

Idea, Realización
y Dirección del estudio por:



outlook
wine

The Barcelona Wine School

Atributo de mineralidad en los vinos

TESIS DOCTORAL DEFENDIDA POR ELVIRA ZALDIVAR



Elvira Zaldivar Santamaría

Tesis doctoral



UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

CARACTERIZACIÓN
QUÍMICO-SENSORIAL EN
VINOS BLANCOS Y TINTOS DEL
ATRIBUTO MINERALIDAD





TESIS DOCTORAL

**“CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-SENSORIAL DEL
ATRIBUTO “MINERALIDAD” EN VINOS BLANCOS Y
TINTOS”**

Memoria presentada por:
Elvira Zaldívar Santamaría para optar al título de Doctor
por la Universidad de La Rioja

Logroño 30 de Junio de 2017

Tesis dirigida por el Profesor
Dr. D. Antonio Tomás Palacios García



**UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN**

**D. ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA, PROFESOR ASOCIADO DEL
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN DE LA
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA.**

AUTORIZA:

La presentación y defensa de la Tesis Doctoral titulada "Caracterización químico-sensorial en vinos blancos y tintos del atributo mineralidad", para optar al grado de doctor por la Universidad de La Rioja y realizada por Elvira Zaldívar Santamaría bajo su dirección en el área de análisis sensorial y química de la Universidad de La Rioja.

En Logroño a 30 de Junio de 2017

Fdo. Dr. D. Antonio T. Palacios García

Agradecimientos

“¿Por qué sigues estudiando? ¿Es que nunca vas a terminar? ¿Has pensado en descansar y empezar a vivir tu vida ahora que te has licenciado?”. Estas eran algunas de las frases que solía oír hace 14 años; era el año 2003 y yo por aquel entonces una recién licenciada en Bioquímica por la Universidad de Salamanca. Supongo que no quise escuchar aquellos comentarios, yo quería convertirme en la nueva Rosalind Franklin, situarme en la vanguardia en la rama de la Biotecnología, formar parte de la siguiente generación de investigadoras que sucedieran a Margarita Salas; por supuesto no hace falta decir que el sueño completo venía junto con el premio Nobel.

Hasta ese momento el miedo no me había influido a la hora de tomar la decisión de ser científica, de haber sido así quizás lo habría disfrazado de practicidad y habría optado por estudiar unas oposiciones o buscar un trabajo seguro...está claro que no lo hice.

En 2003 las cosas para los becarios de investigación no se dibujaban prometedoras, poca financiación y sin posibilidades de contrato. Lo cierto es que la historia no ha cambiado mucho en estos 14 años, y ya por aquellos entonces recuerdo más de una manifestación a favor de los derechos de los investigadores. Comencé como becaria en el departamento de Genética de la Universidad de Salamanca, no puedo más que darles las gracias a mis tutores de aquellos años y sobre todo a mis compañeros de laboratorio de aquella época. Se suele decir que sólo se pueden conectar los puntos hacia delante y a día de hoy todavía sigo ojeando los cuadernos de laboratorio de aquella etapa, mucho me han ayudado y mucho le debo a ese departamento.

La financiación seguía sin llegar y me atreví a probar suerte en otro país; mis caminos seguían el rumbo de la Biotecnología y me llevaron tan lejos como a Estados Unidos. Como parte del departamento de Ingeniería de la *Boston*

University aprendí lo que era el trabajo en un equipo multidisciplinar. En aquella época yo era la única Biotecnóloga en un equipo de ingenieros industriales y eléctricos. Los comienzos fueron duros, los experimentos no siempre salían como uno esperaba y hacerse paso en un nuevo país tampoco era fácil. Pero el bicho raro que trabajaba con ADN supo integrarse, aprender a ver otros puntos de vista y conocer otra parte de la ciencia, la de la ciencia aplicada.

Desde entonces he seguido trabajando en el campo de la ciencia pero desde fuera de la Universidad. En 2012 me topé con el mundo de la enología de la mano del que se ha convertido en mi director de tesis, Antonio Palacios. En ese momento las frases a mi alrededor cambiaron, pero el transfondo era el mismo que hace algunos años. Quizás sorprendía el que una Biotecnóloga quisiera zambullirse en un proyecto de química analítica y análisis sensorial. Volvía a ser el bicho raro en un mundo de químicos y enólogos. Pensé entonces que de poco me servía mi aprendizaje previo en la rama molecular, pero entonces me di cuenta de que la curiosidad y las ganas de aprender seguían estando ahí como hace 14 años. Al fin y al cabo siempre puedes fallar, pero quizás tengas una oportunidad haciendo lo que te apasiona.

La ciencia es curiosidad, ganas de cuestionar, rebatir teorías y de encender la luz en aquello que todavía está por descubrir.

Después de cuatro años, estoy muy contenta de que finalmente este trabajo tome forma en la figura de tesis doctoral. Pero para llegar aquí no sería justo decir que he recorrido el camino sola....

Gracias ante todo a mis padres. Sin ellos no sería nada de lo que soy; a ellos les debo haber podido llegar hasta aquí, este trabajo y mucho más. En especial a mi madre por inculcarme ese espíritu de superación y lucha.

Gracias a mi hermano Iván por llenar, desde mi juventud, mi vida de magia, fantasía, superhéroes y supervillanos, porque la ciencia no sería nada sin

imaginación y creatividad; sin olvidar el regalo que junto con Cristina me disteis con la pequeña Eva, mi nueva compañera de aventuras, juegos y bailes.

Gracias a mi director, Antonio por creer en mí a pesar de mi impaciencia y por darme la oportunidad de introducirme en el área del análisis sensorial, así como por hacerme ver las cosas desde el punto de vista del rigor científico.

No quiero olvidar al mayor mecenas de este trabajo, David Molina, de Outlook Wine, por creer ciegamente en este proyecto y por su pasión y apoyo a lo largo del mismo.

Gracias tanto a la Universidad de la Rioja, por su disponibilidad en el uso de las instalaciones, como a Outlook Wine, por facilitar todos los recursos necesarios en las sesiones realizadas en Barcelona.

Gracias a Laboratorios Excell Ibérica y a Laboratorios Excell Francia, por proveerme de conocimiento, recursos y flexibilidad a la hora de desarrollar toda la investigación.

Gracias a los panelistas que han formado parte en este trabajo, por llevar con tanta paciencia las largas sesiones de cata. No puedo más que agradecer tanto la colaboración desinteresada como el interés que habéis mostrado en el proyecto.

Gracias a mis compañeros de laboratorio de Excell Ibérica: Andrea, David, Fernando e Ixone, por aportarme cada uno en su área un pedacito de conocimiento en este mundo de la Enología; pero sobre todo por los momentos compartidos, tanto buenos como complicados, siempre salpicados de buen humor.

Gracias a todos mis amigos, a los de toda la vida, a los de la "Uni" y a los que me he ido encontrando por el camino. En especial a Manu por llenar mi vida de música, conciertos, viajes y tantas experiencias buenas. A Roberto, por apoyarme en este duro camino, por aconsejarme, darme un punto de coherencia y calmar mis ánimos. Sin tu apoyo terminar este trabajo habría sido simplemente una tarea

tortuosa. Sin duda desde que estás a mi lado soy mejor persona...además de haber aprendido un montón de datos y fechas musicales.

A Yolanda, por ser siempre una amiga de verdad; te fuiste hace un año, pero me enseñaste a luchar por los sueños y a darme cuenta de lo importante que es disfrutar del tiempo, porque es un regalo.

A todos, gracias por formar parte de mi vida y apoyarme en alcanzar mis metas...

“Un científico en su laboratorio no es sólo un técnico, es un niño colocado ante fenómenos naturales que lo impresionan como un cuento de hadas.”

Maria Salomea Skłodowska-Curie

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN GENERAL	19
1.1	Acuñado del término "mineralidad"	19
1.2	Un repaso a la geología y fisiología del viñedo	21
1.3	Explorando el concepto de la "mineralidad" en la cata	27
1.4	El uso del término "mineralidad" en la cata de los vinos	30
1.5	La química que se esconde detrás de la mineralidad	37
2	OBJETIVOS DE LA TESIS	43
3	FACTORES INTRÍNSECOS EN LA PERCEPCIÓN DEL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN EL VINO	49
3.1	INTRODUCCIÓN	49
3.2	MATERIALES Y MÉTODOS	60
3.2.1	ANÁLISIS SENSORIAL Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS	60
3.2.1.1	Descripción de las muestras empleadas	60
3.2.1.2	Análisis sensorial descriptivo	61
3.2.1.3	Paneles de cata	62
3.2.1.4	Condiciones experimentales de las sesiones de cata	62
3.2.1.5	Determinación de parámetros enológicos convencionales	62
3.2.1.6	Análisis de la composición volátil	63
3.2.1.7	Análisis cuantitativo de metales	67
3.2.1.8	Análisis de datos	67
3.2.2	MODELIZACIÓN DEL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" Y VALIDACIÓN EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS	68
3.2.2.1	Generación y evaluación de modelos	68
3.2.2.2	Descripción de las muestras empleadas	69

3.2.2.3	Evaluación de la composición química de las muestras	69
3.2.2.4	Paneles de cata	70
3.2.2.5	Condiciones experimentales de las sesiones de cata	70
3.2.2.6	Análisis de datos	72
3.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
3.3.1	RELACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE LOS VINOS Y EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD"	73
3.3.1.1	Panel de expertos no elaboradores	73
3.3.1.2	Panel de enólogos-elaboradores	82
3.3.2	RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS Y LOS NIVELES DE MINERALIDAD	98
3.3.2.1	Relación entre la fracción volátil y la evaluación del descriptor "mineralidad"	98
3.3.2.2	Relación entre parámetros enológicos convencionales y la percepción del descriptor "mineralidad"	108
3.3.2.3	Relación entre la presencia de metales y la percepción del descriptor "mineralidad"	110
3.3.3	MODELIZACIÓN DEL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS	112
3.3.3.1	Modelización de la mineralidad aromática por el panel de expertos	112
3.3.3.2	Modelización de la mineralidad aromática por el panel de enólogos-elaboradores	123
3.3.3.3	Modelización de la mineralidad gustativa del panel de enólogos-elaboradores	131
3.3.3.4	Modelización de la mineralidad gustativa en vinos blancos del panel de enólogos-elaboradores	132
3.3.3.5	Modelización de la mineralidad gustativa en vinos tintos del panel de enólogos-elaboradores	140
3.3.4	VALIDACIÓN DE LOS MODELOS PREDICTIVOS PROPUESTOS PARA EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS	146
3.3.4.1	Diseño experimental para la validación de los modelos predictivos de mineralidad olfativa y gustativa	146
3.3.4.2	Evaluación de la influencia de las propiedades sensoriales olfativas incluidas en los modelos y el descriptor "mineralidad"	153
3.3.4.3	Evaluación de la influencia de las propiedades sensoriales gustativas incluidas en los modelos y el descriptor "mineralidad"	160
3.3.4.4	Modelos resultantes de la validación	166
3.4	CONCLUSIONES	167

4	FACTORES EXTRINSECOS EN LA PERCEPCIÓN DEL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN EL VINO	177
4.1	INTRODUCCIÓN	177
4.2	MATERIALES Y MÉTODOS	178
4.2.1	EVALUACIÓN DEL IMPACTO SENSORIAL DE DIFERENTES COMPUESTOS QUÍMICOS EN VINOS MODELIZADOS SOBRE LA VERBALIZACIÓN DEL ATRIBUTO "MINERALIDAD"	178
4.2.1.1	Preparación de los vinos modelizados	178
4.2.1.2	Evaluación sensorial	182
4.2.1.3	Impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados	183
4.2.1.4	Estudio de la percepción de la mineralidad en vino mediante generación de clústers por libre verbalización	184
4.2.2	INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTRINSECOS: PRECIO E INFORMACIÓN DE ETIQUETA EN LA UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO "MINERALIDAD" EN VINOS BLANCOS	185
4.2.2.1	Participantes en el estudio	185
4.2.2.2	Diseño de la ficha CATA (<i>Check-All-That-Apply</i>)	185
4.2.2.3	Elección de las muestras	186
4.2.2.4	Análisis de datos	187
4.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	187
4.3.1	EVALUACIÓN DEL IMPACTO SENSORIAL DE DIFERENTES COMPUESTOS EN VINOS MODELIZADOS SOBRE LA VERBALIZACIÓN DEL ATRIBUTO "MINERALIDAD"	187
4.3.1.1	Impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados por el panel de elaboradores y de expertos	188
4.3.1.2	Estudio de la percepción de la mineralidad en vino mediante generación de clústers por libre verbalización	197
4.3.1.3	Verbalización sobre vinos modelizados y generación de clústers por el panel de expertos de Barcelona	199
4.3.1.4	Verbalización sobre vinos modelizados y generación de clústers por el panel de enólogos-elaboradores de La Rioja	201
4.3.2	INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTRINSECOS: PRECIO E INFORMACIÓN DE ETIQUETA EN LA UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO "MINERALIDAD" EN VINOS BLANCOS	204
4.3.2.1	Influencia de la información contenida en la etiqueta sobre el descriptor mineralidad	208
4.3.2.2	Influencia del precio de la botella sobre el descriptor "mineralidad"	217
4.4	CONCLUSIONES	224

5	CONCLUSIONES GLOBALES	231
6	BIBLIOGRAFÍA	241
7	ANEXOS	261

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Acuñaado del término "mineralidad"

El concepto que transmite el término "mineralidad" en los vinos es ciertamente uno de los atributos más misteriosos desde el punto de vista químico. La mineralidad en los vinos está frecuentemente asociada al concepto *terroir*, a menudo con claros fines comerciales, donde la expresión vinculada al suelo permite justificar o argumentar la autenticidad de origen del vino en relación al suelo.

El concepto del término "mineralidad" en vinos comienza a aparecer a partir de 1980 como descriptor aromático en las catas comerciales de vinos. Es en esta época, a principios de la década de los 80, cuando aparece con fuerza Robert Parker en el poderoso mercado americano del vino con su publicación *The Wine Advocate*, e introduce ya el término "mineral" o "mineralidad" en la descripción de algunos vinos, con expresiones similares a "*smell like wet stones*". Sin embargo, lejos de quedar como una mera anécdota, el acuñado del concepto mineralidad fue la punta del iceberg que rápidamente se vinculó a la geología del viñedo y, por ende, al poderoso concepto *terroir*.

Una vez establecido el concepto *terroir* en un vino, el término "mineral" se fue asociando paulatinamente a determinados vinos, especialmente a los blancos secos y dulces provenientes de climas fríos. Es común ver en numerosas notas de cata el término "mineral" y *terroir* como resultado del estímulo que se produce cuando algunos catadores saben el origen de un vino y el tipo de suelo relacionado con él. Algunos claros ejemplos son los Rieslings de Mosela y los

Rheingau en Alemania, o los de Wachau y Kremptal en Australia, así como los procedentes de Central Otago en Nueva Zelanda.

Durante la última década, el término "mineralidad" ha sido destacado de una manera sobresaliente por parte de críticos, enólogos, sumilleres y especialistas en la comercialización del sector vitivinícola. Renombrados prescriptores de opinión como Jamie Goode (2012) afirman que el *terroir* puede influir directamente en la estructura volátil de los vinos, especialmente en el caso de vinos blancos. Sin embargo, el debate consigue enfrentar a los grandes prescriptores de opinión. De este modo, para el conocido Sam Harrop, el término "mineralidad" no puede ser sólo asociado a la fracción volátil, estando también implicada la fase gustativa. De la misma forma y acorde a su opinión, no sólo el efecto *terroir* afecta a la aparición del término "mineral" en un vino, sino que también está relacionado con factores enológicos empleados en bodega y con la utilización de las técnicas e itinerarios enológicos disponibles al servicio del sector.

Los aromas frutales, florales, especiados o de madera son de gran importancia en la descripción de los clasificados como grandes vinos pero, indudablemente, el término mineralidad ocupa hoy en día el primer lugar como reclamo entre los atributos de vinos de alta gama. En el mercado internacional, el uso del término "mineral" es normalmente sinónimo de un escalón superior de calidad, imagen y precio.

Sin embargo, aun teniendo este elevado estatus, el término "mineralidad" ha sido definido muy vagamente en cuanto a la composición del vino se refiere hasta la fecha, existiendo actualmente un enorme vacío en la identificación de

los compuestos químicos responsables o asociados a la sensación aromática y gustativa definida como mineral.

Frecuentemente este término viene acompañado por descriptores del tipo salino, humo de cerilla, sílex o pedernal para definir los vinos con carácter mineral. En base a esta descripción y uso del término, se podría establecer como hipótesis que fueran los elementos metálicos y/o minerales y sobre todo los cationes del suelo de un viñedo los responsables de este aroma y sabor mineral en los vinos.

1.2 Un repaso a la geología y fisiología del viñedo

Para tener una visión más completa y consistente sobre el significado del término "mineral", es imprescindible definirlo desde la perspectiva que ofrece la ciencia geológica. La Asociación de Mineralogía Internacional (IMA) define un mineral como un elemento o compuesto químico normalmente de forma cristalina y que ha sido formado por el resultado de un proceso geológico y que posee un grado de pureza determinada.

Se conocen más de 4000 minerales, de los cuales 100 son los más comunes a la hora de encontrarlos en la composición del suelo. Según los estudios realizados por Shacklette y Boerngen (1984) en relación al vino, estos elementos minerales se clasifican según las necesidades fisiológicas de la planta en macronutrientes y micronutrientes. En el suelo los minerales son degradados en moléculas más simples y de menor tamaño a través del contacto con el agua, la atmósfera, los cambios de temperatura y la acción de los microorganismos, entre otros factores (Gadd, G.M.; 2010). Es importante

remarcar que solamente los elementos químicos que son solubles en agua pueden ser absorbidos de forma selectiva por las raíces de la planta.

Los suelos de las viñas suelen presentar una composición parecida a nivel químico a pesar de que a simple vista su apariencia sea muy diferente (Riereau-Gayon, Dubordieu, Deneche, Lonvaud; 2006). Cabe destacar que para que los bioelementos necesarios para el metabolismo de la planta (nutrición, supervivencia y desarrollo) sean introducidos dentro de la vid, estos deben encontrarse en estado iónico y soluble en el agua. De este modo, la planta mediante complejas reacciones de tipo redox y el uso de bombas de transporte específicas y selectivas de absorción de elementos ionizados presentes en sus raíces, consigue que estos elementos químicos fluyan al interior y se distribuyan por todos los tejidos celulares de la vid, incluida la uva, a través del floema y el xilema. Para que esto suceda es imprescindible que los metales o elementos minerales sean solubles en agua como se ha dicho anteriormente. Sin embargo, es fundamental resaltar que la planta absorbe de forma selectiva lo que realmente necesita, no lo que se encuentra en cada tipo de suelo de forma fortuita.

La distribución y proporción de estos elementos en las bayas es aproximadamente de un 40% en la piel, un 50% en la pulpa y un 10% en las semillas. Por tanto, los minerales son componentes que están presentes de forma natural en las uvas; en consecuencia en el mosto y finalmente en el vino. Pero el origen y la presencia de estos elementos no está únicamente en la naturaleza química del suelo de la viña, sino también en los tratamientos aplicados sobre el viñedo por el viticultor (fertilizantes, pesticidas, herbicidas, fungicidas, etc...) y por parte del enólogo durante el proceso de elaboración del

vino en bodega (adiciones de productos enológicos, rectificaciones químicas y otros posibles tratamientos enológicos como crianza sobre lías, trasiegos, clarificaciones, filtraciones, estabilizaciones, etc...).

De todos los elementos comunes presentes en el suelo, los cationes más relevantes en términos de concentración son el potasio (Riereau-Gayon, Dubordieu, Deneche, Lonvaud; 2006), seguido del calcio y del magnesio, conocidos como macronutrientes debido a su abundancia. Estos elementos se encuentran normalmente involucrados en la neutralización de los ácidos en la uva, en el mosto y finalmente en el vino. Es el potasio, dado su carácter mayoritario, el que mayor efecto tiene en los cambios de acidez y pH, tanto en el mosto como en el vino, teniendo en cuenta que es la concentración en ácidos libres la que marca el valor de estos parámetros.

Por tanto, ¿es posible saborear el *terroir*? En base a esta pregunta el enólogo californiano Randall Grahm llevó a cabo un experimento para entender el término "mineralidad". Para ello maceró algunos vinos contenidos en barrica con piedras, depositándolas en el fondo de dichos recipientes de manera que siendo sumergidas en un entorno ácido y de bajo pH del vino liberaran sus componentes en forma soluble. Sin embargo, sus investigaciones no ahondaron en los posibles cambios químicos que pudieran haberse producido o si efectivamente se liberaron minerales u otros componentes en dicha maceración, a parte de investigar el posible perjuicio sanitario del propio vino a la hora de ser consumido.

De acuerdo con A. Maltman (2013) en su revisión sobre el rol que la geología juega en la tipicidad de la viña, el concepto *terroir* carece de fundamento

científico. Según dicho autor son fundamentalmente los aspectos geológicos y climáticos los que aportan las características intrínsecas a cada viñedo. Así, más que la composición mineral del suelo, factores como la luz, la disponibilidad de agua, la temperatura media o la pendiente del terreno, incluso la propia textura del suelo, son elementos más decisivos para que un viñedo produzca cosechas de alta calidad.

De hecho, la orografía del terreno juega un papel importante en el desarrollo del viñedo dado que controla la distribución de lugares donde pueden crecer así como la altitud, profundidad de las raíces, pendiente y la exposición a la luz a la que la planta va a tener acceso. De este modo, la inclinación a la cual se encuentra sometida la viña afecta de manera directamente proporcional al calor recibido expresado como una mayor exposición a la radiación ultravioleta.

La orografía también determina las corrientes de aire a las que el viñedo queda expuesto. Cuando las corrientes recibidas son moderadas, el viñedo reduce el riesgo de sufrir infecciones fúngicas, sin embargo, de acuerdo con Kiewer y Gates (1987), las corrientes excesivas pueden reducir drásticamente la actividad fotosintética de la viña; sin olvidar que las corrientes de aire son las principales responsables del movimiento de las nubes, lo que afecta a la disponibilidad de radiación solar efectiva para la planta.

Así mismo la superficie de las rocas y su color afecta a la capacidad de absorber radiación por parte de las mismas; por ejemplo, las rocas basálticas de color negro tienen mayor capacidad de absorber radiación que posteriormente emiten durante la noche, ayudando así a la maduración de las uvas.

La disponibilidad de agua en el suelo es otro factor decisivo sobre la viña, ya que entre otros efectos, modifica el crecimiento en profundidad de las raíces de la planta debido a la resistencia del suelo frente a su crecimiento en forma de oposición o permeabilidad. Un ejemplo de la importancia de la dureza del suelo y su capacidad para el almacenamiento de agua se encuentra en la región de Douro (Portugal), donde las mejores uvas son producidas por los suelos de esquisto frente a los suelos de granito propios de la región. La explicación a dicho fenómeno yace en la mejor capacidad de penetración de las raíces en los suelos de esquisto, al ser estos más porosos.

Las raíces de la vid tienen por tanto un importantísimo papel en su metabolismo y realizan tres funciones que son fundamentales: la primera es puramente mecánica, fijando el ser vegetal al terreno. La segunda es la respiración, absorbiendo oxígeno disuelto en el aire o en el agua que circula entre los intersticios de la tierra desprendiendo dióxido de carbono. La textura del medio donde se encuentran las vides puede ser entonces un factor limitante en caso de producirse una asfixia radicular, lo que sucede en terrenos muy arcillosos, encharcados o a grandes profundidades. La tercera (y quizás la más importante) radica en que los pelos radiculares de las raíces son capaces de absorber agua y sustancias minerales contenidas en la tierra, dando lugar a la savia bruta que asciende por la planta a través de los vasos leñosos para transformarse en las partes aéreas verdes. Esta savia circula sobre todo en las hojas por los vasos liberianos hasta los diferentes tejidos para proporcionar su nutrición y/o almacenamiento como sustancias de reserva.

Todo esto quiere decir que los pelos absorbentes de las raíces únicamente absorben y permiten, gracias al potencial osmótico, el paso de elementos simples o minerales que contiene el suelo en disolución en agua, tales como nitrógeno, fósforo y potasio, como elementos mayoritarios; así como también otros minoritarios u oligoelementos, como son el calcio, el magnesio, el azufre, el hierro, el boro, el cobre, el manganeso, el zinc, etc. Dichos pelos no son capaces de absorber sustancias más complejas que las citadas y muchísimo menos los aromas provenientes de sustancias químicas más complejas que estén presentes en el propio suelo, así como sustancias que pueden resultar finalmente sápidas.

Podríamos entonces imaginar los minerales como un cóctel o zumo nutritivo tomado por la viña a través de sus raíces, el cual debe atravesar la planta para ser transmitido hasta las uvas. Posteriormente estos minerales deben persistir en el vino a través del proceso de vinificación y por último, ser capaces de ser percibidos por los sentidos olfato gustativo para que un vino posea finalmente el codiciado carácter "mineral".

Los minerales tan sólo conforman el 0,2% de la cantidad total de compuestos del vino. La cantidad de un metal presente en el vino se encuentra habitualmente entre rangos de miligramos por litro para metales como el potasio, magnesio, calcio y sodio y del orden de microgramos por litro para el hierro, aluminio, cobre, plomo, cromo y zinc (Dry, Reed y Potter; 1988). Sus concentraciones están muy por debajo del umbral sensorial perceptible por los sentidos humanos. De hecho, el umbral sensorial para el cobre en agua, de acuerdo con el trabajo establecido por Zacarias, Yáñez, Araya, Olivares y Uauy (2001), se encuentra en torno a 3,0 miligramos por litro.

Otros cationes como el hierro y el magnesio, junto a aniones de cloruro y sulfato, presentan umbrales de detección sensorial mayores según Cohen, Kamphake, Harris y Woodward (1960), pudiendo estar presentes en vinos a esas mismas concentraciones o incluso superar el umbral sensorial. Sin embargo, lejos de proporcionar un exquisito aroma y/o sabor, pueden producir quiebras o precipitaciones y problemas por sus limitaciones legales para su libre comercialización, según sea su concentración final y país de destino.

Los cationes de potasio, magnesio, calcio y aluminio pueden también provocar problemas de aumento de turbidez y precipitaciones en el vino según lo observado por Yang y Lawness (2005).

1.3 Explorando el concepto del atributo "mineralidad" durante la cata

El vino es un producto agroalimentario que ha tenido un papel relevante en la cultura y dieta mediterránea desde la antigüedad. Desde entonces hasta nuestros días el vino se ha convertido en un producto clave en la economía de muchos países y regiones vitivinícolas, además de aportar recursos a muchas comunidades humanas de viticultores afincados en las mismas; es por ello que es tan importante analizar la evolución en los gustos y preferencias de los consumidores en relación a este alimento con el fin de entender qué catapultó al éxito comercial a un tipo de vino hacia el deseado calificativo de vino de calidad.

El valor dado por los consumidores a un vino depende tanto de factores extrínsecos como intrínsecos. Los extrínsecos engloban múltiples y variados aspectos como son la marca, el precio (Mueller; 2010), la etiqueta (Mueller,

2010), el origen del vino (Mueller; 2010), la variedad (Chrea; 2011) o la añada (Mtimet y Albisu; 2006); todos ellos relacionados con el vino pero no atribuibles a su degustación. Por otro lado, los factores intrínsecos son los que determinan en las valoraciones realizadas durante su degustación y están íntimamente relacionados con su composición química. Estas valoraciones subjetivas se centran principalmente en la ausencia de defectos organolépticos y en la armonía entre sus componentes visuales, olfativos, gustativos y táctiles. Todos estos parámetros dependen en su totalidad de la composición química del vino, por lo que podemos afirmar que detrás de cada uno de los descriptores usados en la cata subyace la presencia de uno o varios compuestos químicos, así como las relaciones e interacciones que puedan establecerse entre ellos.

Anne Noble, Arnold, Masuada, Pecore, Schmidt y Stem (1984) desarrollaron en la Universidad de Davis, California (Estados Unidos), lo que se conoce como la rueda de los aromas. Un método estandarizado donde se incluye un léxico jerarquizado que permite distribuir los descriptores aromáticos dispuestos por familias, subfamilias y descriptores singulares, para facilitar así el lenguaje descriptivo del aroma de los vinos.

En la publicación antes reseñada: "*Modification of a Standardized System of Wine Aroma Terminology*" los investigadores de la Universidad de Davis (California), detallaron en una rueda los descriptores aromáticos que se pueden encontrar en los vinos. Una rueda similar había sido elaborada años antes para los descriptores aromáticos de la cerveza (Meilgaard; 1979) y este procedimiento fue trasladado posteriormente al vino. Así, la primera rueda aromática para vinos apareció en 1983 y la versión final en 1987.

Mediante esta metodología los aromas son divididos en las siguientes grandes familias: florales, frutales, especiados, vegetativos, frutos secos, caramelizados, propios de la madera, terrosos, químicos, cáusticos, de oxidación y microbiológicos. Cada familia se divide en sub familias de aromas y en la misma se citan los descriptores susceptibles de ser encontrados en el vino.

Tomando como referencia esta metodología, Gawel y colaboradores publicaron en 2001 un estudio donde se describe la rueda de las sensaciones en boca y donde, al igual que en la rueda del aroma, se constituye un léxico jerarquizado que describe las posibles sensaciones gustativas trigeminales que pueden aparecer en boca durante la degustación de un vino.

La necesidad de una estandarización en la nomenclatura usada en el análisis sensorial de los vinos subyace en la enorme lista de descriptores utilizados, muchas veces difíciles de entender incluso para los propios enólogos y para catadores expertos. Esta cantidad elevada de descriptores obedece a la necesidad de transmitir y definir mediante un lenguaje articulado las cualidades, tipos y estilos de vinos a nivel sensorial, manteniendo un idioma común a la hora de describir los vinos como si de cualquier otro alimento se tratase y así poder entenderse más fácilmente a nivel sectorial entre productores, distribuidores, comerciales, profesionales de la restauración y finalmente los consumidores, los que necesitan ayuda a la hora de interpretar los vinos en el momento de su consumo y disfrute.

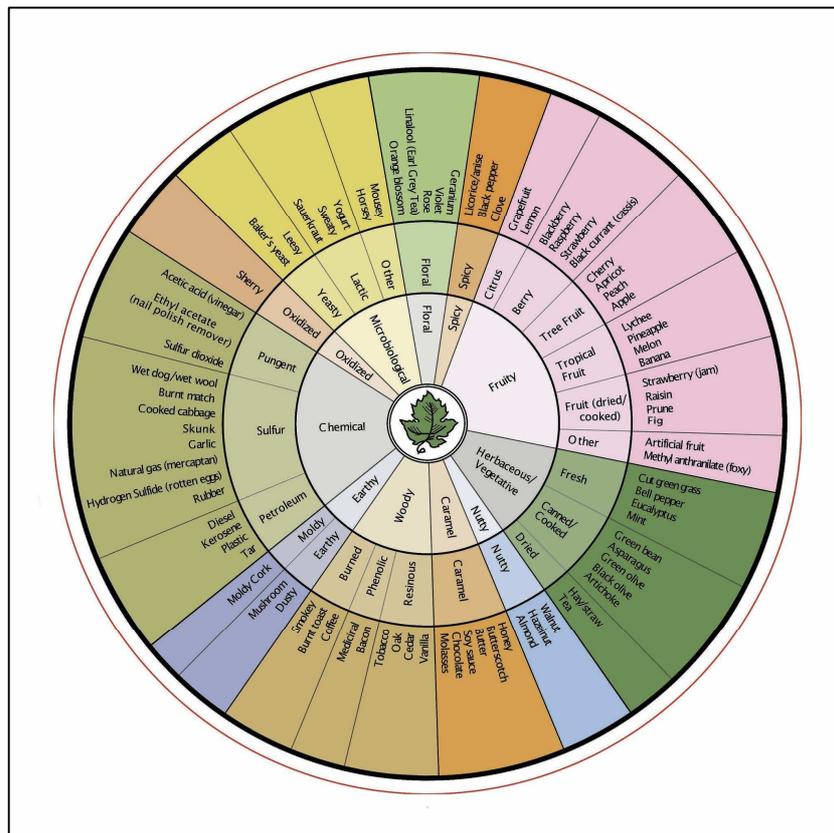


Figura 1. Rueda del aroma. (Noble, A. C. et col.; 1984).

1.4 El uso del término "mineral" en la cata de los vinos

Sin duda, en la actualidad el término "mineral" está muy de moda en el sector vitivinícola y es ampliamente utilizado por productores, distribuidores y especialmente catadores y famosos gurús como un valor de relevancia diferencial y distinción entre los vinos, sobre todo los de alta gama y elevado precio.

Hoy en día el impacto que tiene la interpretación de este término alcanza importancia a escala internacional, existiendo la fuerte necesidad de encontrar las posibles causas y el origen del término "mineralidad" asociado con la presencia de compuestos volátiles odoríferos, ciertos minerales y otras sustancias aromáticas o sápidas que puedan provenir del suelo, del terruño o de los tratamientos enológicos aplicados en bodega.

Son muchos los profesionales, amateurs e incluso consumidores finales que utilizan este término, pero no son tantos los que tienen claro su significado, procedencia y veracidad. Surge así la necesidad de determinar con respuestas pragmáticas el significado real de este gran y valioso concepto, la “mineralidad”, que de forma poética o emocional enriquece al producto, sobre todo en su valor hedónico, ya que lo viste y lo enriquece desde el punto de vista paisajístico y de origen.

Es cierto que el estado físico-químico por el que pasan algunos vinos durante sus diferentes fases de elaboración y maduración, (debido a algunos tratamientos enológicos o técnicas de vinificación específicas), pueden inducir a mostrar un perfil asociado a descriptores que los catadores definen como humo de cerilla, pedernal, piedra de mechero o silex; términos que en algunos casos se utilizan asociados al concepto “mineral”. Sin embargo, se debe ir más allá y verificarse cuales son los compuestos químicos y en qué medida contribuyen a la percepción de la mineralidad del vino en el momento de su consumo.

Refiriéndonos a los términos que habitualmente se asocian al descriptor “mineralidad” podemos tomar la clasificación realizada por Hidalgo J.M. (2011), donde se resumen los numerosos descriptores que actualmente definen la mineralidad de los vinos, destacando los siguientes que pueden corresponder a vinos blancos y tintos:

- Tiza, calcio o carbonato, cuando se describe un vino blanco cultivado en un medio muy calizo.

- Sílex, pedernal o piedra de fusil, también en vinos blancos de variedades aromáticas, donde destaca la Sauvignon blanc, cultivada frecuentemente sobre suelos de origen calizo y en climas relativamente fríos.

- Grafito, descrito sobre todo en vinos tintos envejecidos en madera de roble generalmente bien tostada.

- Pizarra y/o esquisto, descriptor que es utilizado en vinos blancos y tintos.

- Granito, cuando se describe generalmente un vino blanco, procedente de variedades aromáticas como son Albariño o Viognier.

- Azufre, pólvora e incluso fósforo, que pueden ser causados por exceso de sulfuroso en el vino.

- Gustos metálicos defectuosos, como son los de hierro y/o cobre, siendo muy característicos cuando aparecen en exceso. Generalmente esto se debe a contaminaciones en la bodega por contacto del vino con materiales, e incluso también en el caso de cobre por restos de productos fitosanitarios o fungicidas en los racimos de uva. Estos metales, aparte de producir problemas de enturbiamiento o insolubilización, pueden transmitir en el caso del hierro gustos característicos con sensaciones a óxido o sangre y amargo con el exceso de cobre.

- Otra familia de aromas de los vinos son los empireumáticos, que presentan en general matices ahumados o tostados, pero que en algunos casos pueden acercarse a las sensaciones minerales asociándose a otros aromas de alquitrán, petróleo y queroseno, cuyo origen se debe

habitualmente a la variedad de uva o al sistema de elaboración empleado en su vinificación.

Esta variedad de atributos asociados al término "mineralidad" parece sugerir la existencia de una concepción ambigua del término por parte de catadores y expertos difícilmente atribuible a consumidores. Esta ambigüedad puede darse debido a la ausencia de conocimiento sobre esta terminología, así como a la reciente creación del mismo término. Parr y colaboradores (2015) trataron de encontrar diferencias culturales entre la concepción del término mineralidad a nivel mundial analizando diferentes vinos clasificados como minerales procedentes de Francia y Nueva Zelanda. Lo realizaron mediante técnicas sensoriales aplicando preguntas abiertas a dos paneles de cata. Ambos paneles fueron coincidentes en señalar grupos de descriptores asociados al término "mineralidad". Según sus estudios se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La mineralidad por parte de los catadores y consumidores cualificados está positivamente correlacionada, tanto a nivel de percepción global como olfato-gustativa, con descriptores como ahumado, tiza, calcáreo, pedernal, grafito y plomo.
- Por el contrario, el término "mineralidad" se correlaciona negativamente, tanto a nivel de percepción global como olfativo-gustativa, con otros descriptores como fruta fresca, fruta de la pasión, verde, dulce y astringente.
- El término "mineralidad" está positivamente correlacionado a nivel olfato-gustativo con los descriptores fresco, ahumado, calcáreo, picante, plomo, grafito y amargo.

- A nivel gustativo, la mineralidad está negativamente correlacionada con la aparición de descriptores como dulce y agrio.

Dichos investigadores sugieren que, en base a sus resultados, parece establecerse una correlación entre la falta de aroma bien definido y sabor y el uso del término "mineralidad" durante la cata.

Por otro lado, Deneulin y colaboradores (2016) emplearon técnicas de libre verbalización con el objetivo de desarrollar un análisis estadístico que relacionara mediante clusterización otros términos con el descriptor "mineralidad" en cuestión de asociaciones mentales y concepciones por parte de los catadores tras realizarles la pregunta: *si le hablo del término "mineralidad" en vino, ¿qué viene a su mente?*

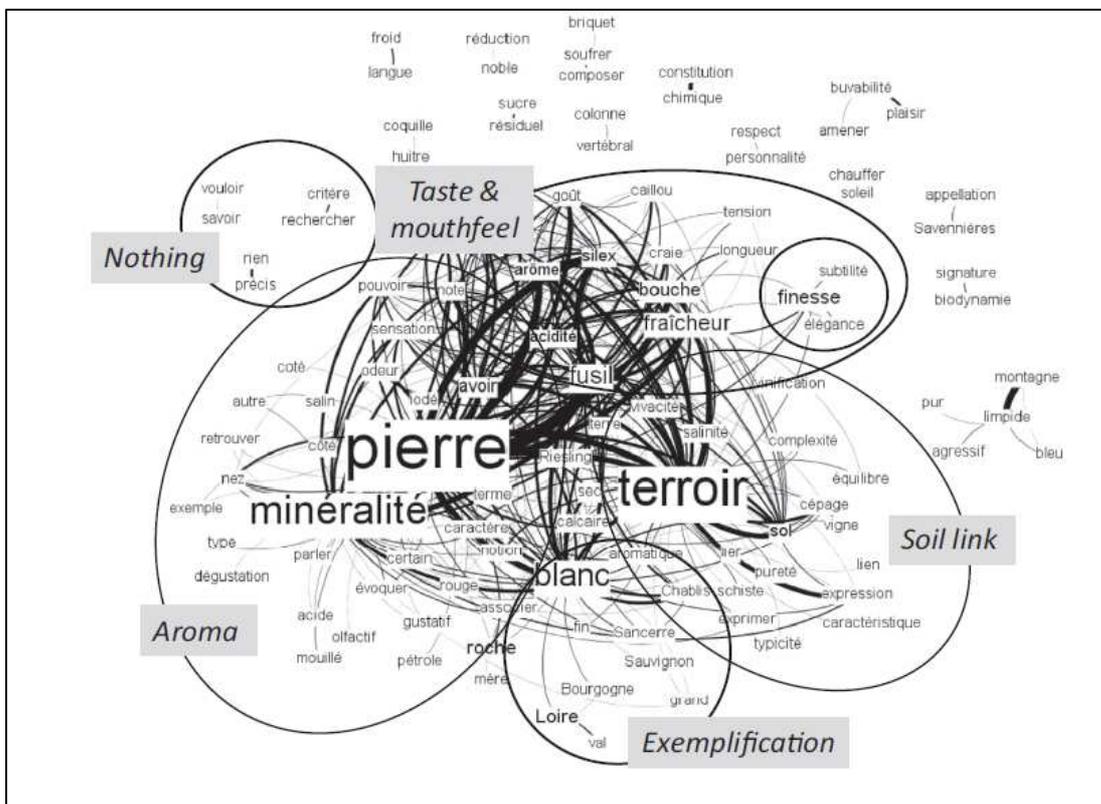


Figura 2. Clústers de verbalización propuestos por Deneulin *et col.* (2016) para el término "mineralidad".

El objetivo de dicho estudio fue dilucidar si los catadores, cuando usan el término "mineralidad" están refiriéndose al mismo significado o si por el contrario podemos distinguir diferentes conceptos para el mismo término. Así, sus estudios generaron 52000 términos, pero dado que sólo se tuvieron en cuenta nombres, verbos y adjetivos, así como expresiones de negación, los términos se redujeron a 25000 tras su análisis.

Según sus resultados, existían seis grupos de catadores o clústers en función del concepto del término "mineralidad" en el vino:

1-. *Aroma/olor:* en este grupo se encuentra la mayoría de los catadores encuestados, siendo así el grupo más poblado y numeroso. Su palabra central de asociación es piedra, relacionándose también con piedra de fusil o tiza.

2-. *Relación con el suelo:* el término *terroir* es la palabra central de este grupo y está relacionado con la variedad de uva y su expresión en cada suelo, etc.

3-. *Asociación de conceptos o ideas:* algunos encuestados definieron el término empleando ejemplos y relacionando el término con el nombre de variedades de uva o bien lugares como Sauvignon blanc, Borgoña, etc.

4 y 5-. *Sabor y sensación en boca:* este clúster está representado por una pequeña comunidad que, o bien enfatiza la calidad del vino (finura, elegancia), o bien un sabor (frescura, salinidad etc).

6-. *Ausencia de concepto:* según estos resultados existiría un grupo de catadores que no son capaces de definir el término, ya que no saben

exactamente lo que significa la mineralidad en el vino ni lo comprenden, por lo que no lo usan.

Esta diferencia de concepción en el término parece apuntar a que dicho concepto es ambiguo y ha sido desarrollado o inculcado por diferentes vías (comunicación en prensa, sesiones de cata, elementos de *marketing*, etc).

Hacia la misma dirección se dirigen los resultados obtenidos por Ballester J. y colaboradores (2013), quienes estudiaron la concepción del término "mineralidad" en vinos Chardonnay clasificados como minerales mediante dos paneles de cata formados por expertos y jueces entrenados respectivamente. Los resultados obtenidos mediante análisis descriptivo revelaron la existencia de tres grupos de catadores o conceptos:

- El primer clúster o grupo de catadores asoció la mineralidad con descriptores como frutales y florales.
- El segundo de los grupos relacionó el descriptor "mineralidad" con notas de reducción y vegetales.
- El último de los grupos de catadores asoció el término "mineralidad" con notas animales.

Sus resultados corroboran lo descrito anteriormente por Deneulin y colaboradores (2016); apuntando que a nivel olfativo no existe un consenso en la definición para este término.

Los estudios realizados por Ballester J. y colaboradores a nivel gustativo también señalan la posible interacción retronasal a la hora de evaluar dicho

descriptor, sugiriendo en base a sus resultados no evaluar de manera separada el descriptor "mineralidad" a nivel olfativo y gustativo.

1.5 La química que se esconde detrás de la mineralidad

Diversos autores han sugerido que el término "mineralidad" no puede estar unido tan sólo a la presencia de elementos minerales o metálicos. Así, recientes artículos sugieren la posibilidad de unir este término a altos niveles de acidez, a la presencia y riqueza en ácidos orgánicos, a la ausencia de compuestos aromáticos potentes (como los terpenos o los ésteres afrutados) o a la presencia de compuestos azufrados asociados a aromas reductivos como el mercaptoetanol.

La posible relación entre los aromas reductivos y la mineralidad ya fue estudiada por J. A. Green y colaboradores (2011). Sus estudios ahondaron en la influencia geológica de la presencia de compuestos volátiles en vinos de la variedad Sauvignon blanc de tres localizaciones geográficas: Nueva Zelanda, Austria y Francia. Mediante ensayos sensoriales descriptivos y análisis de compuestos químicos como esteres, tioles y pirazinas concluyeron que los vinos franceses, los cuales fueron clasificados como minerales, contenían un perfil volátil singular caracterizado por los siguientes compuestos:

- benzaldehído
- etil isobutirato
- fenetil alcohol
- alcohol isoamílico

El compuesto benzaldehído provoca la aparición de aromas y sobre todo gusto a almendras amargas. El éster butirato de etilo tiene un olor afrutado similar a la piña. El alcohol fenético es más comúnmente conocido en enología como β -feniletanol y confiere al vino aromas florales, especialmente a rosa. Por último, el alcohol isoamílico, que pertenece al grupo de alcoholes superiores, aparece en la fase fermentativa por desaminación de aminoácidos por parte de las levaduras. Este alcohol en concreto proporciona aromas agradables con recuerdo a plátano o banana. Los mismos autores sugieren una posible relación entre los compuestos azufrados y especialmente el metanotiol con la mineralidad.

Por su parte, Schuttler y colaboradores (2015) relacionaron los compuestos químicos linalol, α -terpineol y el tiol 3-sulfanil-hexan-1-ol como los más característicos y descriptivos para la variedad Riesling, variedad conocida a nivel internacional por ser uno de los baluartes de la mineralidad.

En numerosas notas de cata se suele relacionar la percepción gustativa de mineralidad con vinos caracterizados por su acidez elevada. A nivel de boca, el gusto ácido puede estar relacionado no sólo con el parámetro de pH, sino también con la acidez total del vino y su composición química, tomándose en cuenta la totalidad de los ácidos orgánicos (formados por la vid o de origen fermentativo).

Otros catadores asocian comúnmente el término "mineralidad" al gusto salino o de conchas calcáreas de mar. Las investigaciones realizadas por Baron y colaboradores (2012) han asociado el término "mineralidad" con la presencia de un ácido en concreto, el ácido succínico, responsable a nivel gustativo de

producir una sensación salina en el paladar, además de ácida. De hecho, el ácido succínico a pesar de ser un ácido, tiene más gusto salado que ácido. La aparición de este compuesto es debida al metabolismo bioquímico de las levaduras fermentativas a través del ciclo de Krebs (Arikawa *et col.*; 1999), así como químicamente mediante la descarboxilación del ácido α -cetoglutárico por reacciones químicas oxidativas (Kamzolova *et col.*; 2009).

Por tanto, los estudios actuales presentes en la bibliografía científica respecto a las bases químicas que subyacen tras el término "mineralidad", ponen de manifiesto que no hay consenso establecido al respecto por parte de la comunidad científica.

Por un lado existen pocos datos que relacionen la química del descriptor "mineralidad" a nivel sensorial; y por otro, los pocos estudios publicados al respecto analizan tan sólo una mínima cantidad de compuestos químicos relacionados con el gusto y/o el aroma "mineral" del vino. Por otro lado, esta falta de consenso científico se pone de relieve cuando algunos autores sugieren que la falta de aromas provoca la aparición del término "mineralidad" como descriptor en las notas de cata (Parr *et col.*; 2015). Sin embargo, otros autores (Green y Schuttler; 2011) relacionan la aparición de dicho término con la aparición de alcoholes superiores, ésteres o incluso tioles volátiles.

Es por ello que se hace necesario un estudio más profundo que aúne técnicas de análisis sensorial, estadísticas y de química analítica que aporten información sobre las bases del descriptor "mineralidad" en el vino.

OBJETIVOS



2. OBJETIVOS DE LA TESIS

España es uno de los mayores productores de vino en el mundo y a pesar de que los enólogos, sumilleres y expertos del sector dedican gran parte de su tiempo al análisis sensorial de este producto, rara vez se realizan trabajos paralelos de análisis de la composición química en busca de los compuestos responsables que provocan cada sensación aromática y gustativa.

El concepto mineralidad se asocia a vinos de alta gama y catapulta a los productos asociados con tal término al calificativo de calidad excelente. Es por ello que aportar una base científica al uso del descriptor y establecer una vinculación directa entre el término y la composición química del vino, resulta un tema muy interesante en el campo de la investigación enológica, sobre todo por las implicaciones económicas que conlleva.

Por las razones expuestas anteriormente se ha realizado el presente trabajo en forma de Tesis Doctoral, cuyos principales objetivos y metas a conseguir son los siguientes:

1. Evaluar la implicación de las fracciones volátil y no volátil en el carácter mineral del vino a nivel olfato-gustativo de vinos clasificados como excepcionalmente minerales por el sector enológico a nivel de prensa internacional.
2. Generar perfiles sensoriales y químicos de vinos tintos y blancos para construir modelos matemáticos predictivos (PLS) que correlacionen el descriptor "mineralidad" con su composición química volátil y no volátil, pudiendo intervenir al mismo tiempo atributos sensoriales y factores extrínsecos implicados en la calidad general del vino.

3. Validar los modelos matemáticos propuestos mediante técnicas analíticas sensoriales de diferenciación, como es el caso de la cata triangular, verificando si realmente los compuestos estudiados son, primero capaces de marcar una diferencia y segundo, contribuir al perfil mineral del vino.
4. Evaluar los diferentes conceptos que son entendidos por los catadores respecto al atributo descriptivo "mineralidad" en los vinos. Entender que significa dicho atributo para ellos, como lo expresan y que tipo de mensajes son los más adecuados a nivel de comunicación del término "mineralidad" del vino.
5. Explorar el efecto de factores extrínsecos (información contenida en la etiqueta y precio de venta al público) en la clasificación de vinos como minerales, evaluando el factor psicológico en el posicionamiento del vino a nivel de perfiles sensoriales especiales, como es el caso del aspecto mineral.
6. Evaluar la aplicabilidad de la metodología *Check-All-That-Apply* (CATA) en la investigación de la percepción de los catadores al atributo "mineralidad", ya que nunca ha sido utilizado en el ámbito del mercado del vino y posiblemente pueda aportar grandes mejoras en el diseño de nuevos productos de cara a la investigación de preferencias de consumidores para aumentar la competitividad de las bodegas que lo apliquen a nivel de *marketing*.
7. Encontrar pistas a nivel de la composición y la matriz química del vino relacionada directamente con el carácter mineral del vino para esbozar

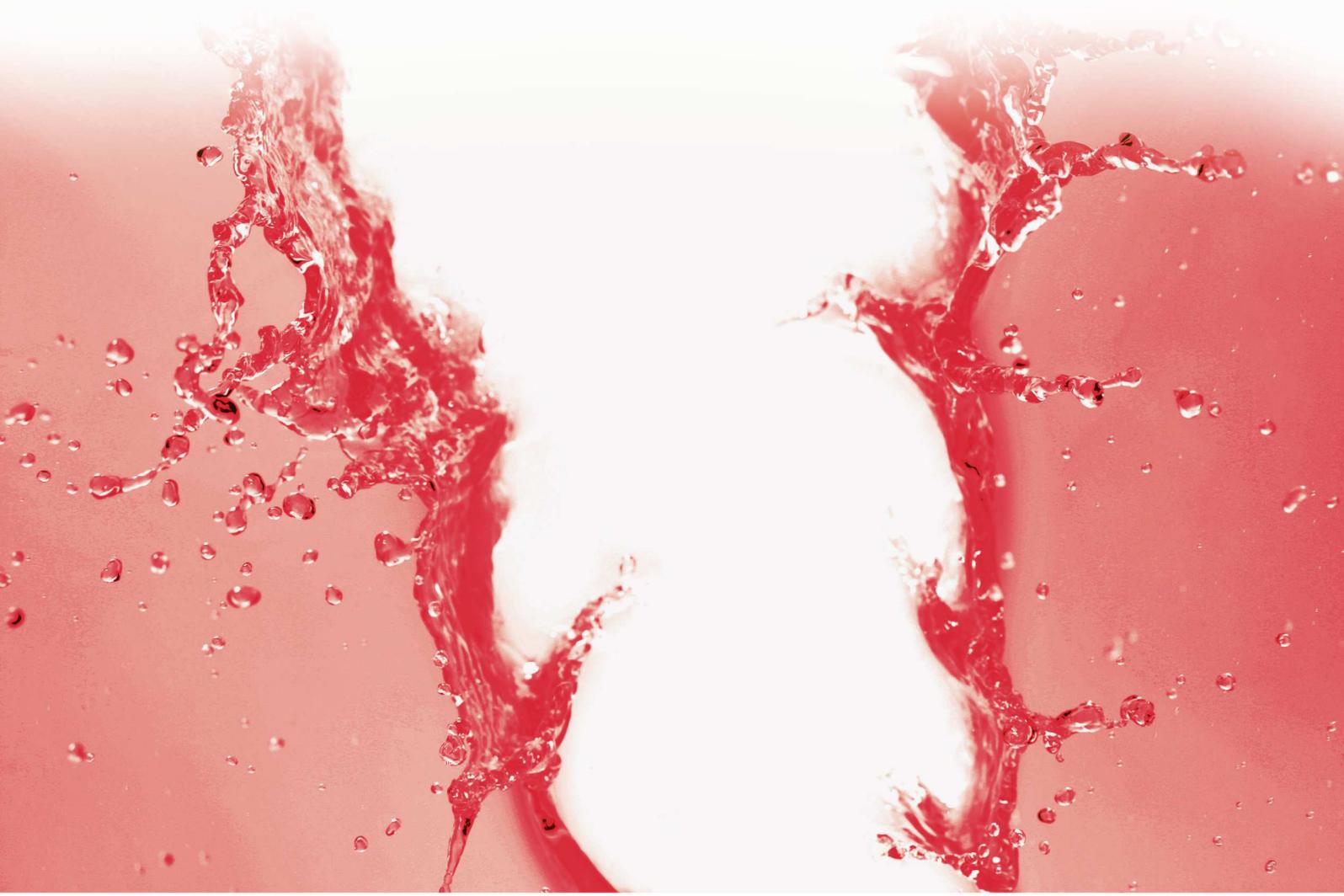
así las líneas de investigación en viticultura y enología que puedan hacer aparecer o aumentar el carácter mineral del vino, bien como elemento de *marketing* o para el diseño de nuevos productos.

