

ZUBÍA

REVISTA DE CIENCIAS

MONOGRÁFICO



30

ier

Instituto de Estudios Riojanos

ZUBÍA. MONOGRÁFICO
REVISTA DE CIENCIAS,
Nº 30 (2018). Logroño (España).
P. 1-573, ISSN: 1131-5423

DIRECTORA

Patricia Pérez Matute

CONSEJO DE REDACCIÓN

Luis Español González
Rubén Esteban Pérez
Rafael Francia Verde
Juana Hernández Hernández
Alfredo Martínez Ramírez
Luis Miguel Medrano Moreno
Ana María Palomar Urbina
Ignacio Pérez Moreno
Enrique Requeta Loza
Purificación Ruiz Flaño
Angélica Torices Hernández

CONSEJO CIENTÍFICO

José Antonio Arizaleta Urarte
(Instituto de Estudios Riojanos)
José Arnáez Vadillo
(Universidad de La Rioja)
Susana Caro Calatayud
(Instituto de Estudios Riojanos)
Eduardo Fernández Garbayo
(Universidad de La Rioja)
Rosario García Gómez
(Universidad de La Rioja)
José M^a García Ruiz
(Instituto Pirenaico de Ecología)
Javier Guallar Otazua
(Universidad de La Rioja)
Teodoro Lasanta Martínez
(Instituto Pirenaico de Ecología)
Joaquín Lasierra Cirujeda
(Hospital San Pedro, Logroño)
Luis Lopo Carramiñana
(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)
Fernando Martínez de Toda
(Universidad de La Rioja)
Juan Pablo Martínez Rica
(Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC)
José Luis Nieto Amado
(Universidad de Zaragoza)
José Luis Peña Monné
(Universidad de Zaragoza)
Félix Pérez-Lorente
(Universidad de La Rioja)
Diego Troya Corcuera
(Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, Estados Unidos)
Eduardo Viladés Juan
(Hospital San Pedro, Logroño)
Carlos Zaldívar Ezquerro
(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Instituto de Estudios Riojanos
C/ Portales, 2
26071 Logroño
publicaciones.ier@larioja.org

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

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

Número suelto: 9 €

Número monográfico: 9 €

INSTITUTO DE ESTUDIOS RIOJANOS

ZUBÍA

REVISTA DE CIENCIAS

30 AÑOS DE INVESTIGACIÓN EN LA RIOJA

Monográfico Núm. 30

ier

Gobierno de La Rioja
Instituto de Estudios Riojanos
LOGROÑO
2018

Treinta años de investigación en La Rioja: Homenaje a Ildefonso Zubía e

Icazuriaga / -- Logroño : Instituto de Estudios Riojanos, 2018

573 p. : gráf. ; 24 cm-- (Zubía. Monográfico, ISSN 1131-5423; 30).-

D.L. LR 413-2012

1. Rioja – Política científica. 2. Zubía e Icazuriaga, Ildefonso – Homenajes I.

Instituto de Estudios Riojanos. II. Serie

061.61(460.21)(091)

001.891:32(460.21)"19/20"

63:061.62(460.21)

929 Zubía e Icazuriaga, Ildefonso

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

© Logroño, 2018

Instituto de Estudios Riojanos

C/ Portales, 2.

26001-Logroño, La Rioja (España)

© Diseño de cubierta e interior: ICE Comunicación

© Imagen de cubierta: Busto del Dr. Zubía delante del IES Práxedes Mateo Sagasta de Logroño. (Fotografía de Rafael Francia Verde)

© Imagen de contracubierta: Flora alóctona de las cavernas. Algas colonizando un espeleotema (gour) en la Gruta de la Paz en Ortigosa de Cameros. (Fotografía de Rubén Esteban Pérez)

ISSN 1131-5423

Depósito Legal LR 413-2012

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

PRESENTACIÓN DEL MONOGRÁFICO

Patricia Pérez Matute (<i>Directora de Zubía</i>)	7
---	---

HOMENAJE A DON ILDEFONSO ZUBÍA

El catedrático logroñés Dr. Zubía	
<i>A. Ollero de la Torre</i> (1990)	13

AGRICULTURA

La concentración de nitratos y sales en flujos subsuperficiales de un área agrícola en el Valle del Iregua (La Rioja)	
<i>T. Lasanta Martínez, M. Maestro Martínez, y M. Paz Errea</i> (2007-2008)	35

BIOLOGÍA

Biodiversidad microscópica en el embalse de La Grajera (Logroño)	
<i>A. Guillén Oterino, e I. López de Munain Martínez</i> (2015-2016)	57

QUÍMICA, VITICULTURA Y ENOLOGÍA

Resonancia magnética nuclear en el vino. Seguimiento de las fermentaciones alcohólica y maloláctica en vinos de diferentes subzonas de la D.O. CA Rioja	
<i>E. López Rituerto, A. Avenzoza Aznar, J. H. Busto Sancirán, y J. Manuel Peregrina García</i> (2009)	143
Distribución territorial, caracterización paisajística y peligros y amenazas a los que está expuesta la única población de vid salvaje (<i>Vitis vinifera</i> L.) del Valle del Najerilla (La Rioja)	
<i>E. Prado Villar, y F. Martínez de Toda Fernández</i> (2009)	161
Los vinos tintos españoles de calidad, ¿a qué huelen según los expertos?	
<i>M^a. P. Sáenz-Navajas, M. González-Hernández, E. Campo, P. Fernández-urbano, y V. Ferreira</i> (2012)	187

FAUNA

Distribución de <i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774) y <i>Pipistrellus Pygmaeus</i> (Leacha, 1825) (Chiroptera: Vespertilionidae) en la Comunidad Autónoma de La Rioja	
<i>P. T. Agirre-Mendi, y C. Ibáñez</i> (2004)	215
Estudio faunístico y eco-epidemiológico de los mosquitos (Diptera, Culicidae) de La Rioja (Norte de España)	
<i>R. Bueno Marí</i> (2012)	227

FLORA

La filoxera en la provincia de Logroño. Destrucción del viñedo y su reconstitución	
<i>J. Provedo González</i> (1987)	253
Briófitos de ríos y bioindicación del cambio climático. Una experiencia en La Rioja	
<i>E. Núñez Olivera, J. Martínez Abaigar, R. Tomás, N. Beaucourt, y M. Arróniz</i> (2004)	319

GEOGRAFÍA

- Problemas de evolución geomorfológica en campos abandonados:
el valle del Jubera (Sistema Ibérico)
J. M. García Ruiz, T. Lasanta Martínez, e I. Sobrón García (1988) 345
-

GEOLOGÍA

- Geología del borde norte del Sistema Ibérico entre los ríos Iregua y Najerilla. La Rioja
F. Pérez-Lorente (1987) 365
-

- Actuaciones para la eliminación del tapiz algal presente en los espeleotemas
en la rehabilitación de las grutas visitables de La Paz y de La Viña en Ortigosa
de Cameros-La Rioja
R. Esteban Pérez (2014) 375
-

LAS MATEMÁTICAS Y SU HISTORIA EN ZUBÍA

- El problema de Dirichlet y la medida armónica
J. L. Rubio de Francia (1988) 405
- Sixto Cámara y los fundamentos del cálculo de probabilidades
J. J. Escribano Benito (2003) 429
-

MEDICINA Y FARMACOLOGÍA

- Tratamiento de aguas residuales de matadero. Comportamiento
de los microorganismos fecales
M. Cancer López (1994) 443
- Secuenciación masiva de DNA y aplicación práctica al diagnóstico
de la hipercolesterolemia familiar
M. Íñiguez Martínez, B. Ecurra García, Á. Brea-Hernando, y J. Cabello (2013) 461
-

PALEONTOLOGÍA

- Sauropod tracks and trackmakers: integrating the ichnological an skeletal records
J. O. Farlow (1992) 479
- Pistas terópodos en cifras
F. Pérez-Lorente (1996) 529
- Generalidades sobre las icnitas ornitópodos de La Rioja (Cuenca de Cameros. España)
I. Díaz-Martínez (2011) 549
-

LOS VINOS TINTOS ESPAÑOLES DE CALIDAD, ¿A QUÉ HUELEN SEGÚN LOS EXPERTOS?

MARÍA PILAR SÁENZ-NAVAJAS¹,
MARIVEL GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ²,
EVA CAMPO³,
PURIFICACIÓN FERNÁNDEZ-ZURBANO⁴,
VICENTE FERREIRA³

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es caracterizar el aroma de un conjunto de vinos tintos españoles pertenecientes a distintos segmentos de precio del mercado español y a su vez determinar la relación existente entre los descriptores sensoriales del aroma y la calidad evaluada por un grupo de expertos españoles. Con el fin último de conocer los atributos sensoriales que hacen que un vino tinto sea percibido de calidad por un grupo de expertos.

Por una parte, un panel entrenado ha caracterizado el aroma de 96 vinos tintos españoles pertenecientes a tres segmentos de precios del mercado (premium, medio, bajo). Mediante criterios estadísticos y combinando términos individuales similares se han construido once términos robustos. Por otra parte, un panel de expertos ha evaluado de manera consistente la calidad de las mismas muestras. El perfil del aroma de los vinos percibidos de peor calidad ha sido identificado con notas como: “animal”, “sotobosque”, “vegetal”, “frutas pasas” o “evolucionado/oxidado”. El papel de algunos términos se ha visto que depende de la categoría o grupo de vinos. Así, la presencia de la nota “fruta pasa” aumenta la calidad percibida de los vinos premium, sin embargo en las otras dos categorías se observa el efecto contrario, en las que el aroma a “fruta fresca/baya” aumenta la calidad de los mismos.

1. Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, UMR5170 CNRS - Universidad de Borgoña - INRA, 9E Boulevard Jeanne d'Arc, 21000 Dijon, Francia.
2. Departamento de Agricultura y Alimentación, Universidad de La Rioja. Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino (UR-CSIC-GR). Madre de Dios, 51, 26006 Logroño, La Rioja, España.
3. Laboratorio de Análisis del Aroma y Enología. Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza, España.
4. Departamento de Química, Universidad de La Rioja. Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino (UR-CSIC-GR). Madre de Dios, 51, 26006 Logroño, La Rioja, España.

Los resultados muestran que el aroma percibido orthonasalmente (via nasal directa) es capaz de explicar la calidad de los vinos estudiados. Además, el par de aromas “madera/animal” parece ser el más relevante en la calidad de los vinos, aunque el papel de otros términos depende de la categoría del grupo de muestras. Por otra parte los atributos relacionados con la oxidación/evolución son especialmente responsables de la baja calidad de alguno de los vinos más jóvenes.

Palabras clave: análisis sensorial, vino tinto, calidad.

The main objective of this work is to characterize the aroma of a set of Spanish red wines belonging to different segments of the Spanish market as well as to determine the relationship between the sensory aroma descriptors and quality assessed by a group of Spanish experts. With the ultimate goal of disclosing the sensory attributes that make that a red wine is perceived as a quality exemplar by a group of experts.

On the one hand, a trained panel characterized the aroma of 96 Spanish wines belonging to three price segments of the market (premium, high-standard, low-standard). Using statistical criteria and combining similar individual terms, eleven robust terms were built. On the other hand, a panel of experts consistently evaluated the quality of the same samples.

The aroma profile of wines perceived lower in quality were characterized with nuances such as: “animal”, “undergrowth”, “vegetable”, “dried fruit” or “evolved/oxidized”. The role of some terms depends on the category or group of wines (premium, high-standard, low-standard). Thus, the presence of “dried fruit” nuances increases the perceived quality of the premium wines, but in the other two categories the opposite effect is observed, in which the “berry/fresh fruit” aroma increases their quality.

Results show that orthonasal aroma perception (direct nasal route) is able to explain the quality of the studied wines. Besides, the pair of aromas “woody/animal” seems to be the most relevant in wine quality perception. However, the role of other terms depends on the category of the wine group. Furthermore, attributes related with oxidation/evolution are especially responsible for the low quality of some of the younger wines.

Key words: sensory analysis, red wine, quality.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis sensorial abarca un conjunto de técnicas que, aplicadas de una manera científica, permiten obtener unos resultados fiables sobre las respuestas que nos dan nuestros sentidos al ingerir los alimentos (1). Para ello, se acude a la experiencia de panelistas entrenados, quienes trabajan como si fuesen instrumentos, de manera que son capaces de establecer diferencias entre las muestras de una manera objetiva. Tradicionalmente, la

evaluación de la calidad del vino se ha llevado a cabo por enólogos u otros expertos. Habitualmente, el catador experto es la persona que actúa como juez de las características sensoriales del producto en cuestión y basa sus decisiones en su experiencia y en una serie de datos analíticos como la composición química y las propiedades físicas de los vinos. Aunque estos datos son útiles, únicamente aportan información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el asesor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo. La evaluación sensorial llevada a cabo por un panel entrenado puede proporcionar este tipo de información, convirtiéndose en una herramienta muy útil tanto para los enólogos como para otros departamentos como marketing, producción, viticultura, control de calidad, I+D y desarrollo de nuevos productos.

Por un lado, el análisis sensorial es una disciplina científica empleada con el fin de analizar e interpretar las reacciones de los sentidos generadas por distintos estímulos. Entre otras aplicaciones, las técnicas de análisis sensorial han sido ampliamente utilizadas como complemento en el control de la calidad y como herramienta de diagnóstico en la caracterización de distintos productos (2-5). De hecho, las técnicas de análisis sensorial se han utilizado en el vino durante las últimas décadas convirtiéndose en una práctica habitual en la caracterización y discriminación del producto. La caracterización sensorial de vinos españoles ha sido el objetivo de algunos estudios en los últimos años, habiendo sido la mayoría realizados con muestras de vino blanco (5-7), aunque también se ha realizado alguna descripción sensorial de vinos tintos jóvenes (8, 9) o envejecidos en barrica (10, 11).

Por otro lado, en el campo de la ciencia de los alimentos, el concepto de calidad ha despertado un especial interés en las últimas décadas. Sin embargo, la calidad de un producto es un parámetro complejo de definir y nos encontramos en la literatura con diferentes definiciones al respecto. Una definición general dada por la Organización internacional de estándares (ISO) (12) es “el grado en el que las características inherentes de un producto son capaces de satisfacer las necesidades”. El nivel de calidad percibida también ha sido definido como “el juicio sobre la excelencia general o superioridad de un producto” (13). En general podemos decir, que la percepción de la calidad del vino se ve incrementada cuando el conjunto de sensaciones organolépticas, tales como el aroma, el sabor, la astringencia o el color, conducen al placer y disfrute al ser consumido.

Recientemente, un estudio desarrollado con el fin de correlacionar la composición aromática y la calidad percibida en un conjunto de vinos españoles tintos de calidad ha demostrado que la calidad de éstos está ligada en primer lugar a la ausencia de odorantes relacionados con notas negativas o defectuosas y en segundo lugar a la presencia de un número relativamente amplio de odorantes frutales (3). También existe un creciente reconocimiento en que las interacciones entre odorantes, interacciones perceptuales entre los distintos sentidos o bien las existentes entre odorantes y diferentes elementos de la fracción no volátil del vino, puedan impactar en la volatili-

dad de los aromas o en la liberación de compuestos del flavor y por lo tanto ejercer un efecto importante en la intensidad del flavor percibido y por lo tanto en la calidad del vino (14-16). Estos estudios refuerzan la idea de que la percepción del flavor es dinámica y es el resultado de un patrón complejo de interacciones físicas y químicas generadas tanto en el vino como en la boca. Todo esto conduce a considerar la importancia del análisis sensorial como una importante herramienta que ayude a alcanzar un mayor conocimiento y comprensión de la calidad sensorial del vino.

Las características organolépticas de un vino (color, sabor, aroma, sensaciones táctiles...) permiten a los expertos generar un juicio de calidad y por lo tanto decidir el segmento o gama de precios en la que se situará el producto en el mercado. Pero, ¿cómo estiman la calidad del vino?, ¿qué parámetros sensoriales utilizan para realizar dicho juicio?. En realidad parece que existe un concepto global de calidad entre los expertos para cada gama de vinos, aunque éste no se conoce de manera explícita. Así que, con el objetivo de aportar luz a este tema, se ha trabajado con un grupo de expertos españoles (profesionales del vino) y tres conjuntos de vinos españoles relativamente amplio, uno de gama alta de precios o Premium, otro de gama media de precios y un tercero de gama baja de precios. En primer lugar se evaluó el consenso que existía entre los diferentes grupos de expertos del vino: enólogos, investigadores, sumilleres y comerciales a la hora de evaluar la calidad de los 96 vinos tinos. En paralelo, se realizó un análisis sensorial descriptivo con un panel entrenado con el fin de investigar cuáles de las sensaciones percibidas al consumir el vino estaban correlacionadas con el concepto de calidad dado por los expertos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Muestras

Tres grupos de vinos tintos españoles disponibles en el mercado se seleccionaron de acuerdo a datos de ventas, de manera que se obtuvo una muestra aleatoria y representativa de los vinos tintos españoles presentes en el mercado en el año 2009. El primer grupo de vinos (premium) está formado por 24 muestras (7 de la D.O.Ca.Rioja) con un precio de venta de entre 25€ y 15€, el segundo grupo (gama media) incluye 34 vinos (5 de la D.O.Ca.Rioja) con un precio de 14€ a 6€ y el tercero (gama baja) incluye 36 (5 de la D.O.Ca.Rioja) vinos de 5€ a 1€. La lista detallada de las características de los vinos se puede ver en la tabla 1.

2.2. Análisis descriptivo por un panel entrenado

Entrenamiento del panel. Un total de 37 estudiantes y personal de la Universidad de La Rioja fueron reclutados en base a su motivación (no recibieron remuneración económica) y disponibilidad durante 25 semanas (una sesión de una hora aproximadamente por semana). Los panelistas asistieron a ocho

sesiones de entrenamiento durante dos meses, en las que trabajaron en subgrupos de entre 5 y 7 personas con una lista de 110 descriptores aromáticos organizados en familias (frutal, floral, especiado, vegetal, tostado/madera, animal, sotobosque y otros) sacada de la literatura (5). Durante el entrenamiento, se les presentaron diferentes referencias representativas de diferentes aromas. Las referencias eran o bien odorantes comerciales de *International Flavour and Fragrances* (Dijon, Francia), Sentosphère (Paris, Francia), *Le Nez du Vin* (Jean Lenoir, Provence, Francia), Firmenich (Ginebra, Suiza) o bien productos frescos (frutas, zumos, especias, vegetales, etc.) preparados al comienzo de cada sesión tal y como se ha descrito en la bibliografía (17). El periodo de entrenamiento consistió en dos fases principales: general (cuatro sesiones de una hora) y específica del producto a estudiar (cuatro sesiones de una hora) siguiendo la metodología descrita en (17).

