

Rev. FCA UNCuyo. Tomo XLI. N° 1. Año 2009. 165-175.

Caracterización de uvas para vinificar en diferentes regiones de Mendoza (Argentina) ¹

Characterization of wine grape from different regions of Mendoza (Argentina)

Graciela González ²	Liliana Senatra ²	Laura Mercado ²
Jorge Nazrala ³	Liliana Albornoz ²	Silvia Poetta ²
Miguel Beltrán ²	Andrea Hidalgo ²	Marcelo Alberto ²
Armando Navarro ²	Marcela López ²	(ex aequo)
Liliana de Borbón ²	María Inés Gez ²	

Originales: Recepción: 04/11/2008 - Aceptación: 22/05/2009

RESUMEN

En las últimas décadas, la actividad vitivinícola de la provincia de Mendoza (Argentina) apunta a mejorar la calidad de sus uvas y sus vinos, para optimizar las condiciones de competencia en el plano internacional. En Mendoza, desde 1999 la Fundación Instituto de Desarrollo Rural (IDR) se propuso determinar el comportamiento agronómico y la caracterización fenológica de las variedades de vid de mayor utilización en la elaboración de vinos en todas las zonas productivas de la provincia. A partir de 2005 y mediante un convenio específico con la Facultad de Ciencias Agrarias, se realizaron, en esta Institución, los análisis físicos y químicos con el objetivo de describir los mostos de variedades viníferas blancas y tintas. Este proceso permitió generar una herramienta para el desarrollo de estrategias de optimización de calidad de los productos. Se estudiaron las variedades Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah, Malbec y Bonarda y se realizó una caracterización zonal empleando los Índices de Tonietto (IF), de Winkler (IW) y de Huglin (IH). Los resultados de los análisis físico-químicos de los mostos de variedades tintas durante las cosechas

ABSTRACT

The wines of Mendoza, Argentina, have an important place in the world. During the last decades production has been concentrated on quality wines, instead of common wines, to meet the demands of the international market. Rural Development Foundation has tried to determine the agricultural behaviour and the phenolic characterization of the most widely used varieties in Mendoza since 1999. In 2005, due to a specific agreement with the Facultad de Ciencias Agrarias of the Universidad Nacional de Cuyo, physical and chemical tests were made in this institution to describe musts of white and red vitis vinifera varieties. The resulting information has been a fundamental tool, for developing strategies to obtain quality products. The representative varieties of Mendoza, such as Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah, Malbec and Bonarda were studied. Tonietto, Winkler and Huglin indexes were used for the climatic characterization. Results of analyses of must of red varieties from 2005, 2006 and 2007 vintages show inverse correlation between climatic indexes and anthocyanes –polyphenols contents. Large cycle varieties, as Bonarda, do not get sugar commercial levels (220 g/L) at cold zones.

-
- 1 Este trabajo forma parte de los siguientes proyectos: "Caracterización actual de los mostos de uvas para vinificar y vinos en la provincia de Mendoza (Argentina)" y "Caracterización de los mostos de uvas para vinificar y vinos en la provincia de Mendoza (Argentina) - 2^{da} parte".
 2 Dpto. de Biomatemática y Físicoquímica. 3 Dpto. de Cs. Enológicas y Agroalimentarias. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown 500. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina. M5528AHB. ggonzal@fca.uncu.edu.ar

2005, 2006 y 2007 muestran que existe correlación inversa entre los índices climáticos estudiados y los contenidos de antocianos y polifenoles. Se observa también que las variedades de ciclo largo, como Bonarda, encuentran limitantes importantes en zonas frías para alcanzar contenidos de azúcar comercialmente aceptables (mínimo 220 g/L).

Palabras clave

caracterización • uva • variedades • mostos • Mendoza

Keywords

characterization • grape • varieties • must • Mendoza.

INTRODUCCIÓN

La Fundación Instituto de Desarrollo Rural (IDR) es una organización gubernamental de Mendoza que trabaja para mejorar la producción agrícola de los oasis irrigados de la provincia.

