

## Artículo

**Perfil químico y sensorial de vinos Torrontés riojano provenientes de distintas zonas geográficas de Argentina***Chemical and sensory profile of Torrontés riojano wines from different geographical zones of Argentina*

Fanzone, M.<sup>1,2</sup>; Griguol, R.<sup>3</sup>; Mastropietro, M.<sup>1</sup>; Sari, S.<sup>2</sup>; Pérez, D.<sup>2</sup>; Catania, A.<sup>2</sup>; Jofré, V.<sup>1,2</sup>; Assof, M.<sup>1,2</sup>; Mussato, E.<sup>1</sup>; Salafia, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juan Agustín Maza. Mendoza. Argentina.

<sup>2</sup>Estación Experimental Mendoza. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Chilecito. La Rioja. Argentina.

Contacto: mfanzone@umaza.edu.ar

Palabras claves: Torrontés riojano, vinos, origen geográfico, compuestos odorantes, análisis sensorial

Keywords: *Torrontés riojano, wines, geographical origin, aroma compounds, sensory analysis*

**Resumen**

Torrontés Riojano es una variedad de uva blanca autóctona de Argentina, con más de 9000 ha cultivadas. Los vinos de esta variedad poseen un gran consumo interno y representan productos diferenciales y competitivos en el mercado vitivinícola mundial. Sin embargo, existe muy poca información documentada sobre el comportamiento de esta variedad según la región de cultivo, y de su incidencia sobre la composición química y características organolépticas de sus vinos. Durante la temporada 2017, se seleccionaron 7 vinos monovarietales comerciales Torrontés Riojano provenientes de distintas zonas de Argentina: Cafayate (Salta), Colalao del Valle (Tucumán); Aminga y Chilecito (La Rioja); Pocito y Angaco (San Juan); Lavelle, Maipú y Luján de Cuyo (Mendoza). Se determinaron parámetros analíticos de rutina y compuestos odorantes volátiles. Complementariamente, se realizó un análisis sensorial descriptivo (QDA) mediante un panel entrenado. En general, se observó una baja dispersión de los parámetros generales analizados, a excepción del contenido de alcohol que mostró diferencias significativas entre las distintas zonas evaluadas, encontrándose los niveles más bajos en los vinos de La Rioja, Lavelle y Maipú. Se identificaron 54 compuestos odorantes volátiles, incluyendo terpenoides, ácidos grasos de cadena media y sus ésteres, y alcoholes superiores y acetatos, con diferencias significativas entre las

zonas estudiadas. Estos resultados se confirmaron a nivel sensorial. Los vinos de Cafayate, Luján de Cuyo y La Rioja se caracterizaron por un carácter floral y cítrico, con una marcada acidez. Por su parte, los vinos de San Juan y Colalao del Valle fueron descritos con mayor amargor, volumen en boca, y aromas a miel y fruta fresca. Por último, los vinos de Maipú y Lavelle mostraron notas abundantes a fruta cocida.

**Abstract**

Torrontés Riojano is a white grape variety autochthonous from Argentina, with more than 9000 ha cultivated. Their wines have an important internal consumption and represent differential and competitive products in the world wine market. However, there is little documented information on the behavior of this variety according to the region of cultivation, and its impact on the chemical composition and organoleptic characteristics of their wines. During 2017 season, 7 Torrontés Riojano monovarietal commercial wines were selected from different zones of Argentina: Cafayate (Salta), Colalao del Valle (Tucumán); Aminga and Chilecito (La Rioja); Pocito and Angaco (San Juan); Lavelle, Maipú and Luján de Cuyo (Mendoza). Routine analytical parameters and volatile odorant compounds were determined. In addition, a trained panel conducted a quantitative descriptive sensory analysis (QDA). In general, a low dispersion of

general parameters analyzed was observed, except for alcohol content that showed significant differences between the zones evaluated, with the lower levels found in wines from La Rioja, Lavalle and Maipú. Identification of 54 volatile odorant compounds, including terpenoids, medium chain fatty acids and ethyl esters, high alcohols and acetates, with significant differences between zones was performed. These results were confirmed at the sensory level. A floral and citrus character, and a marked acidity characterized wines of Cafayate, Luján de Cuyo and La Rioja (Chilecito, Aminga). For its part, the wines of San Juan (Pocito, Angaco) and Colalao del Valle were described with greater bitterness, mouthfeel, honey and fresh fruit aromas. Finally, the wines of Maipú and Lavalle showed abundant notes of cooked fruit.