Caracterización de los vinos. El panel entrenado describió los 24 vinos premium por duplicado en cinco sesiones de alrededor de 45 min cada una. El grupo de vinos de gama media se describió en cuatro sesiones formales (34 vinos + 4 réplicas: una réplica por sesión) y el de gama baja en otras cuatro sesiones (36 vinos + 4 réplicas: una réplica por sesión). Para la evaluación de cada vino se presentaron diez mL de muestra al panel en copas negras normalizadas (18) codificadas con números de tres cifras, cubiertas por placas Petri y colocadas de acuerdo a un orden aleatorio. El número de vinos presentados por sesión fue de entre nueve y diez. Los panelistas tenían que oler la muestra orthonasalmente y describir el aroma mediante la selección de un máximo de cinco atributos de la lista de 110 descriptores de acuerdo con el método de frecuencia de citación (19).

Todos los vinos se sirvieron a temperatura ambiente (20-22°C) y fueron evaluados en cabinas individuales. Los panelistas no fueron informados sobre la naturaleza de las muestras a evaluar.

2.3. Evaluación de la calidad por un panel de expertos

El panel de expertos estuvo compuesto por ocho mujeres y diez hombres de entre 30 y 60 años, todos ellos con amplia experiencia en la cata de vinos pero con diferente formación: 5 investigadores del aroma, 4 enólogos, 5 sumilleres y 4 tratantes de vino. Cada panelista participó en tres sesiones de aproximadamente 60 minutos en cabinas separadas, en cada sesión se evaluaron los grupos de vinos Premium, gama media y gama baja, respectivamente, en copas (20 mL de muestra en cada copa) normalizadas transparentes (18) cubiertas con una placa Petri para asegurar el equilibrio aromático en el espacio de cabeza. Las muestras se presentaron en un orden distinto y aleatorio para cada sujeto y codificadas con números de tres dígitos a temperatura ambiente. En la sesión, primero los panelistas tenían que oler y probar todos los vinos del grupo correspondiente en el orden propuesto. A continuación, podían oler y probar las muestras tantas veces como quisieran y en cualquier orden. La tarea propuesta fue clasificar

TABLA 1.
Origen, marca y añada de los vinos del estudio pertenecientes a las tres categorías: Premium, gama media y gama baja

ORIGEN	PREMIUM	GAMA MEDIA	GAMA BAJA
Alicante	-	Puerto Salinas (2003)	-
Baleares	Ribas de Cabrera (2000)	AN/2 (2005)	-
Bierzo	Bembibre Dominio de Tares (2004)	Dominio de Tares, Cepas Viejas (2005)	Vinos Guerra (2008)
Borja	-	Coto de Hayas (2007)	Coto de Hayas Garnacha, Syrah (2008) Viña Tito (2007)
Calatayud	Albada (2005)	Cruz de Piedra (2006)	Castillo de Maluenda (2008) Garnacha de Fuego (2008)
Cariñena	Care Shiraz	Bancales Garnacha, C.Sauvignon (2004) Garnacha Hacienda Molleda (2006)	Monasterio de las Viñas (2008) Don Mendo (2008)
Cataluña	-	-	Conde de Caralt (2008)
Dominio Valdepusa	-	Summa Varietalis (2003)	-
Jumilla	Casa Castillo Pie Franco (2000)	-	San Isidro Monastrell (2008)
La Mancha	-	-	Ladero Cabernet Sauvignon (2008)
Montsant	Venus La Universal (2003)	-	-
Navarra	-	Santa Cruz de Artazu (2005)	Cepa Araciel (2008) Viña Trache (2007)
Penedés	Jean Leon (2001)	Gran Coronas Torres (2004) Atrium (2002) Gran caus (2000)	Vall de Juy (2008)
Priorat	Les Ones (2002)	Badacel (2005) Martinet Bru (2004) Solanes (2004)	Mas de L'alba (2008)
Ribera de Duero	Pago de Capellanes (2003) Dominio de Atauta (2004) Avan Cepas centenarias (2005) Chafardin Tempranillo (2002) Carmelo Rodero (2000)	Viña Sastre (2005) Pago de los capellanes (2007) Arzuaga (2005)	Ribereño (2008) Valpincia (2008) Montequiero (2008)

ORIGEN	PREMIUM	GAMA MEDIA	GAMA BAJA
Ribera del Jiloca	-	Muret (2004)	-
Ribera Sacra	-	-	Rectoral de Amandi (2008)
Ribera del Queiles	-	Guelbenzu EVO (2004)	-
Rioja	La Montesa (2001) Muga (2003) Luberrri Cepas Viejas (2003) Allende Graciano (2004) San Vicente (2004) Roda (2004) Fincas de Ganuza (2002)	Ilurce Vendimia Seleccionada (2005) Remelluri (2003) La Montesa (2005) Luberrri Monje (2003) Sierra Cantabria (2004)	Bodegas de Ábalos Tempranillo (2008) Solar Viejo (2008) Cerro Hidalgo (2008) Puente de Haro (2008) Ilurce (2008)
Somontano	Enate (2005)	Enate Cabernet sauvignon (2002)	Viñas del Vero C. Sauvignon, Merlot (2008) Montesierra (2007)
Toro	Estancia Piedra Paredinas (2000) San Román (2002)	Piedra Estancia (2002)	Cermeño Tinta de Toro (2008) Bajoz (2008)
V.T. Andalucía	-	-	Lantero Syrah (2008)
V.T. Cangas	-	-	Monasterio de Conas (2008)
V.T. Castilla	Vallegarcía C. Sauvignon-Merlot (2002)	Dehesa del Carrizal (2002)	Primus. Señorío de Toledo (2008)
V.T. Castilla y León	-	Rivola Abadía Retuerta (2006) Martue Syrah (2006) Cumal (2005)	Realeza (2007)
V.T. El Terrazo	-	Mestizaje Bobal (2006)	-
V.T. Ribera del Guadiana	-	-	Zaos Tempranillo (2007)
V.T. Valle del Cínca	-	-	Veranza (2008)
Valdeorras	-	Erebo Mencía (2007)	-
Valdepeñas	-	-	Viña Albalí Tempranillo (2008) Calle Real (2008)
Valencia	-	-	Castillo de Liria (2008)
Yecla	-	Castaño Cepas Viejas (2004)	-

los vinos en grupos en base a la calidad percibida (color, aroma y sensaciones en boca). Para ello, los panelistas tenían que formar cinco grupos, en cada uno de ellos podían introducir tantos vinos como consideraran conveniente. Los grupos fueron: excepcional (equivalente a una puntuación de 5 en el procesado de los datos), bueno o muy bueno (puntuación de 4), correcto o aceptable (puntuación de 3), pobre o decepcionante (puntuación de 2) y deficiente o rechazable (puntuación de 1). Los panelistas fueron informados antes de comenzar con la sesión sobre el rango de precios en el que se encontraba el conjunto de vinos y no se les desveló más información. En el caso que una botella tuviera un defecto sensorial claro, se abrió una segunda. En los casos en los que el problema sólo afectaba a la primera botella, ésta se descartó y la evaluación sensorial se realizó con la segunda. Si por el contrario, el defecto se encontró en todas las botellas de la misma muestra, ésta se incluyó en el análisis.

2.4. Análisis de datos

Evaluación de la calidad por expertos. El índice de calidad global de cada vino se calculó como la media de las puntuaciones individuales dadas para cada vino. Con el fin de evaluar las diferencias en la evaluación de calidad entre los grupos de expertos (AR, WP y S), se calculó un ANOVA a dos factores con el tipo de experto y los vinos como factores fijos. Aparecieron diferencias significativas ($P = 0.005$; $F = 5.368$) entre el juicio de calidad dado por los sumilleres y los otros dos grupos de expertos. Se identificó la evaluación de un miembro del grupo de sumilleres como discordante. De modo que eliminando dicho juez, se volvió a calcular un ANOVA a dos factores con los 21 jueces restantes y no se encontraron diferencias significativas ($P = 0.151$; $F = 1.893$) entre las puntuaciones dadas por los tres grupos de expertos, lo que sugiere que los expertos participantes comparten el concepto de calidad para este grupo de vinos. Además, se calculó un Análisis de Componentes Principales (PCA) para cada grupo de vinos (jueces en columnas y los vinos en filas). Los resultados mostraron que las proyecciones de los jueces sobre el plano estaban agrupadas para las tres categorías, lo que ha permitido confirmar que existe un consenso entre los expertos en el concepto de calidad.

Análisis multivariante. Los datos obtenidos de la evaluación sensorial del aroma se trataron mediante Análisis de Correspondencias (CA). El CA se realizó con la tabla de contingencia obtenida con la media de la frecuencia de citación (FC) para los términos aromáticos que fueron citados por al menos cinco jueces (>15% del panel) en al menos un vino-repetición. El número de factores en CA se seleccionó en base a la ley de Kaiser, de modo que se eligieron las dimensiones con un valor propio mayor que la media.

