

Desarrollo de estándares de calidad para uvas *Vitis vinifera* L. cv. Malbec y Syrah

Development of quality standards for *Vitis vinifera* L. cv. Malbec and Syrah grapes

Hernán Vila ¹
Silvia Paladino ²

Jorge Nazrala ²
Hugo Galiotti ²

Originales: Recepción: 01/07/2009 - Aceptación: 02/11/2009

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue desarrollar estándares de calidad de uva basados en atributos físicos y químicos, capaces de predecir la calidad del vino. Se instaló una red de ensayos en Mendoza (Norte, Este y Valle de Uco), San Juan (Valle de Zonda), La Rioja (Chilecito), Catamarca y Salta (Valles Calchaquíes) (Argentina). Se ensayaron niveles de carga de uva (desbrote 30 y 50%, raleo 30 y 50% y testigo) en Malbec y Syrah. En la cosecha, las uvas fueron analizadas (tamaño baya, concentración azucarina, pH, antocianos, catequinas, taninos, fenoles totales) y vinificadas. Los vinos fueron analizados (alcohol, extracto seco, intensidad colorante, matiz, antocianos, catequinas, taninos, fenoles totales, color polimérico) y evaluados por un panel de degustadores. Empleando todos las variables de los vinos, mediante un análisis de componentes principales, se generaron dos índices que resumieron los atributos con mayor peso explicativo de la variabilidad observada (80%); ellos fueron: Riqueza Fenólica (RF, asociado a antocianos, taninos, catequinas, fenoles totales y concentración) y Peligro Oxidativo (PO, asociado a pH, matiz y tonalidad percibida). No existieron diferencias en cuanto a RF entre variedades ni entre niveles de producción de uva. Los vinos con RF mayor y PO menor se consideraron de

ABSTRACT

The goal of the work was to develop grape quality standards based on physical and chemical attributes that may allow to predict wine quality. A treatments Network was installed in Mendoza (North, East and Uco Valley), San Juan (Valle de Zonda), La Rioja (Chilecito), Catamarca and Salta (Calchaquí Valleys), (Argentina). Different crop loads were tested (30 and 50% shoot thinning, 30 and 50% cluster thinning and control) on Malbec and Syrah. During harvest, grapes were analyzed (berry size, sugar concentration, pH, anthocyanins, catechins, tannins, and total phenols) and wine was made with them. The corresponding wines were also analyzed (alcohol, dry matter, color intensity, shade, anthocyanins, catechins, tannins, total phenols, and polymeric color) and evaluated by a panel of wine tasters. By PCA (Principal Component Analysis) two indexes were generated. These indexes summarized the attributes that better explained the observed variability (80%). The indexes were denominated Phenolic richness (RF, associated to anthocyanins, tannins, catechins, total phenols and concentration) and Oxidative threat (PO, associated to pH and hue). There were not differences in RF between varieties or crop levels. Wines with high RF and low PO were considered the most valuables. Cold

- 1 Laboratorio de Viticultura. Estación Experimental Agropecuaria INTA Mendoza. San Martín 3853. (5507) Luján de Cuyo. Mendoza. Argentina. hervila@mendoza.inta.gov.ar
- 2 Cátedras de Enología I y II. Dpto. de Ciencias Enológicas y Agroalimentarias. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown 500. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina. M5528AHB.

mayor calidad. Las uvas cultivadas en zonas más frías tuvieron una mayor RF. En Malbec, las zonas frías y los bajos niveles productivos generaron un PO menor. Para cada variedad se desarrollaron predictores para RF y PO del vino. Se usó la regresión múltiple lineal paso a paso, seleccionando las variables de la uva con mayor poder predictivo. Se definieron las funciones de ajuste RF_{pred} (Malbec $R^2 = 80\%$; Syrah $R^2 = 62\%$) y PO_{pred} (Malbec $R^2 = 80\%$; Syrah $R^2 = 62\%$). Los índices se tradujeron en estándares de calidad que mostraron concordancia entre uvas y vinos. La metodología puede ser válida para otras variedades tintas, pero debe ajustarse para cada caso. Los estándares permitirían asociar un precio a cada calidad y aumentar la transparencia del mercado.

climate zones had higher RF than hot ones. In Malbec, cold climate zones and low crop level promoted low PO. Predictors of RF and PO in wine were developed for each cultivar. In order to select the most predictive variables, step wise Multiple Linear Regression was used. The adjustment functions RF_{pred} (Malbec $R^2 = 80\%$; Syrah $R^2 = 62\%$) and PO_{pred} (Malbec $R^2 = 80\%$; Syrah $R^2 = 62\%$) were defined. The indexes, translated to quality standards, showed agreement between grapes and wines. The methodology may be valid for other red cultivars, but needs to be adjusted for each case. The standards will allow associations between prices and qualities and also permit achieving a more transparent market.

Palabras clave

uvas • vinos tintos • antocianos • polifenoles • estándares de calidad • predictores

Keywords

grapes • red wines • anthocyanins • polyphenols • quality standards • predictors

INTRODUCCIÓN

Argentina ha mostrado un avance muy importante en sus exportaciones de vino en los últimos años: creció 109% en valor, entre 2005 y 2008 (11) pero su desempeño aún está por debajo del de sus competidores (*e.g.*, Australia y Chile). Una de las causas de esta situación es la falta de estándares objetivos de calidad para la uva de vinificar (14). Debido a esta carencia se producen diversas situaciones de pérdida de calidad (*e.g.*, destinar uvas de calidad inferior a vinos de gama alta).