Entre los múltiples aspectos estudiados, este trabajo se centra particularmente en el estudio del descriptor sensorial "mineralidad" desde dos aproximaciones científicas que finalmente se relacionan entre sí:

- El análisis sensorial mediante técnicas descriptivas, pruebas triangulares y pruebas de frecuencia de citación tipo CATA (*Check All That Apply*) y sus técnicas estadísticas multifactoriales.
- Análisis químicos de la fracción volátil y no volátil de vinos blancos y tintos teniendo en cuenta una gran parte de las familias aromáticas activas a nivel de impacto sensorial, tanto positivo como negativo.

Esta tesis provee de nuevos conocimientos sobre los compuestos sensorialmente activos responsables del atributo "mineralidad" y propone varios modelos matemáticos que explican la aparición de dicho término en función de la composición química de los vinos.

**FACTORES INTRÍNSECOS
EN LA PERCEPCIÓN
DEL DESCRIPTOR MINERALIDAD
EN EL VINO**



3. FACTORES INTRÍNSECOS EN LA PERCEPCIÓN DEL DESCRIPTOR MINERALIDAD EN EL VINO

3.1 INTRODUCCIÓN

Numerosos factores intervienen en la definición de una percepción olfativa y gustativa: genética del individuo, evolución antropológica, conocimientos como catador y riqueza de vocabulario, habilidad en la cata, experiencia adquirida, preferencias y creencias, predisposiciones, influencia que otras personas hayan podido tener en su formación, estado físico y anímico, además de otros factores externos que también influyen en la definición final de la percepción del aroma (Ferdous, A. A., 2005, Lund, C.M. *et col.*; 2009). Esta complejidad adherida al sistema de percepción e interpretación de estímulos externos captados por los sentidos humanos hace que la mineralidad del vino pueda ser una realidad "cognitiva" irrefutable (Harrop, S., 2005). Ahora bien, poco se sabe aún acerca de la naturaleza química del vino que actúa a nivel de receptores y del complejo sistema de conexión e interrelación neuronal del cerebro (córtex, amígdalas, hipotálamo) y su relación en la percepción y zonificación a nivel de mapa cerebral (Shepherd, G. M.; 2006).

Dado que las variaciones en las interpretaciones sensoriales de un catador evaluando un mismo vino en un corto periodo de tiempo son un hecho. El problema se centra entonces en el resultado de la relación entre la composición química del vino y su percepción olfativa y en este contexto se contemplan además necesariamente aspectos relacionados con:

- 1) **El suelo** y su composición química (Maltman, A.; 2013).
- 2) **Tratamientos en viñedo:** fertilizantes, herbicidas, pesticidas y funguicidas, que afectan a la fisiología y síntesis de compuestos

orgánicos de la vid, como son los norisoprenoides, pirazinas y precursores tiólicos (Falcao, *et col.*; 2007).

- 3) **La uva y su composición química**, considerando también su estado de madurez, que puede variar según las condiciones climáticas de cada añada, rendimientos y estado de madurez de la vendimia, (Styger, *et col.*; 2011).
- 4) **La enología** a nivel de tratamientos (coadyuvantes, aditivos, rectificaciones, bentonitas, estabilizaciones tartáricas con resinas catiónicas, osmosis inversa, etc.) aplicados en mosto y vino. (Baron, M.; y Fiala, J.; 2012).
- 5) **Las fermentaciones alcohólica y maloláctica**, ambas producen compuestos químicos resultantes del metabolismo microbiano que tienen gran influencia e impacto sensorial aromático y gustativo en el vino (Baroñ, M., y Fiala, J.; 2012).
- 6) **La evolución** química del vino durante su maduración, tanto en bodega como en botella, que también tienen posiblemente una fuerte influencia en la mineralidad del vino, vinculada a potenciales reacciones químicas de óxido-reducción (Heymann, *et col.*; 2014).

Todo ello deja ver con claridad que la composición química del vino es muy variada y compleja. La ciencia ya ha identificado hasta el momento más de 1000 elementos químicos diferentes en su composición volátil (olfativa), y la mayoría ya están agrupados por familias que se relacionan entre sí. Muchos de ellos están ampliamente estudiados y caracterizados dado que su presencia aporta marcadas características aromáticas y/o gustativas en el vino. Sin

embargo, algunos descriptores como es el caso del descriptor "mineralidad", permanecen aún sin un claro consenso científico sobre las bases en las que se cimienta este término.

Aunque los resultados de las investigaciones científicas actualmente publicadas apuntan a que su origen está en la formación de compuestos químicos de síntesis por parte de la fisiología de la planta, en las fermentaciones, en el pH y la acidez del vino, además de en complejos compuestos como los azufrados (Parr, W. *et col.*; 2016). Aún y así, no se puede decir que la mineralidad se trate de una falsedad ni de una realidad fehaciente, sino de un aspecto enriquecedor dentro de todas las posibles interpretaciones sensoriales del vino.

La vid sólo toma elementos minerales en forma iónica que se encuentran disueltos en agua, lo hace además de forma selectiva, de tal forma que no absorbe nada directamente de la roca, la arena o la arcilla, sólo cationes y aniones disueltos. Se deduce de ello que viñedos de secano, con clima cálido y baja disponibilidad de agua ven limitada la absorción de estos nutrientes. La selectividad del transporte de elementos según sus necesidades fisiológicas como vegetal, hace que además no lo haga de forma desprogramada según la composición del suelo, sino según sus demandas y necesidades particulares como ser vivo. Si bien, puede haber desequilibrios a nivel de excesiva abundancia o carencias que marquen diferencias en la nutrición de la planta y por tanto, en su comportamiento fisiológico (crecimiento vegetativo y producción de uva).

Los factores edafo-climáticos que más imponen su efecto en un viñedo y por tanto en los vinos que se obtienen de él son: las características geológicas del suelo, estructura y tamaño de los agregados que la constituyen, capacidad de drenaje y retención de agua, aireación, composición química, y por otro lado las condiciones climáticas, como temperaturas medias, diferencias térmicas durante el ciclo vegetativo y la distribución anual de la pluviometría, que determina la disponibilidad de agua durante el ciclo vegetativo. Pero entre estos aspectos también se deduce que la composición química (minerales y materia orgánica) puede tener efecto en la calidad y en el perfil organoléptico del vino que se obtiene de las uvas de un viñedo en concreto, aunque ello no implica necesariamente un vínculo directo con la percepción de la "mineralidad" en la cata (Maltman, A. *et col.*; 2013).

Una vez asociado el concepto teórico *terroir* a un vino, es fácil para los prescriptores de mercado o para los periodistas especializados asociar el término "mineral" en ellos (Harrop S.; 2015), especialmente en vinos blancos secos con alta acidez y poca expresión de aroma de fruta (Schüttler, A., *et col.*; 2015). Como ejemplo, la ausencia de elementos aromáticos muy marcados (ésteres, terpenos, etc.) y los elevados niveles de acidez, abren la puerta de la percepción de mineralidad a vinos con este perfil que normalmente surgen de zonas geográficas vinculadas a climas fríos, vendimias tempranas y en ocasiones a suelos pedregosos (Maltman, A. *et col.*; 2013).

El simple hecho de vincular a un vino las piedras, rocas, cantos rodados o a los constituyentes minerales no visibles de un viñedo para argumentar su percepción sensorial mineral, no es suficiente a nivel de curiosidad científica. Aunque es comprensible que estas imágenes en la retina favorezcan por

asociación y predisposición vinculada psicológica del catador a las descripciones del efecto *terroir* a nivel de mercado, esto puede crear dudas y sensación de ambigüedad si es poco precisa o no evidente dicha percepción mineral en la cata del vino.

Es cierto que el estado físico-químico por el que pasan algunos vinos durante sus diferentes fases de maduración y evolución, además de los tratamientos enológicos o técnicas de vinificación específicas aplicadas, pueden ejercer influencia al mostrar un perfil asociado a descriptores que los catadores con frecuencia definen como humo de cerilla, pedernal o sílex, piedra de mechero, etc. (Baron, *et col.*; 2012). A menudo se utiliza el término "mineral" para definir y englobar estos descriptores bajo una misma terminología (Deneulin, *et col.*; 2016).

Las diferentes sensaciones gustativas, olfativas y táctiles producidas durante el consumo de vino son debidas a la complejidad en su composición química. Por tanto, las sensaciones percibidas durante la degustación se deben a la interacción de las moléculas químicas volátiles con las células receptoras de nuestra pituitaria, que después de un complicado proceso cerebral de la información nos hacen percibir olores. Por otra parte, sabores, texturas y otro tipo de sensaciones denominadas quemoestésicas, como el picante y el efecto frío, así como las sensaciones táctiles como la astringencia y la sequedad, son también percibidas a través de nuestras glándulas gustativas y transmitidas a nuestro cerebro.

La composición química del vino es muy variada y compleja, contiene cerca de 1000 sustancias volátiles que forman la fracción libre de los aromas (Ferreira,

V.; 2007). Muchos de ellos están ampliamente estudiados y caracterizados a nivel organoléptico, dado que su presencia aporta marcadas características aromáticas y/o gustativas. Pero también existen otro tipo de compuestos que son los llamados precursores aromáticos, que no son volátiles ni odorantes, pero que si son susceptibles, dependiendo de distintos factores, de ser liberados y poder convertirse en activos aromáticamente y se conocen como fracción ligada del aroma (Belancic *et col.*; 2009). En general, la presencia de alcohol y de otros componentes mayoritarios, facilita que en el vino sean más solubles un mayor número de compuestos aromáticos (Ferreira, V.; 2007).

De una manera sencilla podemos clasificar los aromas según la siguiente tipología realizada en función de su procedencia y etapas de elaboración del vino.

➤ **Aromas primarios o varietales:** son los procedentes de las uvas y entre ellos, nos encontramos por ejemplo con los aromas florales y frutales. Importantes en este primer grupo son el linalool, que huele a madera de rosa, y que por estar en cantidad superior al resto de terpenos, se identifica con la variedad de uva; el nerol, que huele a rosa; el α -terpineol, que tiene un olor alcanforado; limoneno o citronelol, de nota dominante cítrica y el óxido de rosa cis, con aromas que recuerdan a esa flor. Otros compuestos importantes varietales de relevancia organoléptica son los C13-norisoprenoides como la β -damascenona, con un olor que varía desde helado de mora, de manzana y de hasta ciruelas pasas; y la β -ionona con olor a violetas. (Escudero *et col.*; 2007).

Por otra parte, se encuentra el grupo de derivados de la cisteína (tioles volátiles positivos), que son compuestos de bajo umbral sensorial y con notas dispares, desde el olor a boj y mango verde del 4-metil-4-mercaptopentanona al olor a café del 2-furanmetanotiol. Denominados también mercaptanos volátiles o tioles varietales, compuestos químicos que contienen al menos un grupo sulfuro en su estructura y aportan aromas frutales a maracuyá, fruta de la pasión y notas herbáceas como las mencionadas anteriormente.

Por último, los aún desconocidos por sus mecanismos de formación, los aldehídos minoritarios como el hexanal y sus alcoholes correspondientes, con aromas herbáceos y vegetales.

➤ **Aromas secundarios o fermentativos:** se forman en el momento de la fermentación alcohólica y maloláctica. Se perciben como aromas positivos si las fermentaciones han evolucionado correctamente, como negativos, en el caso de fermentaciones con problemas. Están producidos por el metabolismo de levaduras, bacterias lácticas y acéticas. Los más abundantes son los alcoholes, ésteres y compuestos carbonilados.

En la familia de los aromas fermentativos, entre los más importantes se encuentran el acetato de isoamilo, con aroma a plátano y los acetatos de isobutilo, hexilo y feniletilo. Los compuestos isobutirato e isovalerato de etilo, de aromas a fresa y piña, también pertenecen a esta vía de formación. Por otra parte hay que mencionar los ácidos grasos de notas aromáticas que recuerdan a queso, mantequilla, grasa y los ésteres etílicos de aromas afrutados de manzana, plátano y piña. (Ferreira, V., *et col.*; 1995).

➤ **Aromas terciarios o de crianza:** que provienen de la maduración del vino en depósito, barrica y/o botella. Pueden aparecer con ellos aromas del tipo balsámico, de madera (vainilla, coco, panadería...), especiados (pimienta, clavo...), de hierbas aromáticas (tomillo...), animales (cárnicos, cuero...) y tostados (humo, caramelo, café...). (Aznar, *et col.*; 2001). Estos compuestos post-fermentativos están formados en la etapa de maduración y conservación del vino a través de reacciones químicas y enzimáticas. La naturaleza del recipiente, como es el caso de las barricas, confiere también moléculas aromáticas al vino, aumentando su complejidad.

Algunos de los más remarcables son el sotolón, con olor a curry; el metional, con olor semejante a la patata o judías cocidas. Entre los aldehídos destaca el fenilacetaldehído, con aromas a miel o a cera de abejas y el eugenol con aroma a clavo. Entre los compuestos más conocidos que cede la barrica de madera están las whisky lactonas, con aromas característicos a coco, la vainillina con aroma a vainilla y caramelo; el vainillato de etilo que recuerda al polen, los fenoles volátiles con aromas animales, el furfural con aromas a almendras tostadas y las lactonas γ -nonalactona y δ -decalactona, con aromas de coco y melocotón.

Otra clasificación de los compuestos volátiles y los aromas muy extendida y quizás más útil en relación al análisis sensorial, es la división en función de su importancia organoléptica:

➤ **Aromas irrelevantes:** supuestamente son la mayoría y si algunos se eliminarían del vino, seguramente no se notaría su falta o ausencia.

- **Aromas constitutivos:** en su conjunto se perciben como aroma base. El aroma base podría estar formado por unos 15 compuestos. En vinos tintos pertenecen a este grupo el hexanoato y el octanoato de etilo, el acetato de isoamilo, el ácido isovalérico y la β -damascenona. También son importantes los ácidos grasos butírico, hexanóico y octanóico, los alcoholes de fusel: isoamílico y fenil etílico, los ésteres de los isoácidos: isobutírico e isovalérico y el diacetilo. Si alguno de estos componentes aumenta su contenido fuera de la normalidad, o disminuye por debajo de su valor umbral, lo que se percibe es un cambio aromático evidente.

- **Aromas sutiles:** se encuentran en casi todos los vinos. Si se hacen predominantes, podrían ser un defecto. Se pueden incluir una gran variedad de compuestos dado que su origen es muy variado. Proviene tanto de las uvas como de la acción de levaduras y bacterias, y en algunos casos, el oxígeno juega un papel importante en su generación.

- **Aromas de impacto:** modifican de forma sustancial el aroma del vino. Se incluyen aquí terpenos, tioles, metional, fenoles volátiles, pirazinas, diacetilo, etc. Aunque esta lista es muy abierta, ya que existen otro tipo de moléculas no englobadas en esos grupos, como por ejemplo es el caso de la rotundona, con aroma de pimienta. Por otra parte, podrían pertenecer a esta lista los aldehídos minoritarios saturados (propanal, butanal, pentanal, hexanal, heptanal, decanal y dodecanal), los insaturados (trans-2-hexenal, trans-2-heptanal, trans-2-octenal y trans-2-nonenal) y los doblemente insaturados (trans-2,4-heptadienal, trans-2,4-nonadienal y trans-2,4-decadienal), que aún están en proceso de estudio y valorización y que a priori tienen una gran importancia organoléptica.

En ambas clasificaciones no se hace referencia a los posibles defectos olfativos que puedan aparecer en los vinos. Es evidente que la concentración de algunas de estas sustancias va a marcar que un compuesto sea apreciado como un aroma agradable o como un defecto.

Dentro de esta última categoría, se distinguen los siguientes:

- *Aromas vegetales* (con aromas a herbáceo, pimienta verde y hiedra), donde las principales moléculas implicadas son la isobutilmetoxipirazina (IBMP), hexanoles y hexenoles.
- *Mohoso-terroso* (tierra húmeda, moho). Son características las moléculas geosmina, tricloroanisol (TCA) y otros derivados (principalmente TeCA y TBA).
- *Aromas acéticos/acetatos*, en vinos caracterizados por picados acéticos (vinagres) o aromas ascendentes y cetónicos de pegamento (acetato de etilo).
- *Aromas azufrados* con olor a huevos podridos, como el sulfhídrico, los mercaptanos, el etanotiol o los sulfuros de metilo y dimetilo, con aromas de cerilla, gas, ajo y col.
- *Aromas de oxidación*, representados por los aromas de rancio y manzana pasada, donde los compuestos responsables son el sotolón y el etanal.
- *Aromas animales*, con aromas a caballeriza, cuero, fenólico, sudor de caballo, estando asociados a moléculas como el 4-etifenol, 4-etilguayacol y el ácido isovalérico.

- *Aromas lácticos desagradables* (mantequilla y leche agria), representados principalmente por el diacetilo.
- *Otros defectos organolépticos*, como es el caso de los aromas a hidrocarburo, petróleo (TDN), los aromas desagradables a plástico (estireno) y aromas rancios y jabonosos que pueden estar relacionados con ácidos grasos saturados de cadena corta, formados durante la fermentación alcohólica con problemas de paradas al final del proceso.

En el presente capítulo se han caracterizado químicamente un conjunto de 17 vinos (blancos y tintos) para estudiar los factores intrínsecos de aquellos vinos considerados entre ellos como minerales. Los objetivos concretos de esta sección fueron:

- Evaluar la implicación de las fracciones volátil y no volátil de vinos clasificados como excepcionalmente minerales por el sector enológico a nivel de prensa internacional en el carácter mineral del vino a nivel olfato-gustativo.
- Generar perfiles sensoriales y químicos de vinos tintos y blancos para construir modelos matemáticos predictivos (PLS) que correlacionen el descriptor "mineralidad" con su composición química volátil y no volátil,
- Comprobar si el atributo mineralidad es percibido de forma diferencial según la actividad profesional de los catadores. Para ello se emplearon dos tipos de paneles (formado por elaboradores y profesionales no elaboradores) para obtener una interpretación del carácter mineral del vino por parte de ambos tipos de perfiles profesionales.

Para conseguir tales objetivos se identificaron y caracterizaron desde el punto de vista sensorial un grupo de 17 vinos dentro de los seleccionados con mayor

y menor presencia a nivel de intensidad del descriptor "mineralidad", tanto a nivel olfativo como gustativo, en base a las puntuaciones obtenidas mediante análisis sensorial descriptivo.

Se emplearon diferentes técnicas de análisis sensorial y estadísticas como el análisis descriptivo, pruebas triangulares, análisis de componentes principales (ACP) y el diseño de modelos matemáticos por regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS). Pero también fueron empleadas técnicas físico químicas para caracterizar la fracción volátil y no volátil de vinos blancos y tintos empleados en la tesis.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 ANÁLISIS SENSORIAL Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS

3.2.1.1 Descripción de las muestras empleadas

Se emplearon 17 vinos comerciales entre los que se encontraban vinos blancos y tintos de diferentes añadas y regiones vitivinícolas mundiales. Para la elección de los 17 vinos se realizó una investigación a nivel de prensa especializada a fin de escoger vinos que hubieran sido descritos como minerales. Para ello se emplearon reseñas en revistas especializadas, (*The Wine Advocate*, *Wines and Spirits*, *Wines & vines*, etc.). Así mismo, se dio preferencia a aquellas regiones vinícolas identificadas como regiones minerales por revistas especializadas del sector (<http://www.thewinesociety.com/society-news-and-views-regular-features-opinion-mineral-wines>).

Fueron escogidos 11 vinos blancos y 6 vinos tintos. La descripción de los vinos empleados en el estudio se detalla en la *tabla 1*.

Tabla 1. Identificación de las muestras de vino blanco y tinto utilizadas en el estudio.

Nº	Tipología	Variedad	Añada	Región vinícola
1	Vino blanco	Godello	2011	Valdeorras (España)
2	Vino blanco	Sauvignon blanc	2008	Loira Valley (Francia)
3	Vino blanco	Treixadura	2011	Ribeiro (España)
4	Vino blanco	Godello	2011	Ribera Sacra (España)
5	Vino blanco	Riesling	2008	Niederosterreich (Austria)
6	Vino blanco	Garnacha Gris	2011	Empordá (España)
7	Vino blanco	Ribolla	2010	Primoska (Eslovenia)
8	Vino blanco	Xarel.lo	2011	Penedés (España)
9	Vino blanco	Riesling	2010	Mosela (Alemania)
10	Vino blanco	Riesling	2009	Mosela Trocken (Alemania)
11	Vino blanco	Riesling	2009	Mosela Kabinett (Alemania)
12	Vino tinto	Tinta del País	2007	Vino submarino (España)
13	Vino tinto	Blaufrankisch	2008	Burgerland (Austria)
14	Vino tinto	Syrah	2008	Ródano Norte (Francia)
15	Vino tinto	Poulsard	2010	Jura (Francia)
16	Vino tinto	Garnacha, Syrah	2011	Montsant (España)
17	Vino tinto	Syrah	2007	Aragón (España)

3.2.1.2 Análisis sensorial descriptivo

El análisis descriptivo está basado en la norma ISO 11035 (1994) y consiste en la selección y evaluación mediante un panel de cata entrenado de manera cualitativa y cuantitativa de la intensidad de ciertos atributos visuales, olfativos y gustativos previamente seleccionados por su relación con el producto a examinar. Como resultado de este método se genera una lista de atributos que permiten caracterizar sensorialmente las muestras empleadas. La ficha de cata empleada puede verse en el *Anexo I* y los resultados de ambos paneles en los *Anexos II al V*.

3.2.1.3 Paneles de catadores

Para la realización de la parte sensorial del estudio se contó con la colaboración de dos paneles de cata entrenados según la normativa UNE 87024-2. Uno de ellos ubicado en Barcelona, formado por 10 jueces profesionales del sector vitivinícola no elaboradores y un segundo panel ubicado en La Rioja formado por 12 jueces enólogos elaboradores. Los paneles fueron reclutados por las empresas financiadoras del presente trabajo (Laboratorios Excell Ibérica S.L. y Outlookwine S.L.).

3.2.1.4 Condiciones experimentales de las sesiones de cata

Los vinos fueron servidos en copas certificadas de acuerdo a la normativa ISO 3591-1977 con 50 mL en cada copa tapadas con una placa Petri para que los aromas alcanzasen el equilibrio en el espacio de cabeza.

A los jueces se les pidió primero que evaluaran los aromas orthonasalmente y anotaran su intensidad para cada uno de los descriptores expuestos en la ficha de cata en una escala de 0 a 5 para los atributos positivos y de 0 a -5 para los atributos negativos o defectos. A continuación se solicitó a los jueces que realizaran la evaluación a nivel gustativo. La ficha de cata empleada se muestra en el *Anexo I*. Los resultados obtenidos por cada panel fueron evaluados por separado debido a la distinta naturaleza de los mismos.

3.2.1.5 Determinación de parámetros enológicos convencionales

Los resultados analíticos se exponen en el *Anexo VI* al *XVIII* relativos a la composición de los vinos contemplados en el estudio. Las determinaciones

cuantitativas de dichas moléculas se realizaron por medio de las directrices de los métodos oficiales publicados en el BOE número 1988-11256 y la Organización internacional de la Vid y el Vino (OIV).

El contenido en etanol de las muestras fue determinado mediante un equipo de infrarrojo cercano (NIR - Anton Paar). Los valores de pH y acidez total mediante un equipo de pH acoplado a un valorador automático (Mettler Toledo, serie 2000) calibrado mediante patrones certificados. Los parámetros referentes a la composición colorante de las muestras fueron medidos mediante técnicas de espectrofotometría por un equipo Lan Optics (serie 2000).

Las cantidades de dióxido de azufre libre y total se analizó mediante arrastre por vapor siguiendo la metodología Franz Paul y un equipo destilador suministrado por GAB Tecnologías. Las determinaciones de ácidos orgánicos y contenido de azúcares (glucosa+fructosa) se basaron en métodos enzimáticos automatizados con medición por espectrofotometría mediante un equipo enzimático (Analyzer Y15, Byosistem, Barcelona). En el caso del ácido succínico se empleó un método enzimático manual mediante el kit suministrado por Megazyme (<https://www.megazyme.com/>) mediante la generación de rectas de calibrado y medición por espectrofotometría con un equipo Lan Optics (serie 2000).

3.2.1.6 Análisis de la composición volátil

Los resultados analíticos se exponen en los *Anexos VI-XVIII* relativos a la composición de los vinos contemplados en el estudio. Las determinaciones

cuantitativas de dichas moléculas se realizaron por medio de los siguientes métodos:

Compuestos aromáticos mayoritarios y minoritarios: los compuestos minoritarios mediante extracción en fase sólida (SPE) seguido de análisis por Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas (GCMS). Los compuestos mayoritarios mediante extracción líquido-líquido (LL) seguido de Cromatografía de Gases (CG) con detección de ionización de llama (FID) (López *et col.*; 2002: 167-177). Para ello, 5 mL de vino, 0,8 mL de acetonitrilo, 0,1 mL de cloroformo y un patrón interno conteniendo los compuestos deuterados: 3-octanol, 4-metil-pentanol y 4-hidroxi-4-metil-2-pentanol fueron añadidos a un tubo de centrífuga con rosca de 15 mL. El tubo fue centrifugado a 4800 rpm durante 5 min. Una vez separadas las fases se recuperó la orgánica y se inyectó en un cromatógrafo de gases Agilent modelo 7890 (G3440A) bajo las siguientes condiciones: temperatura inicial de 40°C, la cual se mantuvo durante 5 min y después se elevó a 3°C/min a 200°C DO. El gas empleado fue helio inyectado a un flujo de 3 mL/min. Se inyectaron 3 microlitros en flujo de modo dividido de 30 mL/min. La columna (50 m × 0,32 mm y espesor de película de 0,5 µm) empleada fue: DB - FFAP de J & W Scientific (Folsom, CA) y la identificación y cuantificación se realizó mediante un detector de masas. Los análisis de compuestos mayoritarios y minoritarios fueron realizados por el laboratorio de análisis de aroma y enología (LAAE) de la Universidad de Zaragoza.

Compuestos azufrados, polimercaptanos funcionales: la cuantificación de polimercaptanos funcionales se llevó a cabo según el método propuesto por Ferreira *et col.*; 2007. Para ello se filtraron 200 mL de vino junto con con 250 ng/L de 1-hexanotiol y heptanotiol. El sorbente se acondicionó previamente con

10 mL de diclorometano, 10 mL de metanol y otros 10 mL de una solución acuosa que contenía 13% (v/v) en etanol absoluto. El cartucho fue enjuagado con 200 mL de una solución acuosa que contenía 40% de metanol (v/v) tamponada con TRIS 0,2M a pH 7,2 y con 5 mL de agua. El sorbente se secó forzando una corriente de nitrógeno puro (aproximadamente 50 mL/min). Los odorantes se eluyeron adicionalmente con 10 mL de diclorometano con 1% de metanol (v/v). Este extracto se volvió a extraer con fracciones de 3 x 1 mL de una solución acuosa de sal p-OHHgB, p-hydroxymercury benzoate, (1 mM en una solución de HEPES 0,2M pH 10,7). El pH de esta fase acuosa se llevó a 7,5 mediante la adición de 60 µL de ClH 4,6 M. Los complejos se rompieron mediante la adición de 450 µL de ditioeritrol 10 mM en HEPES y los mercaptanos libres se extrajeron luego con 2 x 0,75 mL de diclorometano. A continuación se añadió el patrón interno cromatográfico (20 µL de 2-octanol, 100 µg/mL en diclorometano) y el extracto se concentró suavemente por evaporación en un baño de agua (47°C) hasta un volumen final de 200 µL. 20 microlitros de este extracto se analizaron por medio de la trampa de iones de GC con un inyector de vaporizador de temperatura programado (PTV) en las condiciones descritas a continuación.

El aparato usado fue un cromatógrafo de gases Varian CP-3800 con un detector de espectrometría de masas de trampa de iones Saturno 2000. La columna DB-WAX de J & Amp; W (Folsom, CA, EE.UU.) de 60 m de longitud, 0,25 mm d.i. y espesor de fase de 0,25. La columna estaba precedida por una precolumna de sílice fundida de 2 m (superficie interna desactivada con un síloxano ligeramente polar). La temperatura inicial de la columna fue de 40°C, que se mantuvo durante 6 min., y después se elevó a 2°C min⁻¹ hasta 200°C

durante 180 min. Los análisis de los compuestos tiólicos fueron realizados por el laboratorio de análisis de aroma y enología (LAAE) de la Universidad de Zaragoza.

Compuestos volátiles considerados defectos: determinación basada en un método de microextracción en fase sólida y en espacio de cabeza (HS-SPME) seguido de Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas (GCMS) (Boutou; 2007).

Compuestos volátiles azufrados: basado en un método de cromatografía de gases con detector fotométrico de llama (GC-FPD) usando inyecciones en espacio de cabeza, según lo descrito por Rauhut *et col.*; 2005. Los análisis se realizaron en un equipo GC/MS Agilent Technologies.

Se utilizaron 3 mL de muestras a un tubo de inyección GC conteniendo 0,27 g/mL NaCl, 0,2 g/L EDTA y 500 mg/L propanal. A esta mezcla se añade una solución de patrón interno estándar preparada en etanol de dimetildisulfuro.

Las muestras son calentadas durante 45 minutos a 60°C para posteriormente 100 µL del volumen total del espacio de cabeza. El inyector, provisto de un liner de vidrio de 0,8 mm. El gas portador fue Helio del 99,999% a un flujo de 3 mL/min.

La ionización se lleva a cabo por impacto electrónico (70eV) y las temperaturas del detector son de 230°C (fuente de ionización), 150°C (cuadrupolo) y 250°C (línea de transferencia). Los compuestos se cuantifican en modo SIM, seleccionando los iones adecuados para cada compuesto. Las muestras se incubaron a 45°C durante 3 min para favorecer la extracción de los compuestos volátiles hacia el espacio de cabeza y las extracciones se llevaron a cabo a la

misma temperatura, exponiendo la fibra al espacio de cabeza durante 15 min. Después de cada extracción los compuestos extraídos se desorbieron en el portal de inyección del cromatógrafo durante 4 min a 280°C mediante el inyector automático (GERSTEL) acoplado al cromatógrafo.

3.2.1.7 Análisis cuantitativo de metales

Los resultados analíticos se exponen en los *Anexos XVII* y *XVIII* relativos a la composición de los vinos contemplados en el estudio. Las determinaciones cuantitativas de dichas moléculas se realizaron por medio de los siguientes métodos. Se realizó una digestión previa en recipientes cerrados para mineralizar las muestras de vino. Las muestras se analizaron posteriormente mediante un espectrómetro de emisión óptica con excitación por plasma de argón inducido y sistema dispersivo según es descrito por Moreno I. *et col.*; (2008). Para la realización de las rectas de calibrado se prepararon disoluciones de cada uno de los elementos mediante patrones de referencia suministrados por Sigma Aldrich en 5% de NO₃H. Los análisis de cuantificación de metales fueron realizados por el laboratorio regional de agricultura de La Grajera del Gobierno de La Rioja.

3.2.1.8 Análisis de datos

Se elaboraron ANOVAs de dos factores (vino como factor fijo y juez como factor aleatorio) para cada uno de los atributos puntuados en el análisis descriptivo con el fin de evaluar la capacidad discriminante de los vinos.

Para el estudio de los datos obtenidos por el panel se realizó un análisis de componentes principales (ACP) de cada atributo que se calculó con las puntuaciones medias para los jueces miembros de los paneles. Para cada atributo se obtuvo una matriz de correlación (vinos en filas y catadores en columnas). Así, cada uno de los atributos fue representado en un plano factorial donde las proyecciones de cada catador se situaron en torno a los 360° del círculo de correlación.

Tanto los análisis de ANOVA como de componentes principales fueron desarrollados utilizando el software XLSTAT Addinsoft.

3.2.2 MODELIZACIÓN DEL DESCRIPTOR MINERALIDAD Y VALIDACIÓN EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS

3.2.2.1 Generación y evaluación de modelos

Para predecir y modelizar las puntuaciones del atributo mineralidad proporcionadas en sesiones de cata descriptiva en función de las propiedades sensoriales (tanto olfativas como gustativas) y la composición química de los vinos, se generaron diferentes modelos de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR) utilizando el software XLSTAT de Addinsoft (versión 18.07.40207) instalada junto con la versión del software Microsoft Excell 14.0 7179.

Se empleó un intervalo de confianza para los factores del 95% enfrentando las puntuaciones del atributo mineralidad obtenidas para cada vino en el análisis sensorial descriptivo frente a otros descriptores y/o concentraciones químicas de los compuestos analizados en los vinos del estudio. Con el objetivo de

eliminar ruido se realizó un análisis de correlación y sólo se consideraron válidos aquellos modelos con al menos un índice de calidad establecido por el parámetro Q^2 de 0,6 y valores residuales de las muestras menores a 2,0.

3.2.2.2 Descripción de las muestras empleadas

Se eligieron 2 vinos jóvenes de la añada de 2015 como vino base, uno blanco y otro tinto, siendo estos los vinos testigos en cada uno de los puestos de cata triangular. Cada vino fue dopado con los compuestos retenidos en el modelo predictivo. Cada compuesto fue adicionado en la concentración más alta encontrada en los vinos de estudio. En la *tabla 28* se muestran los compuestos químicos y las concentraciones adicionadas en cada puesto de cata presentados a ambos paneles de catadores.

3.2.2.3 Evaluación de la composición química de las muestras

Compuestos aromáticos mayoritarios y minoritarios: los compuestos minoritarios mediante extracción en fase sólida (SPE) seguido de análisis por Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas (GCMS). Los compuestos mayoritarios mediante extracción líquido-líquido (LL) seguido de Cromatografía de Gases (CG) con detección de ionización de llama (FID) (López *et col.*; 2002). Para ello, 5 mL de vino, 0,8 mL de acetonitrilo, 0,1 mL de cloroformo y un patrón interno conteniendo los compuestos deuterados: 3-octanol, 4-metil-pentanol y 4-hidroxi-4-metil-2-pentanol fueron añadidos a un tubo de centrifuga con rosca de 15 mL. El tubo fue centrifugado a 4800 rpm durante 5 min. Una vez separadas las fases, se recuperó la orgánica y se inyectó en un cromatógrafo de gases Agilent modelo 7890 (G3440A) bajo las

siguientes condiciones: temperatura inicial de 40°C, la cual se mantuvo durante 5 min y después se elevó a 3°C / min a 200°C DO. El gas empleado fue Helio inyectado a un flujo de 3 mL/min. Se inyectaron 3 microlitros en flujo modo dividido de 30 mL/min. La columna (50 m × 0,32 mm y espesor de película de 0,5 μm) empleada fue: DB - FFAP de J & W Scientific (Folsom, CA) y la identificación y cuantificación se realizó mediante un detector de masas.

Para realizar la cuantificación de los compuestos mayoritarios y minoritarios se prepararon previamente gráficos de calibración para 70 compuestos mediante el análisis de muestras sintéticas que contenían cantidades conocidas de los odorantes analizados. Cada uno de los dos vinos empleados fue analizado por triplicado.

3.2.2.4 Paneles de cata

Las muestras dopadas fueron evaluadas mediante pruebas triangulares por los dos paneles de cata con los que se había contado previamente. El panel de -elaboradores-enólogos de La Rioja estuvo formado por 11 jueces sensoriales de edades comprendidas entre los 22 y los 36 años (61% mujeres y 39% hombres). En el caso del panel de expertos no elaboradores de Barcelona estuvo compuesto por 18 jueces sensoriales (72% hombres y 28% mujeres de edades comprendidas entre los 35 y los 48 años).

3.2.2.5 Condiciones experimentales de las sesiones de cata

Las catas fueron realizadas en 4 sesiones diferentes correspondientes a 2 sesiones por cada tipo de vino y por cada panel (elaboradores y profesionales

no elaboradores). Las sesiones tuvieron una duración media de dos horas y se realizaron con una diferencia de una semana para cada uno de los paneles. Los vinos fueron servidos a temperatura ambiente, una nueva botella de cada vino presentado fue abierta para cada una de las sesiones de cata. Cada una de las copas fue servida con un volumen de 50 mL en copas estandarizadas (ISO 1977).

Se realizaron 2 sesiones por cada uno de los paneles. En la primera sesión se evaluaron los compuestos olfativos en vino blanco y los 4 compuestos gustativos. La segunda sesión consistió para cada uno de los paneles en una primera fase de evaluación de los compuestos olfativos sobre vino tinto y los 6 compuestos gustativos evaluados para vino tinto.

A nivel olfativo se diseñaron 16 puestos entre los compuestos químicos y los atributos olfativos. Cada uno de los puestos de cata resultó de una combinación distinta dentro de las seis permutaciones posibles:

AAB ABA BAA BBA BAB ABB

A cada panelista se le presentaron 3 muestras codificadas con un código numérico de tres cifras. Dos de las muestras eran iguales y se le pidió a cada panelista que indicara cuál de las copas era diferente. A continuación se les pidió que si en alguna/s copa/s consideraban que presentaba/n el descriptor "mineralidad", se apuntara/n la/s copa/s que lo contenía/n.

El panel de cata de elaboradores llevó a cabo las dos sesiones en las instalaciones de la sala de cata de la Universidad de La Rioja, mientras que el panel de expertos lo hizo en las instalaciones disponibles por OutlookWine Barcelona School (<http://www.outlookwine.com/>).

3.2.2.6 Análisis de datos

Se generó un contraste de hipótesis para evaluar si la adición de los compuestos participantes de los modelos PLS generados a las concentraciones de los vinos del estudio eran capaces, primero de ser identificadas por los paneles de catadores y segundo, de provocar un cambio positivo o negativo en la identificación del descriptor "mineralidad". Un cambio positivo indicaría que la presencia de un compuesto causaría que se identificara como mineral la copa dopada y un cambio negativo que el dopaje indujera la identificación de la copa modificada como menos mineral.

- *Primera fase:* las concentraciones adicionadas provocan cambios sensoriales perceptibles:

- **Ho:** las muestras son iguales.

- **Hi:** las muestras son diferentes.

Sólo para aquellos resultados proporcionados por los panelistas en el que se hubieran detectado diferencias significativas (90, 95 y/o 99% de confianza) se generó un segundo contraste de hipótesis.

- *Segunda fase:* las concentraciones adicionadas provocan cambios sensoriales perceptibles relacionados con el descriptor "mineralidad":

- **Ho:** las muestras son iguales a nivel del descriptor "mineralidad".

- **Hi:** las muestras son diferentes a nivel del descriptor "mineralidad".

Para realizar el análisis estadístico de esta prueba primero se organizó la información plasmada por los panelistas en los formularios, se tabularon los datos y posteriormente se contó el número de respuestas correctas.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 RELACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE LOS VINOS Y EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD"

3.3.1.1 Panel de expertos no elaboradores

Con los datos medios de las puntuaciones establecidas por el panel de expertos no elaboradores (*Anexos II-V*) se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para evaluar los resultados obtenidos por el panel de expertos catadores no elaboradores. El ACP de cada atributo se calculó con las puntuaciones medias de los 10 jueces sensoriales miembros del panel. Para cada atributo se obtuvo una matriz de correlación (vinos en filas y catadores en columnas). Así, cada uno de los atributos fue representado en un plano factorial donde las puntuaciones de cada catador se proyectaron en torno a los 360° del círculo de correlación.

Aquellos descriptores en los que los jueces se agrupaban en la misma parte del plano (*Figura 2*), indicaban que el panel tenía el mismo criterio en la interpretación del atributo. Por el contrario, aquellos atributos en los que el PCA mostraba la proyección de los jueces distribuidos por todo el plano (*Figura 1*) podía ser explicado como:

- 1) los panelistas no interpretaban de la misma forma el atributo.
- 2) las diferencias sensoriales para ese atributo eran demasiado pequeñas para ser percibidas por la mayoría de los panelistas.

Por esta razón los atributos que mostraron un PCA con proyección de los jueces similar a la *figura 1* no fueron tenidos en cuenta. En el caso del panel de expertos no elaboradores, los descriptores eliminados fueron: hierba, frutos

secos, resina, bouquet, reducción, madera, complejidad, dulcedumbre y fenólico.

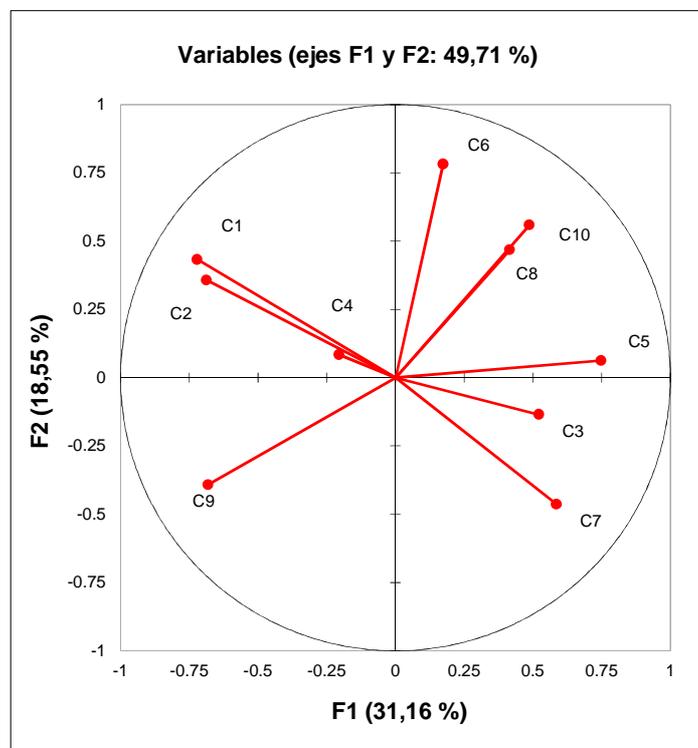


Figura 1. Análisis de componentes principales (ACP) del atributo aromático hierba según el panel de expertos no elaboradores.

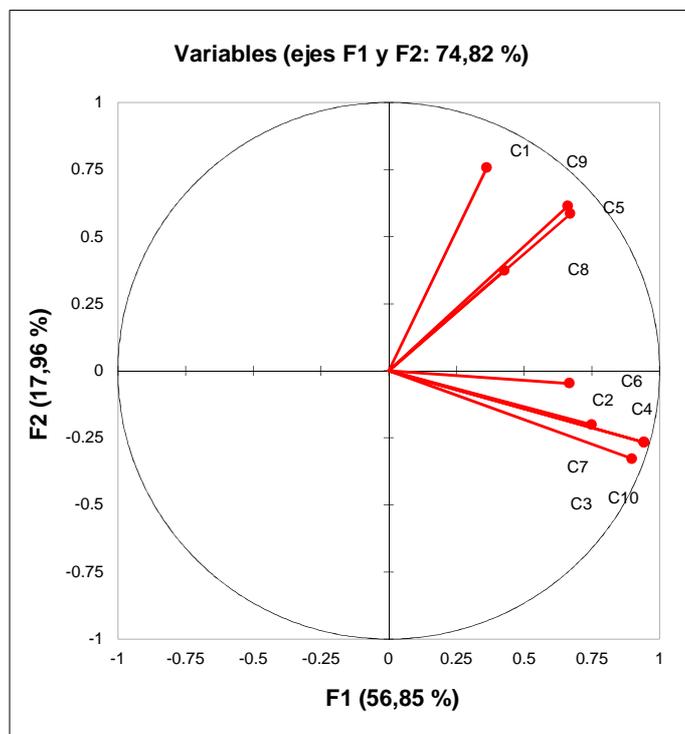


Figura 2. Análisis de componentes principales (ACP) del atributo mineralidad aromática según el panel de expertos no elaboradores.

Tabla 2. ANOVA de dos factores ($p < 0,1$; nivel de significación 90%) sobre las puntuaciones de los descriptores del análisis sensorial. En gris descriptores olfativos, en blanco descriptores gustativos, en negrita los descriptores con valores significativos.

DESCRIPTORES	VALOR P	ESTADÍSTICO F
Pureza y limpidez	8.7E-01	0.614
Intensidad aromática	3.3E-06	4.221
Vegetal pirazinas	1.4E-01	1.421
Floral	2.4E-03	2.456
Fruta fresca	1.0E-02	2.146
Fruta madura	1.3E-01	1.448
Fruta plastificada	5.5E-03	2.308
Lácteos	2.0E-03	2.560
Pastelería	1.6E-05	3.652
Levaduras	4.6E-02	1.741
Mentolados	6.5E-02	1.640
Especias dulces	6.2E-04	2.840
Especias punzantes	4.4E-04	2.922
Roble	6.2E-14	8.182
Torrefacto	4.4E-04	2.852
Madurez	9.8E-07	4.298
Empireumáticos	3.4E-02	1.822
Animal	2.3E-05	3.570
Mineralidad	7.4E-06	3.768
Reducción de carácter "mineral"	1.7E-01	1.364
Vegetal - pirazinas	3.4E-01	1.131
Vegetal - carácter herbáceo	4.7E-02	1.737
Químicos	3.5E-03	2.368
TCA (tricloroanisol)	4.0E-01	1.055
Madera verde	4.4E-01	1.017
Putrefacción (aminas biógenas)	4.0E-01	1.055
Acidez volátil	3.4E-01	1.121
Oxidación	1.5E-01	1.405
Grado de complejidad	5.8E-01	0.892
Concentración aromática	8.4E-03	2.200
Dinamismo aromático	4.2E-01	1.047
Valoración de aroma	1.9E-01	1.326
Dulzor (azúcar)	2.5E-05	3.673
Alcohol (calidez)	2.6E-02	1.938
Acidez	2.3E-01	1.267
Percepción de frescor (acidez)	5.0E-01	0.962
Concentración de tanino	2.9E-30	22.239
Astringencia	5.6E-13	8.041
Calidad del tanino	1.9E-26	18.419
Tanino de roble	1.0E-17	11.229
Tanino de uva	2.8E-08	5.532
Sensación de volumen	1.6E-02	2.072
Cuerpo (densidad o peso)	6.7E-02	1.669
Amargor	3.3E-02	1.922
Profundidad gustativa-táctil	2.8E-02	1.899
Persistencia gustativa táctil	2.5E-01	1.244
Intensidad aromática retronasal	2.1E-01	1.315
Persistencia aromática retronasal	1.0E-01	1.570
Complejidad o expresividad aromática	1.3E-01	1.482
Mineralidad (carácter)	4.1E-01	1.054
Equilibrio global paladar	4.3E-01	1.028

Se elaboró un ANOVA de dos factores (vino como factor fijo y juez como factor aleatorio) para cada uno de los atributos puntuados en el análisis descriptivo con el fin de evaluar la capacidad discriminadora de los mismos. En la *tabla 2*

se describen los resultados obtenidos del ANOVA de un factor ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%) sobre las puntuaciones del panel de cata en los descriptores utilizados.

Los descriptores pureza y limpidez, vegetal, fruta madura, TCA, madera verde, putrefacción, acidez volátil, oxidación, grado de complejidad, dinamismo aromático, acidez, frescor y mineralidad gustativa no mostraron diferencias significativas ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%), por lo que se puede decir que el panel de jueces no encontró diferencias perceptibles en las muestras para esos descriptores, siendo por tanto eliminados de la matriz de datos.

De los 30 atributos evaluados por el panel 19 correspondían a parámetros olfativos y 11 a parámetros gustativos. De los 19 atributos olfativos destacaban intensidad aromática, especias dulces, cuero, tabaco y champiñón por ser los de mayores puntuaciones (4,3, 3,1 y 2,6, respectivamente) dentro de la escala empleada (de 0 a 5). Los atributos con menor intensidad respecto a sus medianas fueron animal, empireumático y pastelería (0,1, 0,2 y 0,3).

En relación con los 11 atributos gustativos destacaron alcohol, cuerpo y volumen como los de mayor puntuación (3,4, 3,4 y 3,3). Las medianas a nivel gustativo más bajas respecto a sus valores fueron tanino de uva, astringencia y tanino de roble (0,3, 0,4 y 0,4).

De acuerdo con el ANOVA el efecto del vino fue especialmente significativo para el término roble ($p < 6,2 \times 10^{-4}$) a nivel olfativo y para el término concentración de tanino ($p < 6,2 \times 10^{-4}$) a nivel gustativo. Lo que indica que estos atributos eran los más discriminantes para las muestras del estudio.

La *tabla 2* muestra los resultados del ANOVA de las puntuaciones del análisis sensorial descriptivo otorgadas por el panel de expertos no elaboradores. A nivel olfativo, el atributo "mineralidad" fue significativo para el conjunto de los 17 vinos ($p < 7,4 \times 10^{-6}$). Sin embargo, como puede verse en las *tablas 4 y 5*, los resultados mostraron como el atributo "mineralidad" a nivel gustativo no presentó diferencias significativas ni dentro del grupo de 17 muestras estudiadas ni dentro de los subgrupos de vinos blancos y tintos.

Tabla 3. Puntuación máxima, media, mediana, mínima, cociente entre los valores máximos y mínimos, significatividad (p) de los atributos de aroma y gusto de las 17 muestras de vino por el panel de expertos. (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$, ns-no significativo).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F	
Int. aromática	4.3	3.1	3.0	1.7	2.5	3.3E-06	**	4.221
Floral	2.0	0.9	0.9	0.0	2.0	2.4E-03	**	2.456
Fruta fresca	1.9	0.9	0.9	0.0	1.9	1.0E-02	**	2.146
Fruta pasificada	2.5	0.6	0.5	0.0	2.5	5.5E-03	**	2.308
Lacteos	2.4	0.8	0.8	0.0	2.4	2.0E-03	**	2.560
Pastelería	1.6	0.6	0.3	0.0	1.6	1.6E-05	**	3.652
Levadura	1.3	0.5	0.4	0.0	1.3	4.6E-02	*	1.741
Mentolados	1.4	0.6	0.6	0.0	1.4	6.5E-02	*	1.640
Espicias dulces	3.1	1.5	1.4	0.0	3.1	6.2E-04	**	2.840
Esp. punzantes	2.1	0.7	0.4	0.0	2.1	4.4E-04	**	2.922
Roble	2.4	1.0	0.6	0.0	2.4	6.2E-14	**	8.182
Torrefacto	1.9	0.8	0.7	0.0	1.9	4.4E-04	**	2.852
Madurez	2.6	0.8	0.4	0.0	4.0	9.8E-07	**	4.298
Empireumáticos	2.0	0.4	0.2	0.0	4.0	3.4E-02	**	1.822
Animal	1.1	0.3	0.1	0.0	2.0	2.3E-05	**	3.570
Mineralidad	1.5	0.6	0.4	0.1	15.0	7.4E-06	**	3.768
Vegetal -	0.3	-0.1	0.0	-0.8	-0.4	4.7E-02	*	1.737
Químicos	0.3	-0.3	-0.2	-1.1	-0.3	3.5E-03	**	2.368
Conc. aromática	3.4	2.5	2.5	1.3	2.7	8.4E-03	**	2.200
Dulzor (azúcar)	2.9	1.0	0.8	0.2	13.0	2.5E-05	**	3.673
Alcohol (calidez)	3.4	1.9	2.0	0.0	3.4	2.6E-02	**	1.938
Conc. de tanino	2.9	0.9	0.3	0.0	2.9	2.9E-30	**	22.239
Astringencia	2.4	0.9	0.4	0.0	2.4	5.6E-13	**	8.041
Cal. tanino	2.7	0.8	0.3	0.0	2.7	1.9E-26	**	18.419
Tanino de roble	2.4	0.8	0.4	0.0	2.4	1.0E-17	**	11.229
Tanino de uva	2.4	0.7	0.3	0.0	2.4	2.8E-08	**	5.532
Volumen	3.3	2.1	2.1	0.0	3.3	1.6E-02	**	2.072
Cuerpo	3.4	2.4	2.5	0.0	3.3	6.7E-02	*	1.669
Amargor	2.0	1.0	1.0	0.0	2.0	3.3E-02	*	1.922
Profundidad	3.1	2.3	2.4	0.5	6.3	2.8E-02	**	1.899

Por lo tanto, no se evaluaron los datos de mineralidad a nivel gustativo para el panel de catadores por carecer de poder discriminante para este atributo, como se puede observar en los resultados globales atributo a atributo contenidos en las *tablas 3, 4 y 5*.