En 1999 inició una serie de mediciones tendientes a caracterizar el comportamiento de las principales variedades de vid de la región. En la primera etapa evaluó la calidad de las cosechas vitícolas para sus variedades más representativas en los distintos oasis productivos: Norte, Centro Oeste, Este y Sur. Las variedades más difundidas de cada uno se eligieron en base a la participación relativa en volumen de producción de cada variedad con respecto al volumen total del oasis. Esta evaluación del comportamiento se centró en la medición de diferentes indicadores del comportamiento agronómico, productivo y fenológico (7, 13, 14). Se evaluó peso promedio de racimo, número de bayas por racimo y concentración de azúcar en grados Brix, fecha de brotación, floración, cuaje y envero, crecimiento de brotes y número de nudos, como así también la cantidad de racimos por unidad de superficie, peso promedio de racimos con y sin escobajo, diámetro y peso promedio por baya, porcentajes de corrimiento, enfermedades y racimos malformados (15, 21).

En la campaña vitícola 2000-2001 (9), el IDR caracterizó el crecimiento y desarrollo de esas variedades mediante indicadores de fácil medición e interpretación. Esto dio como resultado la elaboración de un modelo fenológico vitícola, herramienta muy útil a la hora de predecir el momento de cosecha de vid (8, 24, 25). En la temporada 2002-2003 se profundizó el estudio en la zona Norte de la provincia. Se evaluaron aspectos productivos y fenológicos en variedades consideradas, *a priori*, potencialmente aptas para elaborar vinos de alto precio (4, 10, 16, 17, 18, 19, 20).

Con los resultados obtenidos hasta ese momento, a partir de esa campaña agrícola, se constituyó la actual Red de Datos Vitícolas en la que participan el sector privado (empresas vitivinícolas) y el estatal: el sector privado aporta recursos humanos (personal de campo) y las parcelas (unidades muestrales); el Estado provincial, a través del IDR, aporta el instrumental, la logística, material impreso, capacitación y metodología de trabajo.

Durante la campaña agrícola 2004-2005 se produjo un importante crecimiento en la cantidad de parcelas y empresas participantes de la Red de Datos Vitícolas, incorporándose a las zonas tradicionalmente monitoreadas (Este, Norte y Valle de Uco

en Mendoza y la provincia de San Juan), la zona Sur de la provincia de Mendoza y el departamento de Chilecito en La Rioja, adquiriendo de esta manera alcance nacional y superando las 300 unidades muestrales relevadas.

Para la caracterización climática de las zonas estudiadas se emplearon los índices de Huglin (IH), el de frescor de la noche de Tonietto (IF) (28) y el de Winkler (IW). El IH hace intervenir la temperatura diurna del período de horas de luz en el cual la fotosíntesis es activa, lo mismo que el largo del día, variable importante en las zonas que corresponden a longitudes elevadas. Este índice posibilita tener precisión respecto del potencial azucarino de las zonas, según los cepajes. En combinación con el índice de frescura de las noches (IF), permite una buena discriminación climática en cuanto a las condiciones heliotérmicas y nictotérmicas. El IF es útil para evaluar las potencialidades cualitativas de las regiones vitícolas, en relación particularmente con los metabolitos secundarios (polifenoles y aromas) (23). Estas razones justifican su elección.

Objetivos

En función de los datos vitícolas obtenidos por el IDR entre 1999 y 2004, se estimó conveniente avanzar hacia la evaluación de las características físicas y químicas que determinarán la calidad de los mostos y vinos obtenidos para cada zona en estudio. Es por ello que en este trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

Caracterizar las principales variedades de uvas en los distintos oasis mendocinos, por medio de análisis físico-químicos de sus mostos.

Realizar el análisis comparativo de las variedades en estudio en función de los factores que inciden en la producción y en la calidad del producto final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zonas de muestreo

Las muestras se obtuvieron en viñedos ubicados en los distintos oasis vitícolas de Mendoza (figura 1, pág. 168).

Muestras

Se recolectaron -en el momento de cosecha- de parcelas que integran la Red de Datos Vitícolas.

Las muestras proporcionadas por el IDR se obtuvieron de acuerdo con los protocolos de esa institución. Se realizó un muestreo aleatorio en cada cuartel: hubo muestras de 15 racimos, a los cuales se les extrajo el escobajo y se utilizó el total de los granos en los posteriores análisis. Se lograron 222 muestras en las temporadas 2005, 2006 y 2007. Las variedades de uva evaluadas fueron: Malbec, Cabernet Sauvignon, Bonarda, Chardonnay, Merlot y Syrah, por ser las que poseen mayor superficie implantada en la provincia de Mendoza (11).