Se considera que el color, el aroma y el sabor del vino están determinados por la composición de la uva y los procesos enológicos (6), por lo que desarrollar parámetros objetivos de calidad no debería significar un problema. Sin embargo, muchos estudios no han encontrado una buena correlación entre composición de uvas y vinos, por lo que actualmente no existe un método eficaz para predecir la calidad de un vino y sus características sensoriales a partir de la composición de las uvas que lo originan. En Syrah, Cabernet Sauvignon y Pinot Noir no se observó asociación entre taninos totales de bayas y de vinos (9). En otro estudio se halló una baja correlación entre polifenoles y antocianos de uvas y vinos Merlot, Petit Verdot y Cabernet Sauvignon (8). Romero-Cascales *et al.* (17) no encontraron asociación entre la intensidad colorante de vinos Cabernet Sauvignon, Syrah, Monastrell y Merlot y los fenoles totales y taninos de pieles y semillas de uva; sí hallaron una asociación moderada entre intensidad colorante y antocianos de la uva ($r = 0,62$).

Por otro lado, González Neves *et al.* (7) observaron altas correlaciones entre uvas y vinos en varios aspectos, *i.e.*, entre fenoles totales o antocianos de uva y fenoles totales, antocianos, catequinas, taninos e intensidad colorante de vino ($r > 0,83$).

Esta falta de acuerdo podría explicarse por la complejidad de la composición y estructura de la uva, por las variaciones genéticas y ambientales que pueden presentarse y por las transformaciones que se producen durante la vinificación. En este proceso, los componentes de la uva pasan de sus estructuras celulares a la masa del vino, por extracción y difusión; algunas sustancias sufren cambios complejos debido a la fermentación; otras soportan transformaciones químicas, como oxidación e hidrólisis, y otras desaparecen por precipitación.

Por otra parte, las sustancias del vino interactúan entre ellas para provocar sensaciones visuales, olfativas y táctiles en los bebedores. Así por ejemplo, en la sensación de astringencia intervienen los contenidos de tanino, alcohol, glicerina, azúcares y ácidos del vino (12). La pigmentación de los vinos tintos, una característica cualitativa importante, se explica por la interacción entre el contenido de pigmentos antociánicos, el pH, el contenido de dióxido de azufre, el nivel de copigmentación de los antocianos y el grado de polimerización de éstos con los taninos (18).

Semejante complejidad hace difícil la predicción de la composición del vino a partir de las características de la uva. Dado el escaso aporte explicativo que se obtiene, muchas veces, estudiando variables individuales, un abordaje alternativo al problema puede ser el análisis multivariante. Siguiendo este método se pudo predecir matiz, contenido de antocianos y polímeros rojos de vinos Monastrell a partir de la composición de sus uvas (13). Un estudio de este tipo requiere analizar un grupo grande de uvas/vinos, debido a su carácter inductivo.

El objetivo del trabajo fue desarrollar estándares de calidad de uva, basándose en un análisis multivariante de sus atributos físicos y químicos, asociados a la calidad del vino. Para el análisis multivariante se propuso la aplicación del análisis de componentes principales, que es una técnica que ha sido muy utilizada para estudios cualitativos de diversos productos tales como agua, vino y aceite (1, 3, 5).

En el trabajo se definió la calidad como la suma de atributos relacionados con el precio. En este sentido, y dadas las características del mercado de uvas tintas en Argentina, se tuvieron en cuenta sobre todo los parámetros asociados con la pigmentación y concentración de los vinos. Se estudiaron las variedades Malbec y Syrah cultivadas en distintas zonas de Argentina: Mendoza (Norte, Este y Valle de Uco), San Juan (Valle de Zonda), La Rioja (Chilecito), Catamarca y Salta (Valles Calchaqués).

Las variedades se eligieron por su importancia relativa en Argentina: Malbec es la variedad emblemática y la tinta más importante; Syrah es la tercera tinta en superficie y la segunda más plantada en el último decenio (11).

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales

Para generar los predictores se estudiaron en forma multivariante las relaciones uva/vino en una red de parcelas experimentales ubicadas en las principales zonas productoras de Argentina (Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza) en un gradiente que va desde 24,54° hasta 33,44° de latitud sur.

En el ciclo agrícola 2005/2006 se instaló una red de 20 experimentos en campos de productores en Salta y Catamarca (Valles Calchaquíes), La Rioja (Chilecito), San Juan (Valle de Zonda) y Mendoza (Zonas Norte, Este y Valle de Uco) (tabla 1). Los experimentos se ubicaron en viñedos de Malbec y Syrah característicos de cada zona. Los tratamientos fueron: desbrote de pámpanos 30% y 50%; raleo de racimos 30% y 50% y testigo (sin control de carga). En cada experimento, el diseño fue de parcelas al azar y cada parcela constó de 20 plantas. Los desbroses se realizaron cuando los brotes alcanzaron los 0,20 m y los raleos 10 días antes del comienzo del envero. Las parcelas fueron descritas en cuanto a sus características productivas y, en el momento de la cosecha (aproximadamente 23% de sólidos solubles), se muestrearon uvas para su evaluación física y química. Las uvas de cada tratamiento se vinificaron en la bodega experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional de Cuyo), en volúmenes de 60 L, a 25°C, sumergiendo el sombrero 2 veces al día, con un tiempo de maceración total de 12 días y con un agregado de SO₂ de 60 mg L⁻¹. La fermentación se promovió con la siembra de levadura seca activa *Saccharomyces cerevisiae*. Los vinos resultantes se estabilizaron por frío, se trasegaron, embotellaron y conservaron entre 18 y 20°C. Después de 4 meses, se sometieron a evaluación física, química y sensorial. Se trabajó con 88 pares uvas-vino (55 Malbec y 33 Syrah).

Tabla 1. Características climáticas de las zonas en estudio.

Table 1. Climatic characteristics of studied zones.