### Introducción

El conocimiento de la composición química de la uva y el vino, y particularmente de la composición odorante, constituye una herramienta clave en el monitoreo y mejoramiento de la calidad de las variedades blancas, debido a su impacto directo sobre las características organolépticas. Los compuestos odorantes presentes en el vino se pueden clasificar en aromas varietales o primarios (terpenoides, norisoprenoides y pirazinas, provenientes del metabolismo de la vid), aromas fermentativos (alcoholes, ésteres, cetonas, etc., generados por el metabolismo de levaduras y bacterias durante la vinificación), y aromas post-fermentativos originados por cambios físico-químicos de los compuestos anteriormente mencionados durante el período de añejamiento (Jofré, 2011).

Las condiciones ambientales que caracterizan una determinada zona geográfica (clima, suelo, radiación y temperatura, entre otras) impactan considerablemente en la composición volátil de las uvas, afectando la síntesis y acumulación de estos metabolitos secundarios y su expresión sensorial en los vinos (Robinson *et al.*, 2014).

Numerosos estudios previos realizados en distintas zonas vitícolas del mundo han demostrado la influencia directa de la ubicación geográfica del viñedo sobre la composición odorante y los caracteres sensoriales de vinos blancos de distintas variedades, tales como Chardonnay de Canadá (Schlosser *et al.*, 2005), Sauvignon blanc de Nueva Zelanda (Lund *et al.*, 2009), Sauvignon blanc, Riesling, Chardonnay, Pinot gris, Pinot blanc, Gewürztraminer y Tempranillo blanco de España (Vilanova *et al.*, 2013; Martínez *et al.*, 2018), entre otros. Sin embargo, la bibliografía existente sobre variedades blancas en Argentina es muy escasa (Romano, 2013), sobre todo para la variedad emblemática blanca: el Torrontés riojano (Pérez *et al.*, 2018).

En el marco de la vitivinicultura argentina, la variedad Torrontés riojano (*Vitis vinifera* L.) ocupa el segundo lugar en superficie cultivada entre las variedades blancas después de Pedro Giménez, con 8000 ha, distribuidas principalmente en Mendoza (45%), La Rioja (27%), Salta (12%) y San Juan (11%) (INV, 2018). Según estudios de Agüero *et al.* (2003) y Lacoste *et al.* (2010), es una variedad autóctona de este país que se originó como resultado de un cruzamiento natural entre Moscatel de Alejandría y Listan Prieto. Constituye el vino blanco de mayor consumo interno en los últimos años. Su importancia económica también se ve reflejada en las exportaciones, siendo la segunda variedad blanca más exportada después del Chardonnay (INV, 2018). Desde el punto de vista agronómico, se caracteriza por su gran capacidad productiva y elevado vigor. Con respecto a su comportamiento en vinificación, algunos enólogos locales recomiendan su producción como vinos jóvenes de rápido consumo, al atribuirles un bajo potencial de envejecimiento en botella. En general se caracterizan por presentar un color amarillo-dorado, elevada intensidad aromática, y un leve retrogusto amargo en boca. La particularidad más destacable es su potencial aromático, dominado por el elevado contenido de compuestos terpénicos, tales como linalol, geraniol, nerol,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -citronelol, hotrienol y limoneno (Romano *et al.*, 2011), responsables de aromas a miel, rosas y azahar, vinculados a las uvas moscateles (Bayonove *et al.*, 2003).

En base a todo lo mencionado, el objetivo de este estudio fue caracterizar la composición química volátil y los caracteres sensoriales de vinos comerciales Torrontés Riojano provenientes de diferentes zonas geográficas de Argentina.

### Materiales y métodos

#### Diseño experimental

El estudio se realizó a partir de vinos comerciales Torrontés Riojano, provenientes de viñedos representativos de la variedad ubicados en distintas zonas vitícolas de Argentina, durante la temporada 2017. Con el objetivo de asegurar la pureza de las muestras, los mismos fueron obtenidos directamente de bodegas representativas de cada región, dedicadas principalmente a la producción de este varietal. En cada caso, se consideraron los criterios agronómicos/enológicos utilizados por las empresas colaboradoras, de acuerdo a la zona y al estilo de producción (gama comercial). Se seleccionaron y evaluaron 21 muestras (Tabla 1), correspondientes a vinos monovarietales terminados, estabilizados, sin crianza en madera y envasados en botellas de vidrio de 750 mL en condiciones controladas.

Tabla 1. Vinos Torrontés riojano evaluados en el estudio (2017).

Provincia	Localidad	Código	n
Salta	Cafayate	A	3
Tucumán	Colalao del Valle	B	3
La Rioja	Aminga, Chilecito	C	3
San Juan	Pocito, Angaco	D	3
Mendoza	Lavalle	E	3
Mendoza	Maipú	F	3
Mendoza	Luján de Cuyo	G	3

### Determinación de parámetros analíticos de rutina en los vinos

Los parámetros estándar (alcohol, glicerol, pH, acidez total y acidez volátil) en los vinos Torrontés riojano se cuantificaron utilizando una celda de reflexión ATR de diamante de platino montada en un instrumento Bruker Alpha (Bruker Optics GmbH, Ettlingen, Alemania). Los espectros MIR de las muestras se registraron en el software OPUS (Bruker Optics). Todos los análisis fueron realizados por triplicado.