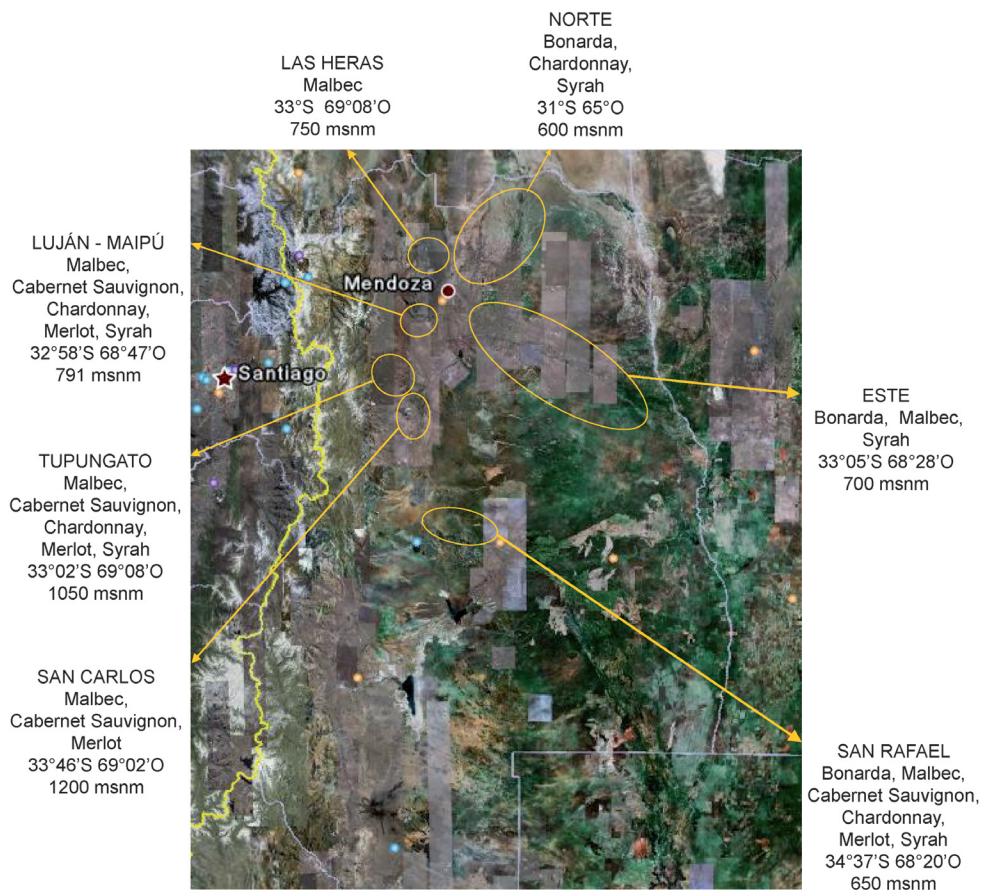


Figura 1. Variedades muestreadas en las diferentes áreas vitícolas de la provincia de Mendoza.

Figure 1. Grape varieties sampled from the different oasis of Mendoza province.

Análisis físico-químicos

Se utilizaron métodos oficiales para la determinación de porcentaje de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$), pH, acidez total, azúcares reductores, índice de polifenoles totales (IPT) y antocianos (para mostos tintos) (3, 22, 26). Se calculó además la relación azúcar/acidez, hollejo/pulpa y semilla/pulpa.

Caracterización climática

Se determinaron los Índices de Huglin, de Frío y de Winkler para clasificar las distintas regiones de las cuales provenían las muestras; se utilizaron los datos climáticos de las estaciones meteorológicas más cercanas a las parcelas de las cuales se extrajeron muestras. La selección de la estación se realizó empleando la información satelital.

Las clasificaciones climáticas para estos índices se combinaron de modo de obtener una nueva clasificación de las subregiones evaluadas.