Zona	Latitud (° LS)	Altitud (msnm)	Índice de Winkler (grados día base 10°C, del 01/10 al 30/04)	Temperatura mínima de marzo (°C)
Valles Calchaquíes (Salta y Catamarca)	26,09	1750	2300	10
Chilecito (La Rioja)	29,38	1200	2316	15
Valle de Zonda (San Juan)	31,57	900	2350	15
Zona Este (Mendoza)	34,60	500	2150	12
Zona Norte (Mendoza)	33,14	900	1700	13
Valle de Uco (Mendoza)	33,67	1000	1335	10

Variables medidas

Uvas

En las uvas se evaluó la composición física y química: se muestrearon 200 bayas al azar en cada parcela en el momento de cosecha. Las bayas se separaron en clases mediante una combinación de tamices (8 a 16 mm con intervalos de 2 mm) para calcular el diámetro medio. La clase modal se usó para los análisis, para lo cual se separó en sus componentes (piel, pulpa y semillas). Los sólidos solubles fueron medidos con

refractómetro y el pH con potenciómetro, en la pulpa molida. Las pieles fueron usadas para analizar antocianos y fenoles totales (16): las pieles separadas de 10 bayas se pusieron en maceración con 10 mL de una solución sintética (etanol 12%; SO₂ 10%; pH = 3,5 con CIH) en un baño termostático (3 h; 70°C), el macerado se centrifugó (4000 g, 4 min) y el sobrenadante se diluyó 1:100 con CIH 1% y se midió la absorbancia a 520 nm (antocianos) y a 280 nm (fenoles totales) con espectrofotómetro.

Los taninos condensados se determinaron por el método de Bate-Smith (2): las pieles congeladas en nitrógeno líquido fueron pulverizadas y 30 mg del polvo se maceraron (15 min con agitación) en 1,5 mL de una solución extractante (acetona 80% y metanol 80% 1:1, pH = 3,5), se centrifugó (10000 g, 10 min); el sobrenadante se diluyó 1:6 con butanol y luego 1:10 con una solución de butanol fuertemente acidificada (SO₄Fe 0,9 g/L en solución de butanol y HCl 37% 9:1) y se incubó en baño maría (30 min, 100°C). Las cianidinas formadas por depolimerización se dosaron midiendo absorbancia a 540 nm con espectrofotómetro. Las catequinas (flavan-3-oles monómeros) se analizaron en extractos de metanol 70% de pieles congeladas y pulverizadas. Las condiciones de extracción fueron similares a las de taninos condensados. Los extractos se diluyeron con metanol (1:10) y se dosaron con dimetil amino cinamaldehído (1g/L en solución de metanol y CIH 37% 1:9) a 640 nm mediante espectrofotómetro (21). El índice de polimerización de taninos se calculó como la relación entre el contenido de taninos y la suma del contenido de taninos más el contenido de catequinas (flavan 3-oles totales) (19).

Vinos

El alcohol fue medido por destilación y densimetría (10). La intensidad de color (DO420 + DO520 + DO620), el matiz (DO 420/DO520) y los fenoles totales (DO280) fueron medidos por espectrofotometría (10). Los taninos totales y catequinas fueron analizados siguiendo la misma técnica que para uvas, obviando la etapa de extracción. Los antocianos totales fueron medidos por el método de la decoloración con SO₂ (15). El vino se llevó a un medio fuertemente ácido (pH = 1 mediante CIH) y se agregó SO₃HNa para decolorar los antocianos no polimerizados, luego se midió la absorbancia a DO 520 nm mediante espectrofotómetro, deduciendo de esta medida la de una muestra no sometida a blanqueo. Los vinos fueron calificados sensorialmente analizando los principales descriptores mediante una escala numérica arbitraria (0 a 5). La evaluación sensorial fue realizada por un panel de degustadores expertos.

Tratamiento de los resultados

Las variables de los vinos fueron analizadas en forma bivariante y se realizó el análisis de componentes principales (ACP), para encontrar las estructuras explicativas y generar índices de calidad. Los parámetros de calidad de uvas fueron generados mediante análisis de regresión lineal múltiple con la técnica paso a paso hacia atrás. Se usaron como variables dependientes los índices de calidad de vino generados mediante ACP y como variables independientes las de composición de las uvas. Luego se compararon los índices de calidad medidos en el vino y predichos mediante la uva para estimar la bondad de los predictores. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statgraphics plus for Windows 4.0 (Statistical Graphics Corp. ©).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relaciones uva vino: considerando ambas variedades en conjunto, se observó una alta correlación entre pH de la uva y pH del vino (0,72) y entre concentración azucarina de la uva y alcohol del vino (0,72). Estudiando las variables referidas a la riqueza fenólica o a la pigmentación, la correlación entre uva y vino fue baja o nula (la correlación entre intensidad colorante de vino y antocianos de uva fue de 0,53 y entre antocianos de uva y de vino fue nula; para $p \leq 0,01$) (figura 1).