Factores intrínsecos en la percepción del descriptor "mineralidad" en el vino

Tabla 4. Puntuación máxima, media, mediana, mínima, cociente entre los valores máximos y mínimos, significatividad (p) de los atributos de aroma y gusto de estudiados en los 11 vinos blancos ofrecidos al panel de expertos. (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F	
Int. aromática	4.1	3.1	3.2	2.5	1.7	6.7E-07	**	6.505
Fruta fresca	1.4	0.4	0.0	0.0	1.4	5.0E-02	*	1.955
Lácteos	1.3	0.5	0.5	0.0	1.3	1.3E-02	**	2.468
Pastelería	1.2	0.4	0.0	0.0	1.2	4.1E-02	**	2.011
Mentolados	1.0	0.5	0.5	0.0	1.0	6.3E-02	**	2.309
Espicias dulces	2.0	1.3	1.5	0.0	2.0	2.0E-02	**	2.554
Esp. punzantes	0.8	0.3	0.3	0.0	0.8	1.0E-02	**	5.186
Roble	2.7	1.1	0.5	0.0	2.7	4.4E-06	**	2.237
Torrefacto	1.8	0.8	0.6	0.0	1.8	2.6E-02	**	2.558
Madurez	2.5	1.2	1.2	0.3	7.5	9.2E-03	**	2.041
Empireumáticos	1.7	0.7	0.5	0.2	10.0	3.8E-02	**	3.778
Animal	1.2	0.5	0.3	0.0	1.2	2.9E-04	*	4.235
Mineralidad	1.7	0.8	0.7	0.0	1.7	6.6E-05	**	1.360
Vegetal	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0	5.4E-02	**	1.908
Químicos	0.0	-0.3	0.0	-1.8	0.0	2.4E-02	**	2.192
Conc. aromática	3.5	2.9	3.0	2.0	1.8	8.4E-03	**	2.626
Aroma calidad	3.0	2.5	2.5	1.5	2.0	3.7E-02	**	2.068
Dulzor (azúcar)	2.9	1.1	0.8	0.0	2.9	3.0E-05	**	4.909
Acidez	3.6	2.6	2.6	1.3	2.8	8.9E-02	*	1.762
Conc. tanino	2.8	1.1	0.8	0.0	2.8	2.9E-23	**	29.604
Astringencia	3.0	0.9	0.7	0.0	3.0	2.6E-05	**	4.870
Cal. tanino	2.7	1.0	0.5	0.0	2.7	7.6E-15	**	15.343
Tanino roble	3.0	1.0	0.8	0.0	3.0	2.2E-11	**	11.005
Tanino de uva	2.2	0.6	0.6	0.0	2.2	9.6E-04	*	3.613
Volumen	3.3	2.1	2.2	0.5	6.5	4.7E-02	**	2.044
Amargor	1.8	0.4	0.0	0.0	1.8	4.9E-02	**	2.080
Profundidad	3.3	2.5	2.8	1.0	3.3	1.7E-02	**	2.411

Tabla 5. Puntuación máxima, media, mediana, mínima, cociente entre los valores máximos y mínimos, significatividad (p) de los atributos de aroma y gusto de los 6 vinos tintos ofrecidos al panel de expertos. (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$, ns-no significativo).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F	
Int. aromática	3.6	3.0	3.1	2.0	1.8	6.3E-02	*	2.327
Floral	0.5	0.3	0.5	0.0	0.5	6.1E-01		0.725
Fruta fresca	1.1	0.5	0.5	0.0	1.1	3.6E-01		1.133
Fruta pasificada	2.5	1.1	1.0	0.0	2.5	2.5E-02	**	2.896
Lácteos	1.3	0.6	0.6	0.0	1.3	5.8E-02		2.343
Pastelería	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ns		65535
Levadura	0.7	0.2	0.1	0.0	0.7	4.4E-01		1.008
Mentolados	1.4	1.0	1.1	0.6	2.3	7.6E-01		0.522
Espicias dulces	3.1	2.2	2.0	1.4	2.3	6.0E-02	*	2.317
Esp. punzantes	2.1	1.4	1.4	0.8	2.8	4.3E-01		0.998
Roble	2.4	1.9	2.2	0.4	6.0	1.3E-03	**	4.669
Torrefacto	1.9	1.3	1.5	0.4	4.8	1.6E-02	*	2.870
Madurez	2.6	1.4	1.2	0.4	5.8	1.7E-02	**	3.078
Empireumáticos	0.8	0.3	0.2	0.1	7.0	2.6E-01		1.347
Animal	1.1	0.6	0.5	0.1	10.0	5.6E-02	*	2.336
Mineralidad	0.7	0.3	0.3	0.1	7.0	6.9E-01		0.615
Vegetal -	0.3	0.0	0.0	-0.1	-3.0	3.6E-01		1.120
Químicos	0.3	0.0	0.0	-0.2	-1.4	3.3E-01		1.188
Conc. aromática	3.3	2.4	2.4	1.5	2.2	1.2E-01	*	1.896
Dulzor (azúcar)	0.9	0.6	0.7	0.2	4.0	6.5E-01		0.661
Alcohol (calidez)	3.4	2.7	2.6	2.0	1.7	4.3E-01		0.991
Conc. tanino	2.9	2.2	2.6	0.8	3.6	6.5E-04	**	5.119
Astringencia	2.4	1.9	2.0	1.0	2.4	1.0E-01	*	1.954
Calidad tanino	2.7	2.1	2.2	0.7	3.9	7.6E-15	**	15.343
Tanino de roble	2.4	2.0	2.1	0.9	2.7	1.2E-01	*	1.848
Tanino de uva	2.4	1.7	1.8	0.5	4.8	1.5E-01	*	1.742
Volumen	2.9	2.5	2.8	1.5	1.9	9.7E-02	*	2.010
Cuerpo	3.0	2.6	2.8	1.5	2.0	4.3E-02	**	2.533
Amargor	2.0	1.4	1.3	0.5	4.0	2.0E-01		1.555
Profundidad	3.1	2.6	2.6	1.8	1.8	2.2E-01		1.459

Una vez estudiada la evaluación por el panel de cada uno de los descriptores y siguiendo con el proceso de validación del panel, se realizó un estudio de correlación. En la matriz de correlación de la *tabla 6* se muestra que el atributo "mineralidad" estaba significativa y positivamente correlacionado con el atributo empireumático ($r=0,74$; $p<0,001$). Además, los atributos fruta pasificada ($r=0,45$; $p<0,1$) y torrefacto ($r=-0,44$; $p<0,1$) estaban significativamente e inversamente correlacionados con el atributo "mineralidad". Siendo "r" el coeficiente de correlación de Pearson.

Tabla 6. Matriz de correlaciones de Pearson de los atributos olfativos evaluados por el panel de cata. (Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,1$).

Variables	Int. Aromática	Floral	Fruta fresca	Fruta pasificada	Lácteos	Pastelería	Levadura	Mentolados	Especias dulces
Int. aromática	1	0.204	0.109	-0.104	0.059	0.211	-0.169	0.352	0.437
Floral	0.204	1	0.689	-0.426	0.278	0.455	0.488	-0.354	-0.294
Fruta fresca	0.109	0.689	1	-0.484	0.434	0.336	0.086	-0.332	-0.255
Fruta pasif.	-0.104	-0.426	-0.484	1	-0.071	-0.305	-0.174	0.257	0.501
Lacteos	0.059	0.278	0.434	-0.071	1	0.434	-0.233	-0.322	-0.050
Pastelería	0.211	0.455	0.336	-0.305	0.434	1	0.345	-0.706	-0.374
Levadura	-0.169	0.488	0.086	-0.174	-0.233	0.345	1	-0.478	-0.431
Mentolados	0.352	-0.354	-0.332	0.257	-0.322	-0.706	-0.478	1	0.736
Esp. dulces	0.437	-0.294	-0.255	0.501	-0.050	-0.374	-0.431	0.736	1
Esp. punzante	0.158	-0.620	-0.364	0.456	-0.094	-0.673	-0.691	0.787	0.582
Roble	0.106	-0.561	-0.234	0.367	0.129	-0.594	-0.752	0.706	0.640
Torrefacto	-0.078	-0.536	-0.407	0.625	-0.154	-0.630	-0.372	0.676	0.565
Madurez	-0.265	-0.721	-0.807	0.536	-0.117	-0.402	-0.420	0.245	0.151
Empireumát.	0.070	-0.164	-0.569	-0.145	-0.168	0.264	0.109	-0.091	-0.210
Animal	-0.075	-0.501	-0.625	0.787	-0.025	-0.558	-0.362	0.530	0.604
Mineralidad	0.132	0.348	-0.048	-0.451	0.080	0.292	0.191	-0.104	-0.377
Herbáceo	-0.164	-0.082	-0.446	0.003	-0.238	-0.561	-0.115	0.458	0.079
Químicos	-0.223	-0.415	-0.424	0.491	-0.159	-0.152	-0.203	0.109	0.452

Variables	Especia punzante	Roble	Torrefacto	Madurez	Empireumáticos	Animal	Mineralidad	Vegetal	Químicos
Int. aromática	0.158	0.106	-0.078	-0.265	0.070	-0.075	0.132	-0.164	-0.223
Floral	-0.620	-0.561	-0.536	-0.721	-0.164	-0.501	0.348	-0.082	-0.415
Fruta fresca	-0.364	-0.234	-0.407	-0.807	-0.569	-0.625	-0.048	-0.446	-0.424
Fruta pasif.	0.456	0.367	0.625	0.536	-0.145	0.787	-0.451	0.003	0.491
Lacteos	-0.094	0.129	-0.154	-0.117	-0.168	-0.025	0.080	-0.238	-0.159
Pastelería	-0.673	-0.594	-0.630	-0.402	0.264	-0.558	0.292	-0.561	-0.152
Levadura	-0.691	-0.752	-0.372	-0.420	0.109	-0.362	0.191	-0.115	-0.203
Mentolados	0.787	0.706	0.676	0.245	-0.091	0.530	-0.104	0.458	0.109
Esp. dulces	0.582	0.640	0.565	0.151	-0.210	0.604	-0.377	0.079	0.452
Esp. Punzant.	1	0.893	0.825	0.493	-0.239	0.605	-0.355	0.355	0.251
Roble	0.893	1	0.796	0.355	-0.335	0.529	-0.388	0.263	0.259
Torrefacto	0.825	0.796	1	0.380	-0.290	0.647	-0.442	0.355	0.248
Madurez	0.493	0.355	0.380	1	0.466	0.693	0.052	0.428	0.477
Empireumát.	-0.239	-0.335	-0.290	0.466	1	0.028	0.744	0.227	0.020
Animal	0.605	0.529	0.647	0.693	0.028	1	-0.260	0.434	0.371
Mineralidad	-0.355	-0.388	-0.442	0.052	0.744	-0.260	1	0.229	-0.350
Vegetal -	0.355	0.263	0.355	0.428	0.227	0.434	0.229	1	0.034
Químicos	0.251	0.259	0.248	0.477	0.020	0.371	-0.350	0.034	1

Las *figuras 3* y *4* muestran las proyecciones de los 17 vinos sobre las dos componentes principales de la fase aromática. La primera componente F1 del

ACP acumula un 38,42% de la varianza frente al 15,78% acumulado por la segunda componente F2. Se observa una baja dispersión de los vinos en el espacio sensorial aromático, por lo que los vinos del estudio acorde al panel de expertos tienen una relativa proximidad sensorial.

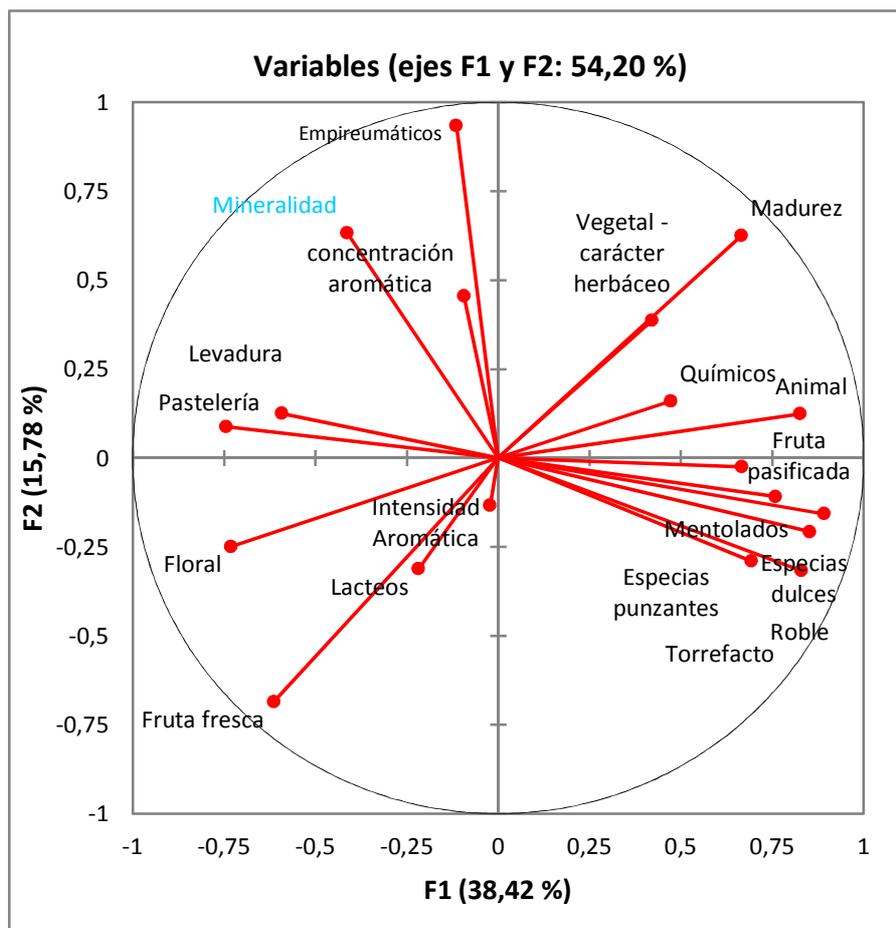


Figura 3. ACP de los atributos olfativos de los vinos blancos y tintos del panel de expertos no elaboradores.

En base a la dispersión de las muestras sobre el eje F1 pueden distinguirse dos grupos de vinos, uno situado a la derecha del plano con valores positivos de esta componente correspondiente a los vinos tintos y otro a la izquierda con valores negativos para la componente F1 correspondiente a los vinos blancos. El grupo situado a la izquierda conformado por los vinos blancos del estudio

puede a su vez ser dividido en dos grupos, uno situado en la parte superior izquierda con valores positivos de la componente 2 (especialmente la muestra Riesling 2009, Mosela Kabinett) y otro grupo situado en la parte inferior izquierda del plano con valores negativos de la componente F2.

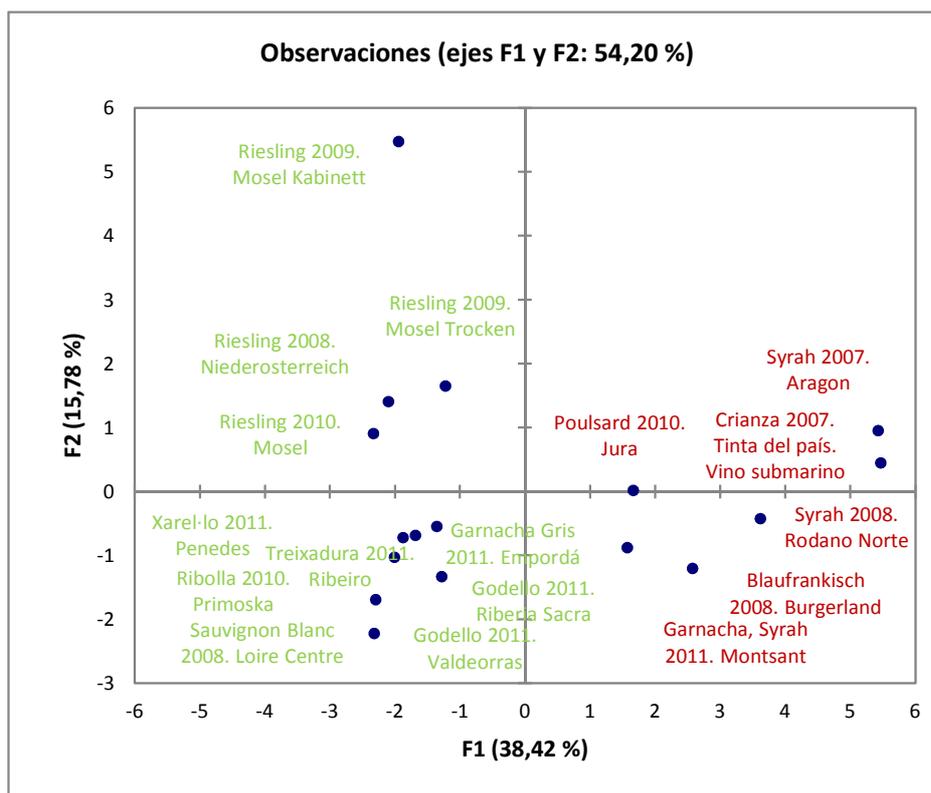


Figura 4. Proyección sobre los ejes F1 y F2 de los vinos blancos y tintos del ACP obtenido por el panel de expertos no elaboradores. En verde las muestras de vino blanco y en rojo los vinos tintos.

El término "mineralidad" tiene una mayor contribución en la segunda componente junto a términos como empíreumático y madurez.

Los vinos con mayor puntuación otorgada por el panel para el atributo "mineralidad" a nivel olfativo fueron Riesling 2009 Mosela Trocken y Riesling 2009 Mosela Kabinett. De igual manera y analizando la contribución del atributo "mineralidad" a las componentes se observa que tiene un mayor peso en F2 (29%). Por otro lado, los vinos más alejados del atributo "mineralidad" a nivel

olfativo fueron Garnacha, Syrah 2011 Montsant y Blaufrankisch 2008, los cuales fueron mejor definidos por atributos como especias dulces, fruta pasificada y mentolados.

Así, como puede comprobarse en las *figuras 3 y 4*, el panel de expertos coincidió en evaluar a dos vinos blancos de la variedad Riesling (Riesling 2009 Trocken y 2009 de Mosela Kabiner) como los más relacionados con la mineralidad. Este panel no valoró con una alta puntuación el atributo "mineralidad" en los vinos tintos, dado que coincidió en señalar a dos vinos tintos (Garnacha, Syrah 2011 Montsant y Blaufrankisch 2008) como los más alejados de este atributo.

3.3.1.2 Panel de enólogos-elaboradores

Para el estudio de los datos obtenidos por el panel se realizó un análisis de componentes principales (ACP) de cada atributo que se calculó con las puntuaciones medias para los 10 jueces miembros del panel. Para cada atributo se obtuvo una matriz de correlación (vinos en filas y catadores en columnas). Así, cada uno de los atributos fue representado en un plano factorial donde las proyecciones de cada catador se situaron en torno a los 360° del círculo de correlación. Aquellos descriptores en los que 4 o más catadores de los 10 se posicionaban en una componente principal diferente a la utilizada por el resto, fueron eliminados del estudio. Las *figuras 4 y 5* muestran las puntuaciones emitidas por los catadores para los atributos especias punzantes (*figura 4*) y mineralidad (*figura 5*) sobre el plano bidimensional formado por F1 y F2. Estos resultados indican que el panel de catadores no

mostraba un consenso sobre la puntuación otorgada para el descriptor especias punzantes, mientras que si existía en la mineralidad aromática.

En base a los datos de correlaciones se eliminaron de la matriz los descriptores intensidad aromática, herbáceo-pirazinas, herbáceo-terpenos, especias punzantes, balsámico, mentolado, torrefacto, bouquet, calidez, dulcedumbre, tanino de calidad, limpidez, herbáceo-terpenos (retronasal), fruta de hueso y resinas en base al criterio anteriormente expuesto.

Se elaboró un ANOVA de dos factores (vino como factor fijo y juez como factor aleatorio) para cada uno de los atributos puntuados en el análisis descriptivo con el fin de evaluar la capacidad discriminante de los vinos.

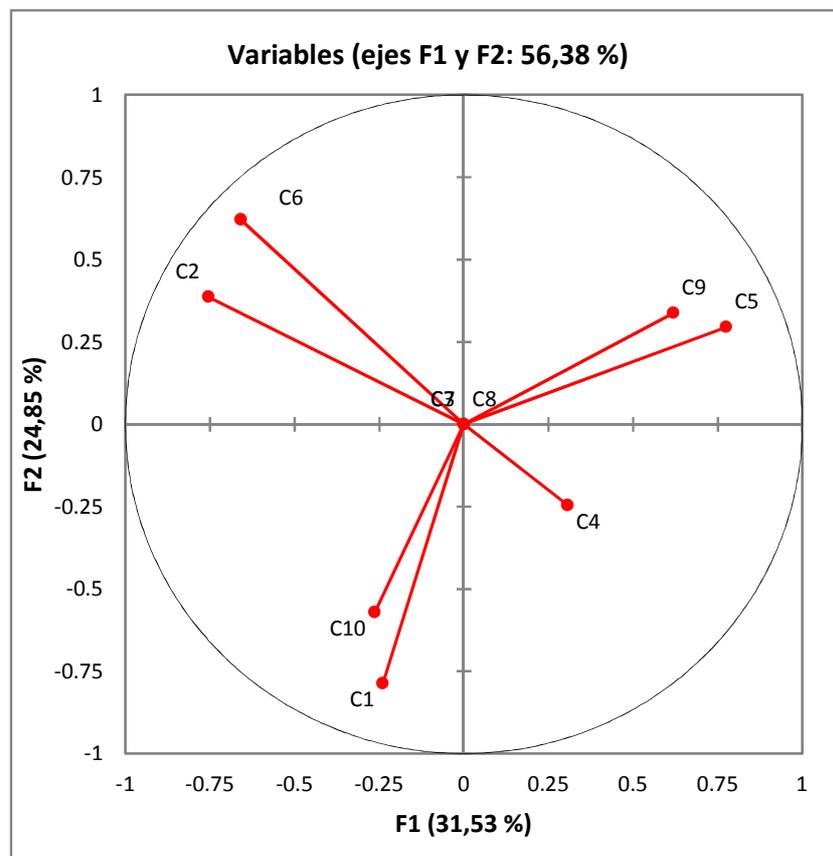


Figura 5. ACP del atributo especias punzantes del panel de catadores elaboradores.

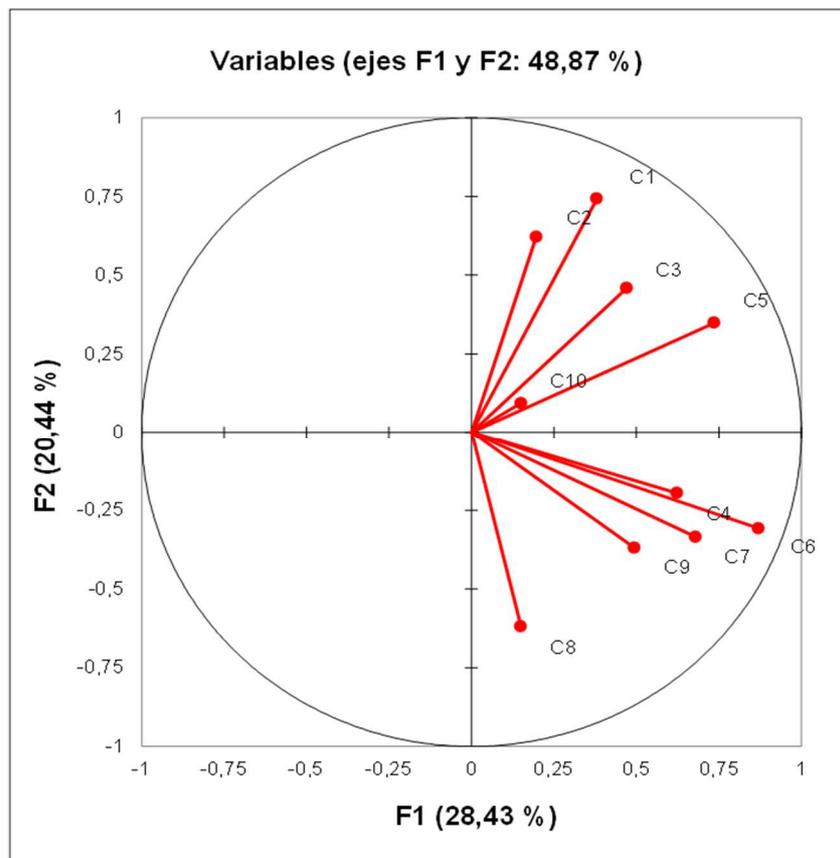


Figura 6. ACP del atributo mineralidad aromática del panel de catadores elaboradores.

En las *tablas 7 y 8* se recogen los resultados obtenidos del ANOVA de dos factores ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%) sobre las puntuaciones del panel para los atributos utilizados en el análisis descriptivo.

Los descriptores olfativos fruta cítrica, fruta con pepitas, lácteos, mantequilla, pastelería, levadura, frutos secos, especias dulces, vegetal pirazinas, vegetal herbáceo, anisoles (TCA) y madera defectuosa no mostraron diferencias significativas ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%), por lo que podemos decir que el panel de jueces no encontró diferencias perceptibles en los vinos para esos descriptores, siendo por tanto eliminados de la matriz de datos.

Factores intrínsecos en la percepción del descriptor "mineralidad" en el vino

Tabla 7. Resultados del ANOVA de dos factores ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%) sobre las puntuaciones del panel de catadores elaboradores para los descriptores olfativos (en negrita descriptores con valores significativos).
(* $p < 0,1$; ** $p < 0,0$).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F
Pureza y limpidez	4.0	3.0	3.3	1.5	2.7	4.25E-07	4.492
Floral	2.5	1.0	0.3	0.0	2.5	7.55E-10	6.017
Fruta cítricos	3.0	1.3	1.3	0.0	3.0	8.7E-01	0.614
Fruta tropical	2.0	0.7	0.0	0.0	2.0	8.79E-06	3.787
Fruta con pepitas	2.5	1.0	1.0	0.0	2.5	1.4E-01	1.421
Fruta madura	3.0	0.8	0.3	0.0	3.0	8.13E-16	9.331
Fruta pasificada	2.5	0.9	1.0	0.0	2.5	6.71E-07	4.304
Fruta hueso	3.0	1.3	1.3	0.0	3.0	4.10E-09	5.467
Lácteos	1.5	0.6	0.5	0.0	1.5	1.3E-01	1.448
Mantequilla	1.0	0.3	0.0	0.0	1.0	1.7E-01	1.364
Pastelería	3.0	0.6	0.0	0.0	3.0	3.52E-11	6.595
Levadura	2.0	0.8	0.8	0.0	2.0	3.4E-01	1.131
Frutos secos	3.0	1.1	1.0	0.0	3.0	4.0E-01	1.055
Espicias dulces	2.5	0.7	0.5	0.0	2.5	4.4E-01	1.017
Resinas	3.0	1.1	1.0	0.0	3.0	4.29E-09	5.456
Roble	2.5	0.9	0.3	0.0	2.5	4.68E-20	12.142
Empíreamático	3.5	1.0	0.5	0.0	3.5	1.59E-22	13.938
Animales	3.0	0.4	0.0	0.0	3.0	1.45E-17	10.451
Mineral	3.5	1.6	1.5	0.0	3.5	1.51E-04	3.130
Fenolado	0.0	-0.2	0.0	-2.5	0.0	6.53E-07	4.310
Reducción mineral	0.0	-0.5	-0.3	-2.0	0.0	1.25E-10	6.290
Oxidación	0.0	-0.8	0.0	-3.5	0.0	1.08E-25	16.439
Acidez volátil	0.0	-0.2	0.0	-2.5	0.0	2.09E-07	4.568
Vegetal clorofila	0.0	-0.5	0.0	-1.5	0.0	8.21E-07	4.259
Vegetal herbáceo	0.0	-0.2	0.0	-1.5	0.0	8.21E-07	4.259
Vegetal pirazinas inmaduras	0.0	0.0	0.0	-0.5	0.0	4.0E-01	1.055
Químicos	0.0	-0.2	0.0	-1.0	0.0	3.4E-01	1.121
Vegetal herbáceo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5E-01	1.405
Tricloro anisoles	0.0	-0.1	0.0	-2.0	0.0	5.8E-01	0.892
Maderas defectuosas	0.0	-0.1	0.0	-1.0	0.0	4.2E-01	1.047
Putrefacción	0.0	-0.1	0.0	-1.0	0.0	1.9E-01	1.326
Madera verde	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3E-01	1.267

Tabla 8. Resultados obtenidos del ANOVA de dos factores ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%) sobre las puntuaciones del panel de catadores elaboradores para los descriptores gustativos (en negrita descriptores con valores significativos). (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F
Dulce (azúcar)	3.0	0.8	0.5	0.0	3.0	5.0E-01	0.962
Acidez nivel	4.5	3.0	3.0	1.5	3.0	2.5E-01	1.244
Acidez sensación de frescor	3.5	2.8	3.0	1.5	2.3	9.67E-06	** 3.707
Tanino concentración	3.5	1.1	0.5	0.0	3.5	3.50E-28	** 18.570
Tanino astringencia	2.5	0.8	0.5	0.0	2.5	1.51E-15	** 9.163
Tanino origen uva	3.5	1.0	0.0	0.0	3.5	1.56E-23	** 14.710
Tanino origen roble	2.0	0.6	0.0	0.0	2.0	5.18E-32	** 22.168
Volumen Sensación 3D	4.0	2.4	2.8	0.5	8.0	7.43E-13	** 7.547
Cuerpo sensación de peso	4.0	2.4	2.5	1.0	4.0	4.50E-07	** 4.394
Amargo	3.0	1.8	1.5	0.5	6.0	1.52E-15	** 9.162
Profundidad	3.5	2.2	2.0	1.0	3.5	5.20E-06	** 3.846
Persistencia gustativa	4.0	2.7	2.8	1.0	4.0	2.1E-01	1.315
Equilibrio	4.0	2.8	3.0	1.0	4.0	1.0E-01	1.570
Intensidad aromática	4.0	2.3	2.3	0.0	4.0	1.3E-01	1.482
Herbáceo planta aromática	1.5	0.7	0.5	0.0	1.5	4.1E-01	1.054
Herbáceo pirazinas maduras	3.5	0.7	0.5	0.0	3.5	1.4E-12	7.389
Floral	2.0	0.6	0.5	0.0	2.0	4.3E-01	1.028
Fruta cítricos	4.0	2.0	2.0	0.0	4.0	9.80E-09	** 5.265
Fruta tropical	2.5	0.7	0.5	0.0	2.5	6.40E-07	** 4.315
Fruta con pepitas	1.5	0.6	0.5	0.0	1.5	1.9E-01	1.478
Fruta madura	1.5	0.6	0.3	0.0	1.5	1.6E-01	1.848
Fruta pasificada	3.0	0.5	0.0	0.0	3.0	1.87E-14	** 8.494
Lácteos	2.0	0.4	0.0	0.0	2.0	1.9E-01	1.864
Mantequilla	1.5	0.3	0.0	0.0	1.5	8.4E-01	1.731
Pastelería	2.5	0.6	0.0	0.0	2.5	2.14E-11	** 6.715
Levadura	1.0	0.3	0.3	0.0	1.0	4.2E-01	1.155
Frutos secos	2.5	0.8	0.8	0.0	2.5	3.70E-06	** 3.922
Espicias dulces	2.0	0.3	0.0	0.0	2.0	9.82E-07	** 4.219
Espicias secas punzantes	4.0	0.8	0.0	0.0	4.0	1.32E-28	** 18.949
Balsámico mentolado	3.5	0.7	0.3	0.0	3.5	8.54E-12	** 6.940
Roble	3.0	0.9	0.3	0.0	3.0	2.07E-23	** 14.615
Torrefactos	2.5	0.7	0.0	0.0	2.5	5.71E-07	** 4.340
Empíreamático	2.5	0.5	0.0	0.0	2.5	7.75E-13	** 7.537
Bouquet	2.5	0.9	1.0	0.0	2.5	5.95E-20	** 12.069
Animales	2.0	0.3	0.0	0.0	2.0	2.04E-08	** 5.097
Mineral	3.0	1.2	1.3	0.0	3.0	1.35E-02	** 2.061
Fenolado	0.0	-0.2	0.0	-2.5	0.0	1.5E-01	1.405
Reducción mineral	0.0	-0.4	0.0	-2.0	0.0	4.1E-01	1.147
Oxidación	0.0	-0.5	0.0	-2.0	0.0	1.9E-01	1.326
Acidez volátil	0.0	-0.1	0.0	-1.5	0.0	1.5E-01	1.126
Vegetal clorofila	0.0	-0.6	-0.5	-1.5	0.0	1.24E-08	** 5.211
Vegetal herbáceo	0.0	-0.2	0.0	-1.0	0.0	3.0E-01	1.165
Vegetal pirazinas inmaduras	0.0	-0.3	0.0	-2.5	0.0	2.02E-08	** 5.099
Químicos	0.0	-0.3	0.0	-1.5	0.0	5.92E-05	** 3.302
Vegetal herbáceo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E+00	0.006
Tricloro anisoles	0.0	-0.1	0.0	-1.5	0.0	1.6E-01	1.382
Maderas defectuosas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E+00	0.006
Putrefacción	0.0	-0.1	0.0	-1.0	0.0	8.0E-01	0.692
Madera verde	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E+00	0.006

A nivel gustativo los descriptores persistencia gustativa, equilibrio, intensidad aromática, herbáceo (planta aromática), floral, fruta con pepitas, fruta madura, lácteos, mantequilla, levadura, fenolado, reducción mineral, oxidación, acidez volátil, vegetal herbáceo, anisoles, madera defectuosa, putrefacción y madera verde no mostraron diferencias significativas ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%), por lo que podemos decir que el panel de jueces no encontró diferencias perceptibles en los vinos para esos descriptores, siendo por tanto eliminados de la matriz de datos.

De los 30 atributos 18 correspondían a parámetros olfativos y 26 a parámetros gustativos. De los 18 atributos olfativos destacaban los atributos pureza, limpidez, empireumático y mineral por ser los de mayores puntuaciones dentro de la escala empleada (4,0, 3,5 y 3,0). Los atributos con menor intensidad respecto a sus medianas fueron los de fruta tropical, pastelería y notas animales (0,0). Dentro de los 26 atributos gustativos destacaron frescor, cuerpo y volumen como los de mayor puntuación (2,8, 2,4 y 2,4). Los atributos con menor intensidad respecto a sus medianas fueron tanino de roble, pastelería y especias dulces (0,6, 0,6 y 0,3).

De acuerdo con el ANOVA de dos vías (jueces y vino como factores) el descriptor empireumático del vino fue especialmente significativo ($p < 1, 6 \times 10^{-22}$) a nivel olfativo y el término concentración de tanino a nivel gustativo ($p < 2,5 \times 10^{-28}$), lo que indica que estos atributos eran los más discriminantes para las muestras del estudio. A nivel olfativo el atributo mineralidad fue significativo para el conjunto de los 17 vinos ($p < 7,4 \times 10^{-6}$). A nivel gustativo el atributo mineralidad también fue significativo para el panel de cata de enólogos-elaboradores ($p < 1,4 \times 10^{-2}$).

Tabla 9. Puntuación máxima, media, mediana, mínima y cociente entre los valores máximos y mínimos y significatividad (p) de los atributos de aroma y gusto en los 11 vinos blancos ofrecidos al panel. (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F	
Pureza lípidez	4.5	4.0	3.8	3.5	1.3	1.06E-03	**	3.280
Floral	4.0	2.3	2.5	1.0	4.0	3.84E-01		1.077
Fruta cítricos	4.0	2.5	2.0	1.0	4.0	1.34E-02	**	2.403
Fruta tropical	3.5	1.7	1.5	1.0	3.5	9.12E-04	**	3.331
Fruta con pepitas	3.0	2.3	2.5	1.0	3.0	2.98E-03	**	2.925
Fruta madura	3.0	2.2	2.0	1.0	3.0	5.89E-06	**	5.080
Fruta pasificada	3.5	2.1	2.0	1.0	3.5	2.01E-04	**	3.849
Fruta hueso	3.0	2.0	2.0	1.0	3.0	6.13E-18	**	17.570
Lácteos	3.5	2.4	2.5	1.0	3.5	1.07E-02	**	2.482
Mantequilla	2.0	1.4	1.5	1.0	2.0	2.62E-02	**	2.163
Pastelería	3.5	1.9	1.5	1.0	3.5	9.93E-13	**	11.358
Levadura	4.5	2.2	2.0	1.0	4.5	1.87E-03	**	3.086
Frutos secos	4.0	2.6	2.8	1.0	4.0	1.78E-03	**	3.101
Espicias dulces	3.0	2.2	2.5	1.0	3.0	7.47E-03	**	2.607
Resinas	2.5	2.1	2.3	1.5	1.7	2.16E-06	**	5.439
Roble	3.5	1.7	1.3	1.0	3.5	1.22E-13	**	12.343
Empireumático	3.5	2.3	2.5	1.0	3.5	5.07E-16	**	15.114
Animales	1.5	1.3	1.3	1.0	1.5	4.26E-01		1.028
Mineral	5.0	3.6	3.8	2.0	2.5	1.49E-05	**	4.753
Fenolado	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00E+00		0.000
Reducción mineral	1.0	-0.1	0.3	-1.5	-0.7	2.07E-09	**	8.074
Oxidación	1.0	-0.1	0.0	-2.5	-0.4	4.81E-23	**	25.252
Acidez volátil	1.0	0.7	1.0	-0.5	-2.0	1.45E-08	**	0.000
Vegetal clorofila	1.0	0.4	1.0	-2.0	-0.5	6.72E-05	**	4.227
Vegetal herbáceo	1.0	0.7	1.0	-0.5	-2.0	1.00E-03	**	3.298
Vegetal pirazinas	1.0	1.0	1.0	0.5	2.0	9.86E-01		0.273
Químicos	1.0	0.6	0.8	-0.5	-2.0	8.51E-03	**	2.562
Vegetal herbáceo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00E+00		0.010
Tricloro anisoles	1.0	1.0	1.0	0.5	2.0	1.51E-03	**	3.158
Maderas defectuosas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	6.39E-01		0.789
Putrefacción	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00E+00		0.038
Madera verde	1	1	1	1	1	1.00E+00		0.010
Dulce (azúcar)	3.5	2.4	2.3	1.5	2.3	2.3E-05	**	4.606
Acidez nivel	5.0	4.3	4.3	3.5	1.4	6.8E-05	**	4.226
Acidez	5.0	3.9	4.0	2.5	2.0	2.46E-03	**	2.990
Tanino concentración	5.0	1.9	1.5	1.0	5.0	6.05E-02	**	1.856
Tanino astringencia	2.5	1.5	1.5	1.0	2.5	5.47E-02	**	1.894
Tanino origen uva	4.5	2.0	1.0	1.0	4.5	4.47E-05	**	4.369
Tanino origen roble	2.0	1.3	1.0	1.0	2.0	1.11E-04	**	4.053
Volumen sensación 3D	4.5	3.7	3.8	2.5	1.8	1.37E-07	**	6.450
Cuerpo	4.5	3.6	3.5	3.0	1.5	3.94E-02	**	2.015
Amargo	4.0	2.7	3.0	1.5	2.7	2.20E-08	**	7.144
Profundidad	5.0	3.6	3.5	2.5	2.0	1.63E-02	**	2.332
Persistencia gustativa	5.0	4.1	4.0	3.5	1.4	1.8E-01		1.420
Equilibrio	5.0	4.1	4.0	3.0	1.7	4.6E-07	**	6.000
Intensidad aromática	5.0	4.0	4.3	2.0	2.5	5.8E-05	**	4.279
Herbáceo planta aromática	3.5	2.0	1.8	1.5	2.3	3.4E-02	**	2.070
Herbáceo pirazinas maduras	3.5	1.6	1.3	1.0	3.5	7.8E-09	**	7.548
Floral	3.0	1.9	1.8	1.0	3.0	1.8E-02	**	2.299
Fruta cítricos	4.5	3.4	3.8	1.5	3.0	3.21E-07	**	6.134
Fruta tropical	3.5	2.3	2.3	1.0	3.5	5.94E-03	**	2.687
Fruta con pepitas	3.0	1.7	1.8	1.0	3.0	5.0E-03	**	2.744
Fruta madura	3.5	2.2	2.0	1.0	3.5	2.9E-03	**	2.937
Fruta pasificada	2.5	1.6	1.5	1.0	2.5	1.96E-12	**	11.047
Lácteos	4.0	2.1	1.8	1.0	4.0	9.6E-02	**	1.982
Mantequilla	3.0	1.5	1.0	1.0	3.0	5.9E-03	**	2.687
Pastelería	2.5	1.6	1.5	1.0	2.5	1.67E-11	**	10.092
Levadura	2.5	1.7	1.5	1.0	2.5	2.7E-01		1.241
Frutos secos	3.0	2.0	2.0	1.0	3.0	6.72E-09	**	7.606
Espicias dulces	2.0	1.3	1.0	1.0	2.0	3.82E-02	**	2.027
Espicias secas punzantes	4.0	1.8	1.5	1.0	4.0	3.75E-02	**	2.033
Balsámico mentolado	3.5	1.7	1.5	1.0	3.5	2.32E-02	**	2.208
Roble	3.5	1.5	1.0	1.0	3.5	1.18E-05	**	4.835
Torrefactos	3.0	1.6	1.0	1.0	3.0	4.94E-05	**	4.334
Empireumático	2.5	1.6	1.5	1.0	2.5	2.79E-09	**	7.955
Bouquet	3.0	1.8	2.0	1.0	3.0	1.06E+01		0.000
Animales	2.0	1.1	1.0	1.0	2.0	3.82E-02	**	2.027
Mineral	4.0	2.8	2.5	2.0	2.0	8.61E-04	**	3.351
Fenolado	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0E+00		0.000
Reducción mineral	1.0	0.4	0.3	-0.5	-2.0	1.3E-05	**	4.810
Oxidación	1.0	0.1	0.3	-2.0	-0.5	9.0E-06	**	4.929
Acidez volátil	1.0	0.7	1.0	-0.5	-2.0	1.6E-02	**	2.341
Vegetal clorofila	1.0	-0.2	-0.3	-1.5	-0.7	2.26E-06	**	5.423
Vegetal herbáceo	1.0	0.7	0.5	0.5	2.0	7.3E-02	**	1.786
Vegetal pirazinas inmaduras	1.0	0.8	1.0	0.0	1.0	2.61E-09	**	7.980
Químicos	1.0	0.2	0.3	-1.5	-0.7	4.46E-05	**	4.370
Vegetal herbáceo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0E+00		0.010
Tricloro anisoles	1.0	1.0	1.0	0.5	2.0	3.5E-02	**	2.056
Maderas defectuosas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0E+00		0.010
Putrefacción	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0E+00		0.000
Madera verde	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0E+00		0.010

Factores intrínsecos en la percepción del descriptor "mineralidad" en el vino

Tabla 10. Puntuación máxima, media, mediana y mínima y cociente entre los valores máximos y mínimos y significatividad (p) de los atributos de aroma y gusto en los 6 vinos tintos ofrecidos al panel. (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F
Pureza limpidez	3.5	2.8	2.8	1.3	2.7	1.06E-03	3.280
Floral	2.0	1.8	2.0	1.0	2.0	2.88E-06	9.000
Fruta cítricos	2.0	1.4	1.5	1.0	2.0	4.64E-02	2.432
Fruta tropical	3.0	1.3	1.3	0.5	6.0	1.00E+00	0.000
Fruta con pepitas	3.0	1.4	1.3	0.5	6.0	2.35E-01	1.411
Fruta madura	2.5	1.2	0.8	0.5	5.0	1.37E-07	14.250
Fruta pasificada	2.0	1.4	1.5	0.5	4.0	9.02E-05	6.457
Fruta hueso	2.5	1.5	1.3	1.0	2.5	2.35E-01	1.411
Lácteos	2.0	1.0	0.5	0.5	4.0	2.02E-02	2.943
Mantequilla	1.5	0.8	0.5	0.5	3.0	2.32E-02	2.857
Pastelería	1.0	0.6	0.5	0.5	2.0	1.37E-02	3.182
Levadura	1.5	1.1	1.3	0.5	3.0	5.34E-02	2.346
Frutos secos	2.0	1.0	1.0	0.5	4.0	2.24E-03	4.316
Espicias dulces	2.0	0.9	0.8	0.5	4.0	2.75E-03	4.185
Resinas	2.0	1.3	1.3	0.5	4.0	4.72E-04	5.331
Roble	1.5	0.7	0.5	0.5	3.0	1.73E-01	1.611
Empireumático	2.0	1.4	1.8	0.5	4.0	1.43E-01	1.733
Animales	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	5.84E-11	19.276
Mineral	2.0	1.6	1.8	1.0	2.0	2.16E-01	1.465
Fenolado	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	7.42E-02	2.143
Reducción mineral	0.0	-0.6	-0.3	-2.0	0.0	7.42E-02	2.143
Oxidación	0.0	-1.3	-0.5	-3.0	0.0	5.62E-03	3.736
Acidez volátil	0.0	-0.3	0.0	-1.0	0.0	1.00E+00	0.000
Vegetal clorofila	0.0	-1.0	-0.3	-2.0	0.0	1.01E-03	4.829
Vegetal herbáceo	0.0	-0.4	0.0	-1.5	0.0	1.00E+00	0.000
Vegetal pirazinas inmaduras	0.0	-0.1	0.3	-0.5	0.0	1.00E+00	0.000
Químicos	0.0	-0.3	0.0	-1.0	0.0	7.53E-01	0.529
Vegetal herbáceo	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.00E+00	0.000
Tricloro anisoles	0.0	-0.3	0.3	-1.5	0.0	1.00E+00	0.000
Maderas defectuosas	0.0	-0.2	0.5	-1.0	0.0	7.42E-02	2.143
Putrefacción	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	7.42E-02	2.143
Madera verde	0	0	0.5	0	0	1.00E+00	0.000
Dulce (azúcar)	1.0	0.9	1.3	0.5	2.0	3.1E-01	1.234
Acidez nivel	4.0	3.2	3.5	2.5	1.6	3.1E-01	1.216
Acidez	3.5	2.6	3.0	1.5	2.3	9.28E-05	5.671
Tanino concentración	1.5	0.8	1.3	0.5	3.0	9.84E-05	6.396
Tanino astringencia	1.5	0.8	1.2	0.5	3.0	2.64E-07	10.946
Tanino origen uva	0.5	0.5	0.8	0.5	1.0	1.12E-01	1.885
Tanino origen roble	1.0	0.6	1.0	0.5	2.0	1.08E-10	18.581
Volumen sensación 3D	3.0	2.2	2.5	1.5	2.0	1.02E-07	11.767
Cuerpo sensación de peso	2.5	2.2	2.5	1.5	1.7	2.51E-06	9.108
Amargo	3.0	2.3	2.5	2.0	1.5	2.68E-02	2.769
Profundidad	2.5	2.1	2.5	1.5	1.7	6.94E+00	6.940
Persistencia gustativa	3.0	2.6	3.0	2.0	1.5	5.2E-06	8.541
Equilibrio	3.0	2.5	3.0	1.5	2.0	1.6E-04	6.040
Intensidad aromática	4.0	2.3	2.8	0.5	8.0	1.8E-02	3.021
Herbáceo planta aromática	2.0	1.5	2.0	0.5	4.0	5.7E-02	2.309
Herbáceo pirazinas maduras	2.5	1.7	1.5	0.5	5.0	1.5E-05	7.733
Floral	2.5	1.2	1.3	0.5	5.0	3.8E-01	1.077
Fruta cítricos	2.5	1.8	2.3	1.0	2.5	1.23E-03	4.701
Fruta tropical	2.5	1.7	2.0	0.5	5.0	1.00E+00	0.000
Fruta con pepitas	1.5	0.8	1.5	0.5	3.0	4.2E-01	1.017
Fruta madura	2.0	0.8	1.5	0.5	4.0	4.3E-03	3.909
Fruta pasificada	1.5	0.9	1.5	0.5	3.0	8.73E-05	6.480
Lácteos	1.5	0.8	1.3	0.5	3.0	1.4E-03	3.185
Mantequilla	1.5	0.8	1.0	0.5	3.0	3.0E-03	4.141
Pastelería	0.5	0.5	0.8	0.5	1.0	1.08E-01	1.910
Levadura	1.0	0.8	1.0	0.5	2.0	2.4E+00	2.429
Frutos secos	2.0	1.3	1.7	0.5	4.0	1.28E-01	1.800
Espicias dulces	0.5	0.5	0.8	0.5	1.0	3.75E-04	5.483
Espicias secas punzantes	1.0	0.6	1.0	0.5	2.0	4.01E-08	12.600
Balsámico mentolado	1.5	0.9	1.5	0.5	3.0	1.34E-08	11.419
Roble	1.5	0.7	1.0	0.5	3.0	1.56E-05	7.714
Torrefactos	0.5	0.5	0.8	0.5	1.0	6.45E-02	2.229
Empireumático	1.0	0.6	1.0	0.5	2.0	5.62E-02	2.314
Bouquet	1.5	0.8	1.3	0.5	3.0	3.73E-12	18.262
Animales	1.5	0.7	1.0	0.5	3.0	4.14E-07	10.567
Mineral	2.0	1.3	2.0	0.5	4.0	5.61E-02	2.315
Fenolado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3E-06	9.615
Reducción mineral	0.0	-0.4	-0.3	-1.0	0.0	6.5E-02	2.225
Oxidación	0.0	-0.5	-0.3	-1.5	0.0	1.0E-03	4.829
Acidez volátil	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3E-01	0.652
Vegetal clorofila	0.5	-0.9	-1.0	-1.5	-0.3	7.53E-01	0.529
Vegetal herbáceo	0.0	-0.3	0.0	-1.0	0.0	1.0E+00	0.000
Vegetal pirazinas inmaduras	0.0	-0.6	-0.3	-2.0	0.0	1.0E+00	0.000
Químicos	0.0	-0.2	0.0	-1.0	0.0	2.84E-01	1.286
Vegetal herbáceo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E+00	0.000
Tricloro anisoles	0.0	-0.3	0.0	-1.0	0.0	1.0E+00	0.000
Maderas defectuosas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E+00	0.000
Putrefacción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4E-02	2.143
Madera verde	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E+00	0.000

Analizando los subgrupos de vinos blancos y tintos se observó tras realizar el ANOVA que el atributo mineralidad olfativa, como puede verse en la *tabla 6*, era significativo cuando se analizaba en el conjunto de vinos blancos y tintos ($p < 1,51 \times 10^{-4}$). En los análisis tipo ANOVA realizados por separado, se observa un grado de significación para los vinos blancos aceptable ($p < 1,49 \times 10^{-5}$), pero no para los tintos ($p < 2,16 \times 10^{-1}$). En base a estos resultados se decidió continuar analizando los atributos de carácter olfativo para el conjunto de vinos tintos y blancos en conjunto.

En el caso del atributo mineralidad gustativa los resultados del ANOVA (*tabla 7*) mostraron una significatividad de $p < 1,35 \times 10^{-2}$ para el conjunto de vinos blancos y tintos. Como puede observarse en las *tablas 8 y 9*, el atributo mineralidad gustativa fue significativo también para los vinos blancos ($p < 8,61 \times 10^{-4}$) y los tintos ($p < 5,61 \times 10^{-2}$). Por ello se analizaron respecto al atributo gustativo mineral los subgrupos de vinos blancos y tintos por separado.

Una vez estudiada la evaluación por el panel de cada uno de los descriptores y siguiendo con el proceso de validación del panel, se realizó un estudio de correlación. El atributo "mineralidad" a nivel olfativo estaba significativa y positivamente correlacionado con los atributos oxidación ($r = 0,45$; $p < 0,1$), vegetal ($r = 0,45$; $p < 0,1$) y empireumático ($r = 0,44$; $p < 0,1$). Además, los atributos roble ($r = -0,30$; $p < 0,1$) y fruta pasificada ($r = -0,23$; $p < 0,5$) estaban significativamente e inversamente correlacionados con el atributo "mineralidad", siendo "r" el coeficiente de correlación de Pearson.

En el caso de la evaluación por el panel de elaboradores del atributo "mineralidad" en la fase gustativa para los vinos blancos se observó, una

corelación positiva con los descriptores torrefactos, ($r=0,64$; $p<0,1$) y pirazinas ($r=0,60$; $p<0,1$) y una corelación negativa con los atributos astringencia del tanino ($r=-0,53$; $p<0,1$) y fruta tropical ($r=-0,47$; $p<0,5$).

Tabla 11. Puntuación máxima, media, mediana, mínima y cociente entre los valores máximos y mínimos y significatividad (p) de los atributos de aroma y gusto en los 17 vinos ofrecidos al panel de catadores elaboradores. (* $p<0,1$; ** $p<0,05$).