### Determinación de compuestos odorantes volátiles

La extracción de compuestos odorantes volátiles de las muestras de vino fue obtenida mediante la aplicación de microextracción en fase sólida en espacio de cabeza (HS-SPME, 50/30 µm DVB-CAR-PDMS StableFlex; Supelco, Bellefonte, PA, Estados Unidos), seguida por la identificación de compuestos mediante cromatografía gaseosa y espectrometría de masas (Shimadzu GCMS-QP2010 Ultra; Kyoto, Japón) y su posterior cuantificación por el método del estándar interno (anisol, 50 µg/L; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, Estados Unidos), siguiendo la metodología descrita por Jofré (2011). La identificación de compuestos volátiles se realizó mediante la comparación de tiempos de retención con estándares de referencia auténticos (Sigma-Aldrich), y con la comparación de espectros de masas utilizando la base de datos NIST08 (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, Estados Unidos), considerando un valor mínimo de similitud del 85%. Los datos cuantitativos de los compuestos identificados se obtuvieron dividiendo el área del pico del ion objetivo de cada compuesto por el área del pico del ion objetivo del estándar interno. Todos los análisis fueron realizados por triplicado en el Instituto de Tecnología de Alimentos (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Morón, Argentina).

### Análisis sensorial

La estrategia de análisis sensorial para los vinos en estudio consistió en determinar, en primer lugar semejanzas y diferencias entre los vinos comerciales

de cada zona vitícola evaluada a través de la técnica Sorting Task (datos no mostrados; Chollet *et al.*, 2011). Posteriormente, se aplicó un análisis cuantitativo descriptivo (QDA) con 10 jueces entrenados (Lawless y Heymann, 2010). El entrenamiento para la identificación de atributos olfativos y gustativos fue realizado durante dos sesiones (45 min c/u). Los mismos fueron consensuados por los panelistas, empleándose estándares de referencia preparados como se indica en la Tabla 2 (Noble *et al.*, 1987; Hopfer *et al.*, 2012). Los parámetros olfativos en los vinos (intensidad aromática, fruta fresca, fruta madura, cítrico, floral y miel) y gustativos (acidez, amargor y volumen en boca) fueron analizados mediante una escala no estructurada (por duplicado en 6 sesiones sucesivas), empleando el software Soldesa (Rodríguez *et al.*, 2014). Se evaluaron 7 vinos por sesión en un diseño en bloques incompletos aleatorizado. En todos los casos, las evaluaciones fueron realizadas en el Laboratorio de Análisis Sensorial (Facultad de Enología y Agroindustrias, Universidad Juan Agustín Maza), con copas técnicas (ISO 3591) y bajo condiciones ambientales estandarizadas.

Tabla 2. Estándares de referencia para análisis sensorial descriptivo de vinos Torrontés riojano.

Atributos olfativos	Estándar de referencia*
Fruta fresca	- Trozos (15 g) de durazno, manzana, pera, ananá y banana frescos - Cubo (30 g) de melón fresco
Fruta madura	- 10 g de mermelada de durazno y damasco - Trozo (20 g) de ananá enlatado - Trozo (20 g) durazno deshidratado
Cítrico	- Trozos (1-2 g) de cáscara de limón, naranja y pomelo
Floral	- 10 mg/L de linalol + 10 mg/L de 2-feniletanol (Sigma, MO, USA)
Miel	- 10 g de miel + 0,25 mL de extracto de vainilla
Atributos gustativos	Estándar de referencia*
Acidez	- 1 g/L de ácido tartárico + 1 g/L de ácido cítrico
Amargo	- 0,5 g/L de cafeína (Biopack, Buenos Aires, Argentina)
Volumen en boca	- 1 g/L de carboximetilcelulosa (Sigma, MO, Estados Unidos)

\* Preparación de cada patrón en 50 mL de vino blanco base genérico.

### Tratamiento de datos y análisis estadístico

Los resultados de los parámetros químicos fueron evaluados mediante análisis de varianza unifactorial (ANOVA) y comparación de medias por el test de Tukey HSD ( $\alpha=0,05$ ), empleando el software Statgraphics Centurion XVI (StatPoint, Inc.; www.statgraphics.com). Paralelamente, se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) para obtener una visualización en una dimensión reducida de los datos y determinar la contribución de las variables analizadas a las diferencias observadas.