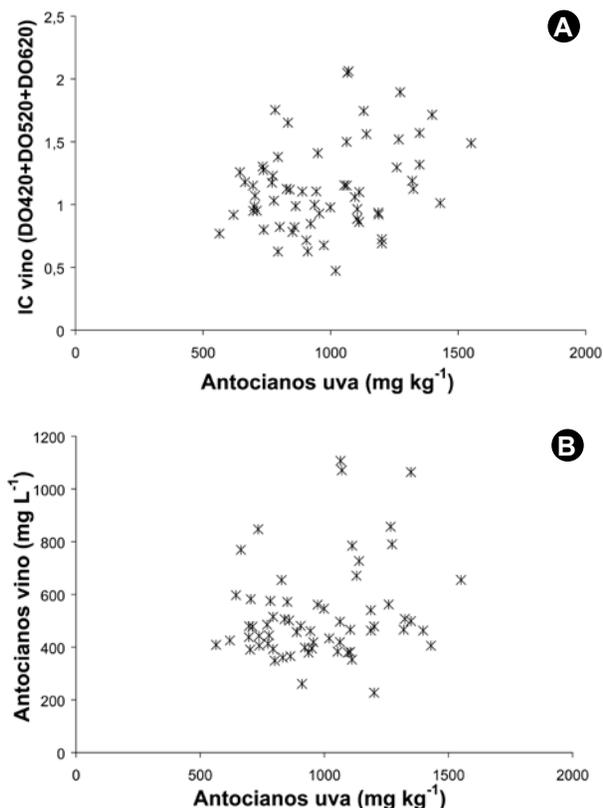


Figura 1. Relación entre antocianos de la uva e intensidad colorante (IC) del vino (A) y entre antocianos de la uva y antocianos del vino (B). Los casos son 63 vinos Malbec y Syrah.

Figure 1. Relationship between grape anthocyanins and wine color density (A). Relationship between grape anthocyanins and wine anthocyanins (B). 63 Malbec and Syrah wines.

Considerando Malbec y Syrah por separado, las correlaciones entre polifenoles o pigmentos de uva y vinos no aumentaron. La falta de correlación entre pigmentos y fenoles totales de uva y vino concuerda con lo observado por varios autores (9, 17), pero no con lo observado por González Neves *et al.* (7) aunque sus evidencias se

basan en un número muy limitado de casos. La correlación entre fenoles totales de uva y vino también resultó nula (para $p \leq 0,01$). En este aspecto debe considerarse que en el estudio sólo se tuvieron en cuenta los polifenoles presentes en los hollejos, ya que no se analizaron las semillas. Esto podría ser la causa de la baja asociación, ya que otros estudios encontraron que los taninos del vino están fuertemente asociados con los de las semillas de las uvas (17).

Relación entre parámetros cualitativos del vino: analizando los atributos de los vinos en forma bivariada y multivariada, mediante ACP, se pudo observar que cuando se relacionaron variables (químicas y sensoriales) asociadas con la concentración de polifenoles (e.g., fenoles totales, catequinas, taninos, intensidad colorante, concentración en boca) con variables asociadas con la oxidación del vino (e.g., matiz, coloración parda, pH), los casos mantenían las mismas distancias relativas) (figuras 2, 3 y 4).

Esto indica que existió una marcada covarianza dentro de cada uno de esos tipos de variables (i.e., variables asociadas a concentración de polifenoles por un lado y con oxidación por otro). Es probable que la asociación entre las variables relativas a la concentración de polifenoles pueda explicarse en términos del nivel de metabolismo secundario de las uvas. Un metabolismo secundario más activo produce una mayor acumulación tanto de antocianos como de catequinas y taninos en células de vid (4). Por otro lado, es razonable que un mayor pH se asociara con vinos más pardos o menos rojos, ya que la oxidación de los polifenoles implica una transformación del anión fenolato a la forma quinona. El anión fenolato se encuentra en concentraciones más abundantes cuando el pH es más elevado, considerando que el pK de la mayoría de los fenoles es cercano a 10 (20).

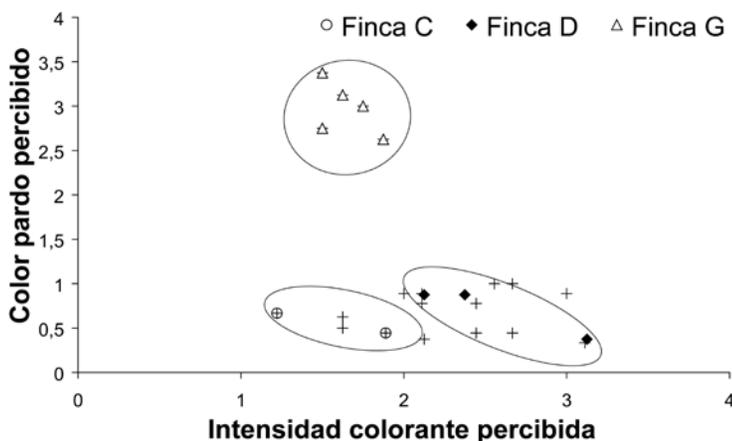


Figura 2. Color pardo e intensidad colorante percibidos por los degustadores en vinos Malbec (C: Tunuyán; D: Luján de Cuyo; G: Maipú; todas en Mendoza, Argentina).

Figure 2. Brown color and color density of Malbec wines perceived by tasters (C: Tunuyán; D: Luján de Cuyo; G: Maipú; all in Mendoza, Argentina).

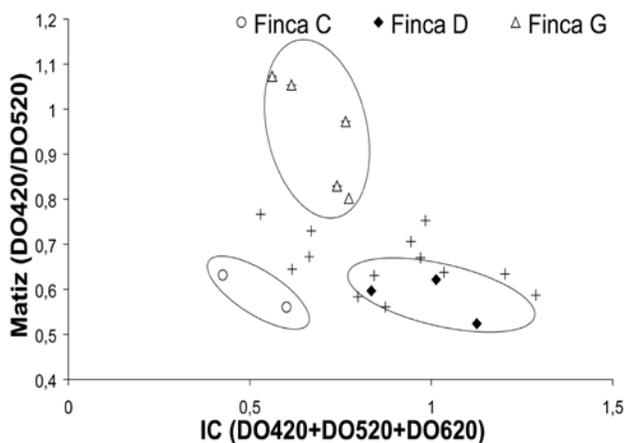


Figura 3. Intensidad colorante (IC) y matiz en vinos Malbec (C: Tunuyán; D: Luján de Cuyo; G: Maipú; todas en Mendoza, Argentina).