Atributos	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cociente max/min	"p"	Estadístico F
Pureza límpidez	4.0	3.0	3.3	1.5	2.7	4.25E-07	4.492
Floral	2.5	1.0	0.3	0.0	2.5	7.55E-10	6.017
Fruta tropical	2.0	0.7	0.0	0.0	2.0	8.79E-06	3.787
Fruta madura	3.0	0.8	0.3	0.0	3.0	8.13E-16	9.331
Fruta pasificada	2.5	0.9	1.0	0.0	2.5	6.71E-07	4.304
Fruta hueso	3.0	1.3	1.3	0.0	3.0	4.10E-09	5.467
Pastelería	3.0	0.6	0.0	0.0	3.0	3.52E-11	6.595
Resinas	3.0	1.1	1.0	0.0	3.0	4.29E-09	5.456
Roble	2.5	0.9	0.3	0.0	2.5	4.68E-20	12.142
Empireumático	3.5	1.0	0.5	0.0	3.5	1.59E-22	13.938
Animales	3.0	0.4	0.0	0.0	3.0	1.45E-17	10.451
Mineral	3.5	1.6	1.5	0.0	3.5	1.51E-04	3.130
Fenolado	0.0	-0.2	0.0	-2.5	0.0	6.53E-07	4.310
Reducción mineral	0.0	-0.5	-0.3	-2.0	0.0	1.25E-10	6.290
Oxidación	0.0	-0.8	0.0	-3.5	0.0	1.08E-25	16.439
Acidez volátil	0.0	-0.2	0.0	-2.5	0.0	2.09E-07	4.568
Vegetal clorofila	0.0	-0.5	0.0	-1.5	0.0	8.21E-07	4.259
Vegetal herbáceo	0.0	-0.2	0.0	-1.5	0.0	8.21E-07	4.259
Acidez	3.5	2.8	3.0	1.5	2.3	9.67E-06	3.707
Tanino concentración	3.5	1.1	0.5	0.0	3.5	3.50E-28	18.570
Tanino astringencia	2.5	0.8	0.5	0.0	2.5	1.51E-15	9.163
Tanino origen uva	3.5	1.0	0.0	0.0	3.5	1.56E-23	14.710
Tanino origen roble	2.0	0.6	0.0	0.0	2.0	5.18E-32	22.168
Volumen sensación 3D	4.0	2.4	2.8	0.5	8.0	7.43E-13	7.547
Cuerpo Sensación de peso	4.0	2.4	2.5	1.0	4.0	4.50E-07	4.394
Amargo	3.0	1.8	1.5	0.5	6.0	1.52E-15	9.162
Profundidad	3.5	2.2	2.0	1.0	3.5	5.20E-06	3.846
Fruta cítricos	4.0	2.0	2.0	0.0	4.0	9.80E-09	5.265
Fruta tropical	2.5	0.7	0.5	0.0	2.5	6.40E-07	4.315
Fruta pasificada	3.0	0.5	0.0	0.0	3.0	1.87E-14	8.494
Pastelería	2.5	0.6	0.0	0.0	2.5	2.14E-11	6.715
Frutos secos	2.5	0.8	0.8	0.0	2.5	3.70E-06	3.922
Especias dulces	2.0	0.3	0.0	0.0	2.0	9.82E-07	4.219
Especias secas punzantes	4.0	0.8	0.0	0.0	4.0	1.32E-28	18.949
Balsámico mentolado	3.5	0.7	0.3	0.0	3.5	8.54E-12	6.940
Roble	3.0	0.9	0.3	0.0	3.0	2.07E-23	14.615
Torrefactos	2.5	0.7	0.0	0.0	2.5	5.71E-07	4.340
Empireumático	2.5	0.5	0.0	0.0	2.5	7.75E-13	7.537
Bouquet	2.5	0.9	1.0	0.0	2.5	5.95E-20	12.069
Animales	2.0	0.3	0.0	0.0	2.0	2.04E-08	5.097
Mineral	3.0	1.2	1.3	0.0	3.0	1.35E-02	2.061
Vegetal clorofila	0.0	-0.6	-0.5	-1.5	0.0	1.24E-08	5.211
Vegetal pirazinas inmaduras	0.0	-0.3	0.0	-2.5	0.0	2.02E-08	5.099
Químicos	0.0	-0.3	0.0	-1.5	0.0	5.92E-05	3.302

Para los vinos tintos, el estudio de corelación reveló una relación positiva con los descriptores sensación de frescor, ($r=0,76$; $p<0,1$) y astringencia ($r=0,70$; $p<0,1$) y una corelación negativa con los atributos vegetal ($r=-0,82$; $p<0,1$) y fruta pasificada ($r=-0,31$ $p<0,5$).

Las figuras 7 y 8 muestran las proyecciones de los 17 vinos sobre las dos componentes principales de la fase aromática de la cata para el panel de

catadores elaboradores. Cabe destacar que las 17 muestras aparecen proyectadas y distribuidas separadamente a lo largo de las componentes F1 y F4, lo que sugiere que los vinos presentan una heterogeneidad sensorial apreciable. La primera componente del ACP acumula un 23,42% de la varianza frente al 10,38% acumulado por la cuarta componente. El término "mineralidad" olfativa tiene una mayor contribución en la cuarta componente junto a términos como empíreumáticos u oxidado. Los vinos con mayor puntuación otorgada por el panel de catadores elaboradores en relación al atributo "mineralidad" a nivel olfativo, fueron Riesling 2009 Mosela Trocken y Riesling 2009 Mosela Kabinett.

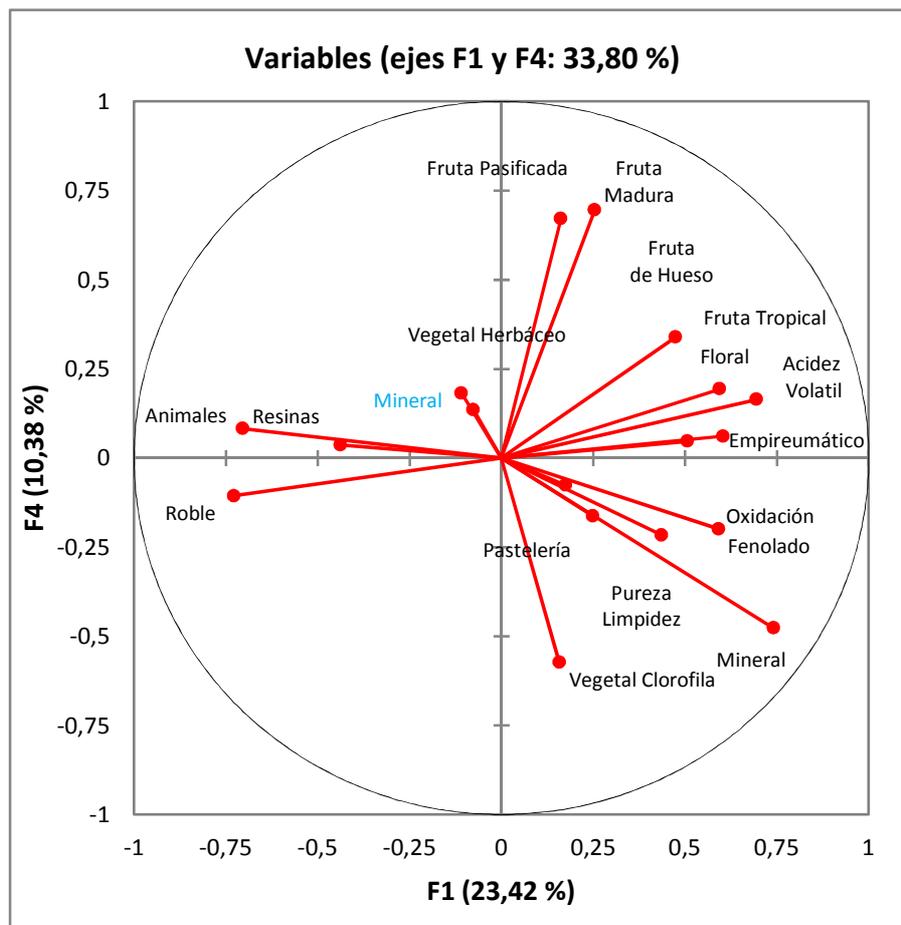


Figura 7. ACP de los atributos olfativos de los vinos blancos y tintos del panel de catadores enólogos-elaboradores.

De igual manera y analizando la contribución del atributo "mineralidad" olfativa a las componentes principales se observó que tenía una mayor contribución en la componente F1 (13,0%) con valores positivos, seguida de su contribución en la componente F4 (12,2%) con valores negativos. Por otro lado, los vinos con menores puntuaciones para el atributo "mineralidad" a nivel olfativo por el panel de enólogos-elaboradores y por tanto proyectados en cuadrantes más alejados fueron Poulsard Jura 2010, Garnacha, Syrah 2011 Montsant y Treixadura 2011 Ribeiro, los cuales fueron definidos por atributos como especias, fruta madura, fruta pasificada y fruta de hueso.

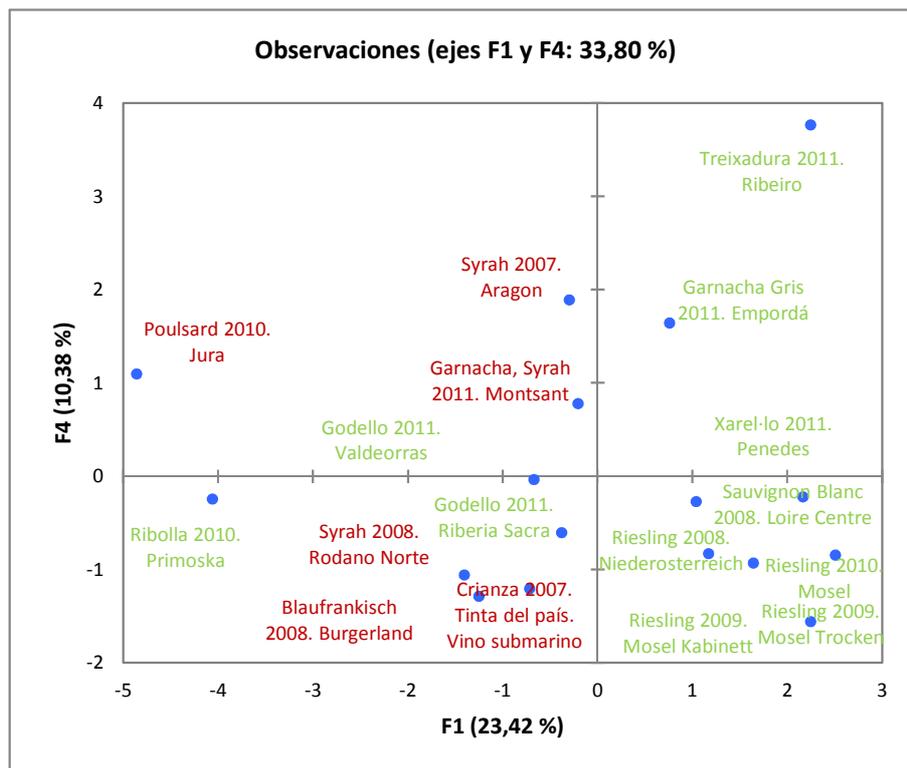


Figura 8. Proyección sobre los ejes F1 y F4 de los atributos olfativos de los vinos blancos y tintos por el panel de catadores elaboradores.

Las figuras 9 y 10 muestran las proyecciones de los vinos blancos y tintos sobre las dos componentes principales para la fase gustativa de la cata. Cabe destacar que prácticamente la totalidad de las muestras aparecen proyectadas

y distribuidas separadamente a lo largo de las componentes F1 y F2, lo que demuestra que el panel de elaboradores apreció una heterogeneidad sensorial en los mismos.

Estudiando la contribución del atributo "mineralidad gustativa" a las componentes principales, se observó que tenía una mayor contribución la componente F1 (4,8%) seguida de la componente F2 (4,6%).

Las muestras cuya proyección sobre los ejes del ACP de la fase gustativa de la cata se situaban próximas al atributo "mineralidad" son Xarel.lo 2011 Penedés, Garnacha, Syrah 2011 Monstsant y Riesling 2009 Mosela Trocken.

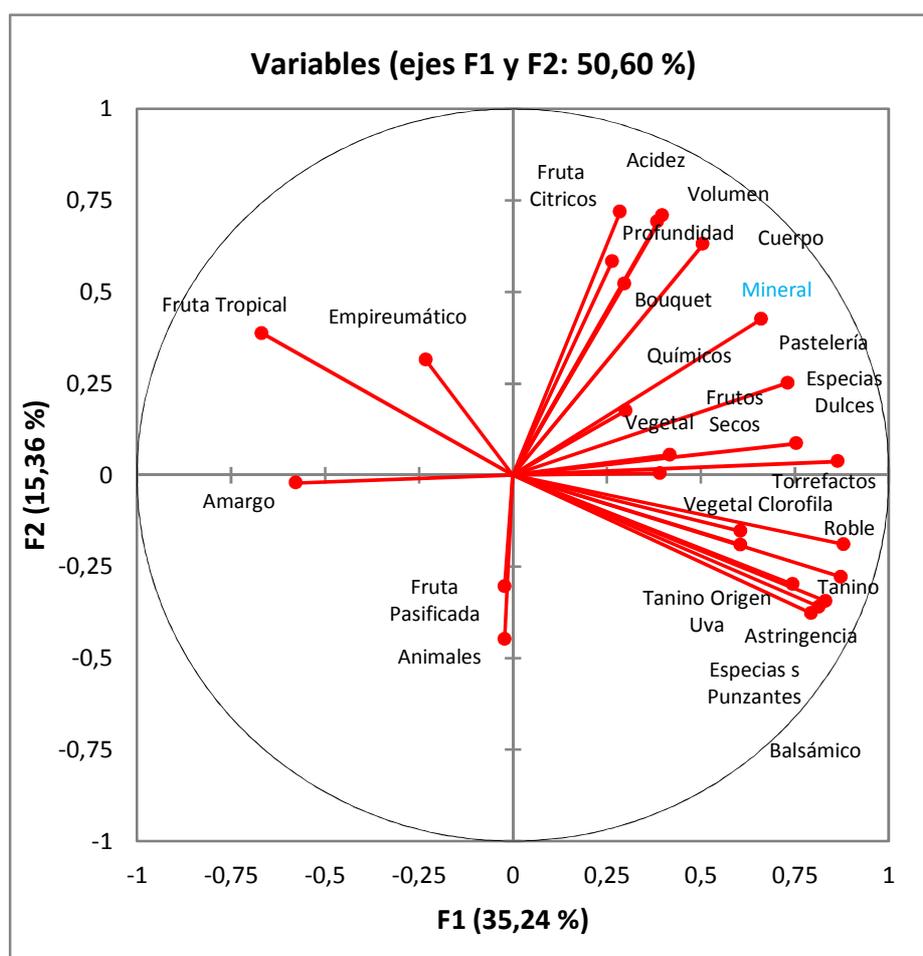


Figura 9. Círculo de correlaciones sobre los ejes F1 y F2 de los atributos gustativos de vinos blancos y tintos del panel de enólogos-elaboradores.

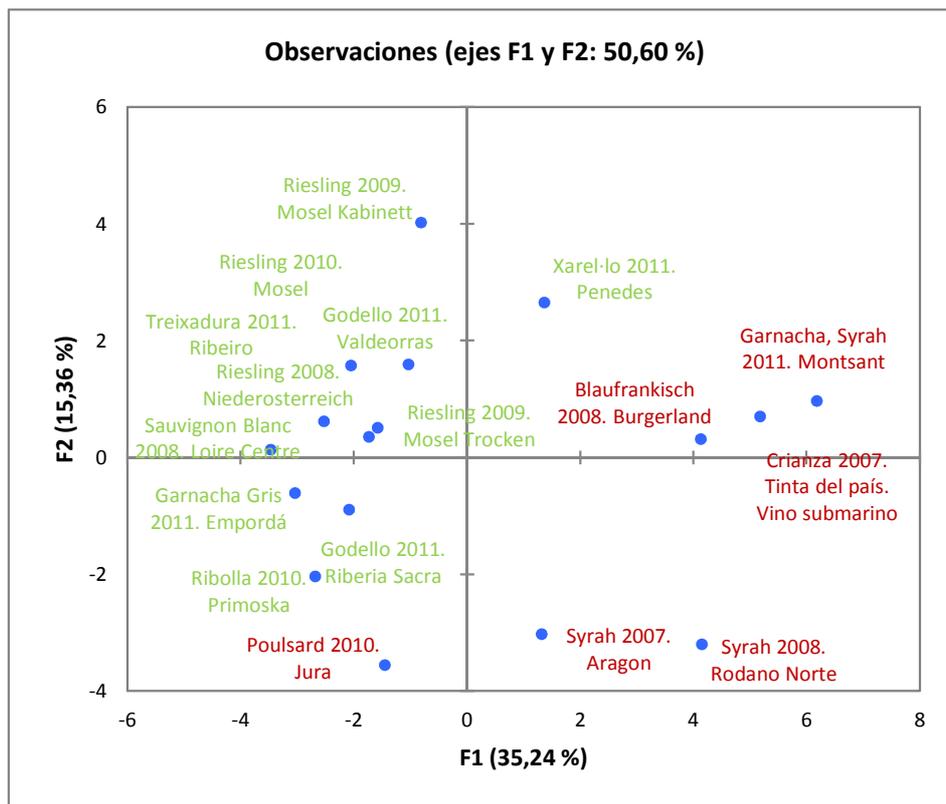


Figura 10. Proyección sobre los ejes F1 y F2 de atributos gustativos de los vinos blancos y tintos del panel de catadores enólogos-elaboradores.

Dado que a nivel gustativo el atributo "mineralidad" fue identificado por este panel como significativo, tanto entre los vinos blancos como entre los tintos, se realizó un análisis de componentes principales también dentro de la fase gustativa para los subgrupos de vinos blancos y tintos.

Las figuras 11 y 12 muestran las proyecciones de los 11 vinos blancos sobre las dos componentes principales de la fase gustativa de la cata. De nuevo las 11 muestras aparecían proyectadas y distribuidas separadamente a lo largo de las componentes F1 y F2, lo que muestra que los vinos habían sido evaluados por el panel con una heterogeneidad sensorial apreciable entre ellos.

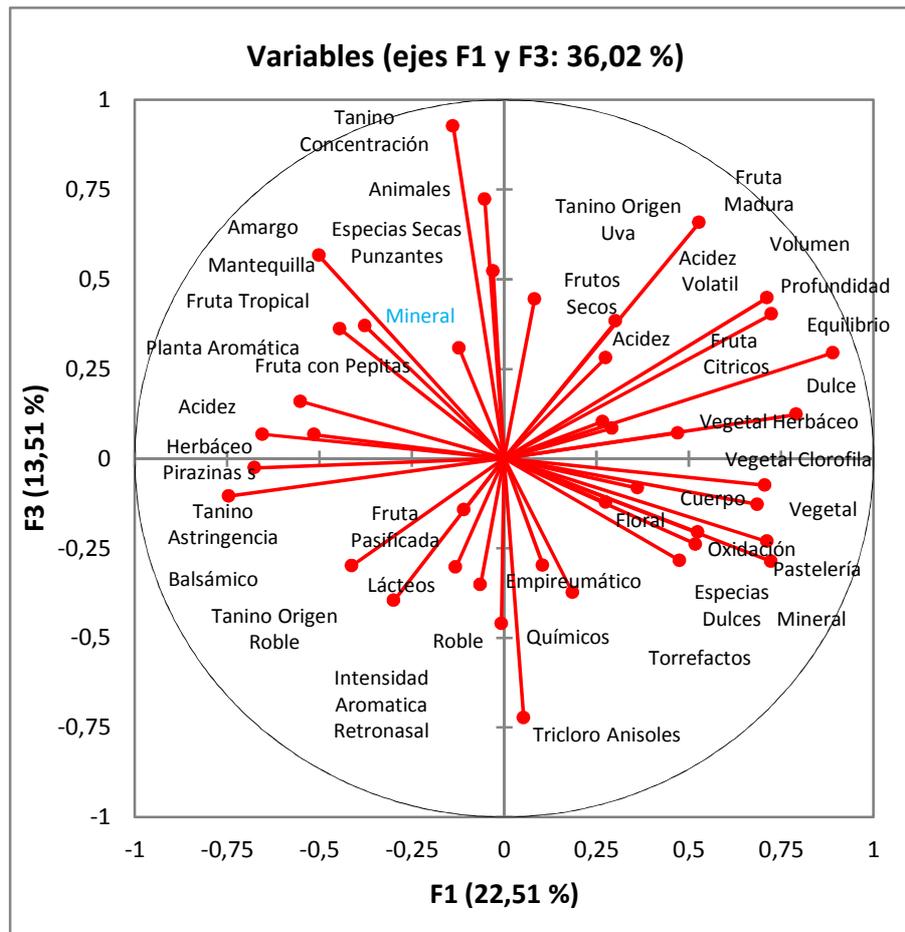


Figura 11. Círculo de correlaciones sobre los ejes F1 y F3 de atributos gustativos de los vinos blancos del panel de catadores elaboradores.

Las muestras denominadas Xarel.lo 2011 Penedés y Riesling 2010 Mosela, cuyas proyecciones en el eje de componentes principales las situaba próximas al atributo "mineralidad" gustativa, acumulaban valores positivos en la componente F1 del ACP y se encontraban próximas a términos descriptivos como oxidación, cuerpo y torrefactos.

El vino blanco cuya proyección se alejaba más del descriptor "mineralidad" a nivel gustativo fue el vino Treixadura 2011 Ribeiro, dado que se colocaba a lo largo de la parte negativa del eje del componente F1 y en la positiva para el eje F3.

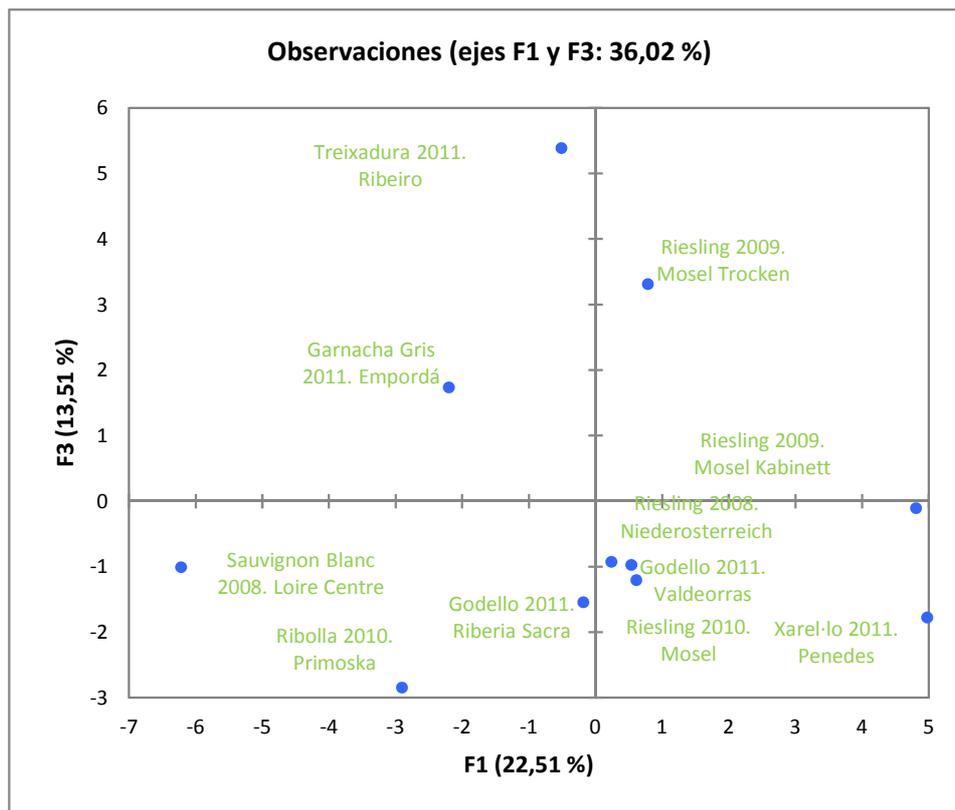


Figura 12. Proyección sobre los ejes F1 y F3 de atributos gustativos de los vinos blancos por el panel de catadores elaboradores.

Por último, las *figuras 13 y 14* muestran las proyecciones de los vinos tintos sobre las dos componentes principales de la fase gustativa de la cata. Cabe destacar que prácticamente la totalidad de las muestras aparecían proyectadas y distribuidas a lo largo del componente F1, lo que puede sugerir una mayor homogeneidad entre los vinos tintos.

Los vinos tintos cuya proyección en el eje del ACP de la fase gustativa los sitúa próximos al atributo "mineralidad" fueron Garnacha, Syrah 2011 Montsant, Tinta del País Crianza submarina, 2007. Se observaba también como ambas muestras eran descritas por el panel con el atributo cuerpo a nivel gustativo.

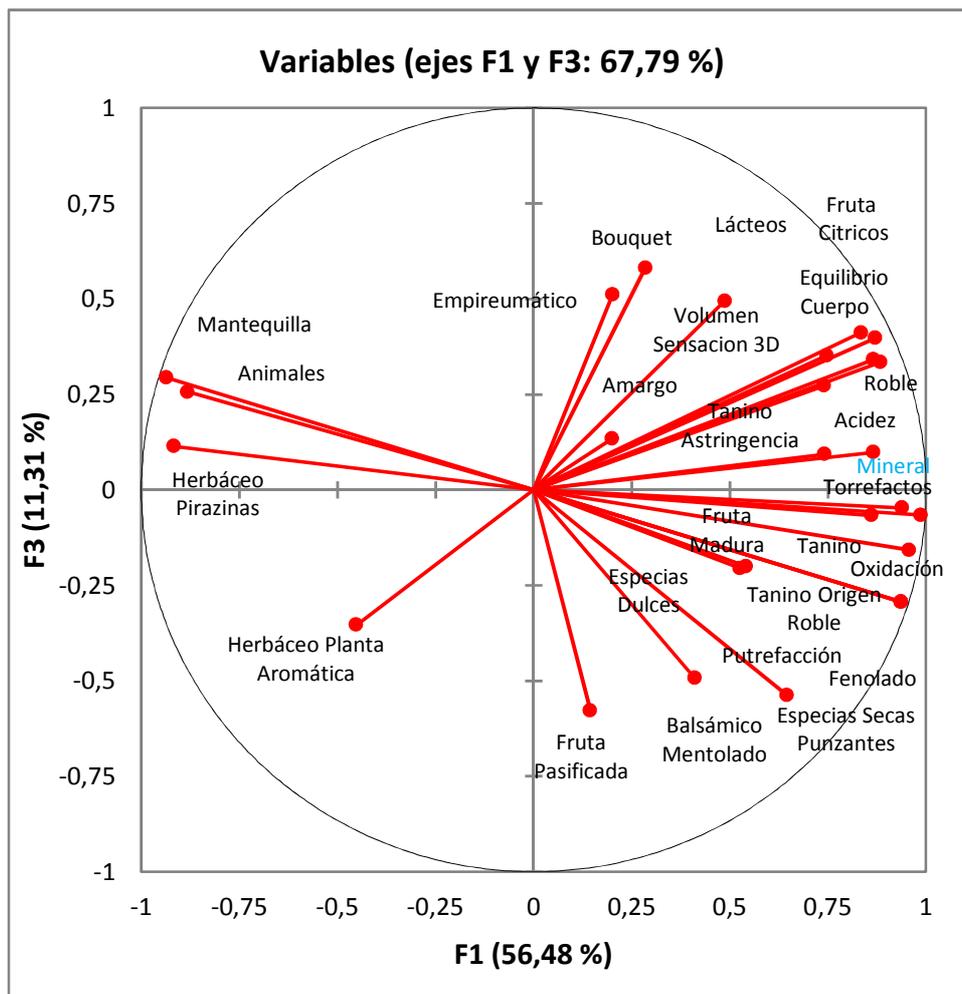


Figura 13. Círculo de correlaciones sobre los ejes F1 y F3 de atributos gustativos de los vinos tintos por el panel de catadores elaboradores.

Por tanto, el panel de catadores enólogos-elaboradores a nivel olfativo coincidió con el panel de expertos no elaboradores en señalar a los dos mismos vinos blancos de la variedad Riesling (Riesling 2009 Mosela Kabinett y Riesling 2009 Mosela Trocken) como los más relacionados a nivel de mineralidad, así como en la asignación del vino tinto Garnacha, Syrah, Montsant 2011 como el más mineralidad en el caso de los vinos tintos.

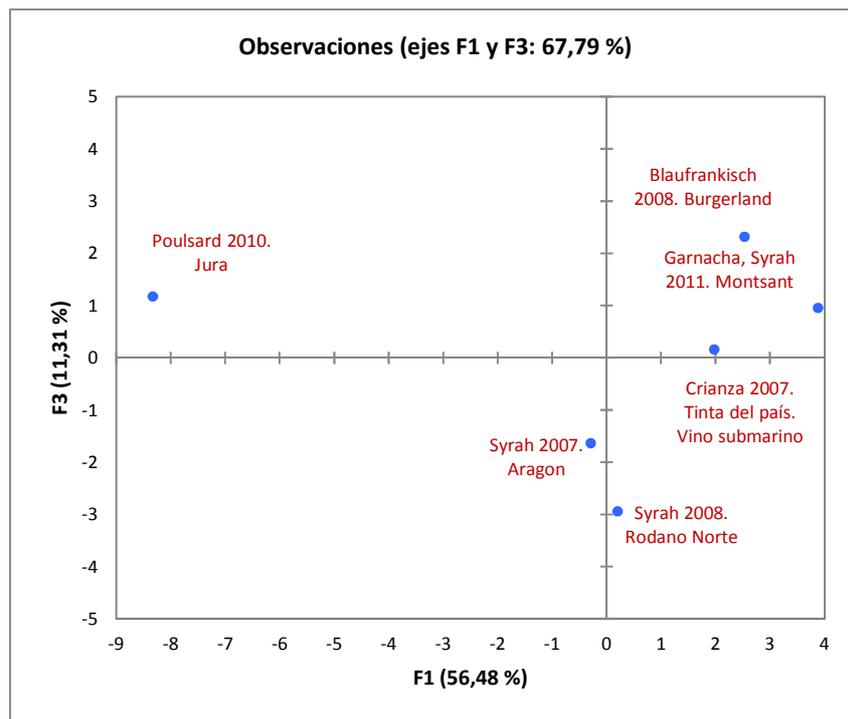


Figura 14. Proyección sobre los ejes F1 y F3 de atributos gustativos de los vinos tintos por el panel de catadores elaboradores.

3.3.2 RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS Y LOS NIVELES DE MINERALIDAD

3.3.2.1 Relación entre la fracción volátil y la evaluación del descriptor "mineralidad"

Para evaluar la implicación de las fracciones volátiles de los vinos del estudio en la evaluación del descriptor "mineralidad" se cuantificaron 75 compuestos químicos correspondientes a la fracción volátil del vino. Los 75 compuestos se enumeran en las *tablas 12 y 13*.

Tabla 12. Compuestos aromáticos mayoritarios analizados en los vinos blancos y tintos.

COMPUESTOS AROMÁTICOS MAYORITARIOS					
1	Acetaldehído	11	Acetato de hexilo	21	Decanoato de etilo
2	Acetato de etilo	12	Acetoina	22	Isovaleriánico
3	Propanoato de etilo	13	Lactato de etilo	23	Succinato de dietilo
4	Diacetilo	14	1-Hexanol	24	Metionol
5	Butirato de etilo	15	cis-3-hexen-1-ol	25	Acetato de feniletilo
6	Isobutanol	16	Octanoato de etilo	26	Ácido hexanoico
7	Acetato de isoamilo	17	Ácido acético	27	Alcohol bencílico
8	1-butanol	18	Ácido isobutírico	28	β-Feniletanol
9	Alcohol isoamílico	19	γ-Butirolactona	29	Ácido octanoico
10	Hexanoato de etilo	20	Ácido butírico	30	Ácido decanoico

El panel de compuestos pertenecientes a la fracción volátil del vino contenía tanto compuestos clasificados como aromas mayoritarios, compuestos minoritarios y mercaptanos polifuncionales. Las concentraciones de los 75 compuestos volátiles en cada uno de los vinos del estudio se detallan en los *Anexos VII-XVI*.

Tabla 13. Compuestos aromáticos minoritarios y mercaptanos polifuncionales analizados en los vinos blancos y tintos.

COMPUESTOS AROMÁTICOS MINORITARIOS Y MERCAPTANOS POLIFUNCIONALES					
31	Isobutirato de etilo	47	trans-whiskylactona	62	Isoeugenol II
32	Acetato de isobutilo	48	β -lonona	63	4-vinilfenol
33	2-metilbutirato de etilo	49	cis-whiskylactona	64	4- <i>alil</i> -2,6-dimetoxifen
34	Isovalerato de etilo	50	δ -octalactona	65	Vanillato de metilo
35	Acetato de butilo	51	<i>o</i> -cresol	66	Vanillato de etilo
36	Benzaldehído	52	4-Etilguayacol	67	Acetovanillona
37	Linalol	53	γ -nonalactona	68	Siringaldehído
38	Acetato de linalol	54	<i>m</i> -cresol	69	Vainillina
39	Furoato de etilo	55	4-propilguayacol	70	2-metil-3-furantiol
40	α -Terpineol	56	Cinamato de etilo	71	2-furfuriltiol
41	β -Citronelol	57	Eugenol	72	4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona
42	β -Damascenona	58	4-etilfenol	73	Acetato de 3-mercaptohexilo
43	Geraniol	59	4-vinilguayacol	74	3-mercaptohexanol
44	α -lonona	60	δ -decalactona	75	Bencilmercaptano
45	Guayacol	61	2,6-dimetoxifenol		
46	Dihidrocinnamato de etilo	47	trans-whiskylactona		

La *tabla 14* muestra a modo de resumen los valores de los vinos del estudio a nivel de concentraciones máximas y mínimas, así como su promedio, mediana y desviación estándar y el umbral de olfacción establecido por San Juan y colaboradores (2011) para cada compuesto químico.

Para poder evaluar mejor los compuestos aromáticos analizados, se realizó una primera selección tomando como válidos sólo aquellos compuestos que tuvieran una relación entre el valor de concentración máximo y el mínimo mayor a dos, considerándolos como aquellos que tuvieran suficiente poder discriminante.

Factores intrínsecos en la percepción del descriptor "mineralidad" en el vino

Tabla 14. Concentraciones ($\mu\text{g/L}^{-1}$) máximas, mínimas, promedio, mediana y desviación estándar de los vinos blancos y tintos. Umbral de olfacción ($\mu\text{g/L}^{-1}$) en vino sintético.

FAMILIA DE COMPUESTOS QUÍMICOS	COMPUESTO QUÍMICO	Umbral ($\mu\text{g/L}$)	Máximo ($\mu\text{g/L}$)	Mínimo ($\mu\text{g/L}$)	Promedio ($\mu\text{g/L}$)	Mediana ($\mu\text{g/L}$)	Desviación estandar
CARBONILOS (notas oxidativas y lácticas)	Acetaldehído	500.00	36830.00	4730.00	14467.50	12915.00	7812.91
	Diacetilo	100.00	11150.00	0.00	1661.25	395.00	2908.70
	Acetoína	150000.00	70810.00	1030.00	14376.88	9350.00	18259.51
ACETATOS (notas frutales y florales)	Acetato de isoamilo	30.00	630.00	50.00	248.75	225.00	166.89
	Acetato de hexilo	1500.00	30.00	0.00	5.00	0.00	9.66
	Acetato de etilo	1230.00	145920.00	43450.00	75611.25	68495.00	28922.78
ESTERES ETILICOS LINEALES (notas frutales)	Propanoato de etilo	5500.00	200.00	40.00	100.63	90.00	44.64
	Butirato de etilo	1250.00	450.00	110.00	216.25	220.00	90.77
	Hexanoato de etilo	62.00	800.00	130.00	438.13	485.00	210.88
	Octanoato de etilo	580.00	0.94	0.13	0.50	0.50	0.29
	Decanoato de etilo	200.00	430.00	60.00	192.50	160.00	102.27
ALCOHOLES (notas fusel y verdes)	Isobutanol	40000.00	113420.00	10340.00	35407.50	24065.00	27264.24
	1-butanol	150000.00	1230.00	360.00	718.13	690.00	278.43
	Alcohol isoamílico	30000.00	302190.00	68460.00	172666.25	160095.00	66030.93
	1-Hexanol	8000.00	1850.00	490.00	1186.25	1175.00	400.88
	cis-3-hexen-1-ol	400.00	340.00	10.00	91.25	70.00	85.94
	Metionol	1000.00	1970.00	120.00	708.75	555.00	504.54
	Alcohol bencilico	200000.00	80.00	0.00	14.38	10.00	20.97
	β -Feniletanol	14000.00	125640.00	14100.00	39296.25	28570.00	31571.13
	Lactato de etilo	154000.00	268160.00	5960.00	121288.75	113280.00	90862.65
ESTERES MISCELANEOS (no relevantes aromáticamente)	Succinato de dietilo	200000.00	21890.00	2800.00	7779.38	6910.00	4887.88
	LACTONAS (melocotón)	γ -Butirolactona	35000.00	38230.00	4300.00	10542.50	7510.00
ÁCIDOS (notas a queso, excepto el ácido acético)	Ácido acético	300000.00	492860.00	125230.00	257905.63	250195.00	117891.30
	Ácido butírico	173.00	2850.00	510.00	1238.75	1065.00	583.33
	Ácido isobutírico	2300.00	4020.00	230.00	1598.75	1125.00	952.89
	Ácido hexanoico	420.00	5920.00	1020.00	3086.25	3085.00	1396.67
	Ácido octanoico	500.00	11440.00	810.00	4890.00	5135.00	2921.58
	Ácido decanoico	1000.00	2220.00	220.00	1035.63	1010.00	572.43
	Isovalerianoico	33.00	2570.00	290.00	987.50	840.00	589.66
ESTERES ETILICOS RAMIFICADOS (notas frutales)	Isobutirato de etilo	15.00	296.09	21.37	87.63	32.76	93.61
	2-metilbutirato de etilo	18.00	89.36	13.82	41.84	36.98	19.78
	Isovalerato de etilo	3.00	73.00	13.41	45.28	49.70	16.16
ACETATOS (notas frutales y florales)	Acetato de butilo	1800.00	10.13	0.00	3.02	3.75	2.85
	Acetato de isobutilo	1600.00	119.17	8.97	36.96	29.42	27.13
	Acetato de feniletilo	250.00	280.00	20.00	120.63	100.00	83.38
CARBONILOS	Benzaldehído	2000.00	71.19	8.43	31.63	27.84	21.55
	Linalol	25.00	22.88	1.07	8.09	6.05	7.16
MONOTERPENOLES (notas verdes, cítricas)	β -Citronelol	100.00	5.51	0.00	1.65	0.00	2.13
	Geraniol	20.00	7.19	0.00	1.11	0.00	2.28
	α -Terpineol	250.00	169.97	5.83	27.97	17.98	39.28
	Acetato de linalol	-	0.58	0.22	0.41	0.44	0.14
	α -Ionona	2.60	0.32	0.00	0.06	0.00	0.10
NORISOPRENOIDES (notas florales, dulces)	β -Ionona	0.09	0.36	0.19	0.27	0.27	0.05
	δ -Damascenona	0.05	261.00	1.66	20.60	5.33	64.13
FENOLES (notas medicinales, animal)	Guayacol	9.50	44.22	6.14	19.01	13.49	12.35
	4-Etilguayacol	33.00	119.45	0.00	26.42	0.53	43.61
	Eugenol	6.00	37.55	0.74	10.89	5.83	12.14
	4-Etilfenol	35.00	773.76	0.32	114.52	1.09	244.05
	o-cresol	31.00	2.58	0.00	1.02	0.89	0.68
	4-propilguayacol	10.00	0.08	0.00	0.01	0.00	0.02
	4-vinilguayacol	40.00	145.50	15.85	65.12	55.96	41.85
	2,6-dimetoxifenol	570.00	89.47	0.00	31.21	10.22	33.91
	Isoeugenol II	6.00	1.60	0.00	0.10	0.00	0.40
	4-vinilfenol	180.00	230.64	44.15	130.33	138.73	63.46
	4-allyl-2,6-dimetoxifenol	570.00	38.92	0.00	11.52	4.23	12.48
	m-cresol	68.00	3.38	0.00	0.84	0.69	0.86
	CINAMATOS (notas florales)	Dihidrocinnamato de etilo	1.60	2.04	0.00	0.62	0.54
Cinamato de etilo		1.10	2.91	0.00	0.97	1.00	0.77
LACTONAS (notas a melocotón, coco)	trans-whiskylactona	790.00	144.58	0.00	40.66	14.32	49.46
	cis-whiskylactona	67.00	224.59	0.00	62.18	20.20	76.35
	γ -nonalactona	25.00	23.02	1.88	8.03	6.96	5.83
	γ -decalactona	0.70	38.23	4.30	10.54	7.51	8.53
DERIVADOS DE LA VAINILLINA (notas dulces)	Vanillato de metilo	990.00	146.15	2.86	48.94	29.46	44.59
	Vanillato de etilo	3000.00	950.58	1.51	127.65	16.88	251.20
	Acetovanillona	1000.00	182.51	11.92	72.34	63.77	46.95
	Vainillina	995.00	201.23	5.90	58.40	46.41	55.38
	Siringaldehído	50000.00	1344.84	0.00	103.03	7.73	332.36
TIOLES VOLÁTILES AROMÁTICOS POSITIVOS	2-Metil-3-furantiol	mineral843	843500.00	88000.00	317862.50	298950.00	205214.88
	2-Furfuriltiol	400.00	19500.00	900.00	5887.50	3800.00	5527.61
	4-Mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona	800.00	110100.00	8400.00	35662.50	19700.00	32262.52
	Acetato 3mercapto-hexilo	4000.00	14100.00	1500.00	6775.00	4750.00	4569.25
	3-Mercapto-hexanol	60000.00	1406800.00	43500.00	276993.75	111700.00	364086.33
Bencil-mercaptano	300.00	15600.00	1700.00	6437.50	5250.00	3595.53	

Todos aquellos compuestos que no cumplieran dicho criterio se eliminaron, este fue el caso de los compuestos: α -lonona, δ -decalactona, octanoato de

etilo, acetato de hexilo, alcohol bencílico, ácido acético, 4-propilguayacol, isoeugenol y o-cresol, no continuaron siendo evaluados por no cumplir con el criterio previamente descrito.

Para poder comparar el impacto sensorial de los diferentes compuestos analizados, se transformaron los valores de concentración en valores de actividad de aroma (OAVs), dividiendo para ello las concentraciones analizadas entre el umbral de olfacción de cada uno de los compuestos.

Tabla 15. Concentraciones ($\mu\text{g/L}^{-1}$) máximas, mínimas, promedio, mediana, desviación estándar y valores de actividad de aroma (OAV) de los compuestos volátiles retenidos en el estudio. Umbral de olfacción ($\mu\text{g/L}^{-1}$) en vino sintético.

COMPUESTO QUÍMICO	Umbral ($\mu\text{g/L}$)	Maximo ($\mu\text{g/L}$)	Mínimo ($\mu\text{g/L}$)	Promedio ($\mu\text{g/L}$)	Mediana ($\mu\text{g/L}$)	Desviación estándar	OAV
Acetaldehído	500,00	36830,00	4730,00	14467,50	12915,00	7812,91	29
Diacetilo	100,00	11150,00	0,00	1661,25	395,00	2908,70	17
Acetato de isoamilo	30,00	630,00	50,00	248,75	225,00	166,89	8
Acetato de etilo	1230,00	145920,00	43450,00	75611,25	68495,00	28922,78	61
Hexanoato de etilo	62,00	800,00	130,00	438,13	485,00	210,88	7
Decanoato de etilo	200,00	430,00	60,00	192,50	160,00	102,27	1
Alcohol isoamílico	30000,00	302190,00	68460,00	172666,25	160095,00	66030,93	6
β -Feniletanol	14000,00	125640,00	14100,00	39296,25	28570,00	31571,13	3
Ácido butírico	173,00	2850,00	510,00	1238,75	1065,00	583,33	7
Ácido isobutírico	2300,00	4020,00	230,00	1598,75	1125,00	952,89	1
Ácido hexanoico	420,00	5920,00	1020,00	3086,25	3085,00	1396,67	7
Ácido octanóico	500,00	11440,00	810,00	4890,00	5135,00	2921,58	10
Ácido decanoico	1000,00	2220,00	220,00	1035,63	1010,00	572,43	1
Isovaleriánico	33,00	2570,00	290,00	987,50	840,00	589,66	30
Isobutirato de etilo	15,00	296,09	21,37	87,63	32,76	93,61	6
2-metilbutirato de etilo	18,00	89,36	13,82	41,84	36,98	19,78	2
Isovalerato de etilo	3,00	73,00	13,41	45,28	49,70	16,16	15
β -lonona	0,09	0,36	0,19	0,27	0,27	0,05	3
β -Damascenona	0,05	261,00	1,66	20,60	5,33	64,13	412
Guayacol	9,50	44,22	6,14	19,01	13,49	12,35	2
Eugenol	6,00	37,55	0,74	10,89	5,83	12,14	2
4-etilfenol	35,00	773,76	0,32	114,52	1,09	244,05	3
4-vinilguayacol	40,00	145,50	15,85	65,12	55,96	41,85	2
γ -decalactona	0,70	38,23	4,30	10,54	7,51	8,53	15
2-metil-3-furantiol	4000,00	843500,00	88000,00	317862,50	298950,00	205214,88	79
2-furfuriltiol	400,00	19500,00	900,00	5887,50	3800,00	5527,61	15
4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona	800,00	110100,00	8400,00	35562,50	19700,00	32262,52	44
Acetato de 3-mercaptohexilo	4000,00	14100,00	1500,00	6775,00	4750,00	4569,25	2
3-mercaptohexanol	60000,00	1406800,00	43500,00	276993,75	111700,00	364086,33	5
Bencilmercaptano	300,00	15600,00	1700,00	6437,50	5250,00	3595,53	21

Posteriormente y para poder clasificar los compuestos por su capacidad discriminante, se calculó la razón $\text{OAV}_{\text{max}}/\text{OAV}_{\text{min}}$ de las 17 muestras de vino. Sólo fueron considerados como compuestos con poder discriminante aquellos cuya relación fuera mayor o igual a 1, siendo sólo 30 de los 100 los compuestos sensorialmente activos, (Aznar, M., *et col.*; 2003). Los OAV de los

compuestos retenidos en el estudio se muestran en la *tabla 15*, donde puede verse como compuestos como la β -damascenona presenta elevados valores de actividad de aroma (OAV) en los vinos del estudio (412) así como algunos de los mercaptanos polifuncionales: 4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona (44), 2-metil-3-furantiol (79) y bencilmercaptano (21).

A continuación, en las *figuras 15 y 16* se representan los gráficos del Análisis de Componentes Principales (ACP) para el conjunto de compuestos químicos volátiles de las 17 muestras del estudio expresados en valores de aroma. En color verde son representados los vinos blancos y en rojo los vinos tintos, pudiendo apreciar en las *figuras 15 y 16* como ambos subgrupos se distribuyen en cuadrantes separados dentro de los ejes del análisis de componentes principales.

La representación gráfica de las dos primeras componentes principales acumula un 47,44% de la varianza. Cabe destacar que las muestras aparecen proyectadas y distribuidas separadamente, lo que sugiere que los vinos presentan una heterogeneidad en su fracción volátil expresada como valores de aroma.

La contribución opuesta al atributo "mineralidad" en el eje F1 viene representada por compuestos aromáticos volátiles de características frutales, como el isobutirato de etilo (6,8%) o de aromas lácteos, como el ácido isobutírico (9,1%).

Los vinos evaluados como minerales (Riesling 2009 Mosela Kabinett y Riesling 2009 Mosela Trocken) son proyectados en las regiones negativas de ambos ejes F1 y F2 y son definidos por compuestos como ciertos ácidos orgánicos

(ácido octanoico), que actúan como la base aromática o buffer del vino (San-Juan *et col.*; 2011), así como por una familia de compuestos químicamente heterogénea en la que se encuentran los fenoles (4-vinilguayacol) y los tioles polifuncionales (bencilmercaptano), que coinciden a nivel sensorial en aportar notas a tostados o torrefactos, (González; 2007).

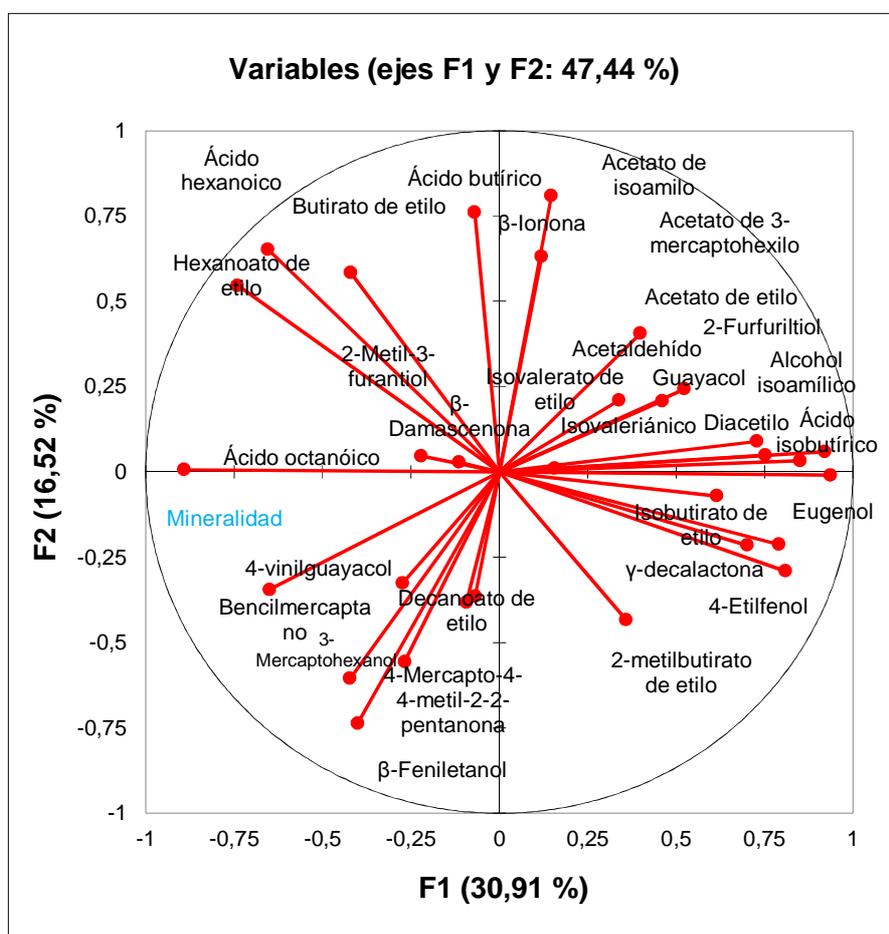


Figura 15. ACP de la composición volátil en valores de aroma de los vinos blancos y tintos.

Los vinos Garnacha, Syrah 2011 Montsant y Blaufrankisch 2008, evaluados por los paneles de elaboradores y expertos con menores puntuaciones para el atributo "mineralidad" se caracterizaban químicamente por compuestos relacionados con notas de envejecimiento. Como puede verse en las figuras 15

y 16 dichos vinos, se encontraban localizados en el eje positivo de la componente F1, junto a la proyección de compuestos como la γ -decalactona, eugenol y 4-etilfenol, que según la bibliografía aportan notas de envejecimiento características de vinos tintos, (San-Juan *et col.*; 2011).

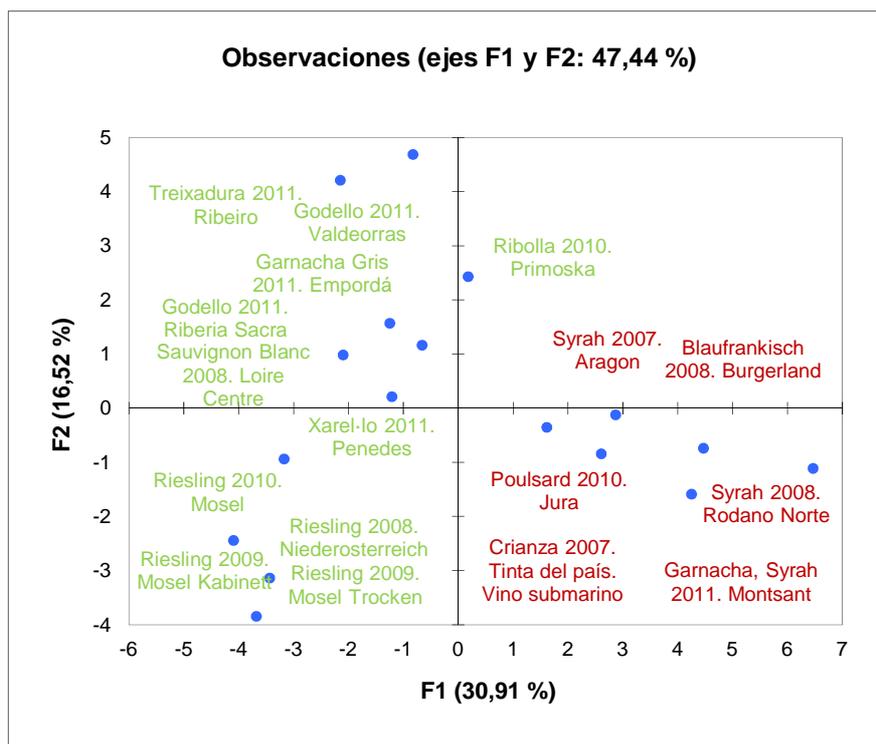


Figura 16. Proyección sobre los ejes F1 y F2 de la composición volátil en valores de aroma de los vinos blancos y tintos.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la caracterización aromática de los vinos es la presencia de ciertos compuestos químicos volátiles responsables de la aparición potencial de defectos organolépticos. Además, es de sobra conocido que el efecto negativo de estos compuestos depende de sus concentraciones, (Boutou, *et col.*; 2007). En determinados casos a bajas concentraciones pueden contribuir a la percepción de complejidad, rompiendo el equilibrio del buffer aromático cualitativo cuando se incrementa su presencia. Por ejemplo, no son pocos los catadores y consumidores que toleran e incluso

les agrada cierta presencia de etilfenoles producidos por *Brettanomyces*. (Núñez, I. F., 2016 y García, A. T. P., *et col.*; 2016). El estudio en las muestras de compuestos responsables de defectos se realizó por separado al resto de la fracción volátil dada la mayor literatura científica al respecto que relaciona el atributo mineralidad con defectos organolépticos como la presencia de compuestos azufrados (Heymann, *et col.*; 2014 y Ballester *et col.*; 2013) y las notas animales (Ballester *et col.*; 2013).