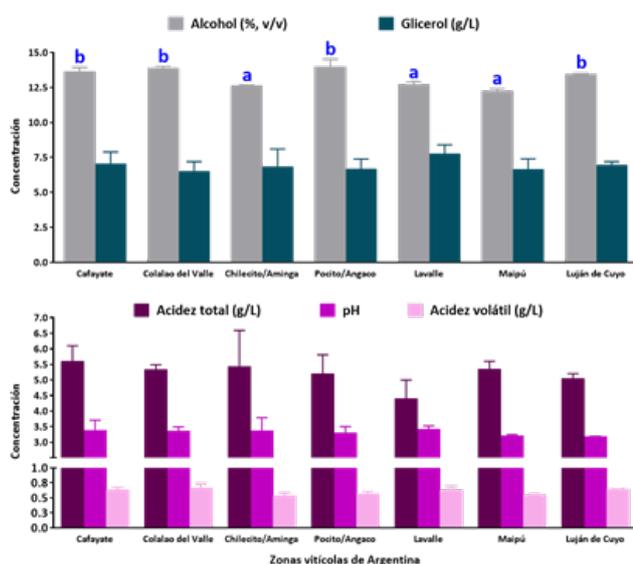
Para los datos sensoriales se utilizó un análisis de la varianza trifactorial con panelista, vino y sesión como efecto fijo (Lê y Worch, 2015). Se realizó un análisis de componentes principales utilizando la matriz de

correlación sin rotación. Las elipses, que indican 95% de confianza, estuvieron basadas en la distribución multivariada del *test de hotelling* (Lê *et al.*, 2006) para  $p < 0,05$ , y fueron construidos utilizando la función *panellipse* del paquete *SensMineR* del software R (Husson *et al.*, 2005).

## Resultados y discusión

### Parámetros químicos generales

En general, se observó una baja dispersión en los parámetros generales de los vinos (glicerol, acidez total, pH y acidez volátil), sin diferencias significativas según la zona de estudio (Figura 1). Los niveles de acidez total, acidez volátil y pH en todas las muestras analizadas estuvieron comprendidos entre 3,8-6,2 g/L; 0,48-0,75 g/L; y 3,01-3,85, respectivamente, revelando una adecuada estabilidad microbiológica y expresión sensorial inalterada de las mismas. Por su parte, el contenido de alcohol mostró diferencias significativas entre las zonas evaluadas ( $p < 0,05$ ), indicando una posible influencia de las condiciones climáticas sobre la maduración de las bayas (Catania *et al.*, 2012), como así también distintos estilos comerciales de los vinos problema.



**Figura 1.** Parámetros analíticos generales de vinos Torrontés riojano de distintas zonas vitícolas de Argentina (2017). Letras distintas indican diferencias significativas entre las zonas evaluadas, y la ausencia de las mismas indica que no existieron diferencias significativas, para los parámetros analizados (Tukey HSD test,  $p < 0,05$ ).

### Perfil de compuestos odorantes volátiles

Se identificaron 54 compuestos volátiles en los vinos, incluyendo terpenos, ácidos grasos de cadena media (AGCM), alcoholes superiores (AS), ésteres etílicos de AGCM, y acetatos de alcoholes superiores, con niveles diferenciales entre las zonas estudiadas (Figura 2). La Tabla 3 muestra la abundancia relativa de cada fami-

lia o grupo de compuestos identificados en las muestras. En la mayor parte de las muestras analizadas, los ésteres etílicos de AGCM fueron los compuestos más abundantes (34-56%), seguidos por los terpenos (17-31%); a excepción de los vinos de Cafayate donde predominaron los compuestos terpénicos (37%). Para las zonas A, B, D, F y G, el orden de proporción de las familias restantes fue: AGCM (15-22%), acetatos de AS (8-12%), y alcoholes superiores (5-10%). Los vinos de La Rioja (C) mostraron niveles superiores de AS (6%) en relación a sus acetatos; en tanto, los vinos de Lavalle (E) se caracterizaron por presentar el mayor impacto de estos compuestos (AS, 22%). Estos resultados muestran un patrón similar al observado en vinos Torrontés riojano provenientes de viñedos de Luján de Cuyo, Mendoza (Pérez *et al.*, 2018).



**Figura 2.** Compuestos odorantes volátiles de vinos Torrontés riojano de distintas zonas vitícolas de Argentina (2017). Letras distintas para cada familia química indican diferencias significativas entre las zonas evaluadas (Tukey HSD test,  $p < 0,05$ ).