Figure 3. Color density and hue of Malbec wines (C: Tunuyán; D: Luján de Cuyo; G: Maipú; all in Mendoza, Argentina).

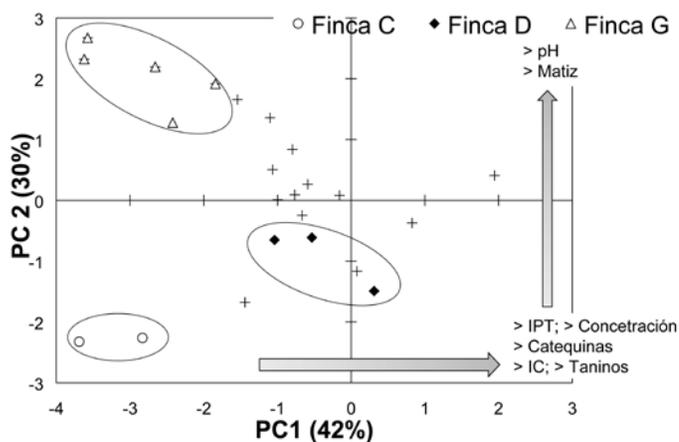


Figura 4. Análisis de componentes principales de vinos Malbec (IPT: índice de fenoles totales; IC: intensidad colorante. (Las flechas indican los gradientes correspondientes a cada componente; C: Tunuyán; D: Luján de Cuyo; G: Maipú; todas en Mendoza, Argentina.)

Figure 4. Principal components analysis of Malbec wines (IPT: total phenolics index; IC: color density. (The arrows indicate the gradients for each component; C: Tunuyán; D: Luján de Cuyo; G: Maipú; all in Mendoza, Argentina.)

En el ACP (figura 5) las variables relacionadas a concentración y polifenoles (*i.e.*, fenoles totales, taninos, catequinas, intensidad colorante y concentración en boca) formaron el componente principal 1 y las de oxidación (*i.e.*, pardo y pH) el 2. La sensación de concentración probablemente fue provocada por los taninos mientras que la intensidad colorante puede haberse debido a pigmentos antocianicos y tanino-antocianicos (18). Los componentes principales 1 y 2, indicadores de concentración fenólica y oxidación, respectivamente, expresaron un porcentaje alto de la variabilidad de los vinos (*i.e.*, 80% de la variabilidad total, analizando Malbec y Syrah juntos) (figura 3, pág. 146) y tuvieron la capacidad de resumir en dos criterios la mayor parte de la complejidad cualitativa del vino. El resto de la variabilidad se explicó sobre todo por el contenido alcohólico, el cual no se asoció con las otras variables.

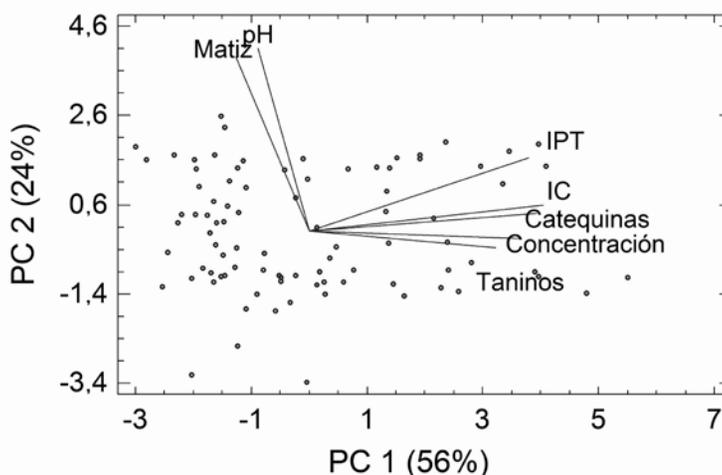


Figura 5. Análisis de componentes principales de variables químicas y sensoriales de 88 vinos Malbec y Syrah. (IPT: índice de fenoles totales; IC: intensidad colorante).

Figure 5. Principal components analysis of chemical and sensorial variables of 88 Malbec and Syrah wines (IPT: total phenolics index; IC: color density).

Índices de calidad de vinos: teniendo en cuenta la posibilidad de asociar por ACP los parámetros cualitativos del vino en dos familias no asociadas entre sí * y que explican la mayor parte de la variabilidad de los vinos, fue posible usar este análisis para generar dos índices de calidad de vino. Estos índices o variables de cálculo quedaron definidos por las ecuaciones formadoras de los componentes principales 1 y 2 a las que se sumaron 100 unidades para que los valores fueran siempre positivos (ecuaciones I y II, pág. 148). Al parámetro relacionado con concentración fenólica se lo denominó Riqueza Fenólica (RF) y al relacionado con matiz y pH se lo llamó Peligro Oxidativo (PO).

* En el ACP todos los componentes son ortogonales entre sí, esto significa que la correlación entre cualquier par de ellos es 0.