El análisis cluster jerárquico (HCA) con el criterio de Ward se calculó finalmente con las coordenadas factoriales de los vinos en los espacios definidos por CA. Los clusters identificados a partir del diagrama de árbol se

consolidaron por agregación en torno a sus centros móviles. Los términos que mejor caracterizaron cada cluster se identificaron mediante el cálculo del parámetro de valor test (20). El valor test corresponde a un criterio estadístico similar a la estandarización de variables (media cero y varianza uno). La significación se obtuvo cuando el valor test fue 1.96, lo que corresponde a un límite de error del 5%. La jerarquización de los términos de acuerdo a este criterio proporciona una caracterización rápida de cada cluster (21).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Espacio sensorial definido por la descripción orthonasal del aroma

La tabla 2 muestra las diferencias entre los atributos empleados para describir cada categoría-grupo de vinos. Resulta interesante anotar que la categoría premium parece ser más homogénea y menos explícita en sus atributos aromáticos, ya que presenta los menores rangos de frecuencia de citación (FC) (max-min) para todos los términos, excepto para la nota “animal”. Además alcanza las menores FC medias en prácticamente todos los casos. Por otra parte, la categoría de gama baja parece ser la más heterogénea y explícita, tal y como sugiere el mayor número de términos individuales significativos (35 términos) utilizados en su definición, así como los rangos más amplios en cinco de los términos combinados. Este hecho podría ser debido a que los vinos del grupo de gama baja proceden de 24 regiones vinícolas diferentes seguido de los 21 de gama media y los 13 de los premium, tal y como se puede observar en la tabla 1, lo que podría haber dado lugar a perfiles sensoriales diferentes como han demostrado otros trabajos (22, 23).

TABLA 2.

Términos combinados (Cx) formados por x atributos individuales (significación de acuerdo a la distribución χ^2 entre paréntesis; ns: no significativo), los rangos de frecuencia de citación –FC– (max-min, expresado como %) y el promedio de la FC (expresado como %)

	PREMIUM	GAMA MEDIA	GAMA BAJA
	Fruta fresca/baya (C3) Fruta roja ($P < 0.001$)	Fruta fresca/baya (C3) Fruta roja ($P < 0.001$)	Fruta fresca/baya (C5) Fruta roja ($P < 0.001$) Frambuesa ($P < 0.001$) Fresa ($P < 0.001$)
	Fruto negro ($P < 0.001$) Mora ($P < 0.001$)	Fruto negro ($P < 0.001$) Mora ($P < 0.001$)	Fruto negro ($P < 0.001$) Mora ($P < 0.001$)
Significación	0.034	< 0.001	< 0.001
Max-Min (%FC)	20.3	35.7	38
Promedio (%FC)	17.6	22.8	38.2
	Fruta pasa (C4) Fruta pasa ($P < 0.001$) Dátil ($P < 0.05$) Ciruela ($P = < 0.001$) Higo seco ($P < 0.001$)	Fruta pasa (C3) Fruta pasa ($P < 0.0001$) Ciruela ($P < 0.001$) Higo seco ($P < 0.1$)	Fruta pasa (C3) Fruta pasa ($p < 0.001$) Ciruela ($P < 0.001$) Higo seco ($P < 0.001$)

	PREMIUM	GAMA MEDIA	GAMA BAJA
Significación	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Max-Min (%FC)	37.5	39.3	41
Promedio (%FC)	23.8	28.8	26.1
	Tostado (C5) Tostado (<i>ns</i>) Caramelo ($P < 0.001$) Café ($P < 0.001$) Pan tostado ($P < 0.001$) Ahumado ($P < 0.0001$)	Tostado (C5) Tostado ($P < 0.001$) Caramelo ($P < 0.001$) Café ($P < 0.001$) Pan tostado ($P < 0.001$) Ahumado ($P < 0.001$)	Tostado (C4) Caramelo ($P < 0.001$) Café ($P < 0.001$) Pan tostado ($P < 0.001$) Ahumado ($P < 0.001$)
Significación	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Max-Min (%FC)	26.6	46.4	41
Promedio (%FC)	33.1	40.2	28.3
	Madera (C2) Madera ($P < 0.001$) Madera nueva ($P < 0.001$)	Madera (C2) Madera ($P < 0.001$) Madera nueva ($P < 0.001$)	Madera (C2) Madera ($P < 0.001$) Madera nueva ($P < 0.001$)
Significación	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Max-Min (%FC)	23.4	39.3	31
Promedio (%FC)	22.7	27.7	14.6
	Especias (C4) Especias ($P < 0.001$) Vainilla ($P < 0.001$) Regaliz ($P < 0.001$) Mentol/fresco ($P < 0.001$)	Especias (C5) Especias ($P < 0.001$) Vainilla ($P < 0.001$) Regaliz ($P < 0.001$) Mentol/fresco I ($P < 0.001$) Pimienta ($P < 0.001$)	Especias (C7) Especias ($P < 0.001$) Vainilla ($P < 0.001$) Regaliz ($P < 0.001$) Mentol/fresco ($P < 0.001$) Pimienta ($P < 0.001$) Clavo (<i>ns</i>) Nuez moscada ($P < 0.001$)
Significación	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Max-Min (%FC)	25	35.7	50
Promedio (%FC)	27.7	39.8	41.1
	Alcohol (C1)	Alcohol (C1)	Alcohol (C1)
Significación	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Max-Min (%FC)	17.2	39.3	26
Promedio (%FC)	16.7	19.9	11.8
	Animal (C2) Animal (<i>ns</i>) Cuero ($P < 0.001$)	Animal (C1) Cuero ($P < 0.001$)	Animal (C3) Animal (<i>ns</i>) Cuero ($P < 0.001$) Pipí de gato ($P < 0.001$)
Significación	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Max-Min (%FC)	43.6	32.1	34
Promedio (%FC)	14.3	13.3	14.1
	Vegetal (C4) Verduras ($P < 0.001$) Pimiento ($P < 0.05$) Espárrago ($P < 0.01$) Alubia verde ($P < 0.1$)		Vegetal (C4) Verduras ($P < 0.01$) Oliva (<i>ns</i>) Patata cocida ($P < 0.10$) Alubia verde ($P < 0.01$)
Significación	< 0.001		0.0258
Max-Min (%FC)	25		38
Promedio (%FC)	15		17.1
	Floral (C1)	Floral (C1)	
Significación	< 0.001	< 0.001	
Max-Min (%FC)	12.5	25	
Promedio (%FC)	8.72	12.2	

	PREMIUM	GAMA MEDIA	GAMA BAJA
	Sotobosque (C3) Humus/tierra ($P < 0.001$) Moho (<i>ns</i>) Champiñón (<i>ns</i>)		Evolucionado/oxidado (C6) Manzana ($P < 0.05$) Membrillo ($P < 0.05$) Miel ($P < 0.001$)
Significación	< 0.0001		Almendra amarga ($P < 0.05$) Fruta confitada ($P < 0.001$) Vinagre ($P < 0.1$)
Max-Min (%FC)	31.3		
Promedio (%FC)	11		
			Coliflor ($P < 0.001$)
Significación			< 0.0001
Max-Min (%FC)			68
Promedio (%FC)			20.4

En total, se tomaron en cuenta diez, ocho y nueve términos significativos, respectivamente, para cada grupo-categoría de vinos para el Análisis de Correspondencias (CA). La proyección de los vinos en sus mapas bidimensionales de CA correspondientes se pueden ver en la figura 1. A continuación se realizó un Análisis Cluster Jerárquico (HCA) con todos los factores del CA con el fin de identificar los diferentes grupos o clusters de vinos dentro de cada categoría. De manera que las propiedades sensoriales de cada clúster están resumidas en las Tablas 3, 4 y 5 así como en los diagramas de arañas de las figuras 2a, 2b y 2c.

Vinos premium. Los tres primeros factores del CA son significativos y explican el 75% de la varianza original. El primer factor está definido fundamentalmente por el atributo animal, que contribuye un 48% al mismo. El segundo factor, que explica más del 21% de la varianza total, está definido por los términos vegetal (30%) y animal (24%), mientras que el tercer factor, que representa el 12% de la varianza, está generado fundamentalmente por el término sotobosque (50%). El HCA muestra que este grupo de vinos está formado por cinco clusters estables, dos de ellos formados por una única muestra (tabla 3 y figura 2a). Tal y como se puede observar, las diferencias más importantes son debidas a los atributos “animal”, “vegetal” y “sotobosque”, cuyas FC son las más altas para los vinos 823 (cluster 4, el más alto en “vegetal” y “sotobosque”) y 984 (cluster 5, el más alto en “animal”), siendo ambas muestras las más diferentes en este grupo de vinos. Los dos vinos han sido descritos con bajas FC para algunos atributos de carácter positivo, como “fruta fresca/baya” o “especias”, además también presentan bajas puntuaciones en términos de calidad. Los análisis olfatométricos y químicos de estos vinos revelan que la muestra 984 tiene altos niveles de 4-etilfenol (1214 $\mu\text{g/L}$) y la muestra 823 contiene 18 $\mu\text{g/L}$ de metanotiol (24), lo que podría explicar los perfiles tan desviados de estos vinos, que podrían considerarse prototipos atípicos de perfiles defectuosos. Sin embargo, es importante anotar que estos dos vinos no son las muestras con las puntuaciones más bajas en “calidad”. Este hecho nos dice que no es necesario tener un perfil aromático desviado o defectuoso para ser puntuado bajo en calidad por los expertos.