El contenido total de aromas (Figura 2), así como el de gran parte de los grupos químicos analizados fue superior en los vinos de Cafayate, Colalao del Valle y Luján de Cuyo, mientras que los vinos de San Juan y Lavalle mostraron los registros más bajos. Esta tendencia podría deberse, en parte, a las condiciones climáticas diferenciales entre ambos grupos, revelando una mayor expresión aromática (floral y frutal) en zonas más frías (Belancic *et al.*, 1997; Bayonove *et al.*, 2003). Según la metodología descrita a través del Sistema de Clasificación Climática Geovitícola propuesta por Tonietto y Carbonneau, 2004), las regiones de los Valles Calchaquíes y Luján de Cuyo se clasifican como IH (Índice Helio-térmico) +2 e IF (Índice de Frío Nocturno) +1, caracterizadas por un clima caluroso y de noches frías, y una gran amplitud térmica (media anual 18°C). En tanto, las zonas de San Juan y Lavalle se clasifican como IH+2+3 e IF-1, con un clima caluroso a muy caluroso y de noches templadas (Catania *et al.*, 2012). Por su parte, las prácticas vitícolas y enológicas empleadas por las empresas colaboradoras para definir el estilo comercial de los vinos estudiados (datos no mostrados), también podrían afectar la composición aromática de los mismos.

**Tabla 3.** Abundancia relativa (%) de familias de compuestos odorantes en vinos Torrontés riojano (2017).

Localidad	Código	Familia química				
		Terpenos	AGCM	AS	Acetatos de AS	Ésteres etílicos de AGCM
Cafavate	A	37.1	18.0	5.5	10.6	28.8
Colalao del Valle	B	26.6	21.7	5.0	8.0	38.7
Chilecito, Aminga	C	16.9	16.4	5.8	5.1	55.8
Pocito, Angaco	D	22.5	15.8	7.1	11.1	43.5
Lavalle	E	31.2	8.0	21.6	4.0	35.3
Maipú	F	29.0	18.4	9.0	9.2	34.4
Luján de Cuyo	G	29.2	15.0	9.8	11.6	34.5

AGCM, ácidos grasos de cadena media; AS, alcoholes superiores.

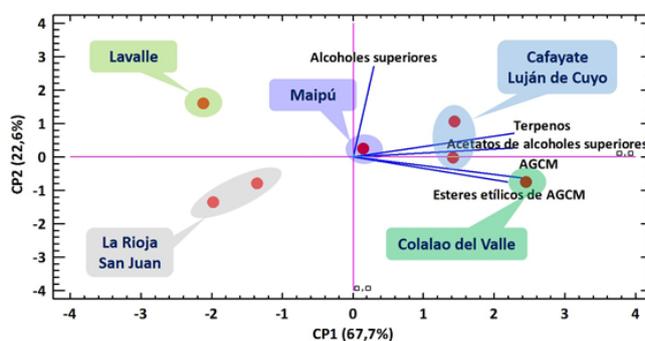
Los terpenos constituyen los principales compuestos varietales de los cepajes moscateles, y por consiguiente del Torrontés riojano. En este estudio, se identificaron y cuantificaron 22 compuestos en su forma libre, entre los cuáles predominaron el linalol (39%), citronelol (13%), hotrienol (12%) y nerol (11%), coincidiendo con datos publicados previamente (Pérez et al., 2018). Respecto a las zonas evaluadas, los vinos de Cafayate y Colalao del Valle presentaron la mayor concentración de estos compuestos (Figura 2), superando ampliamente su umbral de percepción sensorial.

Los ácidos grasos de cadena media, como el octanoico y decanoico, son producidos durante la fermentación alcohólica por el metabolismo de las levaduras y son considerados, junto con sus ésteres etílicos, compuestos odorantes típicos responsables de las notas florales y frutales de los vinos jóvenes (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006). En nuestro estudio, se observaron niveles superiores de ácido octanoico y su éster (57% en ambos casos), respecto al ácido decanoico y su derivado (40 y 31%, respectivamente), destacándose los vinos de Colalao del Valle por una mayor concentración de los mismos (Figura 2). Cabe destacar que, en todos los vinos analizados, los niveles de los ésteres mencionados superaron el umbral de percepción sensorial, impactando posiblemente en el aroma del producto final.

Con respecto a los alcoholes superiores, se identificaron y cuantificaron 2 compuestos, el alcohol 2-feniletílico (67%) y el isoamílico (33%). Si bien existieron diferencias significativas entre las zonas de estudio (Figura 2), en todos los casos dichos compuestos no superaron su umbral de percepción. Por el contrario, al analizar los acetatos derivados de los mismos, todos los vinos estudiados mostraron niveles mayores a los umbrales de percepción, indicando un aporte frutal (banana) y floral (rosa) al aroma global.

Finalmente, con el objetivo de obtener una visualización simplificada de los datos y observar el impacto de los compuestos odorantes (varietales y fermentati-

vos), se aplicó un análisis de componentes principales (ACP, Figura 3). Los primeros dos componentes (CP1 y CP2) permitieron explicar el 90,4% de la variabilidad de los datos y revelaron la diferenciación parcial de los vinos de acuerdo al origen geográfico. La dimensión 1 (67,7%) fue descrita principalmente por las variables AGCM (0,52), terpenos (0,50), acetatos de AS (0,50) y ésteres etílicos de AGCM (0,48); mientras que la dimensión 2 (22,6%) se caracterizó por registros positivos de AS (0,91) y negativos de AGCM y sus ésteres (-0,21 y -0,25, respectivamente). Los vinos de Cafayate y Luján de Cuyo se caracterizaron por un mayor nivel de terpenos y acetatos de AS, los vinos de Colalao del Valle presentaron, además, abundancia de AGCM y de sus correspondientes ésteres etílicos, mientras que las muestras de Lavalle, La Rioja y San Juan mostraron niveles bajos de las distintas familias químicas mencionadas.