Según puede verse en la *tabla 16*, se analizaron un total de 25 compuestos responsables de defectos organolépticos en vino según lo descrito en la bibliografía, (Boutou, *et col.*; 2007). Al igual que con el resto de compuestos de la fracción volátil, se transformaron los valores de concentración en valores de actividad de aroma (OAVs), dividiendo para ello las concentraciones entre el umbral de olfacción de cada uno de los compuestos y reteniendo en el modelo los compuestos con valores de actividad de aroma mayor o igual a 1. Como puede verse en la *tabla 17* quedaron dentro del estudio 11 compuestos.

Tabla 16. Compuestos químicos responsables de defectos organolépticos analizados en los vinos blancos y tintos.

COMPUESTOS QUÍMICOS RESPONSABLES DE DEFECTOS ORGANOLÉPTICOS					
1	Acetato de etilo	10	IBMP- 3-isobutil-2-metoxipirazina	19	Diacetilo
2	1-octen-3-ol	11	TCA- : 2,4,6-tricloroanisol	20	2-aminoacetofenona
3	(+)-Fenchona	12	TeCA- 2,3,4,6-tetracloroanisol	21	Dimetilsulfuro
4	(+)- Fenchol	13	TBA- 2,4,6-tribromoanisol	22	2-etoxi-3,5-hedadieno
5	Guayacol	14	PCA- pentacloroanisol	23	Estireno
6	2MIB- 2-metilisoborneol	15	4EF- 4-etilfenol	24	Indol
7	Geosmina	16	4EG- 4-etilguayacol	25	2-cloro-6-metil-fenol
8	2M35DP- : 2-metoxi-3,5-dimetilpirazina.	17	4VF- 4-vinilfenol		
9	IPMP- 3-isopropil-2-metoxipirazina	18	4VG- 4-vinilguayacol		

Con las concentraciones de estos 11 compuestos se realizó un análisis de componentes principales. En las *figuras 17 y 18* se muestra dicho análisis obtenido para estas familias de compuestos. Se observa que la representación gráfica de componentes principales acumula un 48,89% de la varianza. Se

representaron los ejes F1 y F3 dado que los valores del atributo "mineralidad" tenían un mayor peso en la componente F3 (5%) que en la componente F2 (0,1%) y la varianza retenida por el modelo al representar los ejes F1 y F3 no sufría una disminución apreciable, los ejes F1 y F2 retenían un 49,91% y la representación de los ejes F1 y F3 un 49,89%. Ambos tipos de vinos, blancos y tintos, se correlacionan con la presencia de compuestos que aportan notas fúngicas o terrosas, como es el caso del 1-octen-3-ol. Si analizamos los vinos blancos unidos al atributo "mineralidad" (Riesling 2009 Mosela Kabinett y Riesling 2009 Mosela), estos aparecen junto a la presencia de los compuestos con aromas que aportan notas terrosas del 1-octen-3-ol, de reducción (metiltioacetato) y tostadas (4-vinilfenol), (Boutou, *et col.*; 2007).

Tabla 17. Concentraciones ($\mu\text{g/L}$) máximas, mínimas, promedio, mediana, desviación estándar y valores de actividad de aroma (OAV) de los compuestos responsables de defectos. Umbral de olfacción ($\mu\text{g/L}$) en vino sintético.

COMPUESTO QUÍMICO	Umbral ($\mu\text{g/L}$)	Máximo ($\mu\text{g/L}$)	Mínimo ($\mu\text{g/L}$)	Promedio ($\mu\text{g/L}$)	Mediana ($\mu\text{g/L}$)	Desviación estándar	OAV
Acetato de etilo	12300,00	128000,00	52000,00	102176,47	108000,00	17461,51	8
1-Octen-3-ol	3,00	17,40	0,00	5,44	4,90	5,85	2
Guayacol	7,50	47,60	0,00	7,73	0,00	5,85	1
4-etilfenol	35,00	997,00	0,00	130,29	0,00	292,31	4
4-etilguayacol	32,00	139,00	0,00	30,53	0,00	48,59	1
4-vinilfenol	60,00	217,00	0,00	60,06	0,00	76,64	1
4-vinilguayacol	40,00	71,00	0,00	24,35	0,00	30,90	1
Estireno	0,15	1,50	0,20	0,42	0,30	0,39	3
Dimetilsulfuro	15,00	84,40	2,50	27,59	24,50	22,36	2
Metiltioacetato	8,00	10,00	0,00	27,59	3,60	3,44	3
Etiltioacetato	4,00	17,90	2,60	5,18	4,10	3,55	1

En el cuadrante opuesto a la proyección del término "mineralidad" se colocaban los vinos tintos evaluados con menor intensidad en el atributo "mineralidad" (Garnacha, Syrah 2011 Montsant). Este vino se relacionaba más, en base a su proyección en el ACP con notas de pegamento (acetato de etilo) y animales (4-etilfenol), (Boutou, *et col.*; 2007).

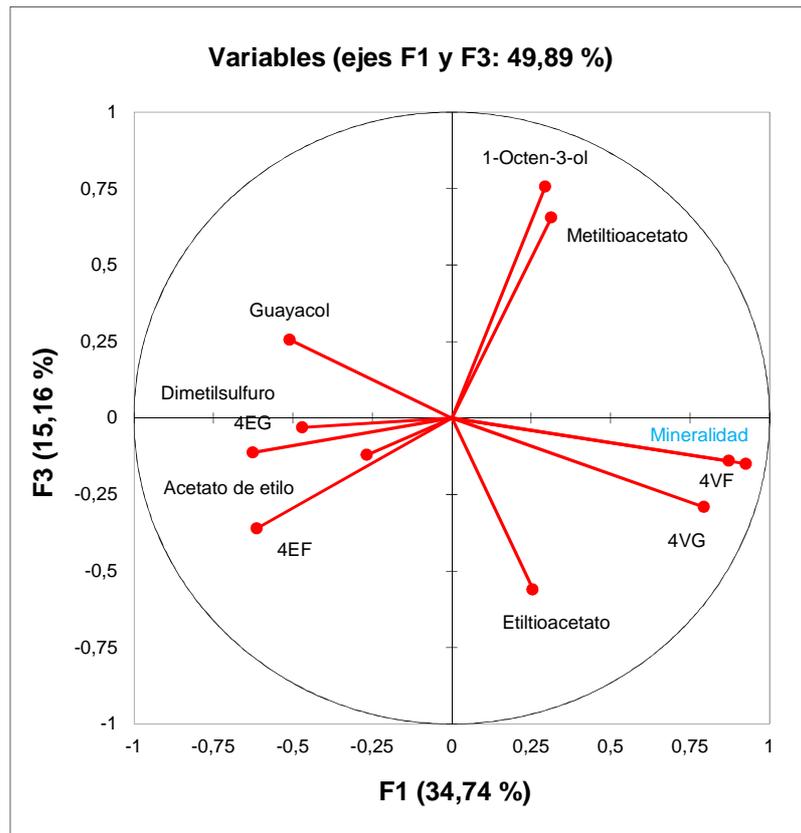


Figura 17. ACP de compuestos químicos responsables de defectos organolépticos de los vinos blancos y tintos.

Revisando la bibliografía científica, como ya se mencionó en la introducción, el atributo "mineralidad" se relaciona frecuentemente con notas de reducción (Heymann, *et col.*; 2014 y Ballester *et col.*; 2013). No sorprende por tanto, encontrar que los vinos con mayores puntuaciones en el atributo "mineralidad" contengan valores de aroma perceptibles en compuestos relacionados con la reducción, como el metiltioacetato.

Los resultados obtenidos sobre los compuestos químicos responsables de defectos organolépticos corroboran que los aromas reductivos colaboran a nivel olfativo en la utilización del término "mineralidad", cuando al menos alguno de ellos se encuentra en concentraciones superiores a sus umbrales sensoriales.

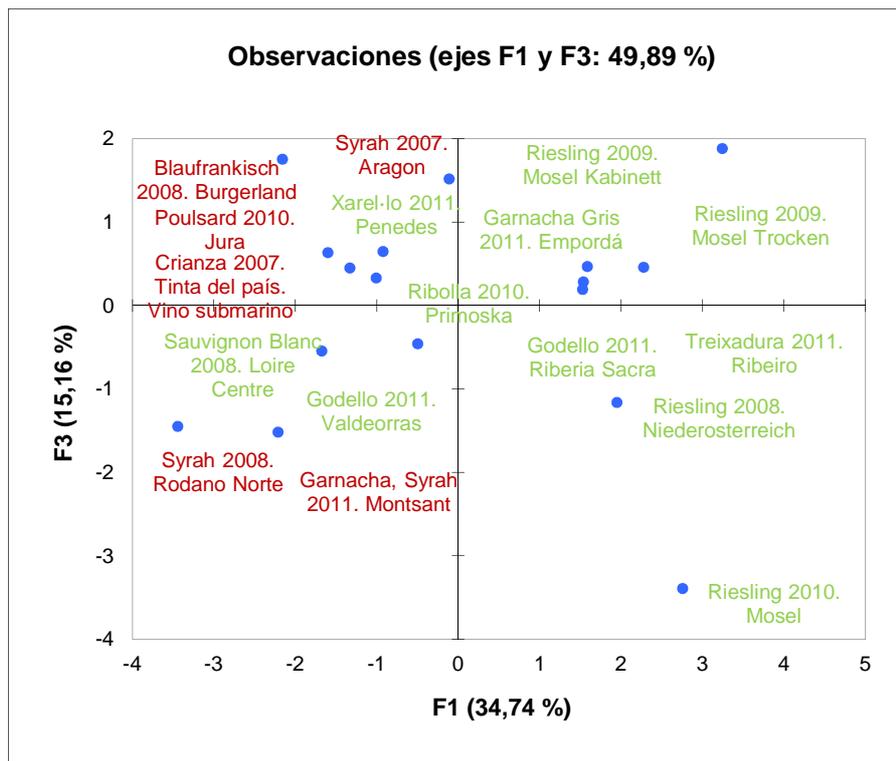


Figura 18. Proyección sobre los ejes F1 y F3 de compuestos químicos responsables de defectos organolépticos de los vinos blancos y tintos.

3.3.2.2 Relación entre parámetros enológicos convencionales y la percepción del descriptor "mineralidad"

Trabajos previos sugieren una relación entre la mineralidad y los niveles de acidez en el vino (Parr, W. V., *et col.*; 2016) así como con la presencia de ciertos ácidos orgánicos, (Baron, M., *et col.*; 2012). Por ello se realizó un análisis de componentes principales con los parámetros enológicos convencionales y la evaluación de la mineralidad del análisis sensorial descriptivo. Los resultados del ACP son representados en las figuras 19 y 20 para las determinaciones de parámetros enológicos rutinarios. Se observa que la representación gráfica de las componentes principales F1 y F3 de los vinos acumula un 60,63% de la varianza. Se representa la primera y tercera componente dado que el atributo "mineralidad" contribuye con un 7,9 y 15,1% a cada componente.

Los vinos descritos por los paneles con una mayor intensidad en el atributo "mineralidad" (Riesling 2009 Mosela Kabinett y Riesling 2009 Mosela Trocken) son proyectados a lo largo del eje negativo de la componente F1, cercanos a parámetros relacionados con la acidez total, pH y a diferentes ácidos orgánicos como el ácido tartárico.

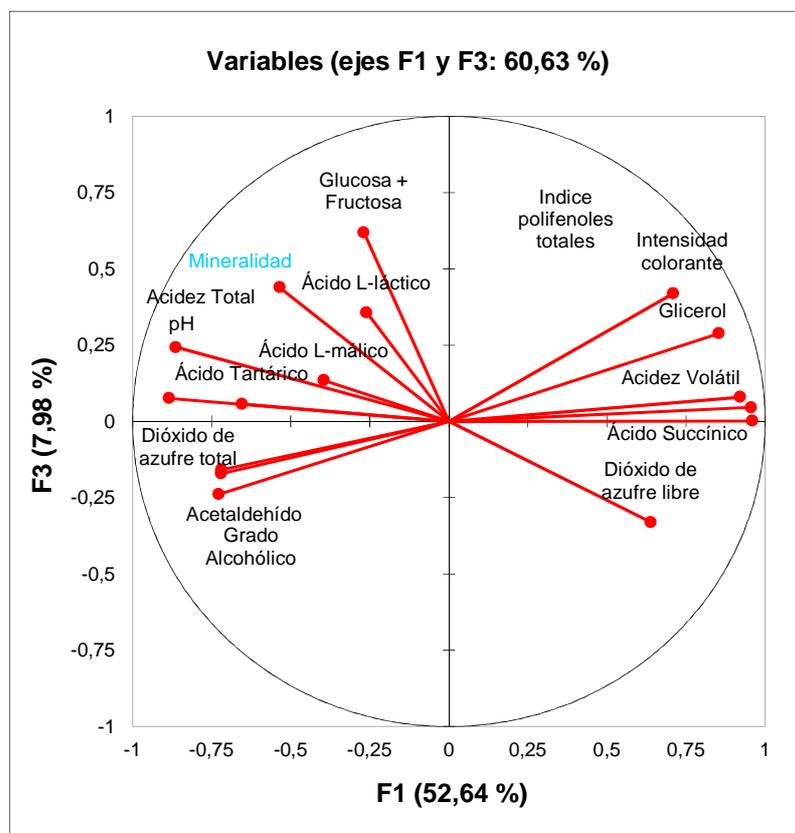


Figura 19. Círculo de correlaciones sobre los ejes F1 y F3 de los parámetros enológicos rutinarios de los vinos blancos y tintos.

Uno de los vinos más alejados del atributo "mineralidad" (Garnacha, Syrah 2011 Montsant) se encuentra representado a lo largo del eje positivo F1 y en posiciones opuestas a los vinos más minerales a nivel olfativo.

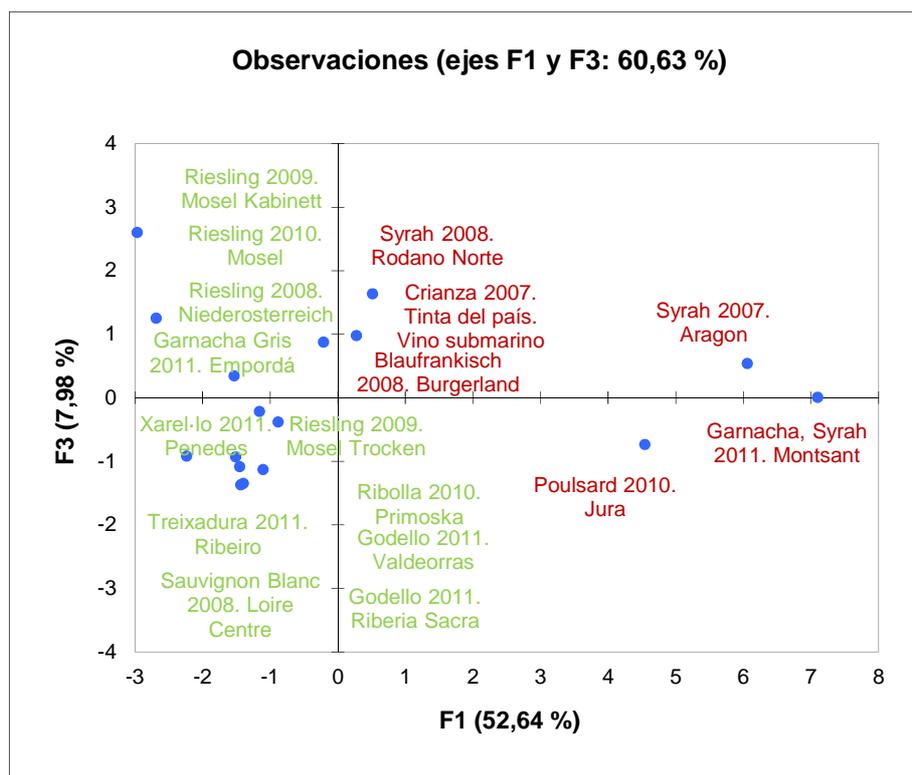


Figura 20. Proyección sobre los ejes F1 y F3 de los parámetros enológicos rutinarios de los vinos blancos y tintos.

3.3.2.3 Relación entre la presencia de metales y la percepción del descriptor "mineralidad"

El propio término "mineralidad" ha sido comunmente descrito a nivel de su percepción al contenido en minerales de los vinos y por tanto al concepto *terroir*, sin embargo la literatura científica acuerda que no existen suficientes datos como para establecer dicha relación (Maltman, A.; 2013). En base a esta presunción se analizaron un total de 16 elementos metálicos: aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobre, hierro, manganeso, níquel, plomo, zinc, mercurio, calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio.

Los umbrales de percepción tomados para reterner los compuestos en el modelo fueron establecidos a partir de la bibliografía (Cohen, J. M. *et col.*; 1960). A partir de los 12 compuestos retenidos se realizó un análisis de las componentes principales. En las *figuras 21 y 22* se muestran las proyecciones

sobre los ejes de componentes principales de las concentraciones en metales analizados para los 17 vinos.

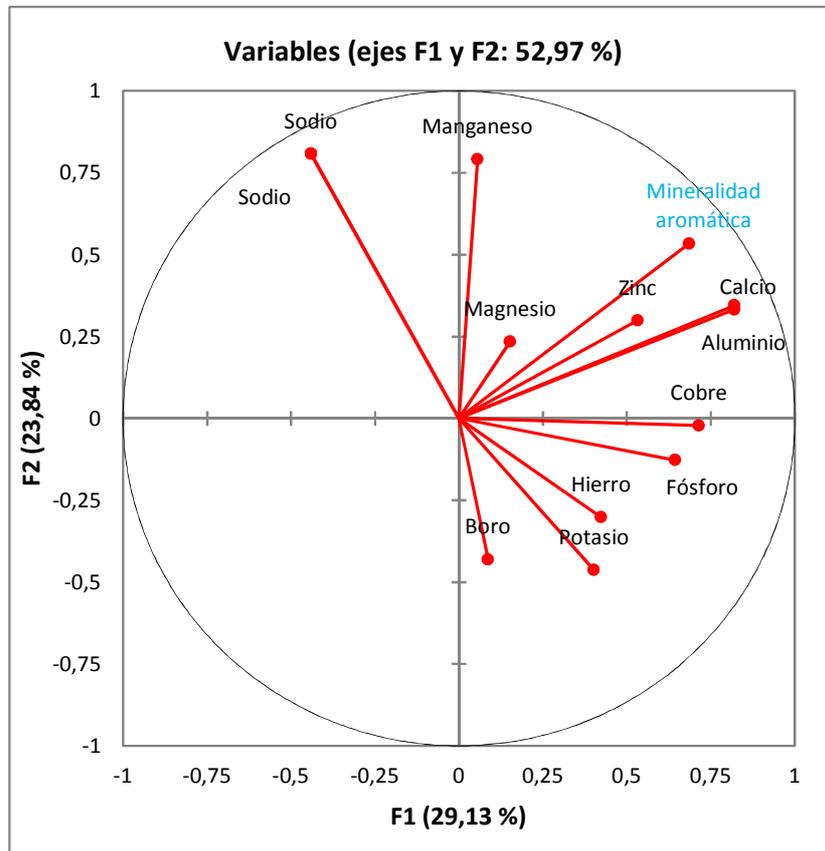


Figura 21. ACP de la composición en metales de los vinos blancos y tintos.

Se observa que la representación gráfica acumula un 52,97% de la varianza. Cabe destacar además como la gran mayoría de los metales se proyectaban a lo largo del eje positivo de la componente F1, donde también eran representados los vinos evaluados con mayores puntuaciones en el atributo "mineral" (Riesling 2009 Mosela Kabinett y Riesling 2009 Mosela Trocken). Dichas muestras se proyectaban junto a algunos metales como el calcio y el aluminio. Ambos metales contribuían a la componente F1, 17,8% en ambos casos, sin embargo el zinc se encontraba proyectado en otro plano F4 con un

21,9 % y por tanto no contribuía a la descripción de esos dos vinos. Así mismo, el estudio de correlación entre las puntuaciones el atributo "mineralidad" y la concentración de metales mostró una correlación positiva entre el calcio ($r=0,85$) y el aluminio ($r=0,78$).

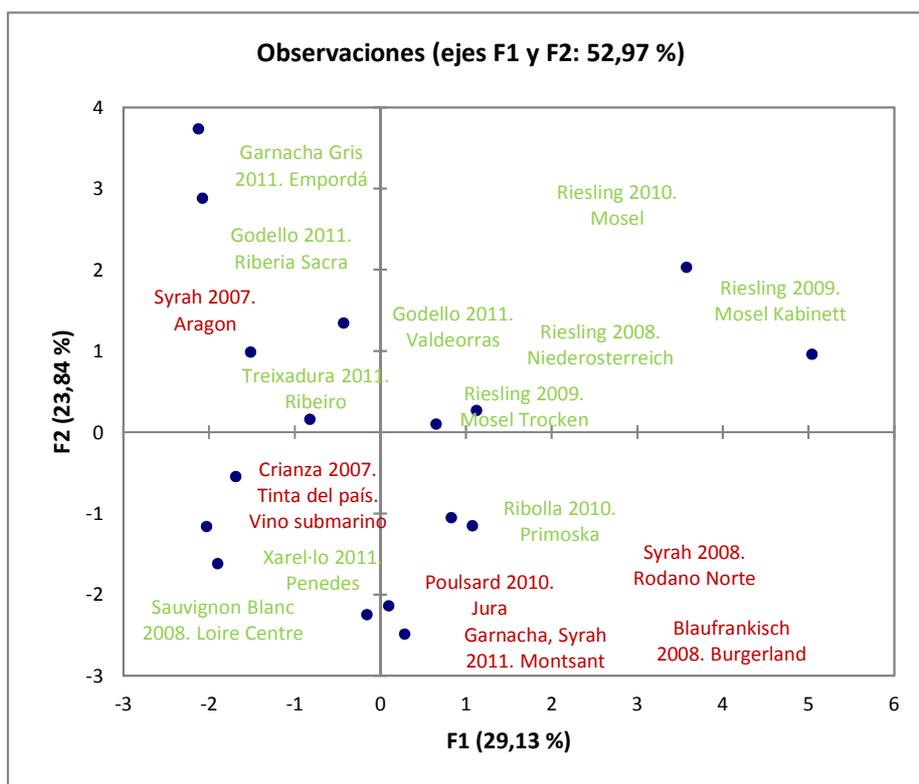


Figura 22. Proyección sobre los ejes F1 y F2 de la composición en metales de los vinos blancos y tintos.

3.3.3 MODELIZACIÓN DEL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS

3.3.3.1 Modelización de la mineralidad aromática por el panel de expertos

Con el objetivo de evaluar la implicación de la composición química analizada en el atributo "mineralidad" evaluado mediante análisis sensorial descriptivo por

dos paneles de cata en el conjunto de los 17 vinos del estudio, se llevó a cabo un análisis de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS).

Para abordar este objetivo se tuvieron en cuenta todas las variables analizadas (parámetros convencionales, compuestos volátiles y composición en metales). En un primer paso con el fin de reducir las variables se tuvieron en cuenta varios criterios (Aznar, M. *et col.*; 2003):

- Correlación significativa entre el compuesto y el atributo mineralidad
- El tanto por uno de varianza explicada por el modelo (Q^2)

Se realizó un proceso de búsqueda dinámica del mejor modelo PLS, para ello se tomaron en consideración aquellos compuestos y familias químicas con una relación en su concentración entre el valor máximo y el mayor mínimo mayor a 2 y con valores de aroma que cumpliera la condición $OAV_{max}/OAV_{min} > 1$, ya que según la literatura científica, (Aznar, M., *et col.*; 2003), son los compuestos que pueden introducir diferencias significativas en la percepción sensorial frente a las puntuaciones sensoriales para el atributo "mineralidad" por el panel de catadores expertos no elaboradores de Barcelona. En total se seleccionaron 31 compuestos químicos para la realización del primer modelo que explicara la mineralidad.

Para reducir el número de variables de los modelos se realizó un análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS), reteniendo aquellos compuestos químicos que mostraron una correlación significativa a un nivel de confianza del 90% con la mineralidad olfativa.

Tabla 18. Compuestos químicos con correlación a un nivel de confianza del 90% con el atributo "mineralidad olfativa" acorde a los resultados otorgados por el panel de expertos no elaboradores (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$).

compuesto	coeficiente de correlación	compuesto	coeficiente de correlación
β -Ionona	-0.341	Hexanoato de etilo	0.326
β -Damascenona	0.269	Isovaleriánico	-0.446
Ácido butírico	-0.257	Isobutirato de etilo	-0.272
***Ácido isobutírico	-0.597	2-metilbutirato de etilo	-0.053
Ácido hexanoico	0.334	Guayacol	-0.406
***Ácido octanoico	0.636	**Eugenol	-0.483
Isovalerato de etilo	-0.145	4-etilfenol	-0.345
*β-Feniletanol	0.443	*γ-decalactona	-0.422
Acetato de isoamilol	-0.256	*4-vinilguayacol	0.452
Butirato de etilo	-0.006	2-metil-3-furantiol	0.115
Decanoato de etilo	0.100	2-Furfuriltiol	-0.170
Acetaldehído	-0.324	4-mercapto-4-4-metil-2-	0.377
**Acetato de etilo	-0.506	Acetato de 3-mercaptohexilo	-0.398
Diacetilo	-0.365	3-mercaptohexanol	0.084
***Alcohol isoamílico	-0.672	Bencilmercaptano	0.394

En la *tabla 18* se describen los resultados obtenidos por el estudio de correlación ($p < 0,1$; nivel de significación del 90%) sobre las puntuaciones obtenidas por el panel de cata de expertos para el descriptor "mineralidad" olfativa y los resultados analíticos químicos en la composición volátil de las muestras. En negrita aparecen los descriptores con sus respectivos valores significativos. Tan sólo los compuestos ácido isobutírico, ácido octanoico, β -feniletanol, acetato de etilo, alcohol isoamílico, eugenol, γ -decalactona y 4-vinilguayacol mostraron ser significativos para el descriptor "mineralidad" olfativa, siendo por tanto incluidos en el modelo.

A continuación se realizó el modelo PLS para el atributo "mineralidad" y las variables que mostraron una mayor correlación positiva o negativa entre los analitos cuantificados y el atributo sensorial "mineralidad". El compuesto ácido isobutírico fue eliminado del modelo al mejorar la calidad estadística del mismo tras su retirada.

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\begin{aligned} \text{Mineralidad aromática (panel de expertos no elaboradores)} &= 0,87 + 0,0122 * \\ &\text{Ácido octanóico} + 0,022 * \beta\text{-Feniletanol} - 0,02 * \text{Acetato de etilo} - 0,033 * \text{Alcohol} \\ &\text{isoamílico} - 0,003 * \text{Isovaleriánico} - 0,026 * \text{Eugenol} - 0,004 * \gamma\text{-Decalactona} \\ &+ 0,049 * 4\text{-vinilguayacol} \end{aligned}$$

El gráfico de barras de la *figura 23* permite visualizar la calidad de la regresión por mínimos cuadrados parciales. El índice acumulado Q^2 mide la bondad del ajuste global y la calidad predictiva. Idealmente Q^2 debería estar próximo a 1. El valor de 0,43 puede sugerir que la calidad del ajuste varía mucho dependiendo del vino estudiado.

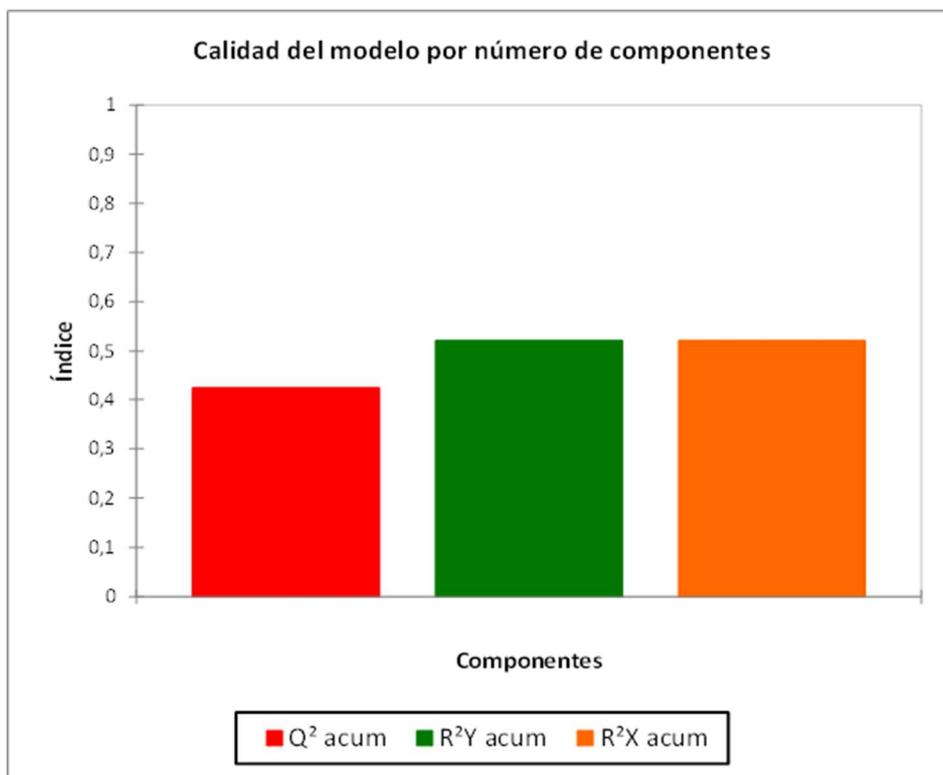


Figura 23. Calidad del ajuste del modelo PLS para los resultados de mineralidad aromática del panel de expertos no elaboradores.

La figura 24 muestra los VIPs (Importancia de las Variables para la Proyección) para cada una de las variables explicativas. Esto permite identificar rápidamente cuáles son las variables explicativas que contribuyen en mayor medida al modelo. Según Tenenhaus y colaboradores (2005), las variables del modelo deben de ser idealmente mayores a 0,8. Por esta razón se eliminó del modelo el compuesto ácido isobutírico, mejorando la calidad estadística del mismo tras su retirada.

Todas las variables retenidas mostraban valores superiores a 0,8, lo que significa que contribuyen de manera remarcable a la calidad del modelo y la retirada de alguna de ellas disminuye de forma considerable el parámetro Q^2 que hace referencia a la bondad del ajuste aportado por el modelo.

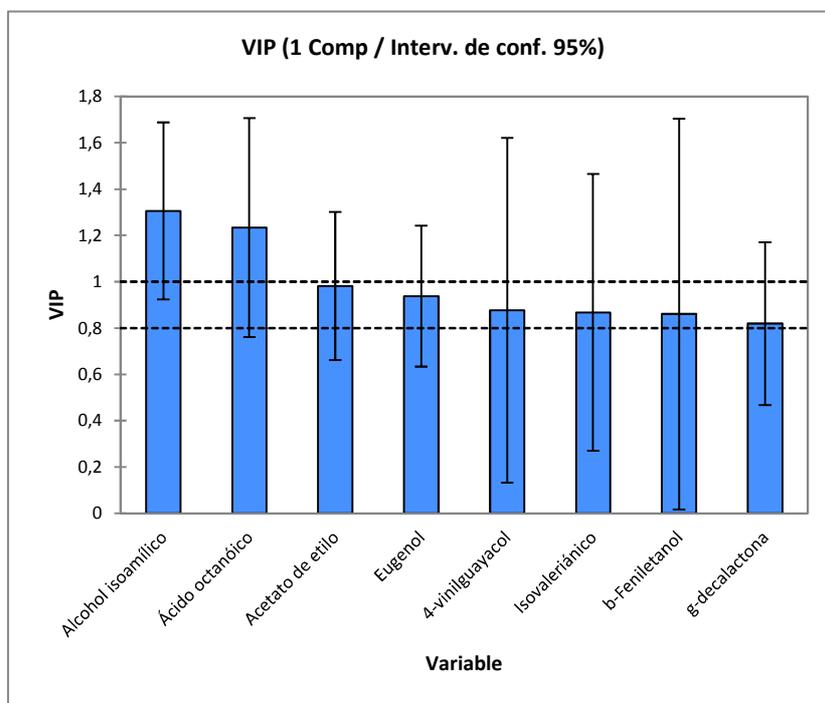


Figura 24. Gráfico VIP de variables importantes para la proyección del modelo de regresión lineal para el descriptor "mineralidad aromática" construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de expertos no elaboradores y el perfil volátil de los vinos.

El gráfico 25 muestra la distribución lineal de las muestras según lo recomendado por Tenenhaus y colaboradores. Los valores residuales en todos los casos son menores a 2,0. Valores residuales menores a este valor indican una correcta dispersión de las muestras en base a las cuales se desarrolla el modelo y por tanto, no fue necesario retirar ninguno de los vinos para poder desarrollar un modelo del término "mineralidad" olfativa en base a los resultados de análisis sensorial del panel de expertos no elaboradores.

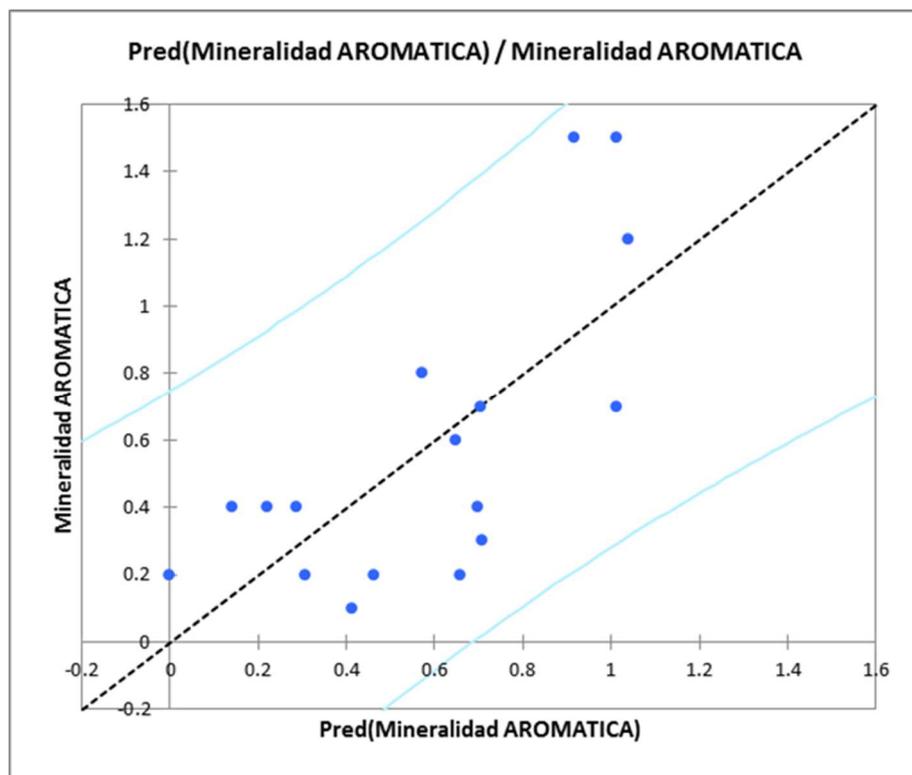


Figura 25. Gráfico de distribución de las muestras para el modelo predictivo del descriptor "mineralidad aromática" construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de expertos no elaboradores y el perfil volátil de los vinos.

En la figura 26 puede verse como el modelo explica el 74% de la varianza y depende de la presencia de aromas ahumados proporcionados por el vinilguayacol y de flores o pétalos de rosa por del compuesto β -feniletanol. Aparece relacionado también positivamente con la mineralidad la presencia de

ácidos orgánicos como el ácido octanoico con aromas a queso. Por otro lado, compuestos como el acetato de etilo de aroma a laca de uñas y pegamento, el alcohol isoamílico y el eugenol, de notas fusel y medicinales respectivamente, contribuyen negativamente a las notas "minerales".

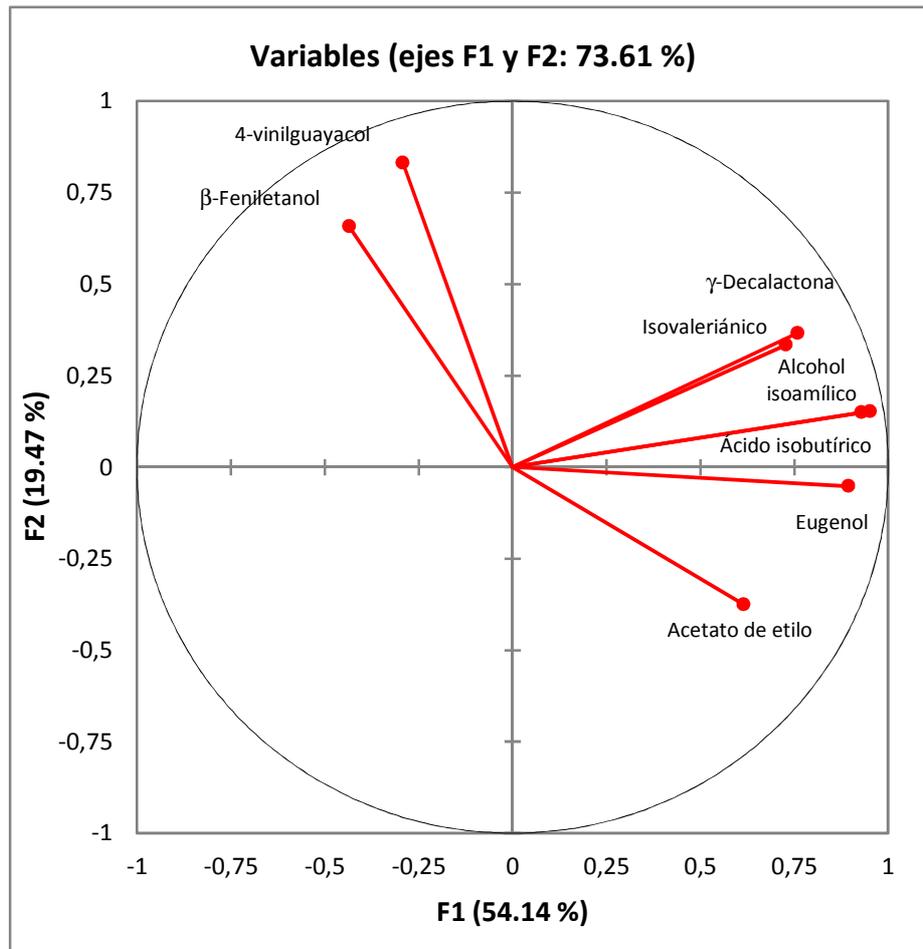


Figura 26. Gráfico de representación de la varianza para el modelo predictivo del descriptor mineralidad aromática construido sobre los valores del análisis sensorial del panel de expertos no elaboradores.

Al igual que lo realizado con los resultados sensoriales del atributo "mineralidad" y los datos de la fracción volátil de los vinos, se realizó un análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) teniendo también en cuenta los atributos sensoriales puntuados por el panel de cata de expertos no elaboradores.

Así mismo, para elegir aquellos descriptores con poder discriminante se tomaron sólo en cuenta aquellos que mostraron correlación significativa al menos a un nivel del 90% de confianza con la mineralidad olfativa. En la *tabla 19* se describen los resultados obtenidos por el estudio de correlación sobre las puntuaciones obtenidas por el panel de cata de expertos no elaboradores para el descriptor "mineralidad" olfativa y las puntuaciones otorgadas por el mismo panel para el resto de descriptores olfativos. En **negrita**, los descriptores con valores significativos entre las muestras del estudio. Los descriptores fruta pasificada, torrefacto y empireumático fueron significativos para el descriptor "mineralidad" olfativa, siendo por tanto incluidos en el modelo.

Tabla 19. Descriptores olfativos con correlación a un nivel de confianza del 90% con el atributo "mineralidad olfativa" acorde a los resultados otorgados por el panel de expertos no elaboradores. (*p<0,1;**p<0,05;***p<0,01).

Descriptor	Coefficiente de correlación	Descriptor	Coefficiente de correlación
Intensidad aromática	0.132	Espicias dulces	-0.377
Floral	0.348	Espicias punzantes	-0.355
Fruta fresca	-0.048	Roble	-0.388
*Fruta pasificada	-0.451	*Torrefactos	-0.442
Lácteos	0.080	Animal	-0.260
Pastelería	0.292	Vegetal - carácter	0.229
Levadura	0.191	Químicos	-0.350
Mentolados	-0.104	Empireumáticos	0.744

El gráfico de distribución de las muestras del estudio (*Figura 27*) en el modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales enseña que una de las mismas (Riesling 2010) no es correctamente predicha por el modelo, por lo que fue eliminada para mejorar la calidad del mismo.

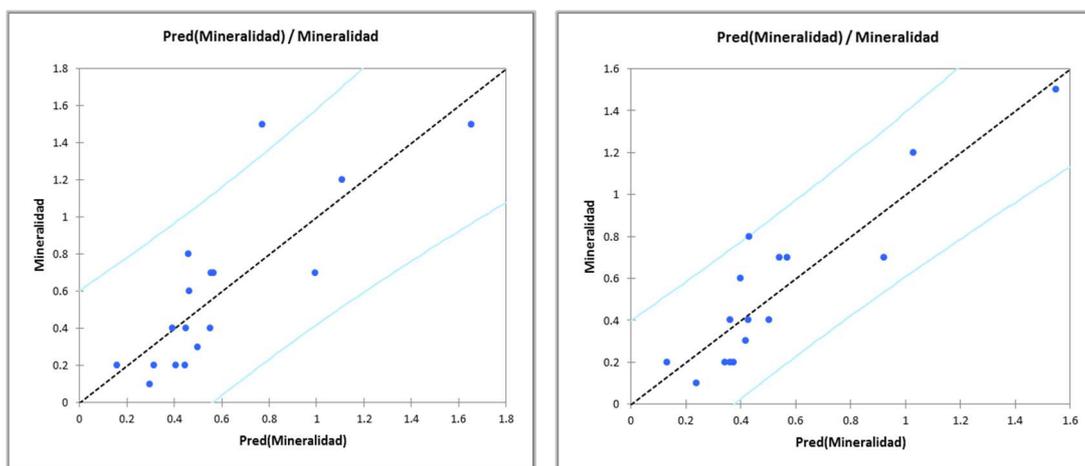


Figura 27. Distribución de las muestras para el modelo predictivo del descriptor "mineralidad aromática" construido en base al panel de expertos no elaboradores. A la izquierda se representa la distribución de todas las muestras, a la derecha una vez eliminado el vino Riesling 2010.

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\text{Mineralidad aromática (panel de expertos no elaboradores)} = 0,45 - 0,18 * \text{Fruta pasificada} - 0,034 * \text{Torrefacto} + 0,55 * \text{Empireumáticos}$$

El segundo componente muestra un buen ajuste del modelo superando valores de 0,64 para el factor Q^2 .

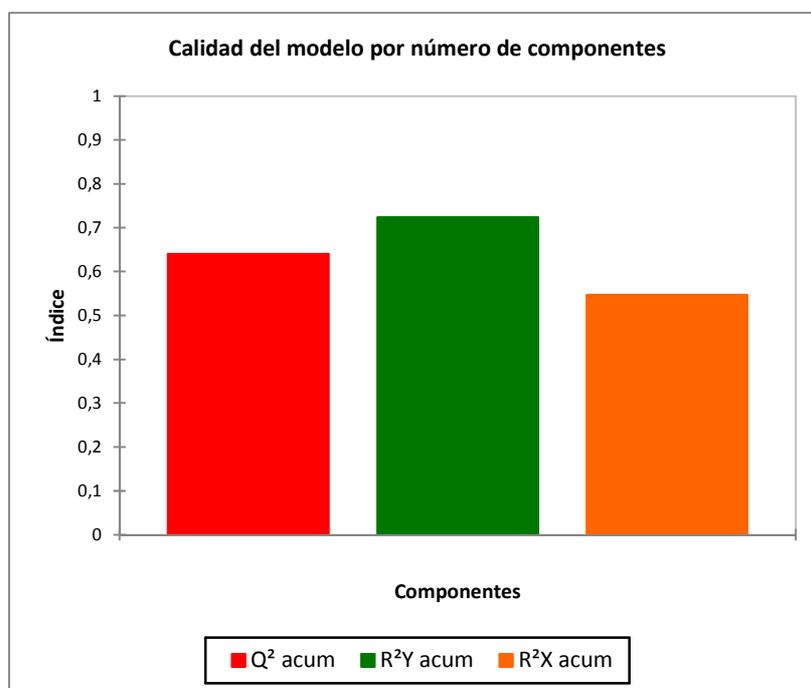


Figura 28. Calidad del ajuste del modelo PLS para los resultados de la mineralidad aromática y los descriptores sensoriales del panel de expertos no elaboradores en base a los componentes propuestos por el modelo.

Por último, un tercer modelo fue elaborado teniendo en cuenta tanto los datos químicos con correlación significativa ($p < 0,1$, 90%) con el descriptor "mineralidad", así como los datos de puntuaciones de los descriptores con correlación significativa con el descriptor "mineralidad". Para este modelo mixto se utilizaron tanto los datos del análisis sensorial descriptivo como los datos de la fracción volátil de los vinos.

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\begin{aligned} \text{Mineralidad aromática (panel de expertos no elaboradores)} &= 0,78 - 0,083 * \\ & \text{Fruta pasificada} + 0,16 * \text{Empireumáticos} - 0,003 * \text{Ácido isobutírico} + 0,01 * \text{Ácido} \\ & \text{octanóico} + 0,026 * \beta\text{-Feniletanol} - 0,025 * \text{Acetato de etilo} - 0,027 * \text{Alcohol} \\ & \text{isoamílico} \end{aligned}$$

Los compuestos isovalerianico, eugenol, γ -decalactona y 4-vinilguayacol fueron eliminados del modelo para mejorar la calidad estadística. El modelo inicial reteniendo los tres compuestos mencionados contenía un Q^2 de valor igual a 0,51, sin embargo al prescindir de dichos compuestos el nivel de dicho indicador de calidad del modelo aumentaba hasta el valor de 0,64.

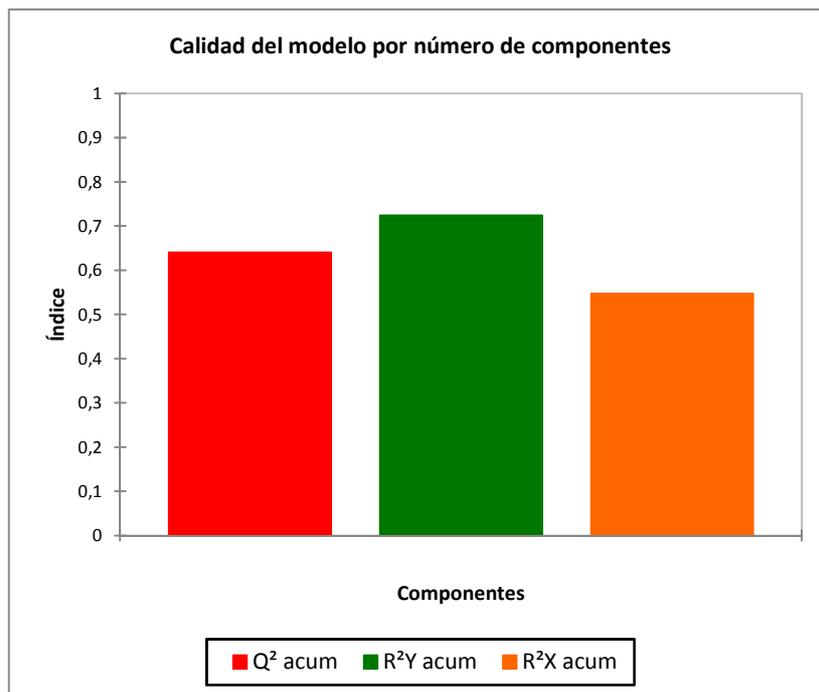


Figura 29. Calidad del ajuste del modelo PLS para los compuestos volátiles y descriptores sensoriales del panel de expertos no elaboradores en base a los componentes propuestos por el modelo mineralidad aromática.

Como puede verse en la *figura 30*, el modelo explica el 71% de la varianza y muestra como las notas empíricas están relacionadas positivamente con la mineralidad. Es por ello que no sorprende la relación positiva que así mismo aparece con el compuesto vinilguayacol, con aromas ahumados, (Catania. *et col.*; 2007 y Boutou *et col.*; 2007).

El descriptor "mineralidad" aparece también relacionado positivamente con la presencia de algunos ácidos grasos, como el ácido octanoico, de aroma a queso. Por otro lado, al igual que lo observado en el modelo de regresión realizado en base a los compuestos químicos olfativamente activos, compuestos como el acetato de etilo, de aroma a laca de uñas y pegamento y el alcohol isoamílico, de notas fusel y medicinales, contribuyen negativamente a las notas "minerales", (Catania *et col.*; 2007 y Boutou *et col.*; 2007).

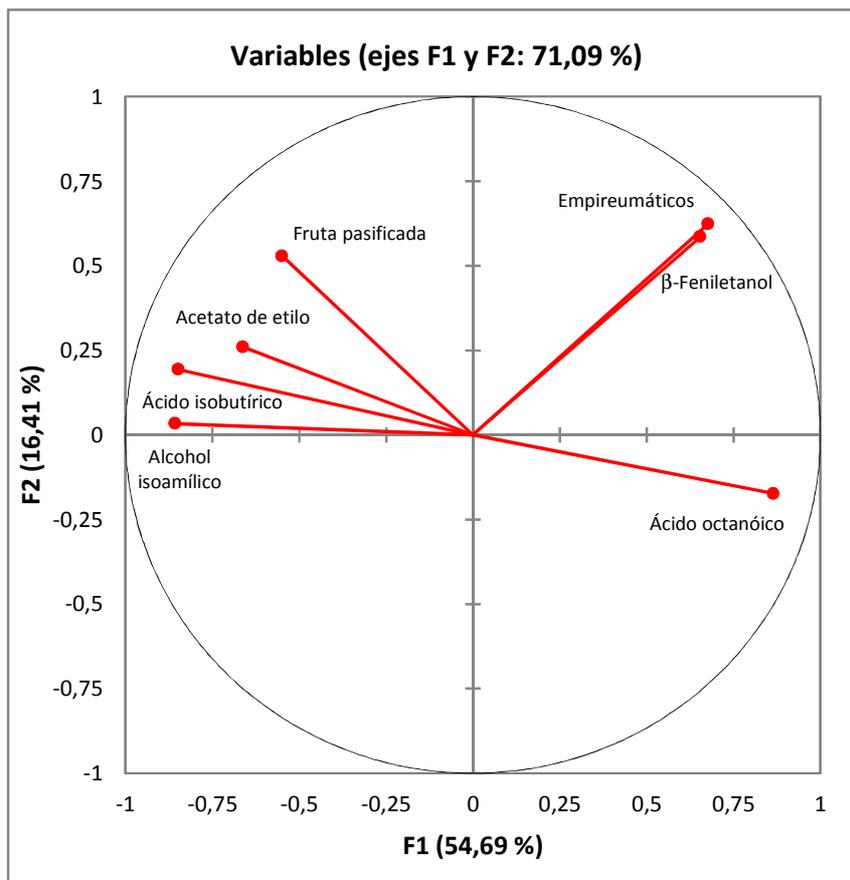


Figura 30. Representación de la varianza para el modelo predictivo del descriptor "mineralidad aromática" construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de expertos no elaboradores.

3.3.3.2 Modelización de la mineralidad aromática por el panel de enólogos-elaboradores

Al igual que con los resultados sensoriales del atributo "mineralidad" del panel de Barcelona, se realizó un análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) con los datos sensoriales del panel de catadores formado por enólogos-elaboradores de La Rioja.

Se tomaron en consideración aquellos compuestos químicos con una relación en su concentración entre el valor máximo y mínimo mayor a 2 y con valores de aroma que cumplieran que $OAV_{max}/OAV_{min} > 1$.

Así mismo para continuar eligiendo aquellos compuestos con poder discriminante se tomaron sólo en cuenta aquellos que mostraran correlación

significativa a un nivel del 90% de confianza con la mineralidad olfativa. En la *tabla 20* se describen los resultados obtenidos por el estudio de correlación ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%) sobre las puntuaciones obtenidas por el panel de cata de elaboradores de La Rioja para el descriptor "mineralidad olfativa" y los compuestos químicos volátiles de las muestras del estudio. En **negrita** figuran los descriptores con sus valores significativos. Tan sólo los compuestos: ácido isobutírico, ácido octanoico, β -feniletanol, acetato de isoamilo, acetato de etilo, decanoato de etilo, alcohol isoamílico y 4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona mostraron ser significativos para el descriptor "mineralidad olfativa", siendo por tanto incluidos en el modelo final.