Índice de Huglin:
$$IH = \sum_{1\text{octubre}}^{31\text{marzo}} \left[\frac{(T_{\max d} - T_{md})}{2} - 10^{\circ} C \right] \cdot k$$
 (27)

Índice de Frío (Tonietto): $IF = T_{\min \text{ med mar}} (T_{\min \text{ med mar}} = \text{Temperatura mínima media del mes de marzo})$ (27)

Índice de Winkler:
$$IW = \sum_{1\text{Oct}}^{30\text{Abr}} (T_{med_{mes}} - 10^{\circ} C) \cdot D_{mes}$$
 (27)

Análisis estadístico

Dada la naturaleza multivariante de los datos, éstos se sometieron a un análisis de componentes principales con el objeto de reducir la dimensionalidad del problema con la menor pérdida de información. Posteriormente, las puntuaciones de los componentes principales retenidos fueron utilizadas como variable respuesta en modelos de regresión a fin de analizar su variabilidad en relación con los índices climáticos y las variedades de vid (usados estos últimos como regresores). El análisis se realizó mediante el paquete estadístico STATA versión 6.

RESULTADOS

Utilizando los índices propuestos por Huglin (IH) y Tonietto (IF) es posible clasificar las zonas estudiadas en función de la temperatura diurna y nocturna. De esta manera se determinó que existen zonas de Mendoza que son cálidas durante el día pero tienen muy buena amplitud térmica, presentándose frías o muy frías durante la noche (tabla 1, pág. 170)

Tabla 1. Clasificación climática de subregiones vitícolas de la provincia de Mendoza en función de IH e IF.

Table 1. Climatic characterization of viticultural sub-regions from Mendoza province as function of IH and IF.

SUBREGIÓN	IH	IF	Clasificación
Las Heras	2975	15,0	Cálido - Noches templadas
Lavalle y Norte de Guaymallén			
Las Heras y Maipú	2855	13,8	
San Martín			
Santa Rosa - La Paz			Cálido - Noches frías
Cercanías del Río Tunuyán	2775	12,9	
San Rafael	2556	11,5	
San Carlos	2495	10,1	Cálido - Noches muy frías
Luján de Cuyo - Maipú	2369	12,4	Templado cálido - Noches frías
Alto Tupungato - Viejo Tupungato	2183	9,8	Templado cálido - Noches muy frías

Desde el punto de vista estadístico (1), del resultado del análisis de componentes principales se determina que los cuatro primeros poseen autovalor superior a 1 y retienen el 85% de la varianza total. Se concluye que con estos cuatro componentes principales se tendrá una buena descripción de los datos.

Estudiando la correlación entre los componentes principales y las variables originales, representada ésta por los factores de carga de cada componente, se tiene que el primer componente se asocia al contenido de azúcar; el segundo al contenido de polifenoles totales; el tercero, a la acidez; el cuarto, a las relaciones hollejo/pulpa y semilla/pulpa (tabla 2).

Tabla 2. Factores de carga para las variables en estudio sobre las primeras cuatro componentes principales.

Table 2. Charge factors for the studied variables over the first four principal components.

Variable	Componente			
	1	2	3	4
Hollejo/pulpa	0,0619	0,3407	0,2499	0,5737
Semilla/pulpa	-0,0011	0,4004	0,2439	0,4506
Acidez total	-0,0951	0,3098	-0,5709	0,1751
Azúcar/acidez	0,2406	-0,2521	0,5436	-0,1497
pH	0,0402	0,0337	0,4156	0,1097
°Bx	0,5518	0,0900	-0,1203	-0,0378
°Bé	0,5518	0,0900	-0,1203	-0,0378
Azúcares Reductores (g/L)	0,5527	0,0922	-0,1092	-0,0302
Antocianos (mg/L)	0,0946	-0,5016	-0,1709	0,4655
IPT	0,0648	-0,5353	-0,1178	0,4268

Al retener cuatro componentes principales se hace necesario examinar varios planos factoriales y no solamente el plano 1-2 (este plano, conformado por CP1 y CP2, retiene el 54,84% de la información), pero cabe destacar que, en este último, están bien proyectados los índices climáticos, la acidez total, azúcares reductores y polifenoles, entre otros.