**Figura 3.** Análisis de componentes principales de vinos Torrontés riojano de distintas zonas vitícolas de Argentina (2017), con respecto a los grupos químicos de compuestos odorantes cuantificados. Los puntos rojos corresponden a las medias de cada zona ( $n=3$ ).

### Análisis sensorial descriptivo

Los resultados del análisis sensorial descriptivo, a través de la cuantificación media de los jueces para todos los atributos sensoriales y las diferencias significativas según Fisher (LSD), se muestran en la Tabla 4. Complementariamente, se aplicó un análisis de componentes principales (Figura 4) para la representación de los mismos. Los primeros dos componentes del ACP explicaron el 76,8% de la variabilidad total (dimensión 1, 59,4% y dimensión 2, 17,3%). El tamaño de las elipses de confianza se relacionó con la variabilidad de la medición de los atributos por el panel sensorial, para cada región vitícola en cuestión (Figura 4A). Elipses no superpuestas mostraron diferencias significativas entre las zonas evaluadas, en tanto aquellas elipses superpuestas indicaron que las zonas no se diferenciaron entre sí. Los vinos de Lavalle se separaron claramente de los demás vinos estudiados, caracterizados por notas abundantes a fruta cocida y una baja intensidad de los atributos restantes. Los vinos de las zonas de San Juan (Pocito/Angaco), La

Rioja (Chilecito/Aminga) y Mendoza (Maipú y Luján de Cuyo) fueron similares entre sí, sin revelar predominio de ninguno de los descriptores analizados. Cafayate se destacó por un marcado carácter floral y cítrico, y los vinos de Colalao del Valle fueron descritos con mayor amargor, volumen en boca, y aromas a miel y fruta fresca.

La Figura 4B muestra la variabilidad existente en la valoración de cada descriptor. Esta variabilidad es dependiente del p-valor del efecto del tratamiento (zona vitícola). Cuando dicho efecto no es significativo los puntos alrededor de la variable se encuentran muy dispersos. En este caso puede observarse una gran concentración de los puntos alrededor de cada descriptor, indicando que los vinos fueron significativamente diferentes con respecto a los atributos sensoriales evaluados.

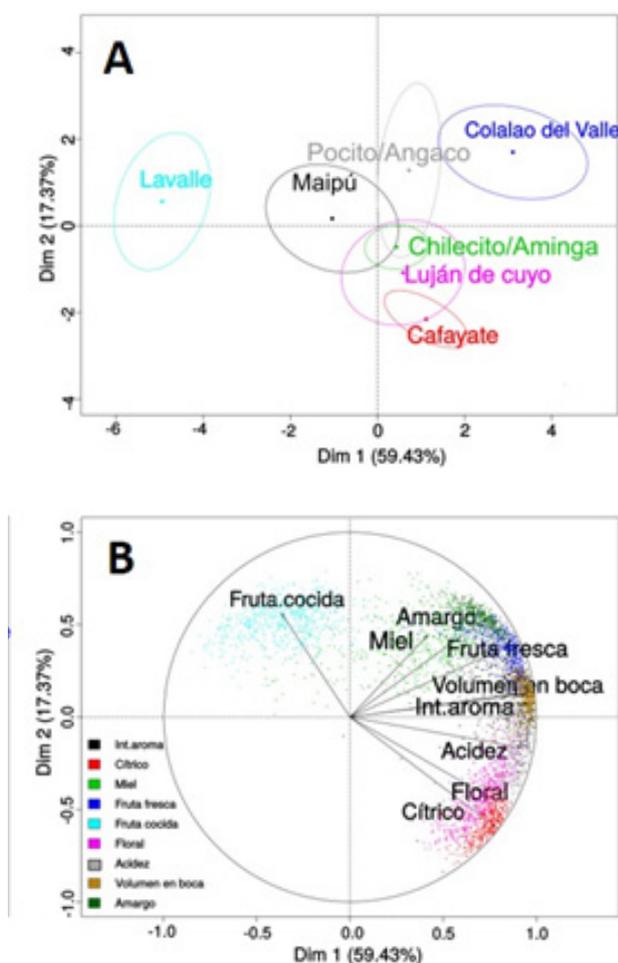


Figura 4. Análisis sensorial descriptivo de vinos Torrontés riojano de distintas zonas vitícolas de Argentina (2017). A, elipses de confianza. B, variabilidad existente en la valoración de cada atributo sensorial.