A continuación se realizó sobre el modelo PLS propuesto un estudio de correlación para el atributo "mineralidad" y las variables que mostraron una mayor correlación positiva o negativa entre los analitos cuantificados y el atributo sensorial "mineralidad".

Tabla 20. Compuestos químicos con correlación a un nivel de confianza del 90% con el atributo "mineralidad olfativa" acorde a los resultados otorgados por el panel decata de elaboradores. (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$).

Compuesto	Coefficiente de correlación	Compuesto	Coefficiente de correlación
β -Ionona	-0.147	Hexanoato de etilo	0.177
β -Damascenona	0.121	Isovaleriánico	-0.364
Ácido butírico	-0.407	Isobutirato de etilo	-0.216
**Ácido isobutírico	-0.564	2-metilbutirato de etilo	0.042
Ácido hexanoico	0.010	Guayacol	-0.372
*Ácido octanoico	0.452	Eugenol	-0.380
Isovalerato de etilo	0.047	4-etilfenol	-0.360
**β-Feniletanol	0.558	γ -decalactona	-0.371
*Acetato de isoamilo	-0.464	4-vinilguayacol	0.343
Butirato de etilo	-0.030	2-metil-3-furantiol	0.130
**Decanoato de etilo	0.550	2-furfuriltiol	-0.264
Acetaldehído	-0.127	**4-mercapto-4-4-metil-2-2 pentanona	0.529
Acetato de etilo	-0.543	Acetato de 3-mercaptohexilo	-0.385
Diacetilo	-0.169	3-mercaptohexanol	0.364
**Alcohol isoamílico	-0.526	**Bencilmercaptano	0.600

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\text{Mineralidad aromática (panel de elaboradores)} = 2,33 - 0,009 * \text{Ácido isobutírico} + 0,023 * \text{Ácido octanóico} - 0,026 * \text{Acetato de isoamilo} - 0,074 * \text{Acetato de etilo} + 0,328 * \text{Decanoato de etilo} - 0,074 * \text{Alcohol isoamílico} + 0,016 * \text{Bencilmercaptano}$$

Los compuestos 4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona y β -feniletanol fueron eliminados del modelo al mejorar la calidad estadística del mismo tras su retirada.

En el gráfico de calidad del ajuste (*figura 31*) observamos como en esta ocasión se alcanzan valores de Q^2 de 0,58 cercanos por tanto al 0,6. Así mismo, en el gráfico de distribución de las muestras se puede ver cómo las mismas se distribuyen de manera lineal y como en ninguna de ellas los residuales encontrados para el modelo superan el valor máximo de 2 (*figura 32*). Estos parámetros indican un ajuste óptimo del modelo propuesto.

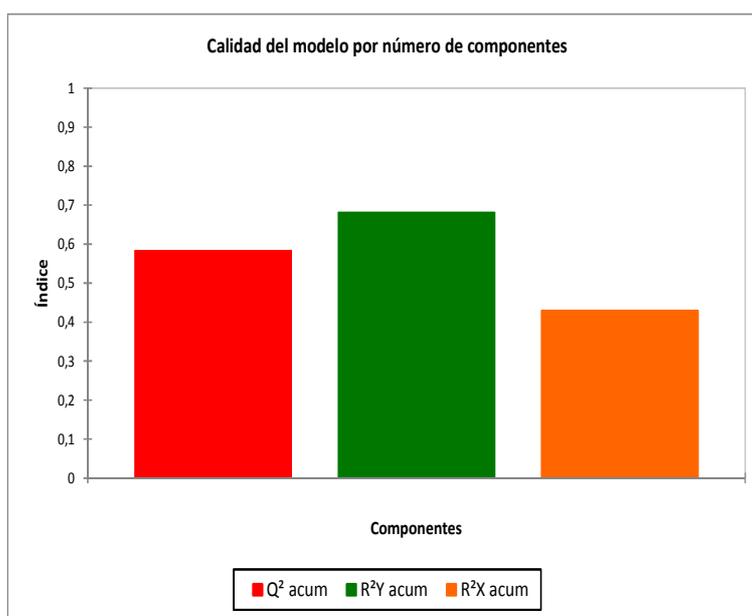


Figura 31. Calidad del ajuste del modelo PLS para los resultados en compuestos volátiles de los vinos del panel de cata de elaboradores en base a los componentes propuestos por el modelo.

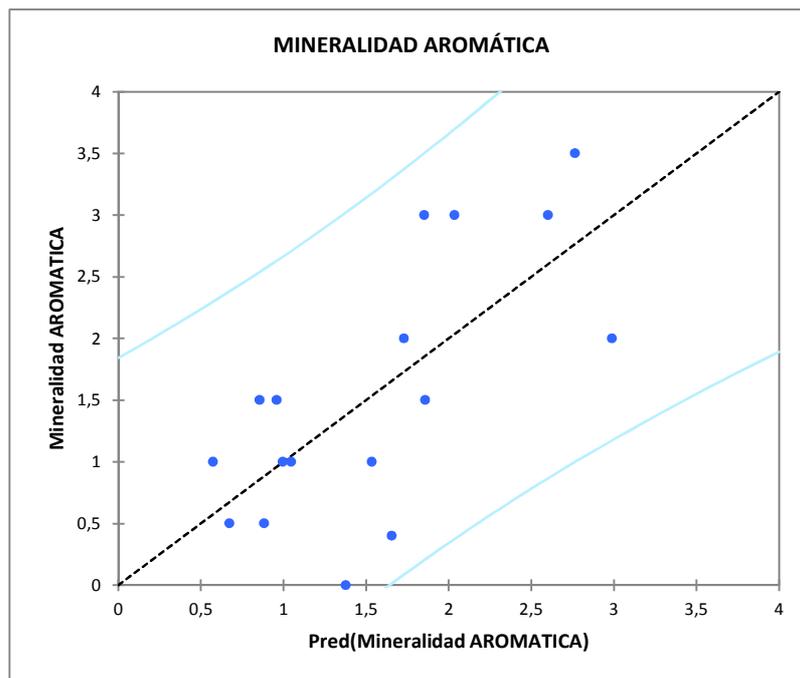


Figura 32. Distribución de las muestras para el modelo predictivo del descriptor mineralidad aromática del panel de elaboradores construido sobre los valores del perfil volátil de los vinos.

En la *figura 33* puede verse como el modelo explica el 69% de la varianza y de manera similar a lo encontrado con respecto al panel de expertos de Barcelona el descriptor "mineralidad" está positivamente relacionado con la presencia de ácidos orgánicos como el ácido octanoico, con aromas a queso, así como con notas tostadas relacionadas con la presencia de bencilmercaptano.

Por otro lado, compuestos como el acetato de etilo de aroma a laca de uñas y pegamento y otros compuestos como el alcohol isoamílico de notas fusel o aromas marcadamente frutales, como es el caso del acetato de isoamilo, con aroma a plátano, contribuyen negativamente a las notas "minerales". No es sorprendente que los aromas frutales, como los producidos por los esterres orgánicos, contribuyan negativamente a la percepción de la mineralidad. Esta hipótesis ya fue descrita anteriormente por Parr y colaboradores (2015).

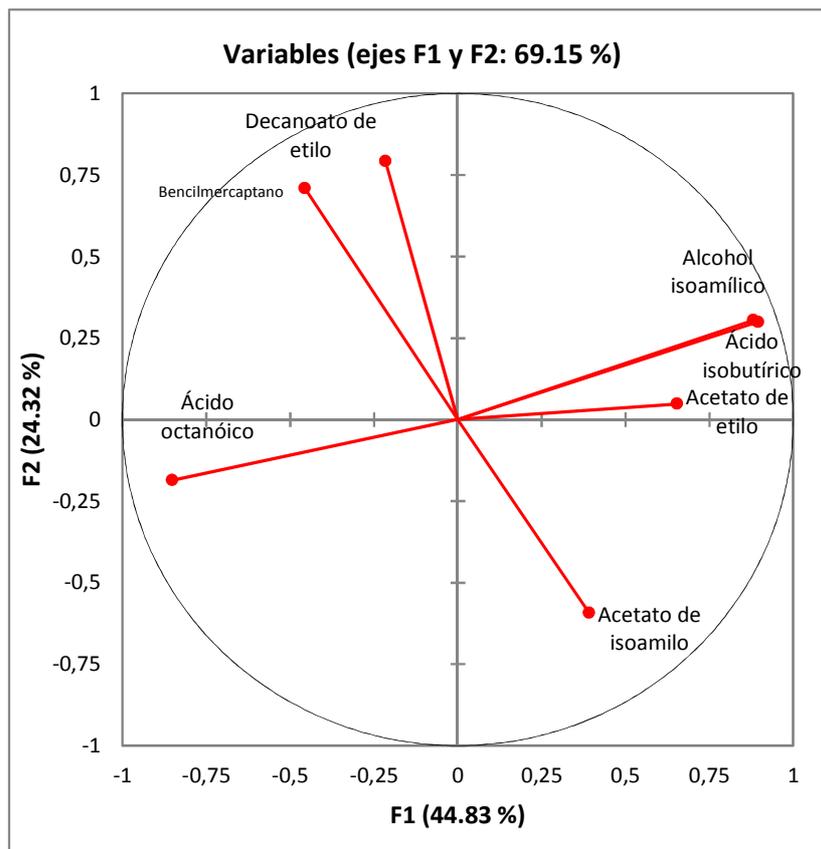


Figura 33. Representación de la varianza para el modelo predictivo del descriptor "mineralidad aromática" construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de elaboradores y los datos de la fracción volátil.

Al igual que lo realizado con los resultados sensoriales del atributo "mineralidad" y los datos de la fracción volátil de los vinos del estudio, se llevó a cabo un análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) teniendo también en cuenta los datos sensoriales para otros atributos puntuados por el panel de enólogos-elaboradores de La Rioja. Para elegir aquellos descriptores con poder discriminante se tomaron sólo en cuenta aquellos que mostraron una correlación significativa a un nivel del 90% de confianza con la mineralidad olfativa.

En la *tabla 21* se describen los resultados obtenidos. En **negrita** aparecen los descriptores con valores significativos entre las muestras del estudio. Los descriptores resina, roble, empireumático, animal y oxidación mostraron ser

significativos ($p < 0,1$; nivel de significación al 90%) para el descriptor "mineralidad" olfativa, siendo por tanto incluidos en el modelo predictivo.

Tabla 21. Compuestos químicos con correlación a un nivel de significatividad del 90% con el atributo "mineralidad" olfativa acorde a los resultados otorgados por el panel de cata de elaboradores. (* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$).

Descriptor	Coefficiente de correlación	Descriptor	Coefficiente de correlación
Pureza limpidez	0.047	*Empireumático	0.442
Floral	0.412	Animales	-0.405
Fruta tropical	0.318	Fenolado	0.401
Fruta madura	-0.019	Reducción mineral	-0.306
Fruta pasificada	-0.230	*Oxidación	0.452
Fruta de hueso	0.263	Acidez volátil	0.301
Pastelería	0.289	Vegetal clorofila	*0.453
Resinas	-0.377	Vegetal herbáceo	0.080
**Roble	-0.493		

A continuación se realizó sobre el modelo PLS propuesto un estudio de correlación para el atributo "mineralidad" olfativa y los otros descriptores con una mayor correlación positiva o negativa. A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\text{Mineralidad aromática (panel de elaboradores)} = 2,32 - 0,39 * \text{Roble} + 0,28 * \text{Empireumático} + 0,483 * \text{Vegetal clorofila} + 0,26 * \text{Oxidación}$$

Por último, un tercer modelo fue elaborado teniendo en cuenta tanto los datos químicos con correlación significativa ($p < 0,1$, 90%) con el descriptor "mineralidad", así como las puntuaciones de los descriptores con correlación significativa alta con el descriptor "mineralidad". Para este modelo mixto se utilizaron tanto datos del análisis sensorial descriptivo como datos de la fracción volátil de los vinos. El atributo empireumático y el compuesto 4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona fueron eliminados del modelo al mejorar la

calidad estadística del mismo tras su retirada. A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\begin{aligned} \text{Mineralidad aromática (panel de elaboradores)} = & 3,32 + 0,57 * \text{Vegetal clorofila} \\ & + 0,225 * \text{Oxidación} - 0,015 * \text{Ácido isobutírico} + 0,003 * \text{Ácido octanóico} - 0,025 * \\ & \beta\text{-Feniletanol} - 0,004 * \text{Acetato de isoamilo} - 0,11 * \text{Acetato de etilo} + 0,449 * \\ & \text{Decanoato de etilo} - 0,081 * \text{Alcohol isoamílico} + 0,008 * \text{Bencilmercaptano} \end{aligned}$$

En el gráfico de calidad del ajuste (figura 34) observamos como en esta ocasión se alcanzan valores de Q^2 de 0,69. Dado que un valor de Q^2 de 1,0 se considera un ajuste óptimo, podemos considerar el modelo propuesto como satisfactorio.

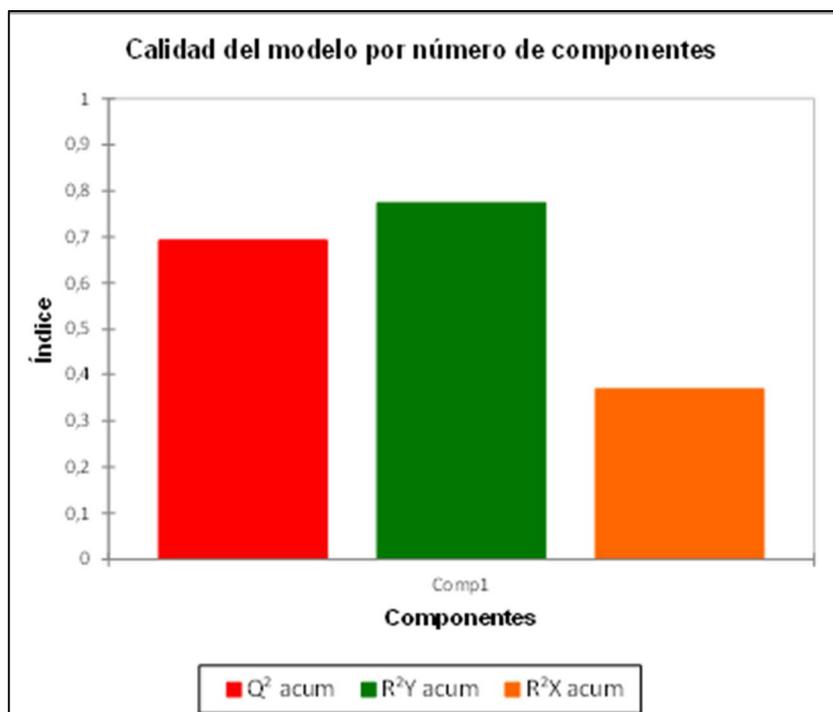


Figura 34. Calidad del ajuste del modelo PLS para los resultados en compuestos volátiles de los vinos del estudio y descriptores sensoriales del panel de elaboradores en base a los componentes propuestos para la mineralidad aromática.

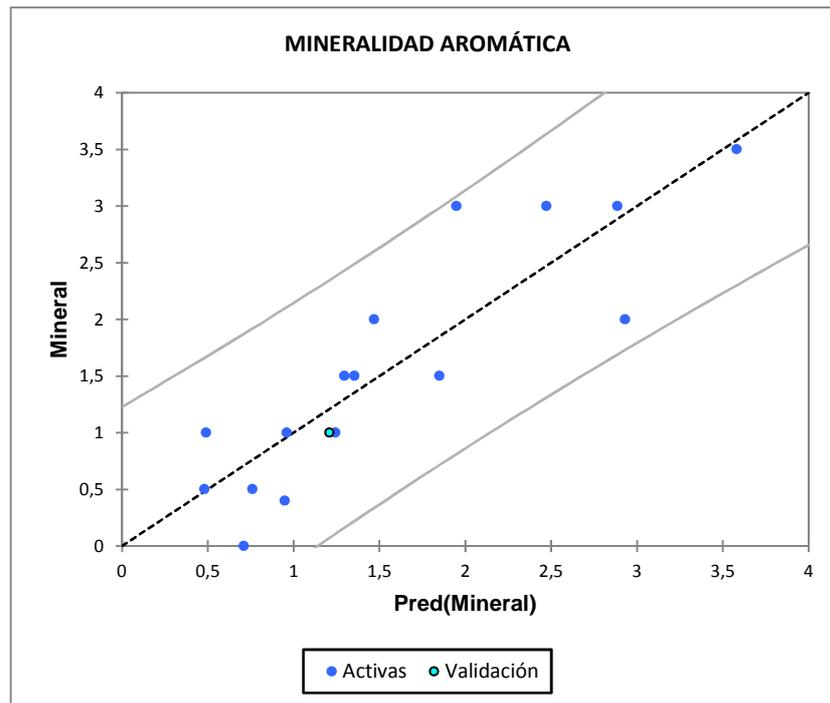


Figura 35. Distribución de las muestras para el modelo predictivo del descriptor "mineralidad aromática" del panel de elaboradores construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo y el perfil volátil de los vinos.

En el gráfico de representación de las muestras (*figura 35*) se puede ver cómo las mismas se distribuyen de manera lineal y como en ninguna de ellas los valores residuales encontrados para el modelo superan el valor máximo de 2. Se puede observar también como en general los valores residuales encontrados son muy bajos.

El modelo explica el 61% de la varianza (*figura 36*) y de manera similar a lo encontrado con el modelo de regresión del panel de expertos no elaboradores el descriptor "mineralidad" está positivamente relacionado con la presencia de ácidos orgánicos como el ácido octanoico, así como con el bencilmercaptano. El modelo también indica una relación entre las notas herbáceas de oxidación y el descriptor "mineralidad".

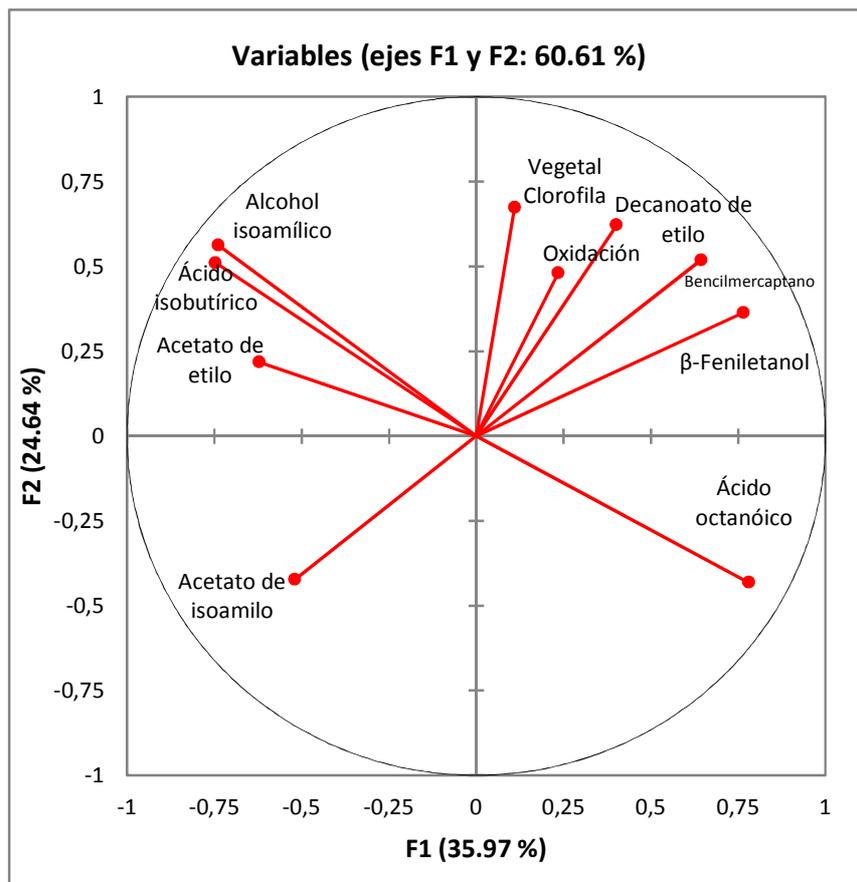


Figura 36. Representación de la varianza para el modelo predictivo del descriptor "mineralidad aromática" construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de enólogos-elaboradores.

Por otro lado, al igual que lo observado en el modelo construido en base a los compuestos olfativamente activos, como el acetato de etilo y otros compuestos como el alcohol isoamílico y el acetato de isoamilo contribuyen negativamente a las notas "minerales".

3.3.3.3 Modelización de la mineralidad gustativa del panel de enólogos-elaboradores

Al igual que lo realizado con los resultados sensoriales del atributo "mineralidad" a nivel olfativo, se realizó un análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) con los datos sensoriales de mineralidad gustativa obtenidos por el panel de enólogos-elaboradores de La Rioja.

Se tomaron en consideración aquellos compuestos con una relación en su concentración entre el valor máximo y el mayor mínimo mayor a 2, ya que se presupone que son los compuestos que pueden introducir diferencias significativas en la percepción sensorial. Un segundo criterio fue establecido para este análisis, así tan sólo se tomaron en consideración aquellos compuestos cuya relación con el umbral sensorial gustativo fuera >1 . Los umbrales gustativos en el caso de los aniones y cationes fueron los considerados en matriz agua. (Cohen *et col.*; 1960).

Los análisis estadísticos del atributo "mineralidad" gustativa previamente descritos en el apartado 2 ya mostraron que los resultados del ANOVA eran significativos ($p < 1,35 \times 10^{-2}$) para el conjunto de vinos blancos y tintos, de la misma forma que cuando se analizaron los vinos blancos ($p < 8,61 \times 10^{-4}$) y tintos por separado ($p < 5,61 \times 10^{-2}$). Por ello se decidió analizar los subgrupos (vinos blancos y tintos de forma aislada).

3.3.3.3.4 Modelización de la mineralidad gustativa en vinos blancos del panel de enólogos-elaboradores

Una primera aproximación mediante correlación a un nivel de significación del 90% reveló que no existía más que un compuesto con correlación positiva entre la mineralidad gustativa y los compuestos químicos estudiados. Por ello se decidió disminuir el nivel de significación hasta 60%. Se realizó un estudio de correlación de un factor para cada uno de los compuestos con capacidad gustativa que cumplieran los criterios anteriormente mencionados con el fin de evaluar la capacidad discriminadora de los mismos e incluirlos en el modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales. En la *tabla 22* se describen los

resultados obtenidos en el estudio de correlación ($p < 0,4$; nivel de significación al 60%) sobre las puntuaciones obtenidas por el panel de cata de elaboradores de La Rioja para el descriptor "mineralidad" gustativa y los resultados analíticos de compuestos relacionados con las sensaciones gustativas. En negrita se resaltan los descriptores con valores significativos entre las muestras.

Tabla 22. Compuestos químicos con correlación a un nivel de confianza del 60% con el atributo "mineralidad" gustativa en vinos blancos acorde a los resultados otorgados por el panel de enólogos-elaboradores. (* $p < 0,4$; ** $p < 0,1$; *** $p < 0,05$).

Compuesto	Coefficiente de correlación	Compuesto	Coefficiente de correlación
Grado alcohólico	-0,254	Glicerol	0,040
Acidez total	-0,236	Aluminio	-0,030
*Acidez volátil	-0,342	*Boro	-0,330
**pH	-0,571	Manganeso	0,029
*Ácido L-láctico	-0,384	Calcio	0,121
Ácido L-málico	-0,149	Fósforo	0,041
Ácido succínico	-0,124	*Magnesio	0,461
Ácido tartárico	0,506	*Potasio	-0,595
*Glucosa + Fructosa	0,346	Glicerol	0,040

Los compuestos acidez volátil, pH, ácido L-láctico, ácido tartárico, glucosa y fructosa, boro, magnesio y potasio mostraron ser significativos, para el descriptor "mineralidad" gustativa en vinos blancos, siendo por tanto incluidos en el modelo.

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\text{Mineralidad gustativa en vinos blancos} = 5,48 - 1,59 * \text{pH} + 0,34 * \text{Ácido tartárico} + 0,005 * \text{Glucosa} + \text{Fructosa} + 0,011 * \text{Magnesio} - 0,001 * \text{Potasio}$$

Los compuestos: ácido succínico, ácido L-málico, grado alcohólico, acidez total, glicerol, fósforo, manganeso y aluminio fueron eliminados del modelo al mejorar

la calidad estadística del mismo tras su retirada, reteniendo los compuestos pH, ácido tartárico, glucosa + fructosa, magnesio y potasio, (figura 36).

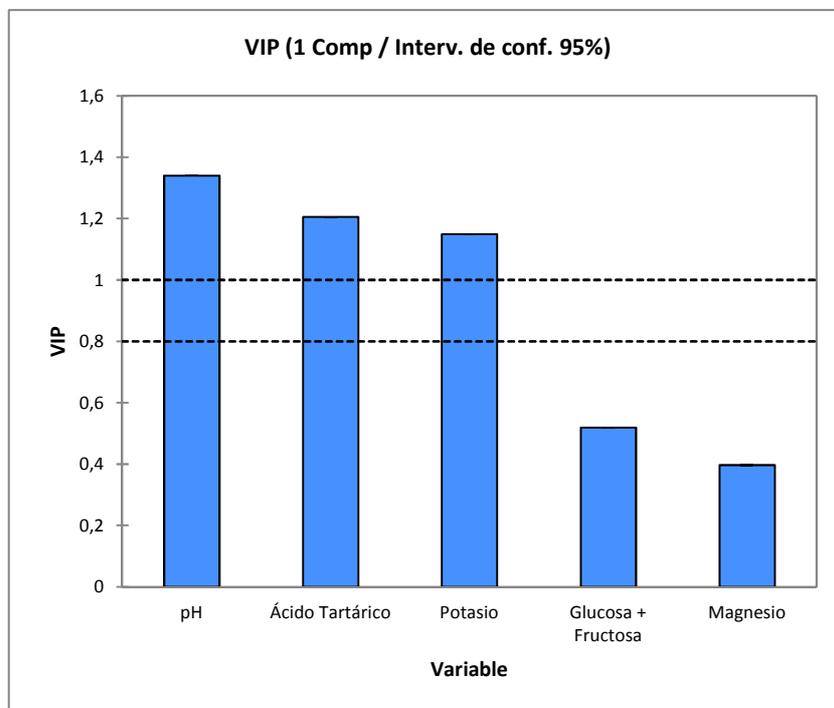


Figura 36. Coeficientes estandarizados del modelo de regresión lineal para el descriptor "mineralidad" gustativa en vinos blancos construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de elaboradores y el perfil químico en compuestos gustativamente activos.

En el gráfico de calidad del ajuste (figura 37) se observaba como el valor Q^2 se encontraba en valores próximos al ajuste ideal de 1,0 (0,66). Así mismo, ninguno de los vinos mostraba valores residuales mayores a 2,0. El estudio de dispersión de las muestras (figura 38) mostraba como el modelo propuesto explicaba las puntuaciones del atributo "mineralidad" para todos los vinos, por lo que todas las muestras fueron retenidas para la construcción el modelo.

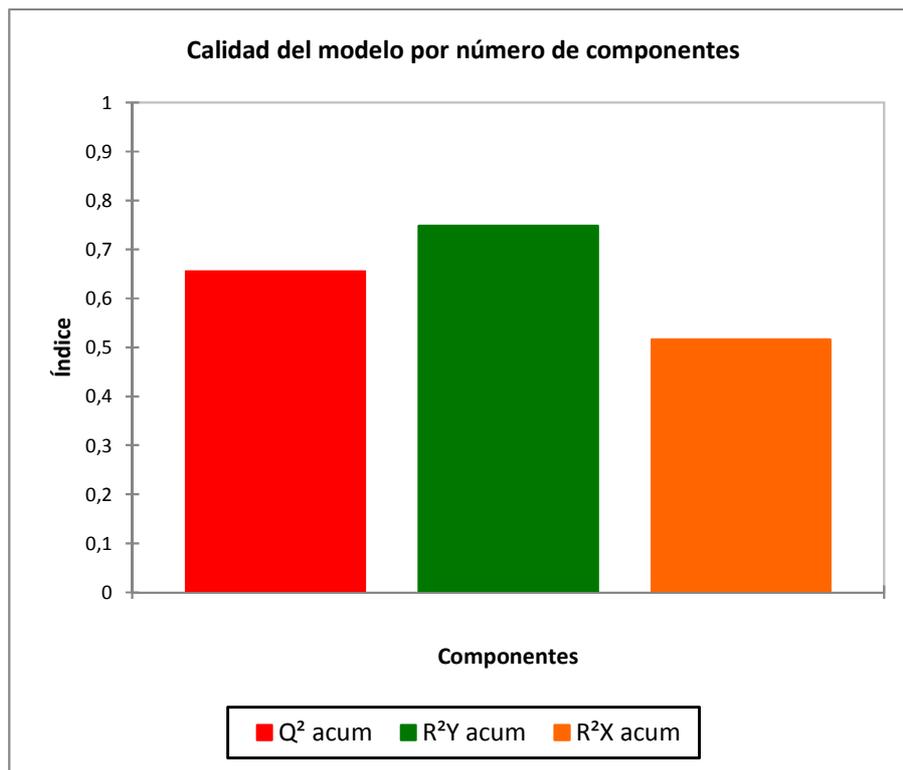


Figura 37. Calidad del ajuste del modelo PLS para los compuestos gustativos de los vinos blancos del estudio en base a los componentes propuestos para la mineralidad gustativa del panel de enólogos-elaboradores.

Se puede destacar como el descriptor "mineralidad" gustativa en vinos blancos, estaba positivamente relacionado con el aumento de acidez. Por tanto, los resultados indican que niveles crecientes en acidez total y decrecientes de pH, favorecen la aparición del descriptor "mineralidad" gustativa en vinos blancos. El modelo también sugiere una relación positiva entre el grado de dulzor y la mineralidad. Lo cual es sorprendente, pero puede deberse al hecho de que uno de los vinos Riesling del estudio fuera un vino dulce.

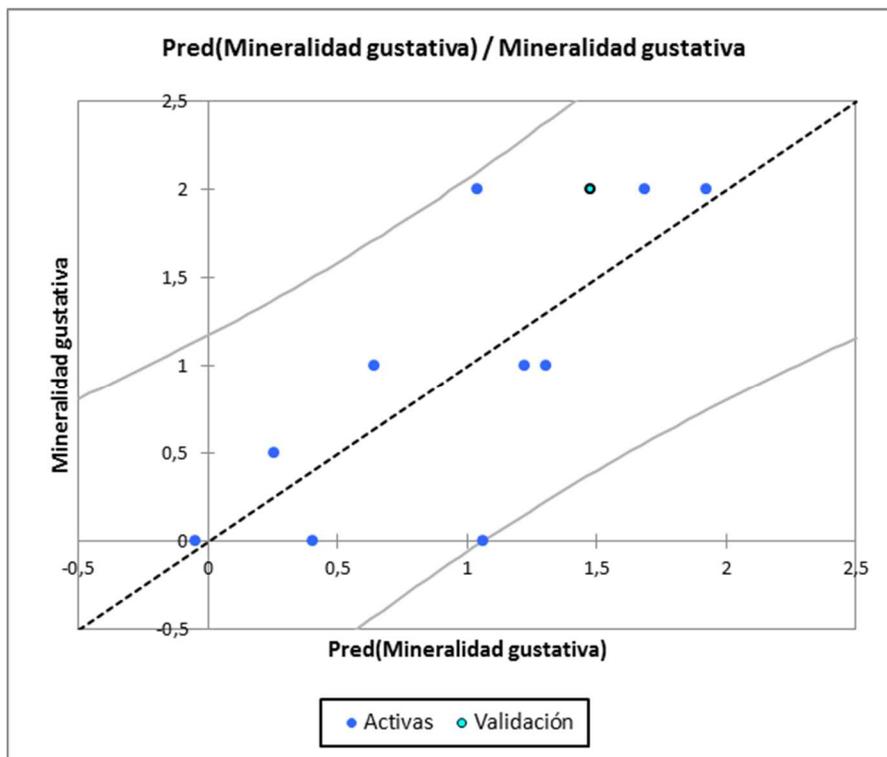


Figura 38. Distribución de las muestras para el modelo predictivo del descriptor "mineralidad" gustativa en vinos blancos construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de enólogos-elaboradores y el perfil químico.

De manera similar a lo realizado anteriormente con los compuestos químicos, se analizó la correlación del atributo "mineralidad gustativa" con el resto de parámetros de cata evaluados en la fase gustativa por el panel de enólogos-elaboradores.

Tabla 23. Descriptores sensoriales con correlación a un nivel de confianza del 60% con el atributo "mineralidad" gustativa en vinos blancos acorde a los resultados otorgados por el panel de elaboradores. (* $p < 0,4$; ** $p < 0,1$; *** $p < 0,05$).

Descriptor	Coefficiente de correlación	Descriptor	Coefficiente de correlación
*Dulce (azúcar)	0,328	Tanino (origen uva)	-0,018
*Nivel de acidez	0,354	Tanino (origen roble)	-0,026
*Acidez (sensación de frescor)	0,343	Volumen (sensación 3D)	-0,208
Alcohol (calidez)	-0,145	*Cuerpo (sensación de peso)	0,392
***Alcohol (dulcedumbre)	0,697	***Amargo	0,625
*Tanino (concentración)	-0,389	*Profundidad	-0,354
Tanino (calidad)	-0,132	Persistencia gustativa	-0,160
Tanino (astringencia)	-0,210	**Equilibrio	-0,428

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\text{Mineralidad gustativa en vinos blancos} = 0,19 + 0,32 * \text{Dulce} + 0,234 * \text{Acidez} + 0,25 * \text{Acidez (sensación de frescor)} + 0,31 * \text{Alcohol (dulcedumbre)} - 0,30 * \text{Tanino (concentración)} + 0,43 * \text{Cuerpo (sensación de peso)} + 0,67 * \text{Amargo} - 0,31 * \text{Equilibrio}$$

El descriptor profundidad fue eliminado del modelo al mejorar la calidad estadística del mismo tras su retirada. Se observa de nuevo una correlación positiva entre los grados crecientes de acidez y la mineralidad gustativa captada por los jueces del panel de enólogos-elaboradores en los vinos blancos. El modelo propuesto alcanza valores de calidad Q^2 de 0,58, superando el umbral mínimo de calidad fijado en valores de 0,50 (figura 39).

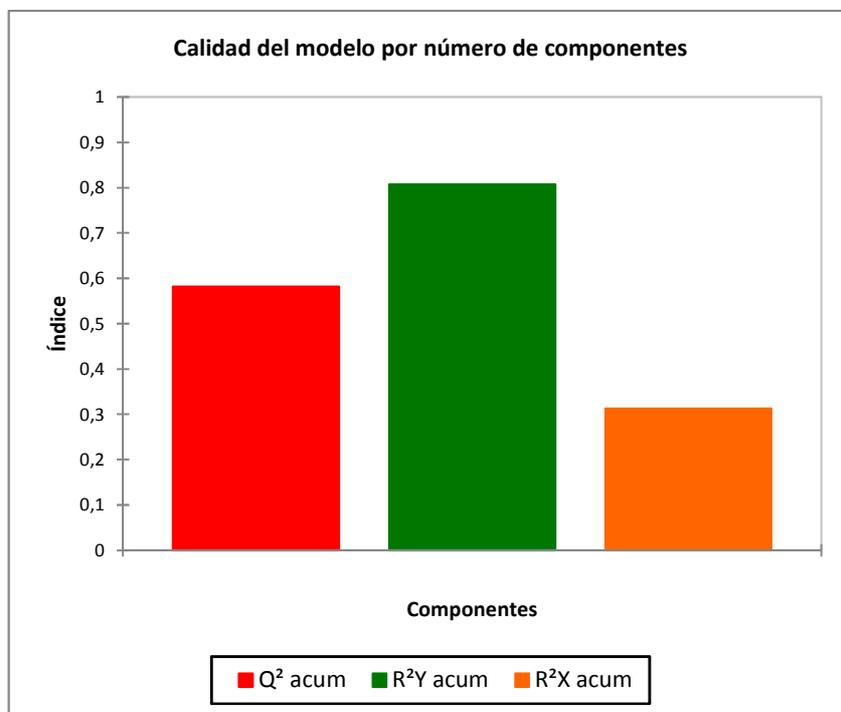


Figura 39. Calidad del ajuste del modelo PLS para los descriptores gustativos de los vinos blancos del estudio en base a los componentes propuestos de mineralidad gustativa del panel de cata de elaboradores.

Por último, un tercer modelo fue elaborado teniendo en cuenta tanto los datos químicos con correlación significativa ($p < 0,4$, 60%) con el descriptor "mineralidad", así como los descriptores con correlación significativa ($p < 0,4$, 60%) con el descriptor mineralidad gustativa. A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\begin{aligned} \text{Mineralidad gustativa en vinos blancos} = & 2,29 - 0,89 * \text{pH} + 0,21 * \text{Ácido} \\ & \text{tartárico} + 0,004 * \text{Glucosa} + \text{Fructosa} + 0,014 * \text{Magnesio} - 0,001 * \text{Potasio} + 0,17 \\ & * \text{Dulce (azúcar)} + 0,15 * \text{Nivel de acidez} + 0,20 * \text{Alcohol (dulcedumbre)} + 0,27 * \\ & \text{Cuerpo} + 0,44 * \text{Amargo} - 0,19 * \text{Equilibrio} \end{aligned}$$

Los descriptores concentración de tanino y sensación de frescor fueron eliminados del modelo al mejorar la calidad estadística del mismo tras su retirada.

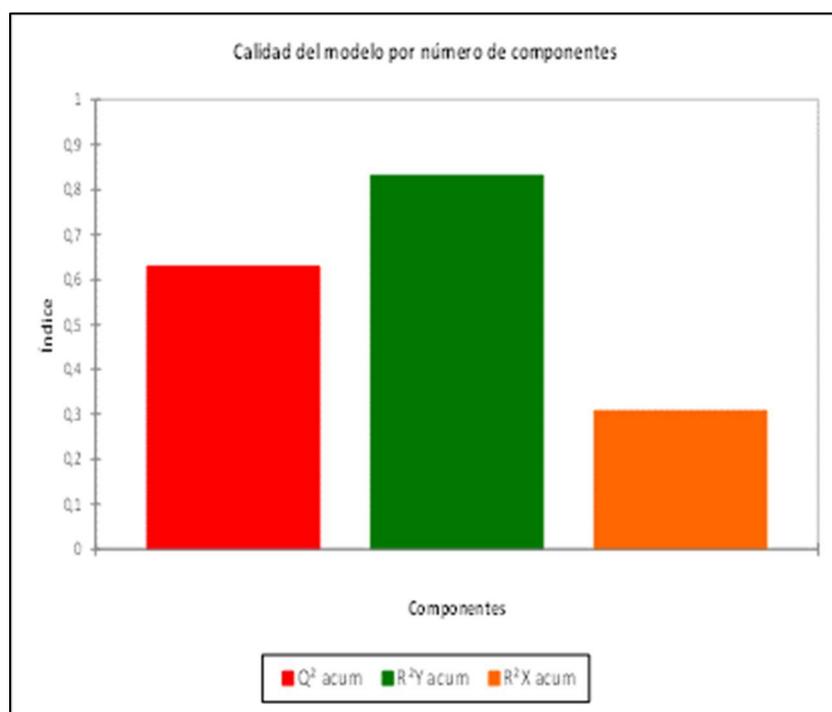


Figura 40. Calidad del ajuste del modelo PLS para los resultados en parámetros gustativos de los vinos blancos en base a los componentes propuestos en el modelo del panel de cata de elaboradores.

Los valores de ajuste encontrados fueron de 0,63 para la primera de las componentes, dado que valores superiores a 0,50 se consideran aceptables, se dio por válido el modelo propuesto, (Aznar, *et col.*; 2003).

Por otra parte, el modelo explicaba el 57% de la varianza (*figura 41*) y mostraba como los valores crecientes de acidez, dulzor y alcohol estaban relacionados positivamente con este descriptor. Por otro lado, la ausencia de equilibrio o la presencia de algunos metales, como el potasio, contribuían negativamente a las notas "minerales".

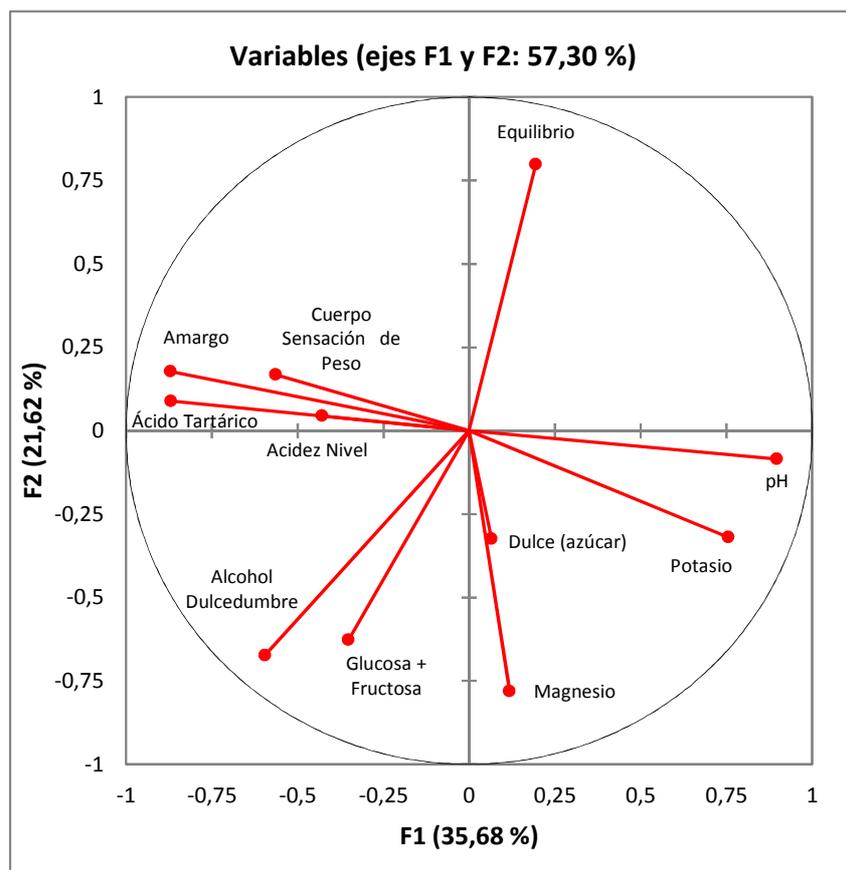


Figura 41. Representación de la varianza para el modelo predictivo en vinos blancos del descriptor "mineralidad" gustativa construido sobre los valores del análisis sensorial y parámetros químicos del panel de cata de elaboradores.

3.3.3.3.5 Modelización de la mineralidad gustativa en vinos tintos del panel de enólogos-elaboradores

Al igual que los vinos blancos, se realizó un ensayo de correlación entre las puntuaciones del atributo "mineralidad" y las concentraciones de los diferentes compuestos químicos estudiados. El estudio de correlación reveló que no existía más que un compuesto con correlación positiva entre la mineralidad gustativa y los compuestos químicos estudiados. Por ello, se decidió disminuir el nivel de significación hasta el 60%. Sólo se tomaron en cuenta aquellos compuestos que mostraron correlación significativa para incluirlos en el modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales. En la *tabla 24* se describen los resultados obtenidos por el estudio de correlación ($p < 0,4$; nivel de significación al 60%) sobre las puntuaciones obtenidas por el panel de cata de enólogos-elaboradores de La Rioja para el descriptor "mineralidad" gustativa en vinos tintos y los resultados analíticos de compuestos relacionados con las sensaciones gustativas. En negrita son representados los descriptores con valores significativos entre las muestras del estudio.

Los factores: grado alcohólico, ácido L-láctico, ácido succínico, aluminio, manganeso, fósforo y potasio mostraron ser significativos para el descriptor "mineralidad gustativa" en vinos tintos, siendo por tanto incluidos en el modelo.

Tabla 24. Compuestos químicos con correlación a un nivel de confianza del 60% con el atributo "mineralidad" gustativa en vinos tintos acorde a los resultados otorgados por el panel de cata de elaboradores. (* $p < 0,4$; ** $p < 0,1$; *** $p < 0,05$)

Compuesto	Coefficiente de correlación	Compuesto	Coefficiente de correlación
*Grado Alcohólico	0,505	*Aluminio	-0,489
Acidez Total	-0,002	Boro	-0,031
pH	0,359	*Manganeso	-0,669
*Ácido L-láctico	-0,467	*Fósforo	0,520
*Ácido Succínico	0,637	**Potasio	0,735
Glicerol	-0,210		

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\text{Mineralidad gustativa vinos tintos} = 0,77 + 0,05 * \text{Grado alcohólico} + 0,15 * \text{Ácido L- láctico} + 0,99 * \text{Ácido succínico} - 0,03 * \text{Aluminio} - 0,17 * \text{Manganeso} + 0,001 * \text{Fósforo} + 0,0003 * \text{Potasio}$$

La bondad del ajuste del modelo en base al parámetro Q^2 fue de 0,45. Para mejorar el ajuste se realizaron diferentes modelos eliminando variables cuya importancia en la proyección fuera menor a 0,8 (figura 42), sin embargo el modelo propuesto inicialmente fue el que acumulaba mejor ajuste, por lo que fue mantenido de forma válida.

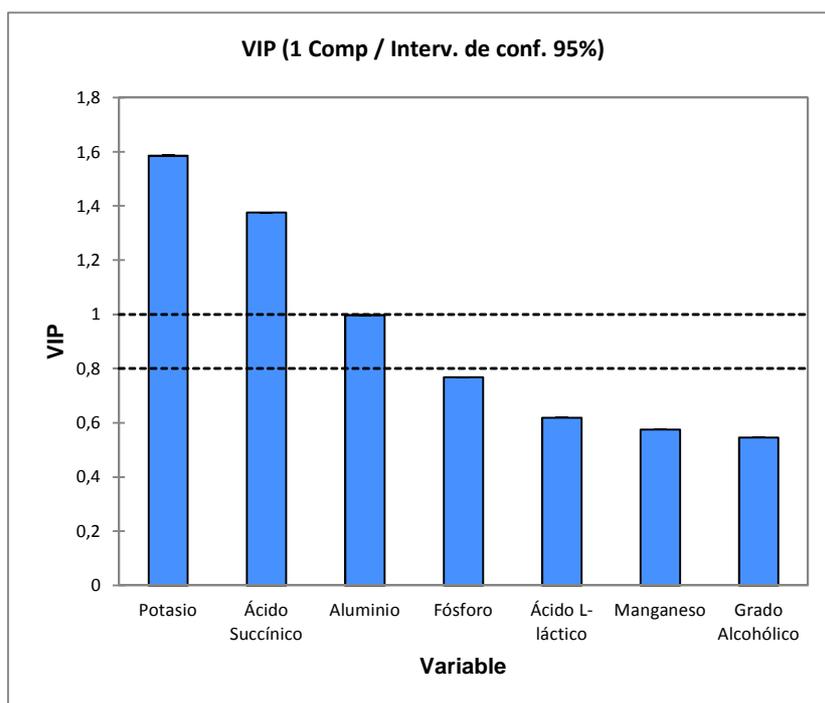


Figura 42. Gráfico VIP (Importancia de las Variables para la Proyección) del modelo propuesto para el descriptor "mineralidad" gustativa en vinos tintos construido sobre los valores del análisis sensorial descriptivo del panel de enólogos-elaboradores y el perfil químico en compuestos gustativamente activos.

Se puede destacar como el descriptor "mineralidad" gustativa en vinos tintos está positivamente relacionado con el grado alcohólico, al igual que ocurría en vinos blancos. El modelo construido parecía no otorgar importancia a la acidez,

como ocurría en el caso de los vinos blancos. Sin embargo, aparece una correlación positiva con el compuesto de carácter salino, el ácido succínico. Esta relación ya aparece reflejada en otros trabajos previos de investigación acerca de la mineralidad del vino (Baron *et col.*; 2012).

De manera similar a lo realizado con los compuestos químicos, se analizó la correlación del atributo "mineralidad" gustativa con el resto de parámetros de cata evaluados en la fase gustativa por el panel de La Rioja.

Tabla 25. Descriptores sensoriales con correlación a un nivel de confianza del 60% con el atributo "mineralidad" gustativa en vinos tintos acorde a los resultados otorgados por el panel de cata de elaboradores. (*p<0,4;**p<0,1;***p<0,05).

Descriptor	Coefficiente de correlación	Descriptor	Coefficiente de correlación
Dulce (azúcar)	0,024	Tanino (origen uva)	-0,202
*Nivel de acidez	-0,489	*Tanino (origen roble)	0,489
*Acidez (sensación de frescor)	-0,697	Volumen (sensación 3D)	-0,295
**Alcohol (calidez)	0,748	Cuerpo (sensación de peso)	-0,259
Alcohol (dulcedumbre)	-0,240	Amargo	0,352
*Tanino (concentración)	0,697	*Profundidad	0,712
Tanino (calidad)	-0,195	**Persistencia gustativa	0,758
***Tanino (astringencia)	-0,847	Equilibrio	-0,193

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\begin{aligned}
 \text{Mineralidad gustativa vinos tintos} = & 1,07 - 0,49 * \text{Sensación de frescor} + 0,31 * \\
 & \text{Alcohol (calidez)} + 0,47 * \text{Concentración de tanino} - 0,34 * \text{Astringencia del tanino} \\
 & + 0,29 * \text{Profundidad} + 0,24 * \text{Persistencia gustativa}
 \end{aligned}$$

Los descriptores tanino de roble y nivel de acidez fueron eliminados del modelo al mejorar la calidad estadística del mismo tras su retirada, como puede verse en el gráfico VIP (*figura 43*) todos los descriptores que forman parte del modelo superaban los valores de corte de 0,8. En esta ocasión y como puede verse en

el gráfico de calidad del ajuste, el parámetro Q^2 alcanzaba un valor de 0,74, lo que resulta muy aceptable, *figura 44*, (Aznar *et col.*; 2003).

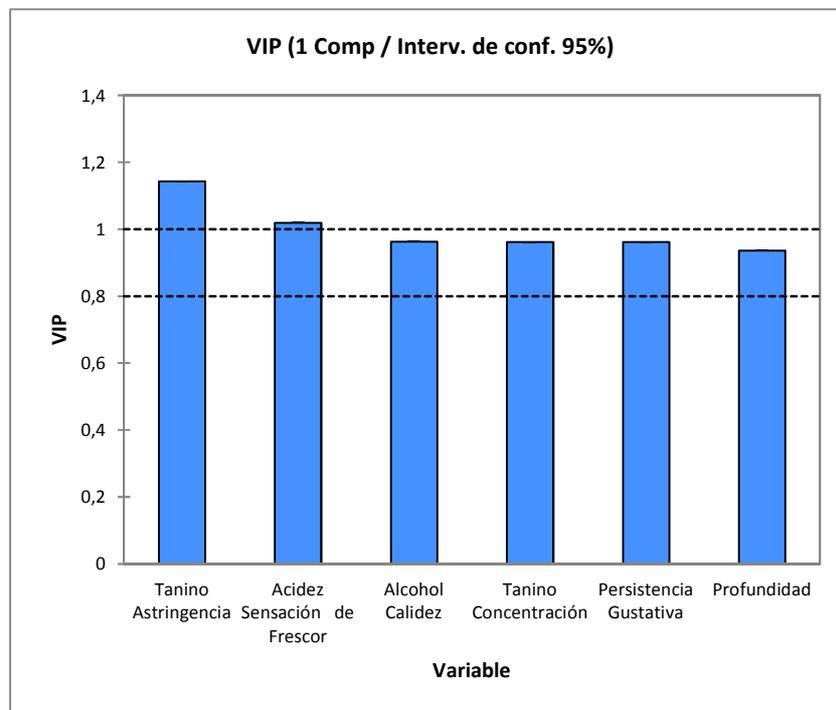


Figura 43. Gráfico VIP (Importancia de las Variables para la Proyección) del modelo propuesto para el descriptor "mineralidad gustativa" en vinos tintos construido por el panel de cata de enólogos-elaboradores.

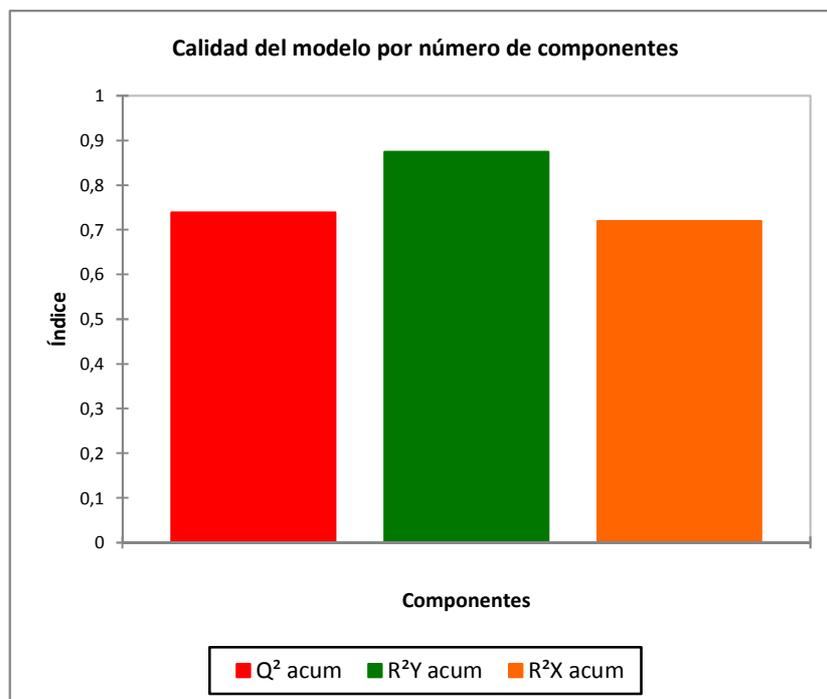


Figura 44. Calidad del ajuste del modelo PLS para los resultados en descriptores gustativos de los vinos tintos en base a los componentes propuestos para el modelo de la mineralidad del panel de cata de elaboradores.