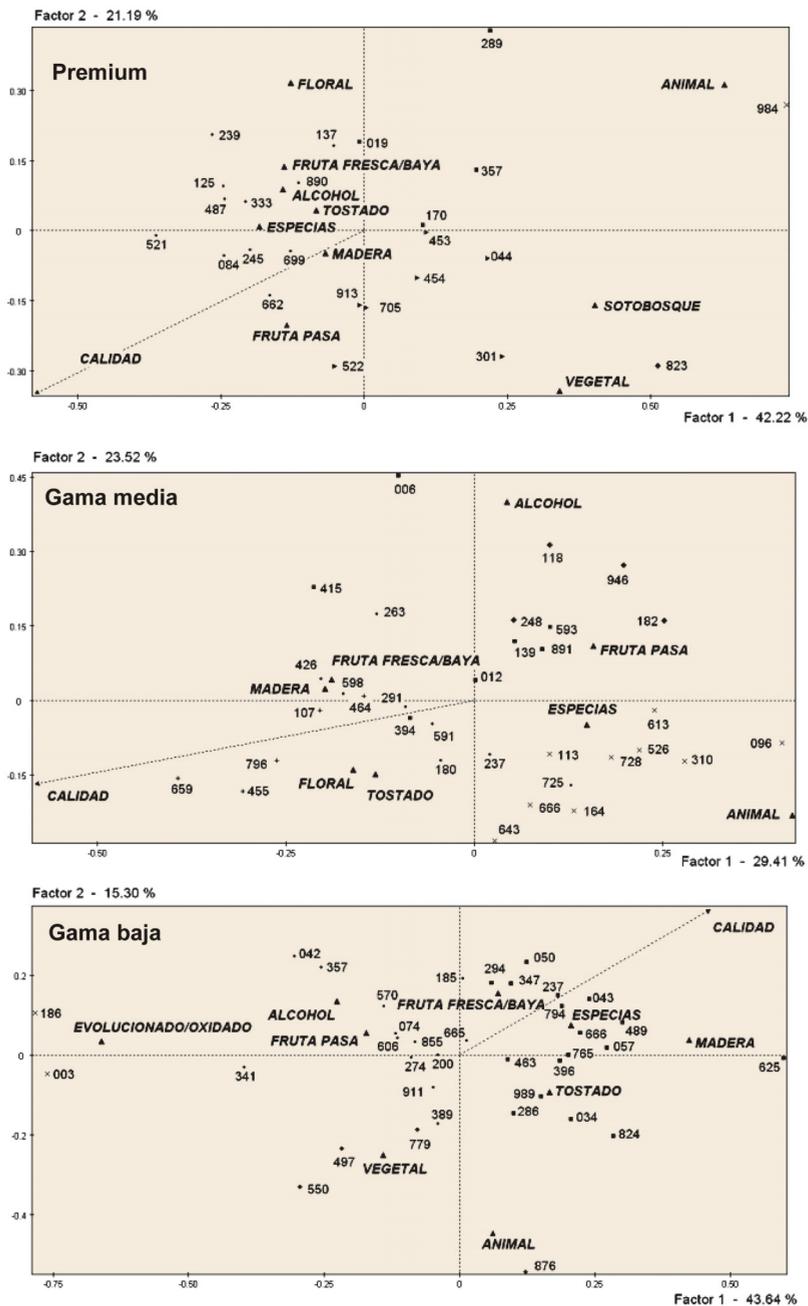


Figura 1. Proyección de los descriptores aromáticos y el espacio CA (dimensiones 1 y 2) para los vinos (a) Premium: Cluster 1 (●), 2 (▶), 3 (■), 4 (◆) y 5 (×) obtenidos del HCA, (b) gama media: Cluster 1 (■), 2 (◆), 3 (●), 4 (+) y 5 (×) y (c) gama baja: Cluster 1 (×), 2 (◆), 3 (●) y 4 (■). La flecha (variable ilustrativa) representa la calidad evaluada por la prueba de categorización llevada a cabo por el panel de expertos.

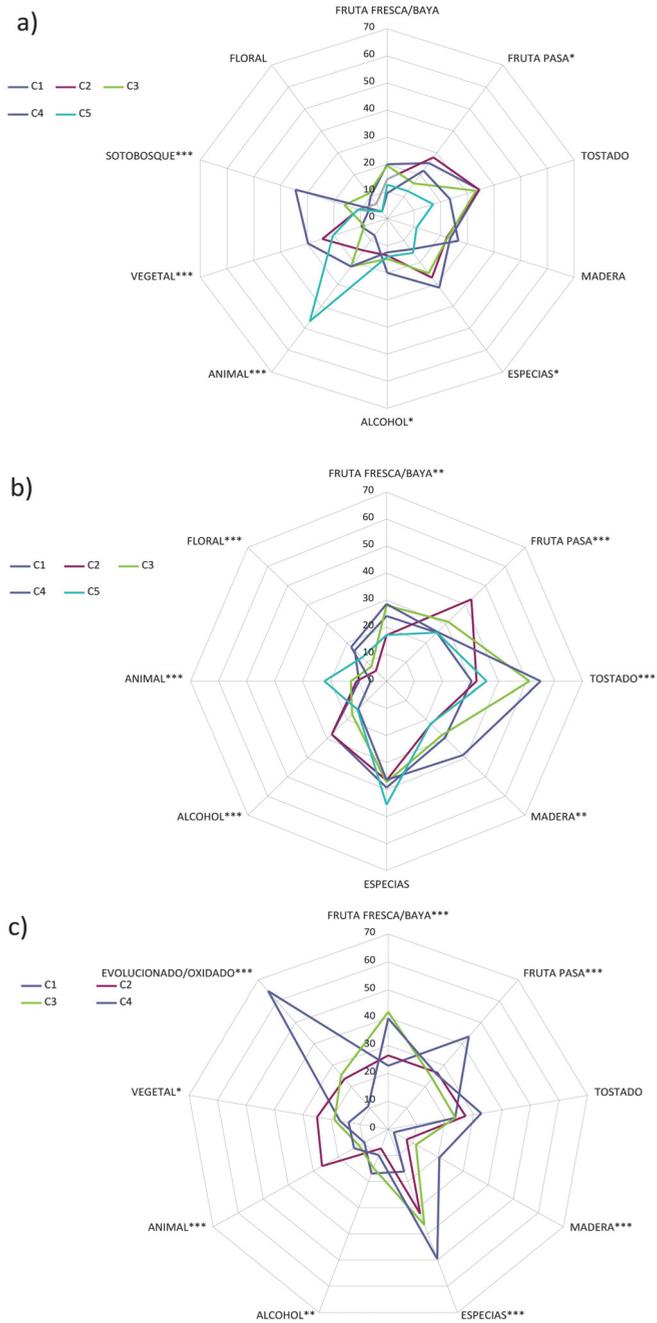


Figura 2. Descripción sensorial expresadas como el promedio de la frecuencia de citación (%) de los atributos que caracterizan las muestras que pertenecen a cada cluster (C1-C5) en los grupos de vinos (a) premium, (b) gama media y (c) gama baja con sus significaciones (*P*): **P* < 0.1; ***P* < 0.01; ****P* < 0.001.

TABLA 3.

Frecuencia de citación promedio expresada en % (errores calculados como $s/(n)^{1/2}$; s, desviación estándar; n, número de panelistas) de los términos combinados significativos que describen cada cluster del grupo de vinos premium y sus significaciones (*P*). Las letras en negrita indican la presencia de diferencias significativas entre clusters ($\alpha < 0.05$) (test de Student–Newmans–Keuls)

Cluster	1	2	3	4	5	
Vinos	333^a, 239, 487, 084, 699, 125, 137, 890, 245, 662, 521	522, 454, 453, 44, 913, 705^a, 301	170, 019, 289, 357^a	823	984	<i>P</i>
Fruta fresca/baya	20.0 ± 1.3 ^a	14.4 ± 0.3 ^{ab}	19.7 ± 0.9 ^a	9.4 ± 0.8 ^b	12.5 ± 0.8 ^b	0.097
Fruta pasa	25.3 ± 0.9 ^a	27.8 ± 2.2 ^a	15.6 ± 1.6 ^{bc}	21.9 ± 1.6 ^{ab}	12.5 ± 1.6 ^c	0.083
Tostado	34.4 ± 1.3 ^a	34.4 ± 0.9 ^a	33.1 ± 2.5 ^a	23.4 ± 1.2 ^{ab}	17.2 ± 1.2 ^b	0.101
Madera	23.4 ± 0.9	22.2 ± 0.9	22.1 ± 1.9	26.6 ± 1.2	10.9 ± 1.2	0.294
Espicias	31.6 ± 0.9 ^a	26.9 ± 1.3 ^a	21.3 ± 1.9 ^{ab}	14.1 ± 1.6 ^b	15.6 ± 1.6 ^b	0.091
Alcohol	20.0 ± 0.6 ^a	13.8 ± 0.9 ^{ab}	12.2 ± 1.3 ^b	12.5 ± 0.4 ^b	14.1 ± 0.4 ^{ab}	0.081
Animal	7.8 ± 0.6 ^d	14.4 ± 0.9 ^c	17.2 ± 1.9 ^{bc}	21.9 ± 0.8 ^b	46.9 ± 0.8 ^a	<0.001
Vegetal	9.7 ± 0.6 ^c	24.4 ± 0.6 ^{ab}	10.0 ± 1.3 ^c	29.7 ± 1.2 ^a	20.3 ± 1.2 ^b	<0.001
Sotobosque	7.2 ± 0.6 ^b	10.6 ± 0.6 ^b	10.0 ± 1.3 ^b	34.4 ± 1.2 ^a	10.9 ± 1.2 ^b	<0.001
Floral	10.0 ± 0.6	6.6 ± 0.6	12.5 ± 1.3	3.1 ± 0.8	3.1 ± 0.8	0.121
Calidad	3.3 ± 0.1	3.0 ± 0.1	2.6 ± 0.2	2.6 ± 0.2	1.9 ± 0.2	0.186

* Vinos más representativos de cada cluster por estar más cerca del centroide.