### Conclusión

El estudio presentado revela información complementaria sobre la caracterización química y sensorial de vinos comerciales Torrontés riojano de distintas zonas vitícolas de Argentina. Los resultados obtenidos muestran el impacto del conjunto de factores involucrados en el estudio (condiciones agroecológicas de cada zona, comportamiento vitícola de la variedad y estilo comercial de los vinos estudiados) sobre las características organolépticas de los vinos y su alta correlación con los resultados químicos (compuestos odorantes volátiles).

El conocimiento generado constituye un valor agregado a las economías regionales, la revalorización de viñedos y zonas productivas, y un estímulo para el posicionamiento local e internacional del Torrontés riojano.

Sin embargo, se requieren nuevos estudios que permitan tipificar los vinos de esta variedad modulando otras variables como el grado de madurez de las uvas y el proceso de maceración, entre otras.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Juan Agustín Maza (Proyectos de Investigación y Desarrollo, Convocatoria 2015) por proveer los fondos para la realización de este estudio, y a las bodegas Etchart, Luigi Bosca, Finca Quara, Chakana, El Esteco, Chico Zossi, Coop. La Riojana, Aminga, Valle de la Puerta, Casa Montes, Putruele, Finca Agostino, Viñas de la Pega, Trivento, Vistalba y Tapiz, por proveer las muestras para el estudio. Un especial agradecimiento a la MSc. Livia Negri, del Instituto Tecnología de Alimentos (INTA), por la colaboración con el equipamiento (GC-MS) para el análisis de compuestos odorantes.

Tabla 4. Atributos sensoriales de vinos Torrontés riojano descritos por un panel entrenado (n=10).

Zona (código)	Int. aromática	Citrico	Miel	Vegetal	Fruta fresca	Fruta cocida	Floral	Acidez	Volumen en boca	Amargo
A	4,8 abc*	2,8 a	1,0 b	1,7 a	2,0 b	1,1 bc	3,3 a	4,1 a	3,6 b	2,9 bc
B	5,4 a	2,1 b	1,8 a	1,1 a	4,1 a	1,1 bc	2,4 bc	4,4 a	4,6 a	4,1 a
C	4,6 c	2,1 b	1,8 a	1,6 a	2,6 b	1,1 bc	2,6 b	4,2 a	3,6 b	2,6 cd
D	5,3 ab	1,8 b	1,9 a	1,1 a	2,2 b	2,3 a	2,8 ab	4,0 a	3,7 b	3,3 b
E	3,3 d	0,9 c	1,3 ab	1,2 a	0,9 c	1,6 ab	0,9 d	2,8 b	2,2 c	2,2 d
F	4,7 bc	1,5 bc	0,9 b	2,3 a	2,3 b	1,6 ab	1,7 cd	3,6 a	3,6 b	2,4 cd
G	4,9 abc	2,3 ab	1,8 a	1,9 a	2,4 b	0,6 c	2,2 bc	4,0 a	3,6 b	2,2 d
<b>P-valores</b>										
zona	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,006</b>	0,373	<b>0,001</b>	<b>0,004</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,004</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
panelista	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,007</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
sesión	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	0,524	0,405	0,914	0,229	0,806	<b>0,008</b>	0,137
zona:panelista	0,184	0,218	0,077	0,475	0,425	<b>0,014</b>	0,149	0,690	0,104	<b>0,010</b>
zona:sesion	<b>0,018</b>	0,212	0,280	0,472	0,788	0,310	0,085	0,205	<b>0,018</b>	0,091
panelista:sesión	0,582	0,748	<b>0,015</b>	0,438	0,600	0,230	0,220	0,182	0,431	0,103

\*Análisis de varianza para comparación de datos: letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre vinos de distintas zonas para cada atributo (LSD Fisher,  $p < 0,05$ ). Valores en negrita indican efectos significativos de factores y/o interacciones.