Se observa al igual que en vinos blancos una correlación positiva entre el grado alcohólico y la mineralidad gustativa. Sin embargo, al contrario que en vinos blancos, la acidez en vinos tintos no es determinante para la aparición de la mineralidad.

Por último, un tercer modelo fue elaborado en vinos tintos teniendo en cuenta tanto los datos químicos con correlación significativa ($p < 0,4$, 60%) con el descriptor "mineralidad", como los descriptores con correlación significativa con el descriptor "mineralidad" gustativa.

A continuación se muestra el modelo propuesto:

$$\begin{aligned} \text{Mineralidad gustativa tintos} = & 1,84 - 0,29 * \text{Acidez sensación de frescor} + 0,22 * \\ & \text{Alcohol (calidez)} + 0,29 * \text{Concentración de tanino} - 0,23 * \text{Astringencia del tanino} \\ & + 0,19 * \text{Profundidad} + 0,17 * \text{Persistencia} + 0,74 * \text{Ácido succínico} - 0,25 * \\ & \text{Manganeso} + 0,0002 * \text{Potasio} \end{aligned}$$

Como puede verse en el gráfico de importancia de las variables (*figura 45*), las variables respectivas al grado alcohólico, ácido L-láctico, aluminio y fósforo fueron eliminadas del modelo al mejorar la calidad estadística del mismo tras su retirada.

El modelo muestra un ajuste de 0,64 en base al parámetro Q^2 por lo que se podía considerar que superaba el umbral de corte establecido en 0,50. El modelo construido mostraba como los valores crecientes de alcohol y tanicidad estaban relacionados positivamente con este descriptor, y como el modelo parecía no otorgar importancia a la acidez, como si ocurría en el caso de los vinos blancos. Sin embargo, aparecía una correlación positiva con el

compuesto de carácter salino: ácido succínico. La presencia de metales no parecía ser relevante, ya que algunos metales contribuían positivamente (manganeso) y otros negativamente (potasio) al modelo.

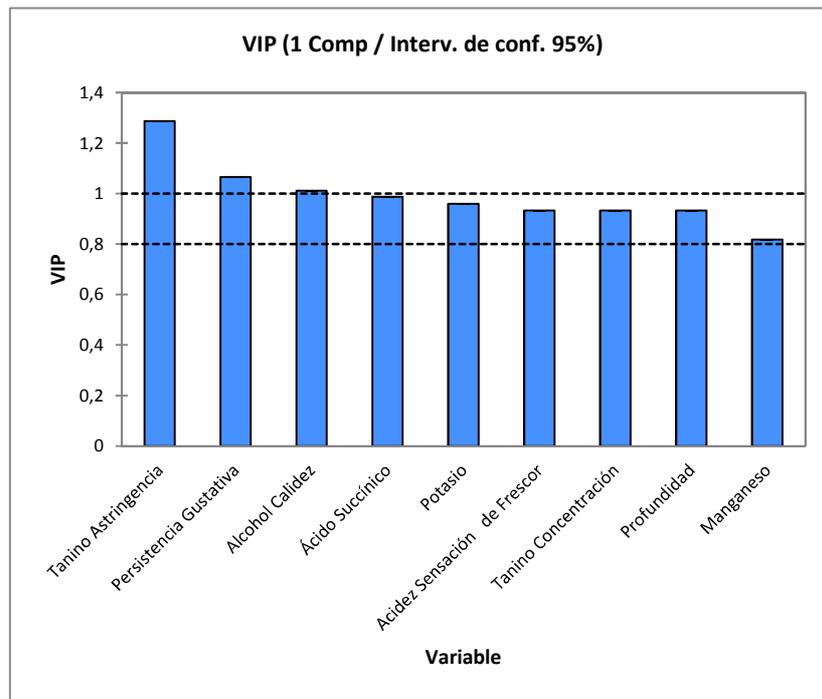


Figura 45. Gráfico VIP (Importancia de las Variables para la Proyección) del modelo propuesto para el descriptor "mineralidad" gustativa en vinos tintos construido por el panel de elaboradores y el perfil químico en compuestos gustativamente activos.

3.3.4 VALIDACIÓN DE LOS MODELOS PREDICTIVOS PROPUESTOS PARA EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS

Una vez establecidos los modelos matemáticos mediante regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) que predecían aquellos compuestos químicos o atributos sensoriales/descriptores que influyen en la aparición del término "mineralidad" en el análisis sensorial, se realizó una validación para probar experimentalmente la validez de dichos modelos mediante pruebas triangulares.

En base a los modelos matemáticos definidos para los dos paneles de cata se encontraron 16 compuestos y/o descriptores olfativos con capacidad predictiva para el término "mineralidad" a nivel olfativo en vinos blancos y tintos. A nivel gustativo se definieron 4 compuestos y/o descriptores para vinos blancos y 6 para los tintos.

3.3.4.1 Diseño experimental para la validación de los modelos predictivos de mineralidad olfativa y gustativa

Para demostrar la influencia de estos compuestos y atributos sobre el descriptor "mineralidad" se diseñó una verificación de los mismos mediante análisis sensorial por prueba triangular con vinos reales modificados con cada uno de los parámetros de los modelos de regresión obtenidos por mínimos cuadrados parciales y que se especifican en las *tablas 26 y 27*.

Tabla 26. Compuestos químicos y/o descriptores a nivel olfativo de los modelos predictivos para el atributo "mineralidad" en vinos blancos y tintos.

Nº	Descriptor/compuesto	Olfativo Positivo	Olfativo Negativo	Tipo de vino	Aroma
1	Ácido Octanoico	x		Blanco y tinto	Queso
2	Decanoato de etilo	x		Blanco y tinto	Queso
3	Vegetal	x		Blanco y tinto	Vegetal
4	Oxidación	x		Blanco y tinto	Oxidación
5	Alcohol isoamilico		x	Blanco y tinto	Buffer del vino
6	Fruta pasificada		x	Blanco y tinto	Pasificado
7	Acetato de isoamilo		x	Blanco y tinto	Plátano
8	4-mercapto-4-4-2-2-pentanona		x	Blanco y tinto	Boj/selvático
9	Eugenol	x		Blanco y tinto	Clavo
10	Vinilguayacol	x		Blanco y tinto	Tostado
11	Bencilmercaptano	x		Blanco y tinto	Tostado
12	Empireumático	x		Blanco y tinto	Empireumático
13	Acetato de etilo		x	Blanco y tinto	Frutal/pegamento
14	Ácido isobutírico		x	Blanco y tinto	Queso
15	G-decalactona		x	Blanco y tinto	Nuez de coco
16	Roble		x	Blanco y tinto	Roble

Las pruebas triangulares fueron realizadas por los dos paneles de cata con los que se había contado previamente, constituidos esta vez por 11 jueces sensoriales para el panel de enólogos-elaboradores de La Rioja y 18 por el panel de expertos no elaboradores de Barcelona. Las catas fueron realizadas en 4 sesiones diferentes correspondientes a 2 sesiones por cada tipo de vino.

Tabla 27. Compuestos químicos y/o descriptores a nivel gustativo de los modelos predictivos para el atributo "mineralidad" en vinos blancos y tintos.

Nº	Descriptor/compuesto	Gustativo Positivo	Gustativo Negativo	Tipo de vino	Gusto
1	Ácido tartárico	x		Blanco	Ácido
2	Glucosa + Fructosa	x		Blanco	Dulce
3	Magnesio	x		Blanco	Metálico
4	Modificación de pH		x	Blanco	Acidez/basicidad
5	Ácido succínico	x		Tinto	Salado
6	Alcohol	x		Tinto	Ardor, quemazón
7	Tanino	x		Tinto	Secante
8	Manganeso		x	Tinto	Metálico
9	Frescor		x	Tinto	Frescor
10	Astringencia		x	Tinto	Astringencia

Las sesiones tuvieron una duración media de dos horas y se realizaron con una diferencia de una semana para cada uno de los paneles. Los vinos fueron servidos a temperatura ambiente, una nueva botella de cada vino presentado

fue abierta para cada una de las sesiones de cata. Las copas fueron servidas con un volumen de 30 mL en copas estandarizadas (ISO 1977).

El panel de cata de enólogos-elaboradores llevó a cabo las dos sesiones sensoriales en las instalaciones de la sala de cata de la Universidad de La Rioja, mientras que el panel de expertos lo hizo en las instalaciones disponibles por Outlook Wine: "*The Barcelona wine School*" (<http://www.outlookwine.com/>).

Se realizaron 2 sesiones por cada uno de los paneles. En la primera sesión se evaluaron los compuestos olfativos en vino blanco y los 4 compuestos gustativos. La segunda sesión consistió para cada uno de los paneles en una primera fase de evaluación de los compuestos olfativos sobre vino tinto y los 6 compuestos gustativos evaluados para vino tinto.

A nivel olfativo se diseñaron 16 puestos entre los compuestos químicos y los atributos olfativos. Cada uno de los puestos de cata resultó de una combinación distinta dentro de las seis permutaciones posibles:

AAB ABA BAA BBA BAB ABB

A cada panelista se le presentaron 3 muestras con un código numérico de tres cifras. Dos de las muestras eran iguales y se le pidió a cada panelista que indicara cuál de las copas era diferente. A continuación se les pidió que si en alguna/s copa/s los panelistas consideraban que presentaba/n el descriptor "mineralidad", se apuntara/n la/s copa/s que lo contenía/n.

La prueba de hipótesis con la que se planteó la prueba triangular consistió en:

- **H₀**: las muestras son iguales.
- **H_i**: las muestras son diferentes.

Se eligieron 2 vinos jóvenes de la añada de 2015 como vino base, uno blanco y otro tinto, siendo estos los vinos testigos en cada uno de los puestos de cata triangular. La elección de las concentraciones a las cuales se adicionó cada compuesto químico sobre el vino base en cada uno de los puestos de cata triangular se realizó tomando en cuenta la concentración más elevada hallada en la caracterización química de los 17 vinos del estudio. En la *tabla 28* se muestran los compuestos químicos y las concentraciones adicionadas en cada puesto de cata presentados a ambos paneles.

A nivel gustativo el diseño experimental fue similar al de la fase olfativa, presentándose los atributos gustativos a continuación de la evaluación olfativa en vinos blancos para la primera sesión y en vinos tintos para la segunda. Dado que los resultados del análisis sensorial descriptivo inicial sobre los 17 vinos del estudio habían determinado diferencias significativas por parte de los catadores en el término "mineralidad" gustativa para vinos blancos y tintos por separado, los modelos predictivos y los compuestos evaluados en cada vino fueron diferentes.

Tabla 28. Concentraciones adicionadas sobre los vinos blancos y tintos de los compuestos químicos en los 16 puestos de cata olfativa.

Nº	Descriptor / compuesto	Compuesto dopado	Concentración evaluada
1	Ácido Octanoico	Ácido octanoico	11,44 mg/l
2	Decanoato de etilo	Decanoato de etilo	0,43 mg/l
3	Vegetal	1-Hexanol	90 mg/l
4	Oxidación	Acetaldehído	8 mg/l
5	Alcohol isoamilico	Alcohol isoamilico	302,19 mg/l
6	Fruta pasificada	Acetato de hexilo+ β -damascenona+ γ -nonalactona + trans-2-octenal	8 mg/l + 1 mg/l + 25 μ g/l + 7 μ g/l
7	Acetato de isoamilo	Acetato de isoamilo	0,63 mg/l
8	4-mercapto-4-4-2-2-pentanona	4-mercapto-4-4-2-2--pentanona	110,10 ng/l
9	Eugenol	Eugenol	37,55 μ g/l
10	Vinilguayacol	Vinilguayacol	145,50 μ g/l
11	Bencilmercaptano	Bencilmercaptano	15,60 ng/l
12	Empireumático	Hidroximetil furfural + metilguayacol	0,2 mg/l+0,1 mg/l
13	Acetato de etilo	Acetato de etilo	145,92 mg/l
14	Ácido isobutírico	Ácido isobutírico	4,02 mg/l
15	γ -Decalactona	γ -decalactona	38,23 mg/l
16	Roble	Vainillina + whiskilactona	1 mg/l+ 2 mg/l

En la *tabla 29* se detallan los compuestos y atributos evaluados en la primera sesión de cata por cada uno de los dos paneles en vino blanco.

Tabla 29. Concentraciones adicionadas sobre vino blanco para la evaluación gustativa del modelo predictivo de mineralidad gustativa.

Nº	Descriptor / compuesto	Compuesto dopado	Concentración evaluada
1	Ácido tartárico	Ácido tartárico	2,90 g/l
2	Glucosa+Fructosa	Glucosa+Fructosa	73,30 g/l
3	Magnesio	Sal de magnesio (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	118,0 mg/l
4	Modificación de pH	pH modificado	3,68 unidades de pH

En la *tabla 30* se detallan los compuestos evaluados en la segunda sesión de cata por cada uno de los dos paneles en vino tinto.

Tabla 30. Concentraciones adicionadas sobre vino tinto para la evaluación gustativa del modelo predictivo de mineralidad gustativa.

Nº	Descriptor/compuesto	Compuesto dopado	Concentración evaluada
1	Ácido succínico	Ácido succínico	0,88 g/l
2	Alcohol	Alcohol	14,50 %vol
3	Tanino	Ácido tánico	3,0 mg/l
4	Manganeso	Sal de manganeso (MnO ₄ S _x H ₂ O)	2,86 mg/l
5	Frescor	Ácido cítrico	1,0 g/l
6	Astringencia	Sal de potasio y aluminio [AlK(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O]	4,2 g/l

Lo primero que se hizo fue realizar el análisis cuantitativo de los principales compuestos odorantes de los vinos base empleados en la validación mediante cromatografía de gases/espectrometría de masas así como de los parámetros enológicos convencionales de los mismos. Los resultados obtenidos se representan en las *tablas 31-34*. El análisis de la composición de los vinos base sobre los que se adicionaron los compuestos a validar de los modelos PLS se realizó para ajustar las concentraciones de cada compuesto a validar hasta los niveles encontrados en los vinos iniciales del estudio.

Tabla 31. Concentraciones de 70 compuestos odorantes mayoritarios y minoritarios analizados en el vino blanco base empleado en la validación de los modelos matemáticos PLS. En gris se identifican los compuestos con valores de aroma superiores a 1,0; (nd-no detectado).

	Compuesto	Umbral sensorial	Vino blanco validación PLS rep 1	Vino blanco validación PLS rep 2	Vino blanco validación PLS rep 3	Vino blanco validación PLS media	OAV Vino blanco validación PLS
AROMAS VARIETALES	Linalol	25,00	3,44	3,50	3,46	3,47	0,14
	Citronelol	100,00	1,80	1,87	1,81	1,83	0,02
	Geraniol	30,00	0,00	0,00	nd	0,00	0,00
	Terpeniol	250,00	1,64	1,66	1,63	1,64	0,01
	Ionona (α)	2,60	nd	nd	nd	-	-
	Ionona (β)	0,09	nd	nd	nd	-	-
	Damascenona	0,05	0,62	0,65	0,63	0,63	12,67
	Nerol	400,00	nd	nd	nd	-	-
	Eucalipto	1,10	nd	nd	nd	-	-
	Limoneno	200,00	0,47	0,48	0,47	0,47	0,00
AROMAS FERMENTATIVOS.	1-hexanol	8,00	1731,00	1717,00	1761,15	1736,38	217,05
	3-hexanol	90,00	nd	nd	nd	-	-
	2-butanol	5,00	nd	nd	nd	-	-
	Hexanal	10000,00	nd	nd	nd	-	-
	c-2-hexen-1-ol	0,40	6,52	6,50	6,51	6,51	16,28
	c-3-hexen-1-ol	400,00	570,65	570,67	570,66	570,66	1,43
	t-2-hexen-1-ol	400,00	1,23	1,30	1,17	1,23	-
	t-3-hexen-1-ol	400,00	81,19	81,23	81,16	81,19	0,20
	E-2-hexenal	17,00	nd	nd	nd	-	-
AROMAS FERMENTATIVOS	Acido propiónico	8100,00	1783,72	1785,34	1781,70	1783,59	0,22
	Acido butírico	173,00	2300,47	2300,67	2290,85	2297,33	13,28
	Acido isobutírico	230,00	1588,26	1589,45	1587,98	1588,56	6,91
	Acido isovalérico	33,00	1597,00	1598,00	1596,01	1597,00	48,39
	Acido valérico	100,00	8,02	7,98	7,97	7,99	0,08
	Acido hexanoico	420,00	18812,77	18811,12	18813,34	18812,41	44,79
	Acido heptanoico	300,00	73,23	72,45	73,67	73,12	0,24
	Acido octanoico	500,00	6856,00	6776,63	6824,89	6819,17	13,64
	Acido decanoico	1000,00	5078,00	5079,00	5977,12	5378,04	5,38
	Acido dodecanoico	1000,00	204,11	203,96	204,01	204,03	0,20
	Etilfenilacetato	250,00	95,95	95,98	95,67	95,87	0,38
	Acetato de hexilo	1500,00	71,32	72,66	73,00	72,33	0,05
	Succinato de dietilo	200000,00	1260,00	1261,00	1259,00	1260,00	0,01
	Isovalerato de etilo	3,00	26,66	26,89	26,65	26,73	8,91
	Feniletanol	14000,00	16017,00	16017,23	1617,01	11217,08	0,80
	Alcohol bencílico	20000,00	50,57	50,87	50,23	50,56	0,00
	Acetato de bencilo	15000,00	nd	nd	nd	-	-
	Acetato de isoamilo	30,00	540,00	544,00	541,00	541,67	18,06
	Butirato de etilo	125,00	207,18	207,02	207,13	207,11	1,66
	Butirolactona	35000,00	5600,00	5601,00	5600,01	5600,34	0,16
	Decanoato de etilo	200,00	276,20	272,86	276,00	275,02	1,38
	Hexanoato de etilo	62,00	1079,85	1080,82	1079,00	1079,89	17,42
	Lactato de etilo	154000,00	28000,00	28000,02	28000,12	28000,05	0,18
	Octanoato de etilo	580,00	871,56	870,57	872,00	871,38	1,50
	Heptanoato de etilo	100,00	0,53	0,52	0,51	0,52	0,01
	Pelargonato de etilo	200,00	0,16	0,16	0,17	0,16	0,00
	Dodecanoato de etilo	1500,00	4,78	4,78	4,79	4,78	0,00
	Acetato de fenilo	100,00	nd	nd	nd	-	-
	Piruvato de etilo	200,00	nd	nd	nd	-	-
	1-pentanol	8000,00	34,44	34,45	34,67	34,56	0,00
1-heptanol	1000,00	6,36	6,38	6,33	6,36	0,01	
1-octanol	120,00	85,13	85,23	85,14	85,17	0,71	
AROMAS DE ENVEJECIMIENTO	Guayacol	9,50	1,89	1,90	1,88	1,89	0,20
	4-etilguayacol	33,00	0,15	0,14	0,16	0,15	0,00
	t-whiskylactona	790,00	0,19	0,19	0,18	0,19	0,00
	c-whiskylactona	67,00	nd	nd	nd	-	-
	Eugenol	500,00	0,65	0,58	0,40	0,54	0,00
	4-etilfenol	450,00	0,37	0,38	0,37	0,37	0,00
	Benzaldehido	2000,00	6,28	6,28	6,27	6,28	0,00
	γ -Nonalactona	30,00	6,27	6,23	6,32	6,27	0,21
	γ -Decalactona	88,00	1,98	2,11	1,97	2,02	0,02
	γ -Octalactona	400,00	nd	0,00	0,00	0,00	0,00
	γ -Undecalactona	5000,00	339,00	340,00	338,02	339,01	0,07
	γ -Dodecalactona	5000,00	1,12	1,15	1,13	1,13	0,00
	δ -Decalactona	386,00	nd	nd	nd	-	-
	Furfural	14000,00	22,88	22,90	21,99	22,59	0,00
	5-metilfurfural	20000,00	0,93	0,87	0,95	0,92	0,00
	Fenilacetaldhido	1,00	18,78	19,00	19,30	19,03	19,03
	4-Vinilfenol	1500,00	723,00	724,00	723,05	723,35	0,48
	4-vinilguayacol	380,00	1471,00	1413,76	1419,06	1434,61	3,78
	Etil-2-M-butanoato	18,70	nd	nd	nd	-	-

Tabla 32. Concentraciones de 70 compuestos odorantes mayoritarios y minoritarios analizados en el vino tinto base empleado en la validación de los modelos matemáticos PLS. En gris se identifican los compuestos con valores de aroma superiores a 1,0; (nd-no detectado).

	Compuesto	Umbral sensorial	Vino tinto validación PLS rep 1	Vino tinto validación PLS rep 2	Vino tinto validación PLS rep 3	Vino tinto validación PLS media	OAV Vino tinto validación PLS
AROMAS VARIETALES	Linalol	25,00	5,35	5,40	5,36	5,37	0,21
	Citronelol	100,00	9,62	9,70	9,64	9,65	0,10
	Geraniol	30,00	nd	nd	nd	-	-
	Terpeniol	250,00	1,38	1,40	1,41	1,40	0,01
	Ionona (α)	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ionona (β)	0,09	0,17	0,20	0,18	0,18	2,04
	Damascenona	0,05	2,11	2,12	2,12	2,12	42,33
	Nerol	400,00	-	nd	nd	-	-
	Eucaliptol	1,10	-	nd	nd	-	-
	Limoneno	200,00	0,63	0,60	0,65	0,63	0,00
AROMAS PRESENTATIVOS	1-hexanol	8,00	1644,94	1557,80	1546,54	1583,09	197,89
	3-hexanol	90,00	nd	nd	nd	-	-
	2-butanol	5,00	nd	nd	nd	-	-
	Hexanal	10000,00	nd	nd	nd	-	-
	c-2-hexen-1-ol	0,40	30,55	30,56	30,57	30,56	76,40
	c-3-hexen-1-ol	400,00	196,70	196,80	196,56	196,69	0,49
	t-2-hexen-1-ol	400,00	4,50	4,56	4,46	4,51	0,01
	t-3-hexen-1-ol	400,00	39,93	39,97	39,88	39,93	0,10
	E-2-hexenal	17,00	nd	nd	nd	-	-
	Ácido propiónico	8100,00	nd	nd	nd	-	-
AROMAS FERMENTATIVOS	Ácido butírico	173,00	1695,95	1697,40	1693,50	1695,62	9,80
	Ácido isobutírico	230,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ácido isovalérico	33,00	1544,50	1546,23	1543,21	1544,65	46,81
	Ácido valérico	100,00	nd	nd	nd	-	-
	Ácido hexanóico	420,00	7022,51	7023,45	7022,50	7022,82	16,72
	Ácido heptanóico	300,00	72,84	71,98	73,82	72,88	0,24
	Ácido octanóico	500,00	3378,17	3381,87	3357,01	3372,35	6,74
	Ácido decanóico	1000,00	1082,12	1081,23	1081,12	1081,49	1,08
	Ácido dodecanóico	1000,00	6,72	6,87	6,78	6,79	0,01
	Etilfenilacetato	250,00	79,21	79,1	79,32	79,27	0,32
	Acetato de hexilo	1500,00	5,74	7,05	5,81	6,20	0,00
	Succinato de dietilo	200000,00	9650,00	9651,00	9649,00	9650,00	0,05
	Isovalerato de etilo	3,00	11,41	10,98	11,89	11,43	3,81
	Feniletanol	14000,00	51,90	51,93	50,89	51,57	0,00
	Alcohol bencilo	20000,00	209,67	209,73	209,80	209,73	0,01
	Acetato de bencilo	15000,00	2,19	2,20	2,18	2,19	0,00
	Acetato de isoamilo	30,00	391,24	451,71	396,97	413,31	13,78
	Butirato de etilo	125,00	nd	nd	nd	-	-
	Butirolactona	35000,00	12190,00	12190,02	12190,03	12190,02	0,35
	Decanoato de etilo	200,00	120,41	119,57	121,50	120,49	0,60
	Hexanoato de etilo	62,00	493,61	493,71	493,60	493,64	7,96
	Lactato de etilo	154000,00	124950,00	124951,00	124949,00	124950,00	0,81
	Octanoato de etilo	580,00	484,37	484,98	484,24	484,53	0,84
	Heptanoato de etilo	100,00	0,66	0,67	0,65	0,66	0,01
	Pelargonato de etilo	200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Dodecanoato de etilo	1500,00	3,56	3,57	3,56	3,56	0,00
	Acetato de fenilo	100,00	nd	nd	nd	-	-
	Piruvato de etilo	200,00	nd	nd	nd	-	-
	1-pentanol	8000,00	49,05	49,34	49,00	49,13	0,01
	1-heptanol	1000,00	22,59	22,60	22,61	22,60	0,02
1-octanol	120,00	193,05	193,13	193,08	193,09	1,61	
AROMAS DE ENVEJECIMIENTO	Guayacol	9,50	4,88	4,87	4,88	4,88	0,51
	4-etilguayacol	33,00	0,40	0,43	0,40	0,41	0,01
	t-whiskylactona	790,00	2,46	2,47	2,46	2,46	0,00
	c-whiskylactona	67,00	5,41	5,40	5,39	5,40	0,08
	Eugenol	500,00	6,52	7,67	7,13	7,11	0,01
	4-etilfenol	450,00	1,23	1,23	1,24	1,23	0,00
	Benzaldehído	2000,00	6,51	6,50	6,51	6,51	0,00
	γ -Nonalactona	30,00	6,74	6,76	6,73	6,74	0,22
	γ -Decalactona	88,00	112,20	121,78	105,00	112,99	1,28
	γ -Octalactona	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	γ -Undecalactona	5000,00	247,35	248,12	246,02	247,16	0,05
	γ -Dodecalactona	5000,00	nd	nd	nd	-	-
	δ -Decalactona	386,00	nd	nd	nd	-	-
	Furfural	14000,00	81,21	83,20	80,20	81,54	0,01
	5-metilfurfural	20000,00	1,15	1,17	1,16	1,16	0,00
	Fenilacetaldehído	1,00	6,90	6,89	6,91	6,90	6,90
	4-vinilfenol	1500,00	643,06	645,07	643,04	643,72	0,43
	4-vinilguayacol	380,00	375,29	442,96	377,66	398,64	1,05
	Etil-2-M-butanoato	18,70	nd	nd	nd	-	-

Tabla 33. Parámetros enológicos analizados en el vino blanco base empleado en la validación de los modelos matemáticos PLS. (nd - no detectado).

Parámetro	Vino blanco rep 1	Vino blanco rep 2	Vino blanco rep 3	Vino blanco media
Grado alcohólico volumétrico adquirido (% vol.20°C ± 0,12) (<i>infrarrojo cercano, NIR</i>)	12,90	12,93	12,90	12,91
Acidez total (g Ác. Tartárico/l) (<i>titrimétrico</i>)	7,51	7,63	7,60	7,58
pH (20°C ± 0,02) (<i>potenciométrico OIV</i>)	3,13	3,15	3,13	3,14
Acido tartárico (g/l ± 0,4) (<i>enzimático, espectrof. UV-Visible</i>)	1,70	1,80	1,70	1,73
Glucosa + fructosa (g/l ± 0,1) (<i>enzimático, espectrof. UV-Visible</i>)	2,60	2,80	2,60	2,67
Acetaldehído (mg/l ± 4) (<i>enzimático, espectrof. UV-Visible</i>)	2,00	2,50	2,00	2,20
Magnesio (mg/l± 0,1) ICP-MS	39,00	38,00	40,00	39,00

Tabla 34. Parámetros enológicos analizados en el vino tinto base empleado en la validación de los modelos matemáticos PLS. (nd - no detectado).

Parámetro	Vino tinto rep 1	Vino tinto rep 2	Vino tinto rep 3	Vino tinto media
Grado alcohólico volumétrico adquirido (% vol.20°C ± 0,12) (<i>infrarrojo cercano, NIR</i>)	13,50	13,53	13,59	13,51
Acidez total (g Ác. Tartárico/L) (<i>titrimétrico</i>)	6,12	6,15	6,15	6,15
pH (20°C ± 0,02) (<i>potenciométrico OIV</i>)	3,68	3,67	3,67	3,67
Ácido Cítrico (mg/L ± 0,1) (<i>enzimático, espectrof. UV-Visible</i>)	73,0	75,0	73,0	73,7
Ácido Succínico (g/L ± 0,1) (<i>enzimático, espectrof. UV-Visible</i>)	0,23	0,21	0,23	0,22
Acetaldehído (mg/L ± 4) (<i>enzimático, espectrof. UV-Visible</i>)	7,0	7,0	7,3	7,10
Manganeso (mg/l± 0,1) ICP-MS	nd	nd	nd	nd

3.3.4.2 Evaluación de la influencia de las propiedades sensoriales olfativas incluidas en los modelos y el descriptor "mineralidad"

La primera de las fases de evaluación de la prueba olfativa consistió en señalar por parte de los catadores la copa diferente de las tres. El análisis de resultados se realizó siguiendo la metodología descrita en la norma ISO 4120:2004. Dicha metodología señala que una vez recopilados los datos se debe realizar una prueba de contraste de hipótesis mediante un test binomial para establecer si el panel de catadores fue capaz de establecer diferencias

significativas entre los dos vinos presentados. En dicha norma se encuentran el número mínimo de respuestas acertadas según el número de jueces participantes. Este número de respuestas necesarias (n) depende del intervalo de confianza al que se define las diferencias significativas (α),

La *tabla 35* muestra los resultados obtenidos por ambos paneles en relación a la prueba triangular de los compuestos/descriptores evaluados olfativamente, tanto en vino tinto como en blanco.

Tabla 35. Prueba olfativa triangular para ambos paneles (elaboradores y expertos). En negrita los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en cursiva aquellos con signo negativo. Marcado con una "x" el nivel de significación para cada puesto.

COMPUESTOS	VINO BLANCO						VINO TINTO					
	ENÓLOGOS			EXPERTOS			ENÓLOGOS			EXPERTOS		
	Validez de prueba triangular			Validez de prueba triangular			Validez de prueba triangular			Validez de prueba triangular		
	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%
	5	6	6	10	12	13	7	8	10	10	12	13
Ácido octanoico	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Decanoato de etilo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vegetal				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Oxidacion	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Alcohol isoamilico</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Fruta pasificada</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acetato isoamilo</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>4-M-4,4-M-2,2-pentanona</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Eugenol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vinilguayacol	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bencilmercaptano	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Empireumatico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acetato de etilo</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ácido isobutirico</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>γ-decalactona</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Roble</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

En el caso del vino blanco el panel de expertos fue capaz de identificar como diferente cada uno de los 16 puestos evaluados olfativamente con un nivel de confianza del 99,9%. Sin embargo, en el caso de los enólogos-elaboradores,

algunos compuestos/descriptores evaluados no fueron perceptibles a nivel olfativo. Este fue el caso de: alcohol isoamílico, acetato de isoamilo y ácido isobutírico. Con un 99,9% de confianza este panel identificó correctamente la copa dopada por los compuestos decanoato de etilo, eugenol, y los atributos oxidación, empireumático y roble. Por último, algunos compuestos y descriptores fueron identificados correctamente a un nivel de confianza del 95%, como el ácido octanoico, 4-M-4,4-M-2,2-pentanona, 4-vinilguayacol, bencilmercaptano, acetato de etilo, γ -decalactona y el descriptor fruta pasificada.

Por otra parte, las sesiones llevadas a cabo sobre vino tinto obtuvieron para la totalidad de los compuestos en ambos paneles de cata una identificación correcta con un nivel de confianza del 99,9%.

Por tanto, en 3 de las 4 sesiones de cata olfativa realizadas hubo una identificación con frecuencia muy elevada de los compuestos elegidos, lo que corrobora los criterios establecidos a la hora de elegir estos compuestos/descriptores. Como se explicó previamente, sólo los compuestos que superaran el umbral de percepción sensorial y que tuvieran valores de actividad de aroma mayores a 1 fueron elegidos como candidatos a formar parte de los modelos de regresión lineal por mínimos cuadrados parciales (PLS).

Tras contestar a la primera cuestión sobre la identificación mediante prueba triangular, se solicitó a los catadores si en alguno de los vinos modificados encontraban el atributo sensorial "mineralidad".

La *tabla 36* muestra los resultados obtenidos por ambos paneles en relación a la prueba triangular sobre la identificación del atributo "mineralidad" de los compuestos/descriptores evaluados olfativamente, tanto en vino tinto como en blanco.

Tabla 36. Prueba olfativa de validación de modelos PLS para ambos paneles de cata (elaboradores y no elaboradores). En negrita los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en cursiva aquellos con signo negativo. Marcado con una "x" el nivel de significación para cada compuesto/atributo.

COMPUESTOS	VINO BLANCO						VINO TINTO					
	ENÓLOGOS			EXPERTOS			ENÓLOGOS			EXPERTOS		
	Validez prueba mineral/antimineral			Validez prueba mineral/antimineral			Validez prueba mineral/antimineral			Validez prueba mineral/antimineral		
	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%
Ácido octanoico	x			x			x	x		x		
Decanoato de etilo	x	x	x	x			x	x		x		
Vegetal				x			x			x		
Oxidación												
<i>Alcohol isoamilico</i>												
<i>Fruta pasificada</i>				x			x					
<i>Acetato isoamilo</i>												
<i>4-M-4,4-M-2,2-pentanona</i>												
Eugenol	x	x	x									
Vinilguayacol	x			x			x			x		
Bencilmercaptano	x			x	x	x	x	x		x	x	x
Empireumático												
<i>Acetato de etilo</i>												
<i>Ácido isobutirico</i>												
<i>γ-decalactona</i>	x			x	x		x	x				
<i>Roble</i>												

La *figura 46* muestra la comparativa entre el nivel de consenso de ambos paneles respecto a los modelos PLS. Se observaron diferencias en la proporción de marcaje por ambos paneles en la fase de validación de compuestos de los modelos PLS, así el panel de enólogos-elaboradores tubo

una frecuencia de respuesta en esta segunda fase del 45% frente al 34% del panel formado por expertos no elaboradores de vino.

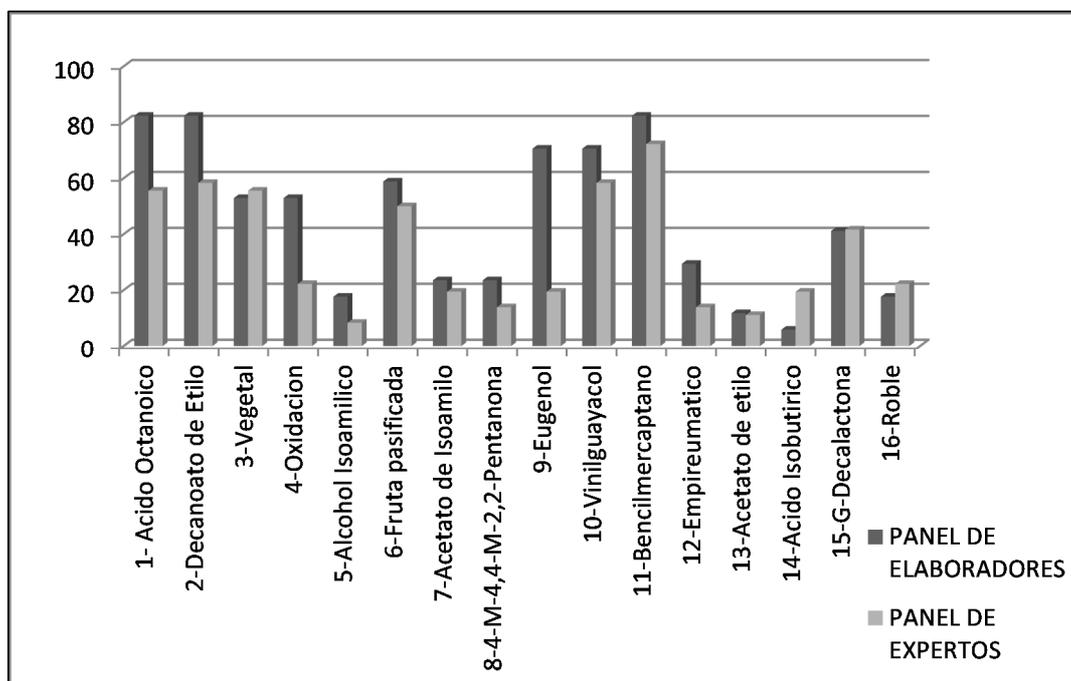


Figura 46. Comparativa de ambos paneles sobre el consenso en la validación de la hipótesis establecida para cada compuesto/descriptor constituyente de los modelos PLS.

Estos porcentajes pueden interpretarse como que el panel de enólogos-elaboradores encontró una mayor percepción del atributo "mineralidad" a nivel olfativo con la presencia de los compuestos/atributos que modificaban los vinos.

Sólo fueron dadas como válidas en esta fase las respuestas de aquellos catadores que hubieran marcado correctamente la primera fase de la prueba triangular. La *tabla 34* muestra los resultados de ambos paneles en la identificación de compuestos/descriptores que colaboran positiva o negativamente respecto al término "mineralidad". En **negrita** se encuentran los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en *cursiva* aquellos con signo negativo.

Pudimos establecer en este punto tres diferentes ordenes de coincidencia:

- 1- Compuestos que fueron marcados por ambos paneles, tanto en la sesión de vinos blancos como en la de tintos. Correspondientes a compuestos que habían sido identificados en las 4 sesiones de cata.
- 2- Compuestos que fueron marcados por ambos paneles, pero no en las dos matrices, sugiriendo que la complejidad de las mismas interería en su identificación como incentivador o inhibidor de la mineralidad.
- 3- Compuestos identificados por un sólo panel y en una sola matriz. Este tipo de situación correspondía a un menor grado de consenso, dado que no existía reproducibilidad en su identificación.

Según esta clasificación se puede decir que:

- El ácido octanoico, constituyente del aroma vinoso o "buffer" del vino, pertenecía al primero de los niveles establecidos, ya que fue identificado como promotor del atributo "mineralidad" en el panel de elaboradores con un 95% de confianza en vinos blancos y tintos. A su vez, el panel de expertos no elaboradores lo hizo con un 99% en vinos blancos y un 95% en vinos tintos.
- El decanoato de etilo, identificado por ambos paneles y en ambas matrices como potenciador de la mineralidad. Así en vinos blancos los enólogos lo marcaron con un 99,9% de confianza y los expertos no elaboradores con un 95%. La matriz del vino tinto hacía descender el nivel de confianza para ambos paneles en este compuesto hasta un 95%.
- El carácter vegetal, descriptor potenciador de la mineralidad, correspondía al segundo nivel de marcaje, dado que tan sólo había sido identificado en una de

las matrices por cada uno de los paneles. En el vino blanco sólo fue identificado por el panel de expertos no elaboradores y en el vino tinto por ambos paneles. En todos los casos el nivel de confianza encontrado fue del 95%.

- El atributo fruta pasificada correspondía también el segundo escalafón de coincidencia, dado que este descriptor fue encontrado como inhibidor de la mineralidad en el vino blanco por el panel de expertos y en el vino tinto por el de enólogos, siempre en un intervalo de confianza del 95%.

- El eugenol, compuesto de aroma a clavo (Morales, *et col.*; 2004), correspondía al tercer nivel de identificación, dado que sólo fue identificado como promotor de la mineralidad en el panel de enólogos, aunque con un grado de confianza muy alto (99,9%).

- El 4-vinilguayacol, compuesto de aromas tostados y balsámicos, correspondía al primer escalafón de elección, siendo identificado por ambos paneles y en las dos matrices con un 95% de confianza.

- El bencilmercaptano, tiol volátil de fuerte olor ahumado y tostado, se encontró fuertemente relacionado con la mineralidad por ambos paneles y matrices. Así los enólogos lo identificaron con un 95% de confianza en el vino blanco y con un 99,9% en el vino tinto. A su vez, los expertos no elaboradores lo hicieron con un 99% en el vino blanco y con un 99,9% en el vino tinto. Estudios previos realizados por Tomianga y colaboradores sugerían una relación de este compuesto también con otros atributos como el descriptor empireumático (2003).

- La γ -decalactona, con aroma de fruta pasificada e identificada como anti mineral, ya que su presencia contribuía de forma negativa a la identificación de un vino como mineral. Este compuesto fue identificado por ambos paneles como inhibidor de este descriptor. Los elaboradores lo marcaron en el vino blanco con un 95% de confianza y con un 99% en el vino tinto. Sin embargo, sólo fue identificado por los expertos no elaboradores en el vino blanco con un 99% de confianza.

3.3.4.3 Evaluación de la influencia de las propiedades sensoriales gustativas incluidas en los modelos y el descriptor "mineralidad"

Las respuestas obtenidas por los jueces sensoriales durante las 4 sesiones realizadas sobre la fase gustativa fueron evaluadas de manera similar al análisis realizado en la prueba olfativa. Las *tablas 37 y 38* muestran los resultados obtenidos por ambos paneles en relación a la prueba triangular de los compuestos/descriptores gustativos, tanto en blancos como en tintos respectivamente.

En el caso de los vinos blancos el panel de enólogos fue capaz de identificar como diferente tres de los cuatro parámetros evaluados con un nivel de confianza del 95%. En el caso del magnesio este compuesto no fue perceptible a nivel gustativo. Sin embargo, el panel de expertos no elaboradores fue capaz de evaluar correctamente la prueba triangular de todos los parámetros presentados en vino blanco con un 99,9% de confianza, tal y como puede apreciarse en la *tabla 37*.

Tabla 37. Prueba gustativa triangular de vinos blancos para ambos paneles (elaboradores y expertos). En negrita los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en cursiva aquellos con signo negativo. Marcado con una "x" el nivel de significación para cada puesto de cata.

	VINOS BLANCOS					
	ENÓLOGOS			EXPERTOS		
	Validez de prueba triangular			Validez de prueba triangular		
	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%
COMPUESTOS						
Ácido tartárico	x			x	x	x
Glucosa+ Fructosa	x			x	x	x
Magnesio				x	x	x
<i>pH</i>	x			x	x	x

Tras contestar a la primera pregunta sobre la identificación mediante prueba triangular, se solicitó a los catadores si en alguno de los vinos modificados eran capaces de encontrar el atributo sensorial "mineralidad" a nivel gustativo. Los catadores no fueron forzados a contestar en esta segunda pregunta, sólo debían hacerlo de forma voluntaria.

Al igual que lo encontrado en la fase olfativa hubo un mayor marcaje y consenso en la hipótesis planteada por los modelos PLS en el panel de enólogos frente al de expertos no elaboradores. La *figura 47* muestra la comparativa entre las respuestas ofrecidas por ambos paneles. Así el panel de enólogos elaboradores tubo una frecuencia de respuesta en esta segunda fase del 59% frente al 40% del panel formado por expertos no elaboradores.

Estos porcentajes, al igual que lo observado en la fase olfativa, pueden interpretarse como que el panel de enólogos elaboradores encontró una mayor relación frente a la mineralidad en base a sus conocimientos adquiridos con los compuestos presentados a nivel gustativo de la percepción del atributo "mineralidad".

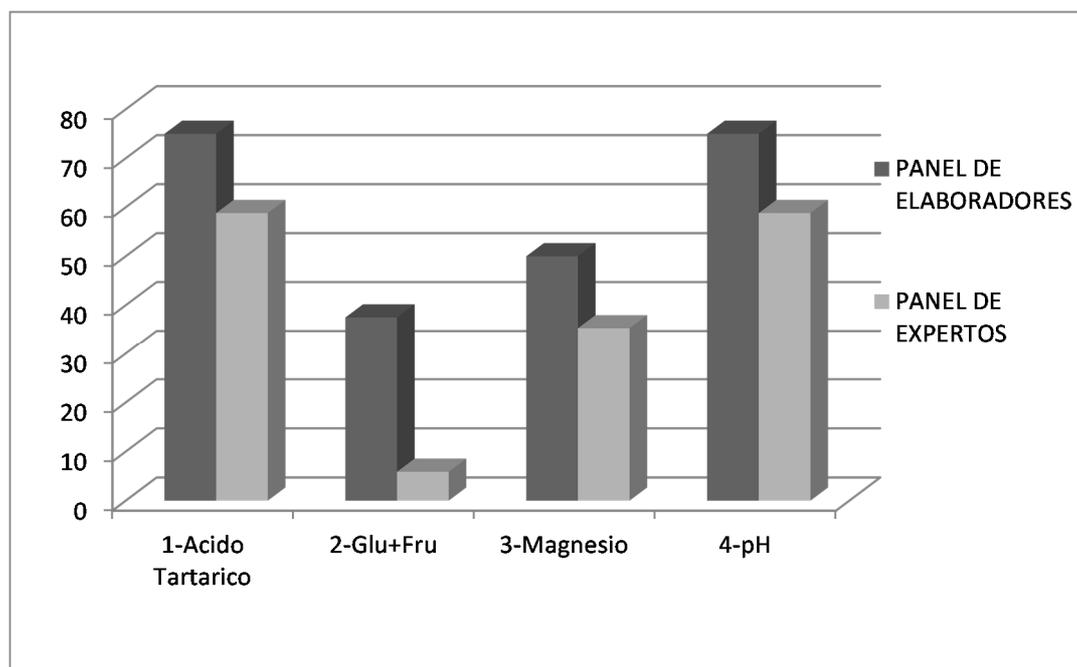


Figura 47. Comparativa de ambos paneles sobre el consenso en la validación de la hipótesis establecida para cada compuesto/descriptor constituyente de los modelos PLS en vinos blancos a nivel gustativo.

Igualmente a lo establecido en la fase olfativa, en la fase gustativa sólo fueron dadas como válidas las respuestas de aquellos catadores que marcaron correctamente la primera fase de la prueba triangular. Las *tablas 38 y 39* muestran los resultados de ambos paneles en la identificación de compuestos/descriptores que colaboran positiva o negativamente al término "mineral" para vinos blancos y tintos respectivamente. En **negrita** se encuentran los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en *cursiva* aquellos con signo negativo.

El ácido tartárico fue identificado por ambos paneles de cata como contribuyente de la mineralidad a nivel gustativo con un 95% de confianza. Por otra parte y con el mismo rango de confianza en ambos paneles, el parámetro pH contribuía de manera negativa. Conviene en este punto explicar que el pH

más básico contribuye negativamente a la mineralidad, lo que corrobora lo planteado por Parr y colaboradores (2015), donde se relacionan pH de menor valor con una mayor probabilidad de aparición del término "mineralidad".

Tabla 38. Prueba gustativa en vinos blancos de validación de modelos PLS para ambos paneles (elaboradores y expertos). En negrita los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en cursiva aquellos con signo negativo. Marcado con una "x" el nivel de significación para cada puesto de cata.

	VINOS BLANCOS					
	ENÓLOGOS			EXPERTOS		
	Validez prueba mineral/antimineral			Validez prueba mineral/antimineral		
	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%
COMPUESTOS						
Ácido tartárico	X			X		
Glucosa + Fructosa						
Magnesio						
<i>pH</i>	X			X		

Una vez estudiadas las respuestas obtenidas por los jueces sensoriales en vinos blancos, se analizaron los resultados para vinos tintos en su fase gustativa.

Como puede apreciarse en la *tabla 39*, el panel de enólogos fue capaz de identificar como diferentes los 6 parámetros gustativos evaluados con un nivel de confianza del 99,9% en todos los compuestos, excepto en el caso del alcohol (etanol), que fue identificado correctamente en la prueba triangular con un 99% de confianza.

Resultados similares obtuvo el panel de expertos no elaboradores, el cual también fue capaz de identificar correctamente en la prueba triangular todos los compuestos con un 99,9% de confianza, a excepción del tanino, donde este valor disminuyó hasta el 95%.

Se obtuvo por tanto, una mejor identificación a nivel gustativo de los compuestos/atributos en el caso del vino tinto frente a los estudiados en vino blanco.

Tabla 39. Prueba gustativa triangular de vinos tintos Resultados para ambos paneles (elaboradores y expertos). En negrita los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en cursiva aquellos con signo negativo. Marcado con una "x" el nivel de significación para cada puesto de cata.

COMPUESTOS	VINOS TINTOS					
	ENÓLOGOS			EXPERTOS		
	Validez de prueba triangular			Validez de prueba triangular		
Ácido succínico	x	x	x	x	x	x
Alcohol	x	x		x	x	x
Tanino	x	x	x	x	x	
<i>Manganeso</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Frescor</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Astringencia</i>	x	x	x	x	x	x

La *figura 48* muestra la comparativa entre el nivel de consenso frente a la hipótesis establecida en los modelos PLS, observándose diferencias entre los dos paneles. Así el panel de enólogos elaboradores tubo una frecuencia de respuesta en esta segunda fase del 25% frente al 19% del panel formado por expertos no elaboradores. Estos bajos porcentajes se podrían explicar por la dificultad de evaluar una matriz más compleja, como es el vino tinto frente al blanco, (Escudero, *et col.*; 2007).

A continuación se estudiaron las respuestas relacionadas con la promoción o inhibición de los parámetros modificados respecto a los modelos PLS propuestos. Como en anteriores ocasiones, sólo fueron dadas como válidas en esta fase las respuestas de aquellos catadores que hubieran marcado correctamente la primera pregunta de la fase de la prueba triangular. La *tabla 40* muestra los resultados de ambos paneles de cata en la identificación de

compuestos/descriptores que colaboraban positiva o negativamente al término "mineralidad". En **negrita** se encuentran los compuestos con signo positivo en el modelo PLS y en *cursiva* aquellos con signo negativo.

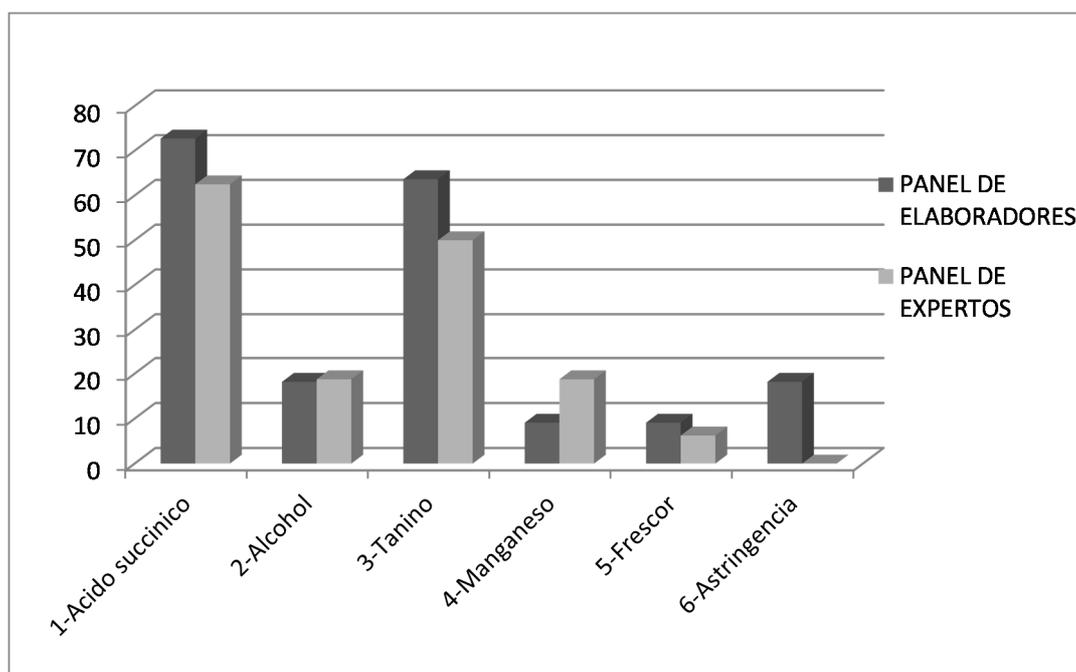


Figura 48. Comparativa de ambos paneles sobre el consenso en la validación de la hipótesis establecida para cada compuesto/descriptor constituyente de los modelos PLS en vinos tintos a nivel gustativo.

Corroborando lo encontrado por Baron y colaboradores (2012), el ácido succinico es descrito por ambos paneles como impulsor de la mineralidad con un 99,9% de confianza por el panel de enólogos y con un 95% por el panel de expertos no elaboradores. Este ácido orgánico proveniente del metabolismo fermentativo de las levaduras aporta un carácter salino en boca, el cual que ya había sido previamente descrito por su posible relación con el descriptor "mineralidad", (Baron *et col.*; 2012).

El caso del tanino es quizás mas controvertido dado que sólo se encuentra como promotor de la mineralidad en el caso del panel de elaboradores con un 99% de confianza.

