» berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 22, 71-75.
- Clingeffer, P. R. (2007) Viticultural practices to moderate wine alcohol content *Proceedings ASVO Seminary Towards best practice through innovation in winery processing*. Tanunda (SA), Australia, 17 October.
- Cooley N. M., Clingeffer P. R., Walker, R. R. (2005) The balance of berry sugar accumulation, color and phenolic concentration under deficit irrigation strategies. *Proceedings of Twelfth Australian Wine Industry Technical Conference*, Melbourne (Vic.) Australia, 2004, pp. 94-96.
- Coulter, A.D., Henschke, P.A., Simos, C.A., Pretorius, I.S. (2008) When the heat is on yeast fermentation runs out of puff. *Aust. N. Z. Wine Ind. J.* 23, 26-30.
- DeBolt S., Ristic R., Iland P.G. and Ford C.M. (2008) Altered light interception reduces grape berry weight and modulates organic acid biosynthesis during development. *HortScience* 43, 957-961.

- De Orduña, R.M. (2010) Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Res. Int.* 43, 1844–1855.
- García, J., Zheng, W., Balda, P., Martínez de Toda, F. (2017) Varietal differences in the sugar content of red grapes at the onset of anthocyanin synthesis. *Vitis Journal of Grapevine Research*, 16, 15-18.
- Giorio, P., Basile, A., Sorrentino, G., Albrizio, R. (2007) Physiological responses of Falanghina grapevines in soils with different water availability in Southern Italy. *Acta Hort.* 754, 235–240.
- Gladstone, J. (1992) *Viticulture and Environment*. Winetitles, Adelaide, Australia.
- Iland, P. and Gago, P. (2002) Australia wines. Styles and tastes. *Patrick Iland Wine Promotions*, Campbelltown, South Australia.
- Intrieri, C. e Filippetti, I. (2009) Maturazione accelerata delle uve ed eccessivo grado alcolico dei vini: Cosa può fare la ricerca se cambia il clima? *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura* 71, 60-62.
- Keller, M. (2010) Managing grapevines to optimize fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturist. *Austr. J. Grape Wine Res.* 16, 56–69.
- Kliewer W.M. (1971) Effect of day temperature and light intensity on concentration of malic and tartaric acids in *Vitis vinifera* L. grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96, 372-377.
- Kliewer, W.M., Dokoozlian, N.K. (2005) Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 56, 170–181.
- Lacey, M.J., Allen, M.S., Harris, R.L.N., Brown, W.V. (1991) Methoxypyrazines in Sauvignon blanc grapes and wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 42, 103–108.
- Martínez de Toda, F., Sancha, J.C., Zheng, W., Balda, P. (2014) Leaf area reduction by trimming, a growing technique to restore anthocyanins: sugars ratio decoupled by the warming climate. *Vitis Journal of Grapevine Research* 1, 189-192.
- Martínez de Toda F., Zheng W., Del Galdo V., García, J., Balda P., Sancha J. C. (2015) La poda mínima como técnica vitícola de adaptación al calentamiento climático. *Agricultura* 2, 112-115.
- Mori, K., Goto-Yamamoto, G., Kitayama, M., Hashizume, K. (2007) Loss of anthocyanins in red wine grape under high temperature. *J. Exp. Bot.* 58, 1935–1945.
- Palliotti, A., Silvestroni, O., Petoumenou, D. (2009) Photosynthetic and photoinhibition behaviour of two field-grown grapevine cultivars under multiple summer stresses. *Am. J. Enol. Vitic.* 60, 189–198.
- Palliotti, A., Tombesi, S., Frioni, T., Famiani, F., Silvestroni, O., Zamboni, M., Poni, S. (2014) Morpho-structural and physiological response of container-grown Sangiovese and Montepulciano cvs (*Vitis vinifera*) to re-wa-

- tering after a pre-veraison limiting water deficit. *Funct. Plant Biol.* 41, 634–647.
- Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S., Gatti, M., Porro, D., Camine, F. (2009) Performance and water use efficiency (single-leaf vs. whole-canopy) of well-watered and half-stressed split-root Lambrusco grapevines grown in Po Valley (Italy). *Agric. Ecosyst. Environ.* 129, 97–106.
- Sadras, V. O., Stevens, R. M., Pech, J. M., Taylor, E. J., Nicholas, P. R., McCarthy, M. G. (2007) Quantifying phenotypic plasticity of berry traits using an allometric-type approach: a case study on anthocyanins and sugars in berries of Cabernet Sauvignon. *Aust. J. of Grape Wine Res.* 13, 72–80.
- Sadras, V.O., Moran, M.A. (2012) Elevated temperature decouples anthocyanins and sugars in berries of Shiraz and Cabernet Franc. *Aust. J. Grape Wine Res.* 18, 115–122.
- Schultz, H.R. (2003) Differences in hydraulic architecture account for near-isohydric and anisohydric behaviour of two field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. *Plant Cell Environ.* 8, 1393–1405.
- Shellie, K., Glenn, D.M. (2008) Wine grape response to kaolin particle film under deficit and well-watered conditions. *Acta Hort.* 792, 587–591.
- Shiraishi M. (1995) Proposed descriptors for organic acids to evaluate grape germplasm. *Euphytica* 81, 13–20.
- Sousa, T.A., Oliveira, M.T., Pereira, J.M. (2006) Physiological indicators of plant water status of irrigated and non-irrigated grapevines in low rainfall area of Portugal. *Plant Soil* 282, 127–134.
- Stoll, M., Scheidweiler, M., Lafontaine, M., Schultz, H.R. (2009) Possibilities to reduce the velocity of berry maturation through various leaf area to fruit ratio modifications in *Vitis vinifera* L. Riesling. *Prog. Agric. Vitic.* 127, 68–71.
- Tombesi, S., Nardini, A., Farinelli, D., Palliotti, A. (2014) Relationship between stomatal behavior, xylem vulnerability to cavitation and leaf water relations in two cultivars of *Vitis vinifera*. *Physiol. Plant.* 152(3), 453–464.



ZUBÍA

29



Gobierno de La Rioja
www.larioja.org

ier
**Instituto
de Estudios
Riojanos**