Las diferencias entre los clusters 1, 2 y 3 son de menor magnitud, pero aún así son cuantitativamente suficientes para hablar de tres perfiles sensoriales diferentes, tal y como sugieren sus diferentes posiciones en el plano CA de la figura 1. Las diferencias entre estos perfiles son debidos de nuevo a los atributos animal ($P < 0.001$), vegetal ($P < 0.002$) y sotobosque ($P < 0.0001$) así como a fruta pasa ($P < 0.05$). El cluster 1 es el más homogéneo y está caracterizado por los niveles más bajos de FC para los atributos “animal”, “vegetal” y “sotobosque” y altos para “fruta pasa”. El cluster 2 tiene los máximos niveles de los atributos “vegetal” y “fruta pasa” e intermedios de “sotobosque” y “animal”. El cluster 3 es el menos homogéneo y tiene los máximos niveles de “animal” y “sotobosque” y mínimos de “fruta pasa” y “vegetal” así como la puntuación más baja en “calidad”, a pesar de que no existen diferencias significativas para este parámetro. La ausencia de significación es atribuida a la gran variabilidad en las puntuaciones de “calidad” en este cluster.

TABLA 4.

Frecuencia de citación promedio expresada en % (errores calculados como $s/(n)^{1/2}$; s, desviación estándar; n, número de panelistas) de los términos combinados significativos que describen cada cluster del grupo de vinos de gama media y sus significaciones (P). Las letras en negrita indican la presencia de diferencias significativas entre clusters ($\alpha < 0.05$) (test de Student-Newmans-Keuls).

Cluster	1	2	3	4	5	P
Vinos	012, 139, 891, 593, 415, 394, 426, 006	182, 248, 118, 946	591, 291, 180, 598, 237, 263, 725	796, 107, 464, 455, 659	526, 164, 728, 310, 613, 666, 113, 096, 643	
Fruta fresca/baya	24.1 ± 1.4 ^{ab}	17.0 ± 1.2 ^b	28.1 ± 1.5 ^a	28.6 ± 1.4 ^a	17.1 ± 1.2 ^b	0.013
Fruta pasa	25.4 ± 1.2 ^b	42.9 ± 1.0 ^a	31.1 ± 1.5 ^b	25.7 ± 1.7 ^b	25.4 ± 1.4 ^b	0.005
Tostado	30.4 ± 1.5 ^b	32.1 ± 1.5 ^b	51.0 ± 1.0 ^a	55.0 ± 1.8 ^a	35.7 ± 2.1 ^b	<0.001
Madera	29.5 ± 1.3 ^{ab}	22.3 ± 0.8 ^b	28.1 ± 1.7 ^{ab}	38.6 ± 1.7 ^a	22.2 ± 1.4 ^b	0.008
Especias	39.3 ± 1.3	36.6 ± 1.5	37.2 ± 1.2	36.4 ± 1.7	45.6 ± 2.0	0.207
Alcohol	27.7 ± 1.4 ^a	27.7 ± 0.6 ^a	17.3 ± 1.6 ^b	14.3 ± 1.3 ^b	14.7 ± 1.1 ^b	0.001
Animal	9.8 ± 0.9 ^{bc}	10.7 ± 1.0 ^{bc}	12.8 ± 0.5 ^b	5.7 ± 0.6 ^c	22.2 ± 0.9 ^a	<0.001
Floral	16.1 ± 1.1 ^a	5.4 ± 0.7 ^c	7.7 ± 0.8 ^{bc}	17.9 ± 0.8 ^a	12.3 ± 1.0 ^{ab}	0.001
Calidad	3.0 ± 0.1 ^{ab}	2.6 ± 0.1 ^b	3.2 ± 0.1 ^a	3.1 ± 0.1 ^{ab}	2.7 ± 0.1 ^{ab}	0.043

Vinos de gama media. El Análisis de Correspondencia dio lugar a tres factores significativos, que explican el 70% de la varianza original. La figura 1 muestra el mapa bidimensional, donde se puede observar que la primera dimensión (en torno al 30% de la varianza) está dirigida fundamentalmente por el término animal, mientras que el segundo factor (24% de la varianza) está formado (58%) por el término individual “alcohol”. El tercer factor o dimensión está construido por los términos floral (35%), tostado (26%) y fruta pasa (25%). El HCA muestra de nuevo que este grupo de vinos puede ser clasificado en cinco grupos definidos en la tabla 4 y la figura 2b. En esta categoría, las diferencias sensoriales entre los clusters son muy claras ya que todos los atributos, excepto “especias”, tienen una puntuación significativamente diferente entre los clusters. Tal y como muestran la figura 2 y la tabla 3, los clusters 2, 4 y 5 son los más diferentes. Los clusters 2 y 5 tienen en común niveles muy bajos en “fruta fresca/baya” y “madera”, bajos de “tostado” así como los más altos en una única nota: “fruta pasa” en el caso del cluster 2 y animal en el caso del cluster 5. La mayor FC en la nota “fruta pasa” en los vinos del cluster 2 es consistente con el hecho de que presenta los mayores niveles de metional. La mayor FC para la nota animal del cluster 5, contiene altos niveles de 4-etilfenol y 4-etilguaiacol. Además, el cluster 2 también está caracterizado por altas puntuaciones para la nota “alcohol” y muy bajas de “floral”, mientras que el cluster 5 tiene muy bajas

FC de “fruta pasa”. Ambos clusters, también son los que fueron puntuados significativamente más bajos en el atributo calidad. Por un lado, el cluster 4 está caracterizado por altos niveles de “fruta fresca/baya”, “tostado”, “madera” y “floral”, así como los más bajos de “animal” y “alcohol”. El cluster 3 es relativamente parecido al cluster 4, aunque la FC para la nota animal es ligeramente más alta y para “floral” ligeramente más baja. Estos dos clusters tienen las puntuaciones más altas en “calidad”. Finalmente, el cluster 1 tiene FC intermedia para las notas “fruta fresca/baya”, “madera” y “animal” así como la más alta para “alcohol” y la más baja para “tostado” y “fruta pasa”.

Vinos de gama baja. Este grupo de vinos difiere fundamentalmente en la presencia en algunas muestras del término evolucionado/oxidado, que no ha sido empleado en las otras dos categorías. Este término se ha generado mediante la combinación de los términos manzana, membrillo, miel, almendra amarga, frutas confitadas, vinagre y coliflor, todos ellos relacionados con los procesos de oxidación o evolución. Estas notas de aroma, están con mucha frecuencia ligadas a la formación de aldehídos como el acetaldehído, que proporciona notas a manzana madura (25), el metional relacionado con el aroma a pasas (24) o la nota a coliflor (26), el fenilacetaldehído responsable del aroma a miel (27) o a madera vieja en los vinos tintos envejecidos (11).

En este grupo de vinos, el CA muestra que los dos primeros factores son significantivos y explican el 60% de la varianza original tal y como muestra la figura 1. El primer factor (44% de la varianza) está definido fundamentalmente por el término evolucionado/oxidado, mientras que el segundo factor (15% de la varianza) por el atributo animal (50%). El HCA calculado con todos los factores del CA ha dado lugar a cuatro clusters estables, cuyas propiedades están resumidas en la figura 2c y la tabla 5. De nuevo, se observa que las diferencias entre los clusters son muy marcadas, ya que las FC de prácticamente todos los atributos difieren significativamente entre ellos. Así el cluster 1, agrupa las muestras más diferentes, con las puntuaciones más altas en “fruta pasa”, “alcohol” y “evolucionado/oxidado” y bajas en “fruta fresca/baya”, “madera”, “especias” y “calidad”. Estas dos muestras se pueden considerar como ejemplares con un claro defecto de oxidación. Además su composición química muestra que tienen los mayores niveles de acetaldehído (60 y 105 mg/L) y de otros aldehídos, como E-2-nonenal, fenilacetaldehído, metional e isovaleraldehído (28). El cluster 2 está formado por vinos con bajas puntuaciones en “calidad” y las más altas FC para los atributos animal y vegetal así como baja FC en “fruta fresca/baya”. La composición química no muestra la presencia de un perfil consistente, aunque dos muestras de este cluster tienen en torno a 6 ng/L de isobutil-2-metoxipirazina y un tercer vino posee una concentración relativamente elevada de 4-etilfenol, 4-etilguaicol y de isovaleraldehído, que podrían explicar los perfiles de aroma observados. Los dos clusters, 3 y 4, contienen muestras con puntuaciones altas en “calidad” y caracterizadas por altas FC para “fruta fresca/pasa”, bajas de “fruta pasa”, “animal”, “vegetal” y “evolucionado/oxidado”.

TABLA 5.

Frecuencia de citación promedio expresada en % (errores calculados como $s/(\mathbf{n})^{1/2}$; s, desviación estándar; n, número de panelistas) de los términos combinados significativos que describen cada cluster del grupo de vinos de gama baja y sus significaciones (*P*). Las letras en negrita indican la presencia de diferencias significativas entre clusters ($\alpha < 0.05$) (test de Student-Newmans-Keuls).