Dichas variables de cálculo quedaron definidas por el pH, los fenoles totales, los taninos, las catequinas, la intensidad colorante, el matiz percibido y la concentración percibida de los vinos. Los vinos se consideraron de mayor calidad cuanto más alta fue su RF y cuanto más bajo fue su PO.

$$RF_{\text{vino}} = 100 - 0,10 \cdot \text{pH} + 0,45 \cdot \text{IPT} + 0,43 \cdot [\text{T}] + 0,46 \cdot [\text{C}] + 0,47 \cdot \text{IC} - 0,16 \cdot \text{Matiz deg} + 0,39 \cdot \text{Conc deg} \quad (\text{I})$$

$$PO_{\text{vino}} = 100 + 0,67 \cdot \text{pH} + 0,27 \cdot \text{IPT} + 0,02 \cdot [\text{T}] + 0,13 \cdot [\text{C}] + 0,11 \cdot \text{IC} + 0,65 \cdot \text{Matiz deg} - 0,16 \cdot \text{Conc deg} \quad (\text{II})$$

donde:

RF: riqueza fenólica

PO: peligro oxidativo

pH: pH del vino

IPT: índice de fenoles totales del vino

[T]: taninos totales del vino (mg L^{-1})

[C]: catequinas del vino (mg L^{-1})

IC: intensidad colorante del vino (DO420+DO520+DO620)

Matiz deg: color pardo apreciado por los degustadores

Conc deg: sensación de concentración o "cuerpo" apreciada por los degustadores

Relación entre RF y PO de vinos y factores agronómicos: las variedades Malbec y Syrah no resultaron diferentes en RF, pero sí en PO: Syrah fue más propenso a oxidarse (figura 6). Se observaron diferencias en RF y PO atribuibles a la zona de producción (figura 7, pág. 149). Las zonas más frías, como Valle de Uco (Mendoza), Valles Calchaquíes (Salta y Catamarca) y Valle de Zonda (San Juan), mostraron una mayor RF que las zonas más cálidas como Este y Norte de Mendoza y La Rioja. Las zonas Norte y Valle de Uco de Mendoza y los Valles Calchaquíes mostraron un menor PO que La Rioja y el Valle de Zonda. Por otro lado, no se encontraron diferencias entre RF y producción de uva, pero sí entre PO y producción de uva (figura 8, pág. 149). Se observó una tendencia a aumentar el PO a medida que aumentaba la producción de uva (el nivel productivo de 121 a 200 q ha^{-1} tuvo un mayor PO que el nivel de 40 a 80 q ha^{-1}).

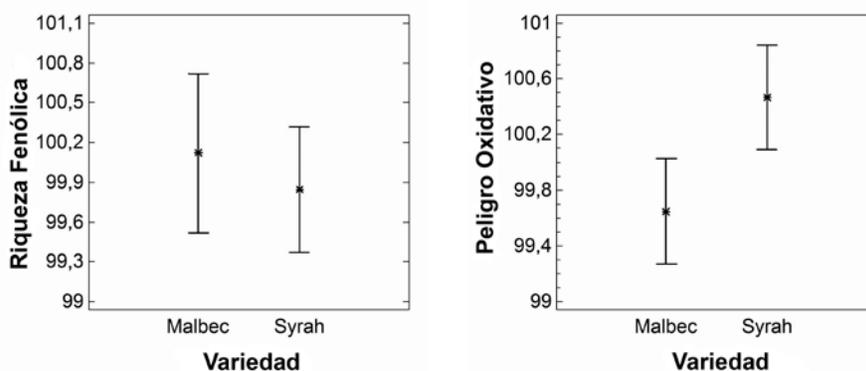


Figura 6. Riqueza Fenólica (RF) y Peligro oxidativo (PO) en vinos. (Las barras indican el intervalo de confianza de la media del 95%).

Figure 6. Phenolic richness (RF) and oxidative threat (PO) in wines. (Bars indicate the confidence interval 95%).

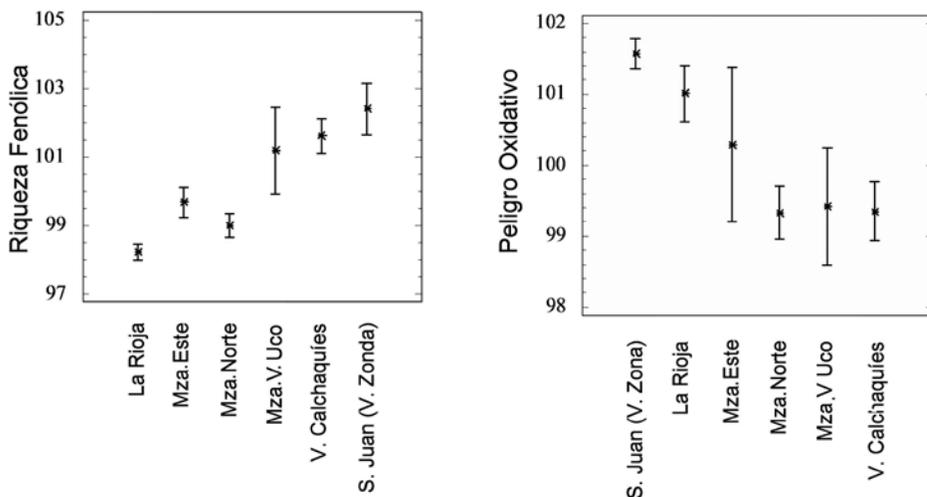


Figura 7. Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO) en vinos, discriminados por zonas de cultivo. (El espacio entre barras indica el intervalo de confianza del 95% de la media).

Figure 7. Phenolic richness (RF) and oxidative threat (PO) in wines of different zones. (Bars indicate the confidence interval 95%).

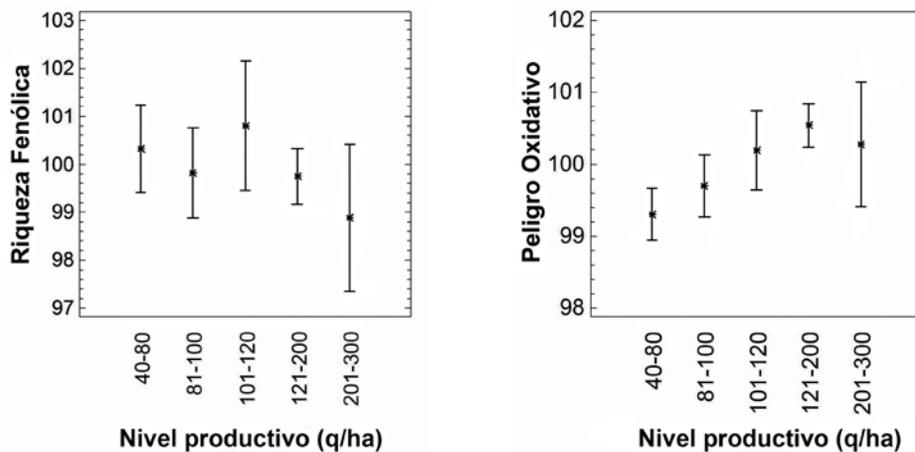


Figura 8. Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO) en vinos, discriminados por nivel productivo de uvas. (El espacio entre barras indica el intervalo de confianza de la media del 95%).