Al utilizar las puntuaciones de los componentes principales como variable respuesta en modelos de regresión, a fin de analizar su variabilidad en relación con los índices climáticos y las variedades de vid, resulta que:

- Sólo la variedad Bonarda se diferencia significativamente de las restantes en cuanto a contenido azucarino (componente principal 1).
- Respecto del contenido de antocianos y polifenoles, las variedades presentan diferencias significativas excepto entre Bonarda-Malbec y Cabernet Sauvignon-Merlot.
- En relación con la acidez, sólo la variedad Cabernet Sauvignon se diferencia del resto.
- En cuanto a las relaciones hollejo/pulpa y semilla/pulpa, las variedades Bonarda y Cabernet Sauvignon, que no difieren entre sí, presentan diferencias significativas con las tres restantes, que a su vez son homogéneas.

La regresión con los índices climáticos sólo resulta significativa ($p < 0,0001$) con las puntuaciones del componente 2 (polifenoles y antocianos).

Teniendo en cuenta el procedimiento de cálculo de IF e IH, el IW parece menos pertinente para la interpretación de factores cualitativos. Sin embargo, los tres índices presentan un alto nivel de correlación (figura 2).

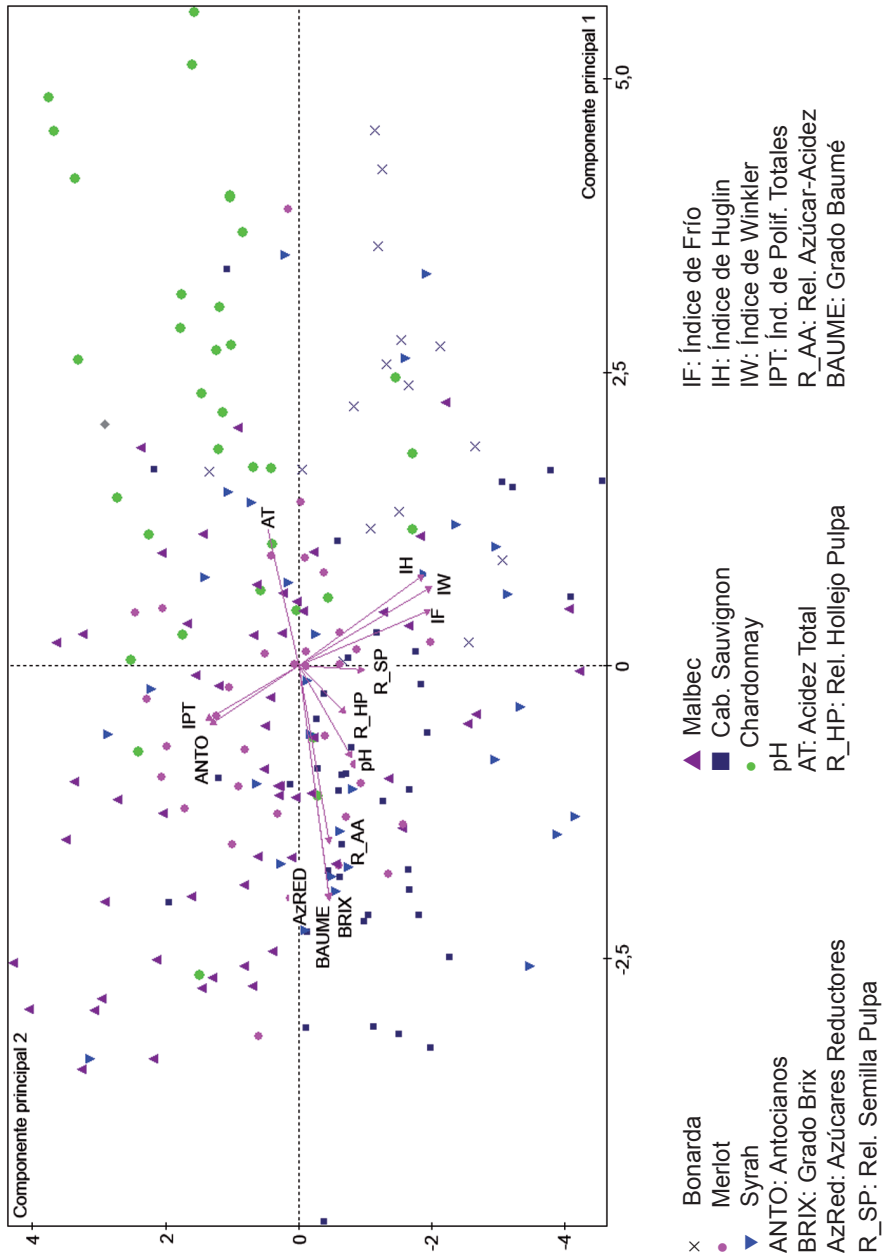


Figura 2. Componente 1 vs. componente 2.