Cluster	1	2	3	4	
Vinos	003, 186	497, 779, 550, 876	274 ^a , 074, 855, 606, 665, 570, 911, 185, 200, 341, 042, 389, 357	666 ^a , 057, 043, 463, 989, 489, 050, 396, 237, 294, 794, 034, 347, 765, 286, 824, 625	P
Fruta fresca/baya	22.8 ± 1.2 ^b	26.5 ± 1.5 ^b	36.5 ± 1.2 ^a	39.7 ± 1.5 ^a	0.010
Fruta pasa	43.4 ± 0.9 ^a	26.5 ± 1.1 ^b	23.8 ± 1.7 ^b	25.9 ± 1.4 ^b	0.044
Tostado	23.5 ± 0.7	27.2 ± 2.6	23.6 ± 1.2	32.7 ± 1.7	0.078
Madera	2.2 ± 0.2 ^c	7.4 ± 0.7 ^{bc}	11.1 ± 0.8 ^b	20.4 ± 1.2 ^a	<0.001
Especias	16.2 ± 0.4 ^c	32.4 ± 1.5 ^b	36.5 ± 1.5 ^b	49.6 ± 1.4 ^a	<0.001
Alcohol	16.9 ± 1.6 ^a	7.4 ± 0.7 ^{ab}	14.8 ± 1.1 ^{ab}	9.9 ± 0.8 ^b	0.031
Animal	9.6 ± 2.0 ^b	26.5 ± 1.0 ^a	11.7 ± 0.9 ^b	13.7 ± 1.0 ^b	0.001
Vegetal	16.9 ± 0.5	25.0 ± 2.6	18.9 ± 1.2	13.9 ± 1.0	0.059
Evolucionado/oxidado	64.7 ± 0.7 ^a	23.5 ± 2.1 ^b	25.3 ± 1.3 ^b	10.7 ± 0.9 ^c	<0.001
Calidad	1.6 ± 0.1 ^b	2.2 ± 0.1 ^b	2.9 ± 0.1 ^a	2.8 ± 0.1 ^a	0.005

3.2. Correlación entre la descripción del aroma y la calidad

Las correlaciones existentes entre los atributos del aroma obtenidos de la descripción sensorial y la percepción de calidad se han establecido mediante el cálculo de correlaciones simples (tabla 6). Los resultados desvelan que en el grupo de vinos premium los atributos especias, fruta pasa, madera y, en menor medida, alcohol están significativa y positivamente correlacionados con la percepción de calidad, mientras que el término animal lo está negativamente. De la misma manera, en el segmento de vinos de gama media, la calidad está negativamente correlacionada con el término animal, mientras que los atributos correlacionados positivamente con la calidad son madera, tostado y fruta fresca/baya. De nuevo, en las muestras de gama baja, el descriptor animal está negativamente correlacionado con la calidad, además del término evolucionado/oxidado, que presenta una tendencia. Por el contrario, los atributos madera, tostado y fruta fresca/baya están positivamente correlacionados con la calidad.

Resulta interesante anotar que la “calidad” parece estar vinculada en una mayor proporción a los descriptores aromáticos en los conjuntos de vinos premium y gama media que en gama baja, donde los coeficientes de

correlación son mucho menores. Además, en este caso, las correlaciones parecen ser mayores debido a seis muestras de los dos clusters de menor calidad (ver tabla 5) y de hecho, si estas seis muestras se eliminan, las correlaciones con “calidad” desaparecen por completo. La cosas cambian completamente en este grupo de vinos cuando el estudio de la calidad se lleva a cabo de manera separada con las muestras “con madera” y “sin madera”. En el subgrupo de 24 vinos con bajas FC para el término “madera” ($FC < 6$), la calidad está significativamente correlacionada con el término “fruta fresca/baya” ($r = 0.50, P = 0.005$), “evolucionado/oxidado” ($r = -0.49, P = 0.006$) y “fruta pasa” ($r = -0.35, P = 0.07$). También se han observado resultados similares cuando el grupo de muestras del cluster 4 (rico en “madera”) se elimina del cálculo. En este subgrupo de 18 vinos, la calidad está significativamente correlacionada con “fruta fresca/baya” ($r = 0.63; P = 0.004$), “evolucionado/oxidado” ($r = -0.64; P = 0.003$), “vegetal” ($r = -0.41, P = 0.08$) y “fruta pasa” ($r = -0.39, P = 0.09$). En el subgrupo de las 12 muestras “con madera” (creado de manera arbitraria con vinos con FC para el atributo madera igual o mayor de 6), la calidad está significativamente correlacionada con el término madera ($r = 0.53, P = 0.07$) y animal ($r = -0.67, P = 0.01$). Esto sugiere que la evaluación de la calidad hecha por los expertos está fuertemente influenciada por la presencia de notas a madera. Además, parece que los expertos diferencian dos prototipos de calidad diferentes en este grupo de vinos, tal y como se puede observar en la figura 4.

TABLA 6.

Correlación (coeficiente de Pearson, r , y significación, P) entre los atributos evaluados por el panel entrenado y la percepción de calidad de los expertos en los tres grupos de vinos. Los valores P significativos están marcados en negrita.

	Premium		Gama media		Gama baja	
	r	P	r	P	r	P
Fruta fresca/baya	0.239	0.260	0.308	0.081*	0.379	0.022**
Fruta pasa	0.581	0.003***	-0.273	0.124	-0.265	0.118
Tostado	0.165	0.440	0.476	0.005***	0.199	0.244
Madera	0.525	0.008***	0.619	0.0001****	0.358	0.032**
Especias	0.691	0.0002****	0.050	0.782	0.243	0.153
Alcohol	0.374	0.072*	-0.088	0.627	0.070	0.686
Animal	-0.584	0.003***	-0.344	0.0498**	-0.302	0.077*
Vegetal	-0.139	0.561			-0.229	0.179
Sotobosque	-0.169	0.430				
Floral	-0.085	0.692				
Evolucionado/oxidado					-0.456	0.005***

* $P < 0.1$; ** $P < 0.05$; *** $P < 0.01$; **** $P < 0.001$

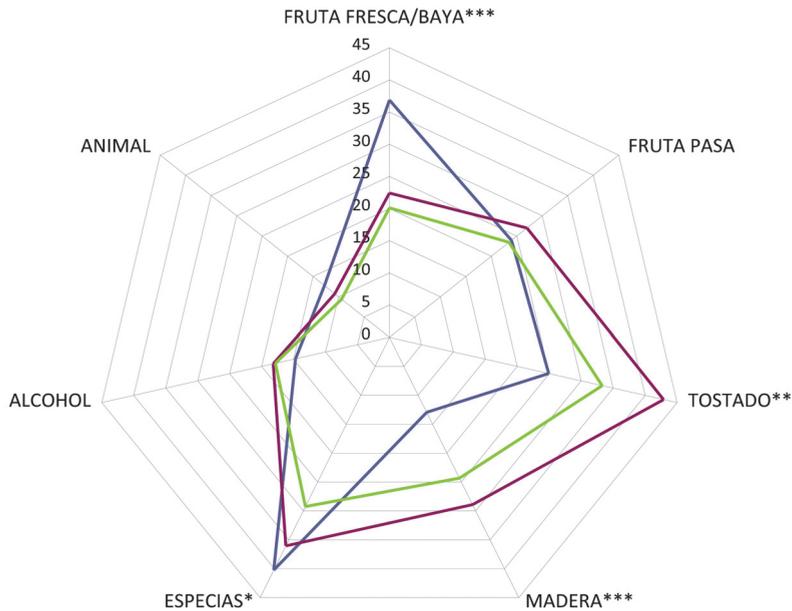


Figura 3. Descripción sensorial expresada como la frecuencia de citación promedio (%) de los atributos que caracterizan los vinos con puntuaciones de calidad mayores de 2.7 para los grupos de vinos de gama baja (azul, —), gama media (rojo, —) y premium (verde, —) con la significación (P): * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

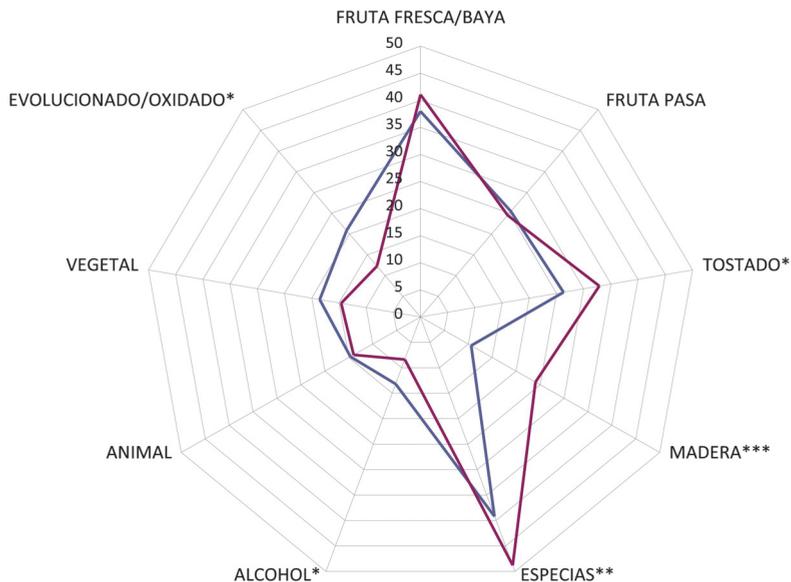


Figura 4. Descripción sensorial expresada como la frecuencia de citación promedio (%) de los atributos que caracterizan los vinos “con madera” (blue, —) y “sin madera” (red, —) del grupo de vinos de gama baja con su significación (P): * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

Cuando no aparece el carácter a madera, las notas a fruta fresca/baya y fruta pasa son determinantes en la calidad, aunque pierden su importancia a favor del aroma a madera y animal, cuando el aroma a madera pasa a ser detectable.