Figure 8. Phenolic richness (RF) and oxidative threat (PO) in wines of different crop levels. (Bars indicate the confidence interval 95%).

Predicción de RF y PO a partir de composición de la uva: mediante regresión lineal multivariante y siguiendo la técnica de selección de variables paso a paso hacia atrás pudieron encontrarse 4 modelos de regresión (2 para Malbec y 2 para Syrah) que predecían RF y PO a partir de la composición de la uva. Los predictores se formaron con los contenidos de antocianos, taninos, catequinas, fenoles totales, índice de polimerización de taninos, peso de semillas a peso de uva y pH según el caso. Los predictores de Malbec tuvieron una mayor bondad de ajuste ($R^2=83$ y 84%) que los de Syrah ($R^2=62$ y 67%).

$$RF_{\text{Malbec}} = + 93,80 + 0,015*[A]\text{mg/kg uva} - 8,99* [A]\text{mg/baya} + 0,13*\text{IPT uva} - 0,003* [T]\text{mg/kg uva} + 1,61* [T]\text{mg/baya} \quad (R^2 = 83\%; \text{ III})$$

$$PO_{\text{Malbec}} = 164,65 + 0,21*\text{Brix uva} - 2,35*\text{Peso baya} + 0,07*\text{Peso sem/peso uva} - 0,005* [\text{Cat}]\text{mg/kg uva} - 6,16*[\text{Cat}]\text{mg/baya} + 0,88* [T]\text{mg/baya} - 75,08*\text{IPolim} \quad (R^2 = 84\%; \text{ IV})$$

$$RF_{\text{Syrah}} = 31,09 + 2,45*\text{pH uva} + 0,08*\text{Peso semilla/peso uva} + 0,07*\text{IPT uva} + 57,74*\text{IPolim} \quad (R^2 = 62\%; \text{ V})$$

$$PO_{\text{Syrah}} = 87,58 + 2,91*\text{pH uva} - 1,156*[A]\text{mg/baya} + 0,008*[\text{Cat}]\text{mg/kg uva} \quad (R^2 = 67\%; \text{ VI})$$

donde:

- [A]: antocianos de hollejos
- IPT: fenoles totales de hollejos
- [T]: taninos totales de hollejos
- [Cat]: catequinasde hollejos
- IPolim: índice de polimerización de taninos

Los altos índices de determinación no implican que la metodología propuesta tenga un poder predictivo equiparable cuando se trate de calificar nuevas uvas. Esto es debido a que el planteo metodológico multivariante es de índole inductiva. Dada esta limitación sería necesario realizar una validación cruzada de los predictores sobre un conjunto de datos incógnita. Otro aspecto que sería necesario con el fin de aumentar la confiabilidad de los predictores sería incluir el análisis de la composición de las semillas (ver resultados, pág. 144).

Estándares de calidad de uva: como propuesta, los predictores se transformaron en variables discretas, lo que permitió formar estándares de calidad. Para ello se dividió la distribución de valores de los predictores de RF y PO en cuartiles. Luego se asignó la calidad baja a las calificaciones menores que el primer cuartil (B y 3 para RF y PO, respectivamente), la calificación alta a los valores entre el primer y el tercer cuartil (A y 2 para RF y PO, respectivamente); y la calificación muy alta a los valores mayores al tercer cuartil (AA y 1 para RF y PO respectivamente), según se muestra en la figura 9 (pág. 151). Así, la determinación de calidad de una uva dada sería posible mediante la asignación de un doble estándar, con un parámetro de RF y otro de PO. Para el primer criterio, podría reservarse además una calificación C, para uvas que presentaran cualquier defecto descalificadorio, e.g., ataque de podredumbre de los racimos. En esta propuesta, las uvas de mayor precio corresponderían al estándar AA1 y las de menor precio a B3.

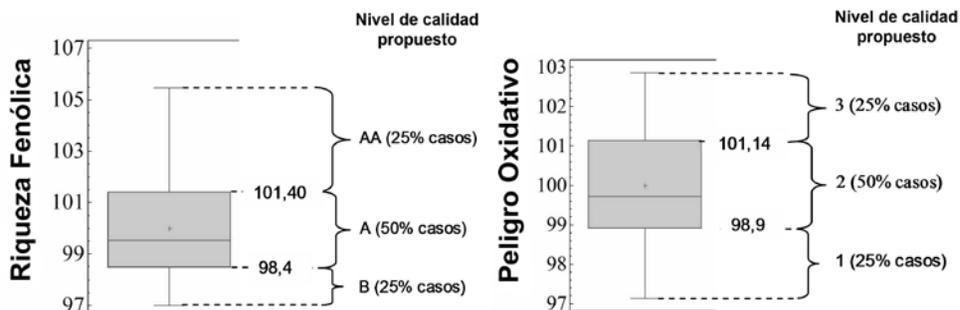


Figura 9. Transformación de las variables Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO) predichas, para formar parámetros de calidad de uva ("Calidad superior AA y 1"; "Calidad inferior B y 3").