Figure 2. Component 1 vs. component 2.

La importancia del factor climático 'noches frescas' sobre el color y los aromas de la uva se encuentra destacado en la bibliografía (2, 5, 6, 12, 19). Cabe destacar que en zonas de temperaturas relativamente elevadas en el día y noches frescas (marcada amplitud térmica diaria), la síntesis de metabolitos secundarios (polifenoles y aromas) resulta favorecida.

Cuando la calidad de la uva se fija en función del contenido de antocianos e IPT, algunas zonas resultan privilegiadas respecto de otras. Así, por ejemplo, los productores de Luján de Cuyo, Maipú, San Carlos, Alto Tupungato y Viejo Tupungato, que tienen los IH e IF más bajos (tabla 1, pág. 169), han recibido mejores precios por sus uvas que el resto de las zonas.

En la actualidad, la riqueza en polifenoles (principalmente antocianos) sigue siendo un factor preponderante en el establecimiento de la demanda y el precio de la uva en el mercado. Lo mismo ocurre con los vinos comercializados a granel, que llegan hasta duplicar su precio cuando los contenidos de antocianos son elevados, ya que poseen gran aptitud para los cortes (16).

Si se considera que en las variedades estudiadas el color (antocianos) se aloja exclusivamente en el hollejo, podría esperarse que existiera una correlación inversa muy marcada entre la relación hollejo/pulpa y el contenido de antocianos. Sin embargo, la figura 2 (pág. 171) muestra que no existe esa marcada correlación, aunque sí una cierta tendencia. Por el contrario, se observa esa correlación con los índices climáticos. Cuando la temperatura alcanzada en la canopia supera los 35°C -de acuerdo con lo estudiado por distintos autores (2, 5, 6)- puede ser un factor limitante en la síntesis de antocianos inhibiéndola o acelerando su degradación. Esto coincide con lo demostrado por Kliewer (12). Según Pirie & Mullins (19), las enzimas involucradas en la síntesis de los antocianos tienen un rango óptimo de acción entre 17 y 25°C. y cuando la temperatura excede los 35°C hay inhibición de esa síntesis. Esto permite inferir que mientras el contenido de antocianos (color) sigue teniendo un peso importante en la ecuación que establece el precio de la uva y los vinos, las zonas más frescas seguirán siendo privilegiadas, independientemente de otros factores como el tamaño del grano (relación hollejo/pulpa) como comenzó a evidenciarse en las negociaciones de los últimos 3 ó 4 años.

Si se analiza la tabla 1 (pág. 169) resulta que hay zonas con bajos valores de IF, por ejemplo, Alto Tupungato y San Carlos, que se sitúan hacia el sur de la provincia y sobre los valles cordilleranos. A su vez, las zonas con valores más altos de IF se ubican hacia el norte y el este de Mendoza.

Por otro lado, es importante destacar que la variedad Bonarda presentó diferencia significativa en el contenido de azúcares reductores respecto del resto de las variedades tintas estudiadas (figura 3, pág. 173). Esto se debe a la característica de esta variedad de poseer ciclo largo y, al ser cosechada en la misma fecha que las otras variedades, los contenidos azucarinos alcanzados son menores.

Se observaron comportamientos diferenciales para algunas variedades. Por ejemplo, Malbec, presenta la menor relación semilla/pulpa (figura 4) y Cabernet Sauvignon, la mayor relación hollejo/pulpa (figura 5). Esta última característica puede resultar útil en la vinificación para lograr una mejor relación sólido/líquido y, por lo tanto, mayor concentración de compuestos del hollejo en los vinos. Cabe señalar que la variedad Chardonnay presenta el mayor valor medio de acidez total (figura 6).