Las diferencias que se observan en las correlaciones con la calidad de los atributos entre los tres grupos de vinos merecen un comentario adicional. Por un lado, algunos descriptores como fruta fresca/baya, tostado, madera y animal, presentan una correlación similar con la calidad en los tres grupos de vinos, en general se observa que cuanto mayor es el rango de FC para un atributo en un grupo de vinos, mayor es el coeficiente de correlación (ver tabla 1). Sin embargo, este hecho no se observa para el término “fruta pasa”, ya que en el grupo de vinos premium el rango de FC es menor y sin embargo presenta la mayor correlación.

Por otro lado, los atributos especias y alcohol solo están correlacionados significativamente con la calidad en el grupo de vinos premium, a pesar de que en este grupo de vinos alcanzan los rangos más pequeños (ver tabla 2). El patrón observado para el atributo “fruta pasa” es aún más llamativo, ya que está correlacionado positivamente con la calidad en el grupo de vinos premium, mientras que lo está negativamente en los otros dos grupos, gama media y baja (tabla 6). Este hecho sugiere que existen diferentes prototipos de calidad, que está en parte relacionado con la oxidación, que parece ser más que tolerado y aceptado por los expertos en los vinos premium mientras que pasa a ser una característica negativa en los otros dos grupos.

4. CONCLUSIONES

El experimento a gran escala que se presenta en este artículo confirma que la percepción orthonasal del aroma tiene una gran influencia en la percepción de calidad del vino percibida por los expertos. Así, la comparación entre categorías y la necesidad de hacer dos grupos, “con madera” y “sin madera”, entre los vinos más jóvenes (gama baja) revela que dentro de un grupo homogéneo, la calidad se puede explicar de manera satisfactoria mediante los datos sensoriales cuantitativos, pero sin embargo las correlaciones no pueden generalizarse entre los tres grupos de vinos. Esto sugiere la presencia de diferentes prototipos de calidad, cada uno dado por un perfil sensorial diferente. Es importante anotar que los vinos premium presentan en general menores FC para los atributos del aroma, pero las mayores puntuaciones para la calidad, lo que sugiere que la armonía es fundamental a la hora de percibir un vino como de calidad.

Por otro lado, el par “madera/animal” parece ser el más importante en la percepción de calidad de los vinos envejecidos en barrica, además otros descriptores parecen jugar un papel importante dependiendo del grupo de vinos. El atributo fruta pasa aparece como un contribuyente positivo e importante de la calidad en los vinos Premium y los vinos tintos españoles envejecidos, mientras que la presencia de este atributo hace que la calidad

de los vinos más jóvenes disminuya. La relevancia del término “fruta fresca/baya” disminuye con el envejecimiento, pasando a ser fundamental en la percepción de calidad de los vinos “sin madera”. En estos, las notas vegetales o de oxidación juegan un papel negativo fundamental.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el *Instituto de Estudios Riojanos*. M.P.S.N. y E.C. (Juan de la Cierva) agradecen al Ministerio de Educación y Ciencia (M.E.C.) sus contratos postdoctorales.

BIBLIOGRAFÍA

- Aznar, M., López, R., Cacho, J., Ferreira, V. Prediction of aged red wine aroma properties from aroma chemical composition. Partial least squares regression models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2003, *51*, 2700-2707.
- Azzara, C. D., Campbell, L. B. *In off-flavors in foods and beverages*, Charalambous, G., Ed. Elsevier: Amsterdam, 1992; pp. 329-374.
- Breme, K., Langle, S., Fernández, X., Meierhenrich, U. J., Brevard, H., Joulain, D. Character impact odorants from Brassicaceae by aroma extract dilution analysis (AEDA): Brassica cretica and Brassica insularis. *Flavour and Fragrance Journal* 2009, *24*, 88-93.
- Campo, E., Ballester, J., Langlois, J., Dacremont, C., Valentín, D. Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: a case of Burgundy Pinot noir wines. *Food Quality and Preference* 2009, *21*, 44-55
- Campo, E., Do, B. V., Ferreira, V., Valentín, D. Aroma properties of young Spanish monovarietal white wines: a study using sorting task, list of terms and frequency of citation. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2008, *14*, 104-115.
- De Simon, B. F., Cadahia, E., Sanz, M., Poveda, P. Pérez-Magarino, S., Ortega-Heras, M., González-Huerta, C. Volatile compounds and sensorial characterization of wines from four Spanish denominations of origin, aged in Spanish Rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) oak wood barrels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008, *56*, 9046-9055.
- Etaio, I., Elortondo, F. J. P., Albisu, M., Gastón, E., Ojeda, M., Schlich, P. Development of a quantitative sensory method for the description of young red wines from Rioja Alavesa. *Journal of Sensory Studies* 2008, *23*, 631-655.
- Etaio, I., Elortondo, F. J. P., Albisu, M., Gastón, E., Ojeda, M., Schlich, P. Effect of winemaking process and addition of white grapes on the sensory and physicochemical characteristics of young red wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2008, *14*, 211-222.

- Ferreira, A. C. S., De Pinho, P. G., Rodrigues, P., Hogg, T., Kinetics of oxidative degradation of white wines and how they are affected by selected technological parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2002, *50*, 5919-5924.
- Ferreira, V., Juan, F. S., Escudero, A., Cullere, L., Fernández-Zurbano, P., Sáenz-Navajas, M. P., Cacho, J. Modeling Quality of Premium Spanish Red Wines from Gas Chromatography-Olfactometry Data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2009, *57*, 7490-7498.
- Goldner, M. C., Zamora, M. C. Sensory characterization of Vitis Vinifera CV. Malbec wines from seven viticulture regions of Argentina. *Journal of Sensory Studies* 2007, *22*, 520-532.
- Green, J. A., Parr, W. V., Breitmeyer, J., Valentín, D., Sherlock, R. Sensory and chemical characterisation of Sauvignon blanc wine: Influence of source of origin. *Food Research Interanational* 2011, *44*, 2788-2797.
- ISO NORM 9000. Quality management systems - Fundamentals and vocabulary, 2000.
- ISO NORM 3591, Sensory analysis: Apparatus wine tating glass. In International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1977.
- Morineau, A., Lebart, L., Piron, M. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Dunod: Paris, 1995.
- Morineau, A. Note sur la caractérisation statistique d'une classe par les valeurs-test. In *Bulletin Technique Centre Statistique Informatique Appliquées*, 1984; Vol. 2, pp. 20-27.
- Parr, W. V. Geographical indication and the concept of wine typicality. *ChemoSense* 2009, *11*, 16-17.
- Polaskova, P., Herszage, J., Ebeler, S. E. Wine flavor: chemistry in a glass (vol. 37, pg 2478, 2008). *Chemical Society Reviews* 2008, *37*, 2798-2798.
- Rodríguez-Nogales, J. M. Fernández-Fernández, E., Vila-Crespo, J. Characterisation and classification of Spanish Verdejo young white wines by volatile and sensory analysis with chemometric tools. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2009, *89*, 1927-1935.
- Ross, C. F. Sensory science at the human-machine interface. *Trends in Food Science and Technology* 2009, *20*, 63-72.
- Sáenz-Navajas, M., Campo, E., Fernández-Zurbano, P., Valentín, D., Ferreira, V. An assessment of the effects of wine volatiles on the perception of taste and astringency in wine. *Food Chemistry* 2010, *121*, 1139-1149.
- Sáenz-Navajas, M. P., Campo, E., Culleré, L., Fernández-Zurbano, P., Valentín, D., Ferreira, V. Effects of the nonvolatile matrix on the aroma perception of wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2010, *58*, 5574-5585.
- Sáenz-Navajas, M. P., Martín-López, C., Ferreira, V., Fernández-Zurbano, P. Sensory properties of Premium Spanish red wines and their implication in wine quality perception *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2011, *17*, 9-12.

- San Juan, F., Cacho, J., Ferreira, V., Escudero, A. Aroma Chemical Composition of Red Wines from Different Price Categories and Its Relationship to Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2012, 60, 5045-5056.
- San Juan, F., Ferreira, V., Cacho, J., Escudero, A. Quality and aromatic sensory descriptors (mainly fresh and dried fruit character) of Spanish red wines can be predicted from their aroma-active chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2011, 59, 7916-7924.
- Varela, P., Gambaro, A. Sensory descriptive analysis of Uruguayan Tannat wine: Correlation to quality assessment. *Journal of Sensory Studies* 2006, 21, 203-217.
- Vilanova, M. Vilarino, F. Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Spanish Albarino wine. *Flavour and Fragrance Journal* 2006, 21, 373-378.
- Zeithaml, V. A. Consumer perceptions of price, quality and value - A means-end model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing* 1988, 52, 2-22.



ZUBÍA

30



Gobierno de La Rioja
www.larioja.org



**Instituto
de Estudios
Riojanos**