Figure 9. Transformation of variables predicted phenolic richness (RF) and predicted oxidative threat (PO) to make grape quality standards ("Superior quality AA and 1"; "Low quality B and 3").

CONCLUSIONES

Los parámetros de la uva pueden servir para predecir la calidad del vino a elaborar, mediante el cálculo de dos índices (RF y PO), los cuales pueden traducirse en estándares de calidad. Dichos estándares tienen validez estadística con un grado de confianza mayor para Malbec que para Syrah.

Las uvas Malbec y Syrah provenientes de zonas más frías presentan mayor RF y menor PO que los de zonas más cálidas.

El nivel productivo de Malbec y Syrah no está asociado con la RF pero sí con el PO. Los viñedos menos productivos inducen menor PO.

La metodología propuesta para establecer estándares de calidad de uva basados en predictores de índices de calidad de vino se puede usar para otras variedades tintas, pero debe ajustarse para cada una, ya que existen diferencias varietales (e.g., Malbec tiene un PO menor que Syrah).

Los estándares propuestos permiten asociar un precio a cada calidad para aumentar la transparencia de las transacciones de uva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aparicio, R.; Roda, L.; Albi, M. A.; Gutierrez, F. 1999. Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (10), 4150-4155.
2. Bate-Smith, E. C. 1954. Leucoanthocyanins. I. Detection and identification of anthocyanin formed from leucoanthocyanins in plant tissues. *Biochemical Journal*, 58, 122-125.

3. Cao, Y.; Williams, D. D.; Williams, N. E. 1999. Data transformation and standardization in the multivariate analysis of river water quality. *Ecological Applications*, 9(2): 669-677.
4. Decendit, A.; Méronil, J. M. 1996. Condensed tannin and anthocyanin production in *Vitis vinifera* cell suspension cultures. *Plant Cell Reports*, 15, 762-765.
5. Fischera, U.; Rothl, D. B.; Christmann, M. 1999. The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Riesling wines. *Food Quality and Preference*, 10(4-5): 281-288.
6. Gao, L.; Girard, B.; Mazza, G.; Reynolds, A. G. 1997. Changes in anthocyanins and color characteristics of Pinot Noir wines during different vinification processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(6): 2003-2008.
7. González-Neves, G.; Franco, J.; Ferrer, F.; Moutounet, M.; Carbonneau, A. 2007. Predicción de la composición fenólica y el color de los vinos tintos de acuerdo con el potencial polifenólico de la uva. XXX Congreso Mundial de la Viña y el Vino, 11 al 16 de junio de 2007, Budapest. Actas (en CD) del XXX Congreso Mundial de la Viña y el Vino. 2007.
8. Grez, M. 2004. Madurez de cosecha en *Vitis vinifera* L., análisis de la evolución de la madurez fenólica de bayas entre las temporadas 2000 y 2003 en una localidad del valle de Colchagua y correlación con el vino respectivo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, 1-29.
9. Harbertson, J. F.; Kennedy, J. A.; Adams, D. O. 2002. Tannin in skin and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah and Pinot Noir berries during ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(1): 54-59.
10. Iland, P.; Ewart, A.; Sitters, J. 1993. Techniques for chemical analysis and stability tests of grape juice and wine. Kitchener Press Pty. Ltd., Adelaide, Australia, 16-42.
11. Instituto Nacional de Vitivinicultura. 2009. Estadísticas vitivinícolas argentinas on line. Instituto Nacional de Vitivinicultura. Argentina. <http://www.inv.gov.ar> Consulta mayo 2009.
12. Kennedy, J. A. 2008. Grape and wine phenolics: observations and recent findings. Literature review. *Ciencia e Investigación Agraria*, 35(2): 77-90.
13. Pardo, F.; Garijo, J.; Alonso, G.; Salinas, M. 1999. Valoración del potencial polifenólico en uvas Monastrell. Predicción del contenido polifenólico de los vinos obtenidos. *Viticultura y Enología Profesional*, 61: 57-66.
14. Plan Estratégico Vitivinícola (PEVI) 2020. <http://www.vitiviniculturaargentina2020.com.ar> Consulta mayo 2009.
15. Ribéreau-Gayon, J.; Stonestreet, E. 1965. Le dosage des anthocyanes dans les vins rouges. *Bulletin de la Société Chimique de France*, 9, 2649-2652.
16. Riou, V.; Asselin, C. 1996. Potentiel polyphénolique disponible du raisin, estimation rapide par extraction partielle a chaude. *Progrès Agricole et Viticole*, 113(18): 382-384.
17. Romero-Cascales, I.; Ortega-Regules, A.; López-Roca, J.; Fernández-Fernández, J.; Gómez-Plaza, E. 2005. Differences in anthocyanin extractability from grapes to wines according to variety. *American Journal of Enology and Viticulture*. 56(3): 212-219.
18. Vila, H.; Catania, C.; Ojeda, H. 2005. Influencia del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec de Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo*. 37(1): 97-111.
19. Vivas, N.; Glories, Y.; Lagune, L.; Saucier, C.; Agustín, M. 1994. Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-diméthylaminocinnaldéhyde. *Journal des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28: 319-336.
20. Waterhouse, A. L.; Laurie, V. F. 2006. Oxidation of wine phenolics: A critical evaluation and hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57(3): 306-313.
21. Zironi, R.; Buiatti, S.; Celotti, E. 1992. Evaluation of a new colorimetric method for the determination of catechins in musts and wines. *Wein-Wissenschaft, Wiesbaden*, 47(1): 1-7.

Agradecimientos

A los productores, técnicos y coordinadores de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) por su inestimable colaboración en la realización de los ensayos a campo.

A la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR) que financió la investigación.