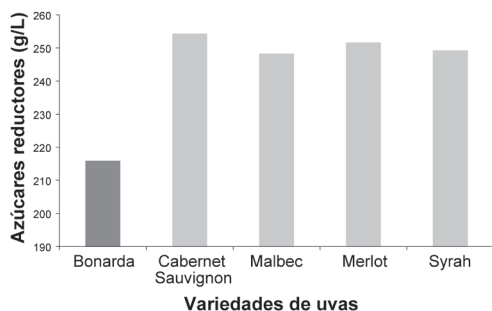


Figura 3.
Valores medios de azúcares reductores (g/L).
Figure 3.
Average contents of reducing sugars (g/L).

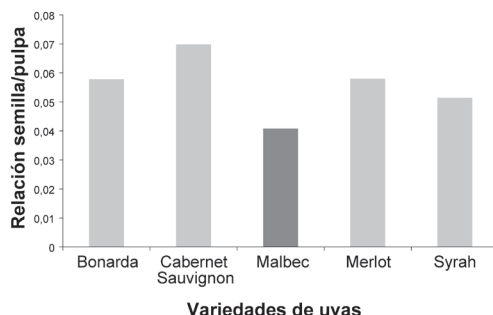


Figura 4.
Valores medios de relación semilla/pulpa.
Figure 4.
Average values of seed/pulp relation.

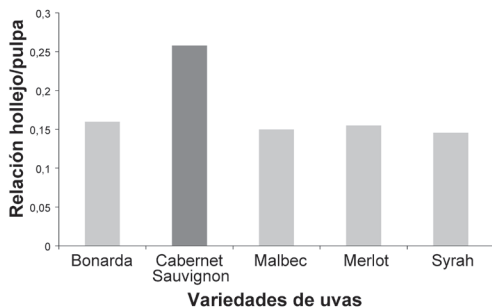


Figura 5.
Valores medios de relación hollejo/pulpa.
Figure 5.
Average values of skin/pulp relation.

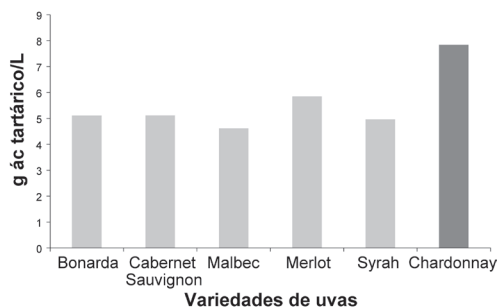


Figura 6. Valores medios de acidez total (g ácido tartárico/L).
Figure 6. Average values of total acidity (g tartaric acid/L).

CONCLUSIONES

Existe correlación inversa entre los Índices climáticos estudiados (Índices de Huglin, de Frío y de Winkler) y los contenidos de antocianos y polifenoles.

La importancia del factor climático 'noches frescas' sobre el color es notable. Las zonas de Mendoza con temperaturas relativamente elevadas en el día con noches frescas favorecen la síntesis de antocianos.

Como el contenido de antocianos (color) sigue siendo un factor preponderante para establecer el precio de las uvas y los vinos, las zonas más frescas seguirán siendo privilegiadas, independientemente de otros factores, como el tamaño del grano.

La variedad Bonarda presenta diferencia significativa en el contenido de azúcares reductores respecto del resto de las variedades tintas comparadas. Esto significa que para la misma fecha de cosecha existe una limitante para su cultivo en las zonas más frías, si es que se pretende lograr contenidos de azúcar que superen los 220 g/L (13% v/v de alcohol potencial).