## Bibliografía

- Agüero CB, Rodríguez JG, Martínez LE, Dangl GS, Meredith CP. Identity and parentage of Torrontés cultivars in Argentina. *Am. J. Enol. Vitic.* 2003; 54 (4): 318-321.
- Bayonove C, Baumes R, Crouzet J, Günata Z. Aromas. En: *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. 2° Edition. Madrid: Mundiprensa; 2003. p. 137-176.
- Belancic A, Agosin E, Ibacache A, Bordeu E, Baumes R, Razungles A, Bayonove C. Influence of sun exposure on the aromatic composition of Chilean Muscat grape cultivars Moscatel de Alejandría and Moscatel rosada. *Am. J. Enol. Vitic.* 1997; 48: 181-186.
- Catania CD, Avagnina de del Monte S, Uliarte EM., del Monte RF, Tonietto J. El clima vitícola de las regiones productoras de uvas para vinos de Argentina. En: *Clima, Zonificación y Tipicidad del Vino en Regiones Vitivinícolas Iberoamericanas*. 1° Edición. Ed. Tonietto J, Sotés Ruiz V, Gómez Miguel VD. Madrid: CYTED; 2012. 411 p.
- Chollet S, Lelièvre M, Abdi H, Valentin D. Sort and beer: Everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask. *Food Qual. Prefer.* 2011; 22: 507-520.
- Hopfer H, Ebeler SE, Heymann H. The combined effects of storage temperature and packaging type on the sensory and chemical properties of Chardonnay. *J. Agric. Food Chem.* 2012; 60: 10743-10754.
- Husson F, Lê S, Pagès J. Confidence ellipses for the sensory profile obtained by principal component analysis. *Food Qual. Prefer.* 2005; 16: 245-250.
- INV. Anuario Superficie 2018 [Internet]. Mendoza, Argentina: Instituto Nacional de Vitivinicultura; [Consultado 20/03/2019] Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/inv/estadisticas-vitivincolas/anuarios>.
- Jofré VP. *Determinación de compuestos azufrados en uvas y vinos mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas y electroforesis capilar asociadas a metodologías analíticas de extracción y preconcentración* [Tesis Doctoral]. San Luis, Argentina: Universidad Nacional de San Luis; 2011.
- Lacoste P, Yuri JA, Aranda M, Castro A, Quinteros K. Variedades de uva en Chile y Argentina (1550-1850). Genealogía del Torrontés. *Mundo Agrario* 2010; 10 (20): 1-36.
- Lawless HT, Heymann H. En: *Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices*. Second Edition. New York: Springer; 2010. 620 p.
- Lê S, Worch T. En: *Analyzing Sensory Data with R*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press Taylor & Francis Group, Ed.; 2015. 372 p.
- Lê S, Husson F, Pagès J. Confidence ellipses applied to the comparison of sensory profiles. *J. Sens. Stud.* 2006; 21: 241-248.
- Lund CM, Thompson MK, Benkwitz F, Wohler MW, Triggs CM, Gardner R, Heymann H, Nicolau L. New Zealand sauvignon blanc distinct flavor characteristics: Sensory, chemical, and consumer aspects. *Am. J. Enol. Vitic.* 2009; 60: 1-12.
- Martínez J, Rubio-Bretón P, Vicente ME, García-Escudero E. Influencia del terroir en el perfil aromático de Tempranillo Blanco en la D.O.Ca. Rioja. *E3S Web Conf.* 2018; 50, 02003: 1-7.
- Noble AC, Arnold RA, Buechsenstein J, Leach EJ, Schmidt JO, Stern PM. Modification of a standardized system of wine aroma terminology. *Am. J. Enol. Vitic.* 1987; 38 (2): 143-146.
- Pérez D, Assof M, Bolcato E, Sari S, Fanzone M. Combined effect of temperature and ammonium addition on fermentation profile and volatile aroma composition of Torrontés riojano wines. *LWT - Food Sci. Technol.* 2018; 87: 488-497.
- Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D. En: *Handbook of Enology, Vol. 2: The chemistry of wine stabilization and treatments. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments 2nd Edition*. Chichester, UK: John Wiley and Sons Ltd.; 2006. 451 p.
- Robinson AL, Boss PK, Solomon PS, Trengove RD, Heymann H, Ebeler SE. Origins of Grape and Wine Aroma. Part 1. Chemical Components and Viticultural Impacts. *Am. J. Enol. Vitic.* 2014; 65 (1): 1-24.
- Rodríguez G, Hough G, Secreto J. Soldesa: Freely available software for descriptive analysis data acquisition. *J. Sens. Stud.* 2014; 29: 233.
- Romano R, Trebes V, Barbeito EM. Influencia del Terroir en vinos blancos argentinos cv. Torrontés Riojano. *Revista Enología* 2011; 6 (7): 1-6.
- Romano RS. *Clasificación y predicción del origen varietal y de terroir de vinos blancos monovarietales argentinos mediante el análisis del perfil aromático por cromatografía gaseosa. Relación con la flora autóctona* [Tesis Doctoral]. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires; 2013.
- Schlosser J, Reynolds AG, King M, Cliff M. Canadian terroir: sensory characterization of Chardonnay in the Niagara Peninsula. *Food Res. Int.* 2005; 38: 11-18.
- Tonietto J, Carbonneau A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agric. For. Meteorol.* 2004; 124: 81-97.
- Vilanova M, Genisheva Z, Graña M, Oliveira JM. Determination of odorants in varietal wines from international grape cultivars (*Vitis vinifera*) grown in NW Spain. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2013; 34 (2): 2012-222.