La variedad Cabernet Sauvignon posee la mayor proporción hollejo/pulpa, permitiendo obtener mejores relaciones sólido/líquido al momento de la molienda y beneficiando la extracción de los compuestos del hollejo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, T. W. 2003. An introduction to multivariate statistical analysis (Wiley series in probability and statistics). Hardcover. Ediciones Wiley. 721 p.
2. Butrose, M.; Hale, C.; Kliewer, M. 1971. Effect of temperature on the composition of Cabernet Sauvignon berries. *Am. J. Enol.* 22: 71-75.
3. Cátedra de Enología I, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. 2007. "Guía de Trabajos Prácticos". Mendoza. Argentina. 50 p.
4. Clingeleffer, P. R. 1997. Wine grape crop prediction and management. *Wine industry journal.* p. 354-359.
5. Haseogrove, L. 2000. Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grape berries. *Australian J. Grape and Wine Research.* 6: 141-149.
6. Hrazdina, G.; Parson, G.; Mattick, L. 1984. Physiological and biochemical events during development and maturation of grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 35: 220-227.
7. Instituto de Desarrollo Rural (IDR). 2000. Evaluación de la producción vitícola de la Provincia de Mendoza. Campaña 1999/2000. Mendoza. Argentina. 26 p.
8. _____. 2001. Evaluación de la producción vitícola de la Provincia de Mendoza. Campaña 2000/2001. Mendoza. Argentina. 73 p.
9. _____. 2001. Caracterización del comportamiento fenológico de variedades de vid en Mendoza. Campaña 2000/2001. Mendoza. Argentina. 36 p.
10. _____. 2003. Caracterización fenológica de la vid. Zona Norte. Campaña 2002/2003. Mendoza. Argentina. 36 p.
11. Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). 2006. <http://www.inv.gov.ar/RegistroVinedos/registrovinedossuperficie2006.PDF>
12. Kliewer, M. 1970. Effects of day temperature and light intensity on growth and composition of *Vitis vinifera* L grapes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 95: 693-697.
13. Martínez, F. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. 346 p.
14. Morlat, R. 1989. Le terroir viticole: contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de la Moyenne Vallée de la Loire. Thèse d'Etat soutenue à Bordeaux II le 18/12/1989. France.

15. Morlat, R. 1996. Eléments importants d'une méthodologie de caractérisation des facteurs naturels du terroir, en relation avec la réponse de la vigne á travers le vins. Colloque inter. Sur "Les terroirs viticoles", 17-15 juillet, Angers. France.
16. Nazrala, J. 2008: Generación de conocimientos y tecnologías para mejorar la gestión del cultivo de uvas para vinificar, su cosecha, su vinificación y conservación de los vinos en el marco de la calidad del producto. Informe de avance SECTyP. Universidad Nacional de Cuyo. p.1-2.
17. Pérez, J. 1990. Características enológicas de diferentes vinos blancos jóvenes en Montilla - Moriles. Viticultura y Enología profesional. Córdoba. España. p. 1-5.
18. _____. 1995. Análisis comparativo de las características enológicas de diferentes variedades blancas. Viticultura y Enología profesional. Córdoba. España. p. 2-3.
19. Pirie, A.; Mullins, M. 1980. Concentration of phenolic in the skin of grape berries during fruit ripening and development. Am. J. Enol. Vitic. 31: 34-46.
20. Portal, P. 1993. Características enológicas de mostos procedentes de clones *Vitis vinifera*, Variedad Palomino seleccionados libres de virus de la zona de Jerez. IX Congreso Nacional de Química. Sevilla. España. p. 1-2.
21. Reynier, A. 1995. Manual de Viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. 497 p.
22. Ribéreau-Gayon, J. 1980. Tratado de Enología. Ciencias y Técnicas del Vino. Tomo I Análisis y Control de los Vinos. Editorial Hemisferio Sur. 554 pp
23. Riou, C.; Asselin, C. 1996. Potentiel polyphénolique disponible du raisin. Progrés agricole et viticole, N° 18,113.
24. Seguin, G. 1983. Influence des terroirs viticole sur la constitution et la qualité des vendages. Bulletin de l'OIV, N° 623, 3-18
25. Servicio de Agrometeorología. 1991. Cómo predecir cosechas. Revista Campo y Tecnología. pp.34-35.
26. Soares, O. 1999. Tendances dans la spectrométrie du vin. Bulletin O.I.V. Vol 72, pp.817-818
27. Tonietto, J.; Carbonneau, A. 1998. Facteurs mésoclimatiques de la typicité du Raisin de table de l'AOC Muscat du Ventoux Dans le Département de Vaucluse. Progr. Agric. Vitic., v.115, N° 12, 271-279
28. Tonietto, J.1999. Les macrolimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg das le sud de la France: Methodologie de caractérisation (Thèse Doctorat.) École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier – ENSA-M 233p.