Tabla 40. Prueba gustativa en vinos tintos de validación de modelos PLS para ambos paneles (elaboradores y expertos). En negrita los compuestos con signo positivo PLS y en cursiva aquellos con signo negativo. Marcado con una "x" el nivel de significación para cada puesto de cata.

	VINOS TINTOS					
	ENÓLOGOS			EXPERTOS		
	Validez prueba mineral/antimineral			Validez prueba mineral/antimineral		
	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%
COMPUESTOS						
Ácido succínico	x	x	x	x		
Alcohol						
Tanino	x	x				
<i>Manganeso</i>						
<i>Frescor</i>						
<i>Astringencia</i>						

3.3.4.4 Modelos PLS resultantes de la validación

Por último y teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir de la validación se establecieron los modelos de regresión de minimos cuadrados parciales (PLS) reteniendo los compuestos que habian obtenido al menos un nivel de confianza del 95% en la fase de validación. El modelo olfativo resultante para la mineralidad aromática en vinos blancos y tintos propuesto fue el siguiente:

$$\text{Mineralidad aromática} = 0,88 + 0,46 \cdot \text{Decanoato de etilo} + 0,04 \cdot \text{Ácido octanóico} + 0,024 \cdot \text{Bencilmercaptano} - 0,017 \cdot \gamma\text{-Decalactona} + 0,32 \cdot \text{Vegetal}$$

El modelo gustativo resultante para la mineralidad en boca en vinos blancos propuesto fue el siguiente:

$$\text{Mineralidad gustativa en vinos blancos} = 5,10 + 0,29 \cdot \text{Ácido tartárico} - 1,41 \cdot \text{pH}$$

El modelo gustativo resultante para la mineralidad en boca en vinos tintos propuesto fue el siguiente:

$$\text{Mineralidad gustativa en vinos tintos} = 2,823 + 1,34 \cdot \text{Ácido succínico} + 1,32 \cdot \text{Concentración de tanino}$$

3.4 CONCLUSIONES

De los resultados previamente descritos en este capítulo se muestran a continuación las conclusiones de los resultados obtenidos.

➤ RELACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE LOS VINOS Y EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD"

En esta fase del trabajo se definieron los atributos sensoriales mediante análisis sensorial descriptivo por dos paneles de cata, un panel de enólogos-elaboradores y un panel de profesionales no elaboradores. Para ello se emplearon 17 vinos, 11 vinos blancos y 6 vinos tintos, que previamente habían sido definidos por el sector en fichas de cata y revistas especializadas como vinos representantes del atributo "mineralidad".

Dentro de los vinos blancos se encontraban vinos de la variedad Riesling provenientes de climas fríos como la región de Mosela y Niederosterreich (baja Austria). Así como otras variedades como la Godello de diferentes denominaciones procedentes de Galicia o Sauvignon blanc de la zona del Valle del Loira. Todas ellas variedades y regiones atribuidas frecuente por el sector

como variedades y regiones con alta probabilidad de producir vinos "minerales".

En el caso de los vinos tintos elegidos se destacó la variedad de uva Syrah en regiones vitivinícolas correspondientes a la Denominación de Origen Monstsant y la parte suiza del valle del Ródano denominada Ródano Norte, que corresponde con el cantón de Valais.

La ficha de cata empleada en el análisis sensorial descriptivo inicial de los vinos se diseñó tomando como referencia la homologada por la OIV (Organización Internacional del Vino y la Viña), organismo intergubernamental por el que se rigen muchos concursos internacionales. En la ficha de cata se definieron varios descriptores del análisis sensorial con valoraciones que podían encontrarse en una escala del 0 al 5. La puntuación de 0 fue otorgada por los jueces sensoriales cuando no encontraron el atributo o defecto y la puntuación de 5 cuando se encontraba el descriptor en una alta intensidad. Se evaluaron las fases olfativa, gustativa y retronasal, eliminando la fase visual por carecer de implicación en el análisis del descriptor "mineralidad".

El número de descriptores con al menos un nivel de significatividad del 90% fue de 30 atributos (19 olfativos y 11 gustativos) en el panel de cata de profesionales no elaboradores. A su vez, el número de descriptores con al menos un nivel de significatividad del 90% fue de 44 atributos (18 olfativos y 26 gustativos) en el panel de cata formado por enólogos-elaboradores.

A nivel de los resultados de puntuaciones obtenidas en las sesiones de análisis sensorial descriptivo realizadas, ambos paneles coincidieron en darles las máximas puntuaciones de cata a los vinos del estudio a los atributos

empírico a nivel olfativo y cuerpo a nivel gustativo. Dejando a un lado las máximas puntuaciones, los atributos más discriminativos dentro de la totalidad de las muestras del estudio para ambos paneles fueron empírico y roble a nivel olfativo así como el término concentración de tanino a nivel gustativo.

Centrándonos en el atributo "mineralidad", ambos paneles de cata coincidieron en encontrar diferencias significativas en las muestras del estudio a nivel olfativo sobre dicho descriptor. Sin embargo, sólo el panel de la Rioja identificó significativamente diferencias en los vinos blancos y tintos del estudio para el atributo "mineralidad" gustativa. Por lo que el término "mineralidad" olfativa se evaluó tomando en conjunto los datos de todos los vinos empleados. A nivel olfativo ambos paneles identificaron dos vinos blancos: **Riesling 2009 Mosela Kabinett** y **Riesling 2009 Mosela Trocken** como los más minerales dentro de las muestras del estudio.

A nivel gustativo el atributo "mineralidad" sólo resultó ser identificado como significativo por el panel de elaboradores. Los jueces sensoriales de dicho panel en esta ocasión identificaron diferencias significativas a nivel del descriptor "mineralidad" gustativa tanto entre los vinos blancos como entre los vinos tintos evaluados por separado. El vino blanco: **Xarel.lo 2011 Penedés**, y el vino tinto **Garnacha Syrah 2011 Monstsant** fueron identificados por el panel de elaboradores como los más minerales a nivel gustativo dentro de las muestras del estudio.

➤ **RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS Y LOS GRADOS DE MINERALIDAD**

El aroma es uno de los factores más determinantes sobre el carácter y calidad de un vino. Los aromas de un vino consisten en la presencia de cientos de

compuestos volátiles en rangos de concentración que varían desde los mg/L hasta los ng/l. La percepción olfativa de dichos compuestos químicos varía considerablemente, provocando que el impacto olfativo de cada compuesto dependa de que su concentración se encuentre sobre el umbral olfativo del mismo. En este punto es donde se introduce el término de "valor de la actividad aromática" de un compuesto (OAV), sólo los compuestos aromáticos con OAV mayores en valor a 1 pueden ser percibidos por los sentidos a nivel aromático.

La contribución de cada compuesto aromático presente en los vinos del estudio se realizó mediante el análisis de un panel de 100 compuestos químicos odorantes. Los OAVs fueron calculados usando la ecuación: $OAV=c/t$, donde "c" fue la concentración total del compuesto y "t" el umbral olfativo (*odor threshold*), ambas concentraciones expresadas en $\mu\text{g/L}$. Sólo fueron considerados como compuestos con poder discriminante para la siguiente fase del estudio, aquellos compuestos cuyo OAV fuera mayor o igual a uno. El segundo criterio establecido para evaluar la totalidad de compuestos aromáticos analizados fue tomar como datos válidos dentro del estudio sólo aquellos compuestos que tuvieran una relación entre el valor de concentración máximo y el mínimo mayor a 2.

El resultado obtenido fue que sólo un 30% de los compuestos analizados fueron considerados como sensorialmente activos y por tanto seleccionados para seguir siendo parte de la posible huella química del atributo "mineralidad" a nivel olfativo.

Para analizar la contribución de cada uno de estos compuestos sensorialmente activos en las respuestas obtenidas por ambos paneles durante el análisis sensorial descriptivo se realizó un análisis de componentes principales. Los

vinos clasificados como minerales en la fase sensorial fueron proyectados en las componentes negativas de ambos ejes y resultaron definidos por compuestos como el ácido graso: octanoico. Los vinos más alejados del atributo "mineralidad" fueron definidos por compuestos más cercanos a notas de envejecimiento junto a la proyección de compuestos como la γ -decalactona, eugenol y 4-etilfenol que aportan todos ellos notas frutales de envejecimiento características de vinos tintos. Los vinos blancos más minerales aparecieron junto a la presencia de compuestos de aromas que aportan notas ahumadas o especiadas como en el caso del 4-etilguayacol.

➤ **MODELIZACIÓN DEL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS**

Dado que las puntuaciones de ambos paneles para los atributos de "mineralidad" olfativa y gustativa resultaron significativas, nuestra hipótesis planteaba que dentro de los compuestos sensorialmente activos seleccionados debían de encontrarse el/los compuesto/s químico/s que definieran la huella mineral de un vino. Para explicar dicho comportamiento se optó por usar la técnica estadística de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS), técnica de relación de variables introducida por Wold y extendida posteriormente al campo de la quimiometría por su hermano, (Wold, S., *et col.*; 1984). La regresión lineal múltiple ordinaria generalmente manipula variables controlables o fácilmente medibles para predecir el comportamiento de otras variables y es usual cuando las variables explicativas son pocas, cuando no existen problemas de multicolinealidad y cuando existe una relación clara entre las variables. Por otro lado, la regresión lineal múltiple se puede utilizar con

muchas variables explicativas, pero cuando el número de variables es demasiado grande se puede generar un modelo que ajuste muy bien los datos, pero que falla en la predicción de nuevos datos.

Para evitar este artefacto de la técnica se realizó primeramente un estudio de correlación para elegir aquellos compuestos químicos con poder discriminante suficiente. Se tomaron sólo en cuenta aquellos compuestos que mostraron una correlación significativa a un nivel de confianza del 90% con la mineralidad olfativa o gustativa en cada caso. Sólo aquellos compuestos y/o descriptores sensoriales con correlación significativa fueron incluidos en el modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales. A nivel olfativo se mantuvieron en el modelo inicial 7 compuestos químicos y 4 descriptores olfativos.

Una vez realizados los modelos que retuvieran la mayor calidad posible, se observó que los modelos matemáticos propuestos por ambos paneles coincidieron en indicar que la mineralidad aromática dependía de la presencia de aromas empíreumáticos y ácidos grasos con el ácido octanoico.

Así mismo, los modelos matemáticos desarrollados que explican el atributo "mineralidad" sugieren la relación del atributo con otros descriptores como las notas tostadas, vegetales u oxidadas. Se sugiere también una relación inversa entre los aromas frutales como el caracterizado en el modelo por el éster etílico de aroma a plátano del acetato de isoamilo. De la misma manera, los aromas a pegamento del acetato de etilo sustraen valor a la aparición de la mineralidad en los modelos matemáticos de ambos paneles.

El descriptor "mineralidad" gustativa fue estudiado independientemente para vinos blancos y tintos. Así en vinos blancos el modelo matemático de regresión

por mínimos cuadrados parciales propuso una relación positiva entre los niveles de acidez crecientes y la aparición del descriptor "mineralidad" a nivel gustativo.

En vinos tintos el modelo matemático propuesto para la "mineralidad" gustativa se encontraba relacionado con ácidos orgánicos de sabor salado, como el ácido succínico o el nivel de concentración de tanino, contrariamente a la sensación de frescor que repercute negativamente.

➤ **VALIDACIÓN DE LOS MODELOS PREDICTIVOS PROPUESTOS PARA EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS VINOS**

Para demostrar la influencia de los compuestos y atributos constitutivos de los modelos PLS sobre el descriptor "mineralidad" se diseñó una verificación de los mismos mediante análisis sensorial por prueba triangular en vinos reales modificados con cada uno de los parámetros de los modelos de regresión obtenidos por mínimos cuadrados parciales.

La validación de los modelos matemáticos a nivel olfativo coincidió en señalar por ambos paneles de cata (expertos y elaboradores) a tres compuestos químicos como potenciadores del descriptor "mineralidad": decanoato de etilo, éster etílico de ácidos grasos de aroma a cera o miel, ácido octanoico, ácido graso de cadena larga de aroma graso, (Catania, C. *et col.*; 2007) y bencilmercaptano, mercaptano polifuncional de aroma ahumado y tostado. (Mateo-Vivaracho, L. *et col.*; 2010).

A su vez, ambos paneles de cata (expertos y elaboradores) coincidieron en identificar durante la validación a un compuesto químico y un descriptor aromático como inhibidores del descriptor "mineralidad". Así la presencia de notas vegetales, como las provocadas por el alcohol orgánico 1-hexanol (Lopez, R. *et col.*; 1999) y en menor medida la presencia de la lactona: γ -decalactona, de aroma a melocotón (Lopez, R. *et col.*; 1999), disminuyen la posible puntuación como mineral de un vino durante un análisis sensorial descriptivo.

A nivel gustativo, en vinos blancos la validación de los modelos matemáticos coincidió en señalar por ambos paneles de cata (expertos y elaboradores) al ácido tartárico como potenciador de descriptor "mineralidad" en boca. Opuestamente, las disminuciones de acidez reflejadas en el modelo como aumentos de pH son contrarias a la aparición de dicho descriptor.

En vinos tintos la validación de los modelos matemáticos coincidió en señalar por ambos paneles de cata (expertos y elaboradores) la presencia del ácido succínico, ácido orgánico de sabor salado y proveniente del metabolismo fermentativo de la levadura y la presencia de taninos como potenciadores del descriptor "mineralidad" en boca.

**FACTORES EXTRÍNSECOS
EN LA PERCEPCIÓN
DEL DESCRIPTOR MINERALIDAD
EN EL VINO**



4. FACTORES EXTRINSECOS EN LA PERCEPCIÓN DEL DESCRIPTOR "MINERALIDAD" EN EL VINO

4.1 INTRODUCCIÓN

La falta de una definición realmente argumentada acerca del término "mineral" o "mineralidad" se ha convertido en el propio talón de Aquiles de este poderoso término. Aquí surge la división entre los que se definen como seguidores "pro-minerales" y que suelen coincidir con el perfil de los *pro-terroir*, contra los "anti-minerales", que a su vez suelen ser también escépticos con el mismísimo concepto "*terroir*". El argumento principal de los defensores del término "*pro-terroir*" radica en las características únicas que le confiere el suelo del viñedo al vino debido a la presencia de elementos minerales o metálicos de este, que terminan en el vino confiriéndole un carácter especial.

Mientras que en la primera parte del estudio nos hemos centrado en las características químicas o factores intrínsecos de vinos considerados como minerales, el segundo bloque experimental centra su atención en investigar la influencia de los factores extrínsecos, psicológicos y cognitivos del mismo.

Estudios previos ya han sugerido que la controversia de este término puede deberse a diferentes concepciones del mismo por parte de los catadores, (Rodrigues, H. *et col.*; 2015). Por tanto, diferentes grupos sociales de consumidores y entendidos estarían utilizando o entendiendo este término de manera muy distinta.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO SENSORIAL DE DIFERENTES COMPUESTOS QUÍMICOS EN VINOS MODELIZADOS SOBRE LA VERBALIZACIÓN DEL ATRIBUTO "MINERALIDAD"

4.2.1.1 Preparación de los vinos modelizados

Las muestras a evaluar consistieron en una base hidroalcohólica neutra que se distribuyó a lo largo de 16 puestos de cata. En cada uno de los puestos se presentaron 3 copas en las que 1 o 2 copas se habían modificado químicamente mediante la adición de uno o varios compuestos químicos determinados para evaluar su impacto frente al testigo.

En los 16 puestos de cata triangular se evaluó un compuesto o familia de compuestos distinto por cada uno de los dos paneles de cata (enólogos y expertos) según se detalla en la *tabla 41*.

Tabla 41. Compuestos químicos adicionados sobre una base hidroalcohólica presentados a los catadores.

Puesto	Compuesto/s adicionado/s	Puesto	Compuesto/s adicionado/s
1	Mezcla de compuestos	9	Dimetilsulfuro
2	Metales	10	pH bajo y alto SO ₂
3	Etilfenoles	11	Acidez total elevada
4	Ácido succínico	12	Compuestos azufrados
5	Acetato de isoamilo	13	Pirazinas
6	Butirato de etilo	14	Geosmina
7	Decanoato de etilo	15	Tioles
8	Succinato de etilo	16	m-Cresol

La elección de las concentraciones a las cuales se adicionó cada compuesto químico sobre la base hidroalcohólica se realizó tomando en cuenta la concentración media hallada en la caracterización química realizada en el

estudio previo desarrollado en el capítulo 3 sobre los 17 vinos que previamente se habían identificado por el sector con connotaciones "minerales".

A continuación se muestra la relación de cada puesto de cata y su composición química:

- Puesto nº 1: contenía una mezcla de todos los compuestos químicos añadidos en los puestos del número 2 al 16 en las concentraciones medias halladas previamente. Este puesto de cata fue diseñado partiendo del concepto ya mencionado por Hildegard y colaboradores (2014) sobre el cual la mineralidad podría tener su origen en un concepto multisensorial.
- Puesto nº 2: contenía la mezcla de una sal de hierro y cobre añadida al doble de concentración de los niveles medios de los vinos del estudio. Basándose en las teorías establecidas por diferentes prescriptores del mercado vitivinícola (Goode; 2012 y Harrop; 2015), el objetivo era evaluar individualmente la contribución de la concentración de metales a la mineralidad del vino.
- Puesto nº 3: se añadió una mezcla de los compuestos 4-etilfenol y 4-etilguayacol al doble de las concentraciones medias basándose en los resultados obtenidos por Ballester y colaboradores (2013) en el que un grupo de catadores asocian el término "mineralidad" a las notas animales.
- Puesto nº 4: contenía ácido succínico, ácido orgánico de sabor salino y según lo descrito por Baron y colaboradores (2012) en estrecha relación con el término "mineralidad".
- Puestos del nº 5 al 8: en cada uno de los puestos se añadió un compuesto químico responsable de diferentes aromas frutales. Según lo descrito por

Mcgee y Patterson (2007) el término "mineralidad" no se encuentra relacionado con aromas frutales, sino todo lo contrario.

- Puesto nº 10: se modificó la acidez hasta un pH de 3,0 y se adicionó metabisulfito potásico hasta obtener un nivel de dióxido de azufre libre de 30 mg/L. Los niveles de acidez altos, especialmente en vinos blancos, aparecen unidos al término "mineralidad" desde los orígenes del término (Goode, 2012 y Harrop; 2015).
- Puesto nº 11: para elaborar este puesto de cata se añadió ácido tartárico hasta obtener una acidez total igual a 7,3 g/L. Los valores altos de acidez total están relacionados con la mineralidad desde los orígenes de dicho término (Goode; 2012 y Harrop; 2015).
- Puesto nº 12: contenía una mezcla de tres compuestos responsables de aromas azufrados en el vino: etanotiol, dimetilsulfuro y mercaptoetanol; las concentraciones adicionadas se detallan en la *tabla 42*. Según lo expuesto por J.A. Green y colaboradores (2011), los estados reductivos del vino y la presencia de compuestos azufrados contribuyen positivamente a la mineralidad.
- Puesto nº 13: se presentó una muestra que contenía una mezcla de los compuestos denominados pirazinas: (IBMP)-2-isobutil-3-metoxipirazina y 2-isopropil-3-metoxipirazina (PMP). Las notas vegetales en el vino, como las proporcionadas por las pirazinas, ya fueron asociadas a la mineralidad según lo descrito por J. Ballester y colaboradores (2013).
- Puesto nº 14: contenía una modificación por adición del compuesto geosmina sobre la base hidroalcohólica. Este compuesto otorga aromas

a tierra mojada (Biernacka, P. *et col.*; 2009), la asociación del término "mineralidad" y tierra ya fue establecida por Rodrigues H. y colaboradores (2015).

- Puesto nº 15: contenía una mezcla de tres de los compuestos denominados tioles: 4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona, acetato de 3-mercaptohexilo y 3-mercaptohexanol, con olores a boj, maracuyá y pomelo respectivamente. Los mercaptanos poli funcionales adicionados de fuertes aromas frutales se adicionaron para corroborar lo establecido por Mcgee y Patterson (2007), afirmando que el término "mineralidad" no se encuentra fuertemente relacionado con aromas frutales.
- Puesto nº 16: contenía una adición del doble de la concentración media encontrada en los vinos del estudio del compuesto m-cresol. Dicho compuesto de aroma a cuero fue adicionado con el fin de corroborar lo establecido por Ballester y colaboradores (2013) en el que un grupo de la población asocian el término "mineralidad" a las notas animales.

En la *tabla 42* se muestran los compuestos químicos y las concentraciones adicionadas en cada puesto de cata presentados a ambos paneles de catadores.

Tabla 42. Concentraciones adicionadas de los compuestos químicos en los 16 puestos de cata sobre una base hidroalcohólica.

COMPUESTO	CONCENTRACIÓN	COMPUESTO	CONCENTRACIÓN
Geraniol	100 ng/L	IPMP-2-isopropil-3-metoxipirazina	24 ng/L
4-mercapto-4-4-metil-2-2 pentanona	16 ng/L	Dimetil sulfuro	193 µg/L
Acetato de 3-mercaptohexilo	24 ng/L	β-Metil octalactona cis	552,56 µg/L
3-mercaptohexanol	2,4 ng/L	β-Metil octalactona trans	387,76 µg/L
Acetato de isoamilo	10,0 µg/L	Etanotiol	3,8 µg/L
4-etil-fenol	100 µg/L	Mercaptoetanol	104 µg/L
4-etil-guayacol	50 µg/L	Furfural	514,8 µg/L
Succinato de etilo	4,1 g/L	Butirato de etilo	410 µg/L
m-Cresol	4,0 µg/L	β-Ionona	242 ng/L
Sal de cobre	450 µg/L	α-Ionona	320 ng/L
Sal de hierro	320 µg/L	Decanoato de etilo	120 µg/L
IBMP-2-isobutil-3-metoxipirazina	24 ng/L	Geosmina	41,2 ng/L

4.2.1.2 Evaluación sensorial

En el momento de la evaluación de las muestras se realizaron 2 catas triangulares a ciegas de los mismos vinos sintéticos en 2 sesiones bien diferenciadas (cata A y B). Una primera sesión (A) sin indicar ningún tipo de objetivo sobre la misma y una segunda sesión (B) de cata de las mismas muestras, pero induciendo a los catadores a encontrar y definir el término "mineral" en las muestras. De esta forma, se podía evaluar objetivamente si los catadores encontraban mineralidad en las muestras sin tener que indicárselo, y también tener en cuenta la parte psico-sensorial cuando se les invitaba a encontrar el término de forma inducida.

La primera sesión (Cata A) se diseñó siguiendo la metodología de cata triangular a ciegas realizándose 2 peticiones a los jueces sensoriales. En primer lugar se les pedía que identificaran la muestra diferente y en segundo

lugar, que se indicara la preferencia por alguna de las dos muestras presentes en cada puesto de cata.

En la segunda sesión (Cata B) se presentaron los mismos 16 vinos sintéticos pero en diferente orden, pero en esta ocasión, se indicó a los jueces sensoriales que debían encontrar el atributo "mineral" en algunas de las 2 muestras presentadas. Se les formularon además otras 2 preguntas: primero, que se identificara de nuevo la muestra diferente siguiendo la metodología de cata triangular; y segundo, que se indicara la muestra que a juicio del catador presentaba un mayor carácter mineral.

La base hidroalcohólica neutra que configuró la base de las muestras se preparó buscando la mayor similitud con un vino. Para ello, se adicionó hasta 12% de etanol sobre una base acuosa con una adición de 4,5 g/L de ácido tartárico y niveles de acidez ajustados a un pH de 3,75. Para las modificaciones químicas en los puestos de cata de la base hidroalcohólica se contó con una colección de patrones puros comerciales de al menos 95% de pureza.

La ficha de cata empleada se encuentra detallada en los *Anexos XIX-XXV*.

Los paneles de cata se constituyeron uno en Rioja (catadores enólogos elaboradores) y otro en Barcelona (catadores no elaboradores), formados por 20 y 23 jueces entrenados en el análisis sensorial respectivamente.

4.2.1.3 Impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados

La metodología utilizada en el análisis sensorial fue del tipo cata triangular, siendo esta una prueba discriminante. Las pruebas discriminantes representan una de las herramientas analíticas más útiles para el análisis sensorial, ya que

permiten encontrar diferencias significativas entre dos o más muestras y un patrón determinado utilizado como elemento de control. Todos los métodos o pruebas discriminantes pretenden responder a la misma pregunta: ¿son estos productos diferentes entre sí?

La característica de dicha prueba estriba en que al panelista se le presentan 3 muestras codificadas, 2 de ellas con el mismo vino, debiendo indicar el juez cuál de las 3 muestras es la diferente. La hipótesis de partida que se planteó para esta prueba, también llamada hipótesis nula, consistió en establecer que las muestras eran iguales.

4.2.1.4 Estudio de la percepción de la mineralidad en vino mediante generación de clústers por libre verbalización

Para evaluar como el concepto mineralidad era activado a nivel sensorial frente a diferentes compuestos químicos se elaboró una matriz de frecuencias de citación con los términos generados en la fase B de la cata.

Utilizando el software XLSTAT Addinsoft se realizó una clasificación ascendente jerárquica para constituir grupos de individuos similares (clases) para un conjunto de variables cualitativas binarias (0/1) como es el caso de presencia o ausencia de un descriptor. El desarrollo de esta técnica generó un tipo de gráfico denominado dendrograma el cual representa la manera con la que el algoritmo procede para reagrupar individuos y luego subgrupos.

4.2.2 INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTRINSECOS: PRECIO E INFORMACIÓN DE ETIQUETA EN LA UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO "MINERALIDAD" EN VINOS BLANCOS

4.2.2.1 Participantes en el estudio

El estudio se llevó a cabo en la sala de análisis sensorial de la Universidad de La Rioja. Para ello participaron 25 jueces de edades comprendidas entre 20 y 36 años (56% mujeres y 44% hombres) considerados como catadores semi-entrenados. Los participantes completaron de forma individual el cuestionario que se muestra en el *Anexo XXVI*.

4.2.2.2 Diseño de la ficha CATA (Check-All-That-Apply)

La ficha CATA desarrollada fue diseñada conteniendo 44 términos, 16 de ellos relacionados con el término mineralidad, 13 considerados como antónimos de dicho descriptor y 15 referentes a aspectos extrínsecos. La clasificación de los términos empleados se muestra en la *tabla 43*.

Los términos fueron ordenados de forma alfabética para no favorecer ningún tipo de disposición que promoviese asociaciones de ideas. Los jueces debían rellenar una ficha por cada una de las muestras catadas. En las mismas, indicaron su nombre, apellidos, edad y sexo.

La primera tarea que debían completar fue identificar en una escala desestructurada en qué grado relacionaban la muestra con el término "mineral". A continuación debían marcar con una "X" cada uno de los atributos que encontraran en el listado de los 44 términos disponibles de forma asociativa con los diferentes productos que iban catando durante la sesión.

Tabla 43. Términos contenidos en la ficha CATA (*Check-All-That-Apply*)

TÉRMINOS MINERALES	TÉRMINOS NO MINERALES	TÉRMINOS ABSTRACTOS
Acidez alta	Balsámico	Clima frío
Animal	Champiñón	Denominación de origen
Azufrado	Especiado	Elegante
Goma	Floral	Ordinario
Pizarra	Frescor	Pureza
Piedra de mechero	Fruta blanca	Sutil
Pólvora	Fruta cítrica/tropical	<i>Terroir</i>
Punta de lápiz	Fruta madura	Tradicional
Reducido	Frutos secos	Vino barato
Ahumado	Oxidado	Vino caro
Roca/piedra	Pastelería	Vino de mesa
Salino	Tostado	Exclusivo
Sílex/esquistos	Varietal	Moderno
Terroso		Tipicidad
Tiza/Yeso		
Vegetal		

4.2.2.3 Elección de las muestras

Para elegir los 2 vinos blancos representantes como ejemplo de vino mineral y no mineral en el estudio de factores extrínsecos (información contenida en la etiqueta y precio) se reclutó a un grupo de 5 expertos catadores para que en una sesión de cata seleccionasen 2, uno mineral y otro antimineral, entre 7 vinos blancos, 3 minerales: (SB15MNZ, R15MA, G15BES) y 4 opuestos al término "mineralidad" (GW16SES, GW15SES, SB15RES, T15MAR). Ver *tabla 44*.

Tabla 44. Vinos candidatos para el ejercicio CATA (*Check-All-That-Apply*).

CÓDIGO	VARIEDAD	AÑADA	REGIÓN	PAÍS
SB15MNZ	Sauvignon blanc	2015	Marlborough	Nueva Zelanda
R15MA	Riesling	2015	Mosela	Alemania
G15BES	Godello	2015	Bierzo	España
GW16SES	Gewurztraminer	2016	Somontano	España
GW15SES	Gewurztraminer	2015	Somontano	España
SB15RES	Sauvignon blanc	2015	Rueda	España
T15MAR	Torrontés	2015	Mendoza	Argentina

La muestra R15MA fue definida por los 5 catadores como de bajo potencial aromático, con aromas algo reducidos y en boca presentaba alta acidez, era por tanto adecuada como vino mineral. Por otra parte, la muestra SB15RES fue definida como un buen representante para el vino antimineral por su alta intensidad aromática, con notas en nariz de fruta cítrica y tropical.

4.2.2.4 Análisis de datos

Se construyó una tabla de contingencia binaria con los datos obtenidos por los 25 jueces sensoriales utilizando el software XLSTAT Addinsoft para realizar los análisis de datos del ensayo CATA (*Check All That Apply*) sobre la influencia de la información contenida en la etiqueta y el precio sobre la evaluación del descriptor "mineralidad". Un ensayo tipo *penalty* se realizó para cada una de las sesiones (etiqueta y precio) a fin de obtener el listado de los términos indispensables, prescindibles y beneficiosos para la activación sensorial espontánea del término "mineralidad" por parte de jueces.

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO SENSORIAL DE DIFERENTES COMPUESTOS EN VINOS MODELIZADOS SOBRE LA VERBALIZACIÓN DEL ATRIBUTO "MINERALIDAD"

Todos los puestos de cata fueron evaluados por los panelistas de manera olfativa, sin embargo, se pidió a los catadores que los puestos que contenían metales (puesto 2), ácido succínico (puesto 4), pH y dióxido de azufre modificados (puesto 10), acidez total modificada (puesto 11) y geosmina (puesto 14) fueran evaluados también a nivel gustativo. Asimismo, los puestos

que contenían los compuestos acetato de isoamilo (puesto 5), butirato de etilo (puesto 6), decanoato de etilo (puesto 7), succinato de etilo (puesto 8) y los tioles (puesto 15) fueron utilizados como controles negativos buscando la definición "antimineral" del vino.

El estudio tenía como objetivo ver la posible asociación de ciertos compuestos químicos sensorialmente relacionados con la mineralidad utilizada como atributo o descriptor en la cata de vinos.

4.3.1.1 Impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados por el panel de elaboradores y de expertos

Una vez recopilados los datos de ambas sesiones de cata se realizó una prueba de contraste de hipótesis mediante un test binomial para conocer si existían diferencias significativas. En la norma ISO 4120:2004 (*tabla 45*) se encuentran especificados el número de jueces necesarios para la realización de la prueba y el número mínimo de respuestas acertadas, para afirmar de esta forma que existen diferencias significativas. Según la mencionada norma, el número de respuestas correctas necesarias para concluir que existe una diferencia significativa depende del número n que se define como el número de jueces que participan en la prueba o número de respuestas totales.

Para el panel de La Rioja constituido por catadores enólogos, donde se contaba con 20 jueces según la norma ISO 4120:2004, el mínimo número de respuestas acertadas necesarias para determinar que existen diferencias significativas es de 11, 13 y 14 para los niveles de significación α de 0,05, 0,01 y 0,001 respectivamente, y por tanto a un nivel de confianza del 95, 99 y

99,9%. En el caso del panel de cata de Barcelona, constituido por profesionales no elaboradores formado por 23 jueces, el mínimo número de respuestas acertadas necesarias para determinar que existen diferencias significativas es de 12, 14 y 15 para los mismos niveles de significación α anteriormente mencionados.

Tabla 45. Número mínimo de respuestas correctas necesarias para concluir que hay diferencias significativas en una prueba triangular.

n	α					n	α				
	0,2	0,1	0,05	0,01	0,001		0,2	0,1	0,05	0,01	0,001
6	4	5	5	6	-	27	12	13	14	16	18
7	4	5	5	6	7	28	12	14	15	16	18
8	5	5	6	7	8	29	13	14	15	17	19
9	5	6	6	7	8	30	13	14	15	17	19
10	6	6	7	8	9	31	14	15	16	18	20
11	6	7	7	8	10	32	14	15	16	18	20
12	6	7	8	9	10	33	14	15	17	18	21
13	7	8	8	9	11	34	15	16	17	19	21
14	7	8	9	10	11	35	15	16	17	19	22
15	8	8	9	10	12	36	15	17	18	20	22
16	8	9	9	11	12	42	18	19	20	22	25
17	8	9	10	11	13	48	20	21	22	25	27
18	9	10	10	12	13	54	22	23	25	27	30
19	9	10	11	12	14	60	24	26	27	30	33
20	9	10	11	13	14	66	26	28	28	32	35
21	10	11	12	13	15	72	28	30	32	34	38
22	10	11	12	14	15	78	30	32	34	37	40
23	11	12	12	14	16	84	33	35	36	39	43
24	11	12	13	15	16	90	35	37	38	42	45
25	11	12	13	15	17	96	37	39	41	44	48
26	12	13	14	15	17	102	39	41	43	46	50

El panel de elaboradores-enólogos de la Rioja obtuvo un 62% de aciertos en la primera parte de las sesiones de cata y un 67% en la segunda fase de cata dirigida, tal y como se muestra en la *figura 49*. En la segunda fase de la cata los jueces del mismo panel fueron capaces de definir como mineral en un 67% aquellas muestras modificadas con los compuestos químicos evaluados, habiéndose tenido en cuenta únicamente aquellos puestos en los que al menos se obtuvo un nivel de significación del 95%. Los resultados se pueden observar en la *tabla 46* donde se representan los resultados globales de ambas sesiones de cata para el panel de elaboradores-enólogos.

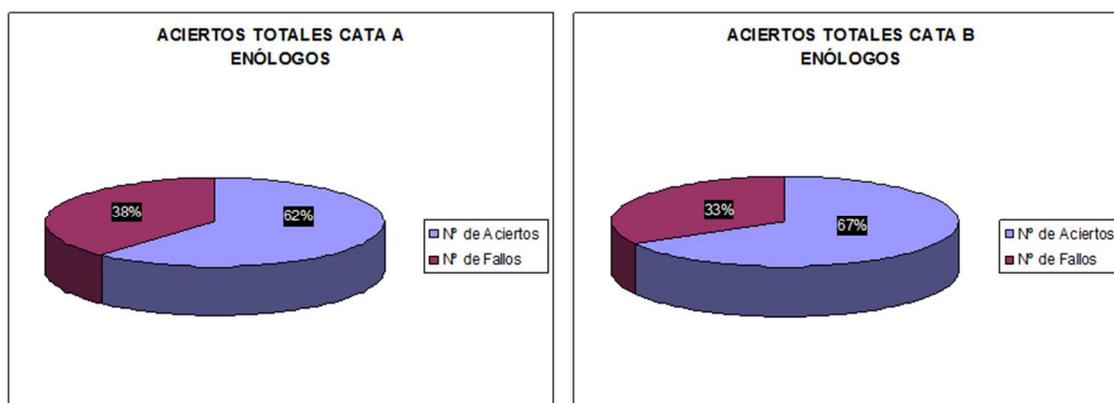


Figura 49. Porcentaje de acierto para las 2 sesiones de catas triangulares desarrolladas por el panel de catadores elaboradores-enólogos de La Rioja.

Para el panel de Barcelona, formado por profesionales del sector vitivinícola no elaboradores, se obtuvo un 65% de aciertos en la primera parte y un 69% en la segunda fase dirigida. En la segunda fase y siguiendo el mismo criterio que con el primero de los paneles, los jueces definieron acertadamente como minerales aquellas muestras modificadas en un 60%.

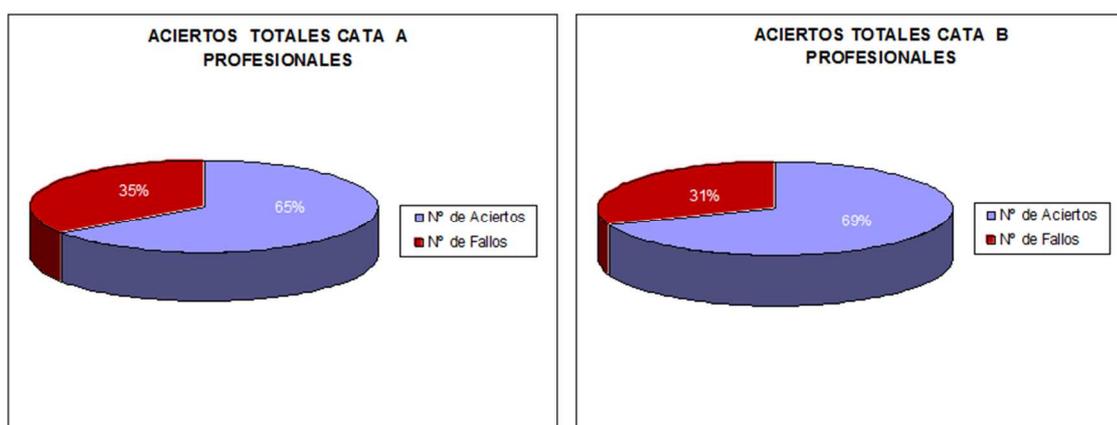


Figura 50. Porcentaje de acierto para las 2 sesiones de cata triangular desarrollada por el panel de profesionales no elaboradores de Barcelona.

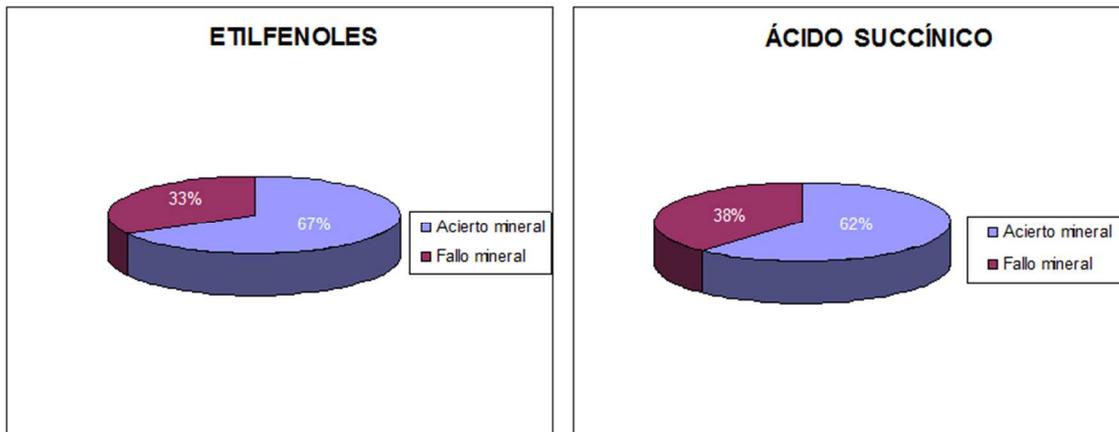


Figura 51. Porcentaje de aciertos de la fase B de la sesión de cata desarrollada por el panel de enólogos de La Rioja para los compuestos 4-etilfenol y 4-etilguayacol (gráfico izquierdo) y ácido succínico (gráfico derecho).

La *tabla 46* muestra los resultados estadísticos del panel de elaboradores-enólogos de La Rioja. En las tres primeras columnas se señalan marcados con una x los puestos de cata donde se encontraron diferencias significativas con niveles del 0,5, 0,01 y 0,001 en las fases de cata A y B. Las últimas tres columnas señalan los puestos encontrados con diferencias significativas para los mismos niveles con relación a la pregunta formulada a los catadores en la que se les pedía identificar la muestra más mineral. En **negrita** han sido señalados los compuestos utilizados como controles negativos o anti-minerales.

Según los resultados hallados en la cata del primero de los paneles, la presencia de ácido succínico y un pH bajo combinado con altos niveles de dióxido de azufre libre, están directamente relacionadas con el uso del término "mineralidad" con una probabilidad del 95%. La presencia de etilfenoles, m-cresol y metales obtienen una significación de un 99% para relacionarse con la mineralidad en vino.

Tabla 46. En la columna de la izquierda y en negrita están los compuestos evaluados con una relación inversa a la mineralidad. En la siguiente columna marcados con una x los puestos de cata encontrados significativos para los niveles 0,5, 0,01 y 0,001 en la sesión de cata A. En la tercera columna marcados con una x los puestos encontrados como significativos para los niveles 0,5, 0,01 y 0,001 en la sesión de cata B. La cuarta columna señala los puestos encontrados con diferencias significativas frente a la muestra modificada como la más mineral. (Panel de elaboradores-enólogos de La Rioja).

PUESTO	COMPUESTO	SESIÓN A			SESIÓN B			MINERALIDAD		
		α 0,05	α 0,01	α 0,001	α 0,05	α 0,01	α 0,001	α 0,05	α 0,01	α 0,001
Puesto 1	Mezcla de compuestos	X	X	X	X	X	X			
Puesto 2	Metales	X	X	X				X	X	
Puesto 3	Etilfenoles				X	X	X	X	X	
Puesto 4	Acido succínico	X						X		
Puesto 5	Acetato de isoamilo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puesto 6	Butirato de etilo	X	X	X	X	X	X			
Puesto 7	Decanoato de etilo				X					
Puesto 8	Succinato de etilo									
Puesto 9	Dimetil sulfuro									
Puesto 10	pH y SO ₂ modificados				X	X		X		
Puesto 11	Acidez total modificada									
Puesto 12	Compuestos azufrados									
Puesto 13	Pirazinas	X			X					
Puesto 14	Geosmina	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puesto 15	Tioles	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puesto 16	m-Cresol	X	X	X	X	X	X	X	X	

Por último, con la misma probabilidad, aparece el compuesto geosmina. Asimismo, la presencia de acetato de isoamilo y los tioles está indirectamente relacionados en un 99,9% con la aparición del término "mineralidad" para el panel de enólogos-elaboradores de La Rioja, pero se podría decir que tienen un efecto algo ambiguo en este sentido, ya que el panel de cata de profesionales no elaboradores de Barcelona no relacionó el acetato de isoamilo con la mineralidad, pero sí lo hizo, aunque en menor grado con los tioles.

En la *tabla 47* se muestran los resultados estadísticos del panel de profesionales no elaboradores de Barcelona.

Tabla 47. En la columna de la izquierda y en negrita los compuestos evaluados con una relación inversa a la mineralidad. En la siguiente columna marcados con una x los puestos de cata significativos para los niveles 0,5, 0,01 y 0,001 en la sesión de cata A. La tercera columna marcados con una x los puestos de significativos para los niveles 0,5, 0,01 y 0,001 en la sesión de cata B. La cuarta columna señala los puestos encontrados con diferencias significativas frente a la muestra modificada como la más mineral. (Panel de profesionales no elaboradores de Barcelona).

PUESTO	COMPUESTO	SESIÓN A			SESIÓN B			MINERALIDAD		
		α 0,05	α 0,01	α 0,001	α 0,05	α 0,01	α 0,001	α 0,05	α 0,01	α 0,001
Puesto 1	Mezcla de compuestos	X	X	X	X	X	X			
Puesto 2	Metales									
Puesto 3	Etilfenoles	X	X	X	X	X	X	X		
Puesto 4	Acido succínico									
Puesto 5	Acetato de isoamilo	X	X		X	X	X			
Puesto 6	Butirato de etilo	X	X		X	X	X			
Puesto 7	Decanoato de etilo				X			X		
Puesto 8	Succinato de etilo									
Puesto 9	Dimetil sulfuro									
Puesto 10	pH y SO ₂ modificados	X			X	X		X	X	X
Puesto 11	Acidez total modificada	X						X	X	X
Puesto 12	Compuestos azufrados	X	X	X	X			X		
Puesto 13	Pirazinas	X	X	X	X	X	X			
Puesto 14	Geosmina	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puesto 15	Tioles	X	X	X	X	X	X	X	X	
Puesto 16	m-Cresol	X	X	X	X	X	X			

En esta ocasión, los compuestos denominados azufrados: etanotiol, dimetilsulfuro y mercaptoetanol mostraron estar relacionados con un 95% de probabilidad con el término "mineralidad", al igual que los compuestos 4-etilfenol y 4 etilguayacol de aromas a cuero, aunque estos compuestos sólo se relacionaban con la mineralidad durante la cata inducida (B), no durante la cata espontánea (A). Igual que en el caso de los vinos sintéticos modificados con pH bajo y sulfuroso elevado.

Según las respuestas obtenidas por el panel de cata de profesionales no elaboradores, la presencia de los tioles: 4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona, acetato de 3-mercaptohexilo y 3-mercaptohexanol está inversamente

relacionada en un 99% con la aparición del término "mineralidad" y se podrían definir como no minerales.

Por último y al igual que en los resultados obtenidos por el panel de elaboradores, un pH bajo combinado con altos niveles de dióxido de azufre libre y el compuesto geosmina están directamente relacionados con el uso del término "mineralidad" con un 99,9% de probabilidad.

De forma sorprendente y al contrario de lo expuesto por el panel de cata formado por elaboradores, este panel no relaciona el acetato de isoamilo con el término "mineralidad", aunque sí coinciden respecto a los tioles.

Al igual que ocurría en la sesión de cata de vinos sintéticos modificados del panel de enólogos elaboradores con etilfenoles, el pH modificado con valores bajos y el sulfuroso en rangos elevados, estos sólo alcanzaban niveles de significancia suficientes en la cata inducida (B). Este panel de cata mostró el mismo efecto para el decanoato de etilo.

Globalmente se observó un alto porcentaje de aciertos por parte de ambos paneles de cata triangular en las sesiones A y B. Cabe destacar la gran similitud del porcentaje de aciertos obtenidos por ambos paneles, lo que aporta credibilidad por su parte; así el panel de elaboradores acertó un 62% en la sesión A y el panel de profesionales no elaboradores un 65%. La misma situación se produce en las sesiones B de cata dirigidas hacia el descriptor "mineralidad". Ambos paneles mostraron aún un mayor porcentaje de aciertos y con gran similitud entre ambos, logrando un 67% los enólogos y un 69% los profesionales no elaboradores.

➤ Fase aromática: el análisis estadístico de los resultados de ambos paneles reveló que ambos grupos de catadores coincidieron en seleccionar de manera estadísticamente significativa, al menos con un nivel de confianza del 95% o superior, los compuestos 4-etilfenol, 4-etilguayacol, etanotiol, dimetilsulfuro y mercaptoetanol y la geosmina con una relación directa entre su presencia y el uso del término "mineral". La misma situación se produjo cuando los niveles de pH fueron disminuidos hasta un valor de 3 y la concentración de dióxido de azufre libre fue aumentada hasta 30 mg/L.

Determinados compuestos mostraron un perfil que se alejaba absolutamente de la interpretación de mineralidad. Ambos paneles de cata fueron también coincidentes en señalar una relación antimineral con la presencia de los tioles: 4-mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona, acetato de 3-mercaptohexilo y 3-mercaptohexanol. Por otra parte, analizando los resultados de cada panel de manera independiente, el panel de enólogos localizó de manera significativa un mayor número de compuestos que se relacionaban con el término "mineralidad". Así, además de los previamente mencionados y con una significación de al menos el 95% de confianza, el panel de profesionales no elaboradores identificaron el ácido succínico, m-cresol y los metales de cobre y hierro, además de una alta acidez total en relación con el término "mineralidad". Esta concordancia de aciertos entre ambos paneles indica una posible relación de los los compuestos previamente mencionados con la huella mineral de un vino.

Tabla 48. Compuestos relacionados con la percepción de mineralidad.

PERCEPCIÓN DE MINERALIDAD AROMÁTICA
m-cresol
Etilfenoles: 4-etilfenol y 4-etilguayacol
Compuestos azufrados (reducción): etanotiol, dimetilsulfuro, mercaptoetanol
pH bajo y SO ₂ libre (30 mg/l)
Geosmina

Tabla 49. Compuestos relacionados con la percepción opuesta a la mineralidad.

PERCEPCIÓN DE ANTIMINERALIDAD AROMÁTICA
Butirato de etilo
Decanoato de etilo
Succinato de etilo
Tioles: mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona, acetato de 3-mercaptohexilo, 3-mercaptohexanol
Acetato de isoamilo (Sólo cierto para el panel de cata de profesionales no elaboradores, ya que el panel de enólogos-elaboradores lo identificó como mineral)

➤ Fase gustativa: al analizar los resultados obtenidos, se observó que había ciertos compuestos con relevancia significativa para alguno de los dos paneles, como son el ácido succínico, los metales y las modificaciones de pH y dióxido de azufre libre, que fueron evaluados por los paneles como minerales.

Tabla 50. Compuestos relacionados con la percepción de mineralidad.

PERCEPCIÓN DE MINERALIDAD GUSTATIVA
Ácido succínico
Modificaciones de pH
Dióxido de azufre
Metales (cobre y hierro)
Acidez total elevada

Por tanto, los resultados indican que la componente olfativa y gustativa contribuyen al uso del término "mineralidad" y muy probablemente bajo un efecto de sinergia entre compuestos.

Los resultados preliminares parecen apuntar a que la relación del *terroir* y el concepto mineral en vinos no están estréchamente relacionados con los niveles

de minerales presentes en la composición química del vino, al menos como único factor directamente vinculado, existiendo otros compuestos también ligados a este término con un efecto relevante. Esta afirmación contrasta con la creencia popular de que son las características del suelo donde crecen las vides y las uvas las que aportan el carácter mineral del vino.

4.3.1.2 Estudio de la percepción de la mineralidad en vino mediante generación de clústers por libre verbalización

Se realizó una recopilación de los términos lingüísticos utilizados por los catadores de ambos paneles y obtenidos durante las dos sesiones de cata triangular. Durante la primera fase, aquella no dirigida hacia el término mineralidad, se demandó a los jueces que describieran con un par de atributos las sensaciones olfativas y gustativas en cada puesto de cata evaluado. De la misma forma, se demandó lo mismo durante la segunda fase de la cata, que fue dirigida hacia elementos relacionados con la mineralidad.

Al comparar el tipo de atributos utilizados en ambas sesiones de cata, se observó que algunos jueces ya habían incluido el término "mineral" en la primera fase del estudio, aumentando la frecuencia del mismo en la segunda fase donde se indujo hacia la mineralidad. Además, se encontraron en ambos paneles descriptores que habitualmente acompañan al término "mineralidad" como tierra, empleado en varias ocasiones, calcáreo, yeso, alquitrán, salino o polvoriento.

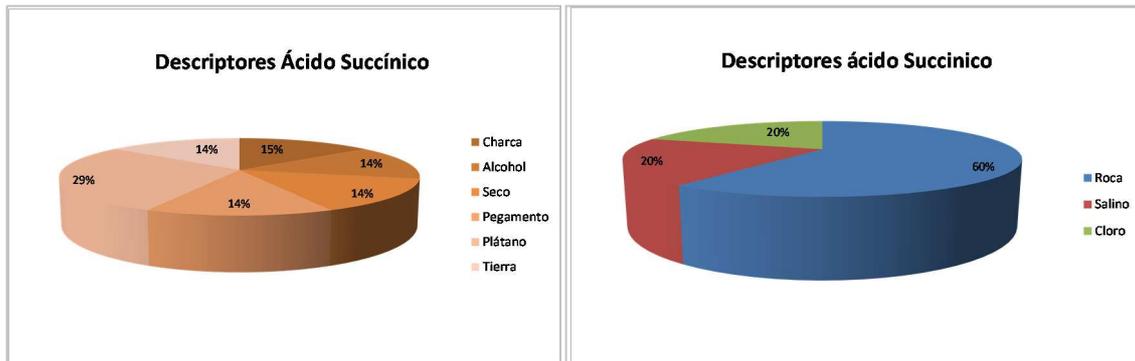


Figura 52. Descriptores para el succínico por el panel de cata de elaboradores durante la sesiones A (derecha) y B (izquierda).

A modo ilustrativo, en la *figura 52* se muestra una comparativa entre la fase A y B de cata para el ácido succínico. Se puede observar como durante la fase no dirigida hacia el concepto mineralidad ninguno de los jueces sensoriales utilizó términos lingüísticos que pudieran estar relacionados con el concepto mineral como: roca, arcilla o sílex. Sin embargo, en la segunda fase B, los jueces coincidían en señalar la misma muestra como mineral con un 60% de frecuencia y la respuesta más utilizada fue la palabra roca.

Los llamados métodos jerárquicos tienen por objetivo agrupar en clústers los individuos del estudio. Los métodos jerárquicos se subdividen en aglomerativos y disociativos. Los métodos aglomerativos, también conocidos como ascendentes, comienzan el análisis con tantos grupos como individuos haya. A partir de estas unidades iniciales se van formando grupos de forma ascendente hasta que al final del proceso todos los casos tratados están englobados en un mismo conglomerado. Los métodos disociativos, también llamados descendentes, constituyen el proceso inverso al anterior. Comienzan con un conglomerado que engloba a todos los casos tratados y a partir de este grupo inicial, a través de sucesivas divisiones, se van formando grupos cada vez más

pequeños. Al final del proceso se tienen tantas agrupaciones como casos han sido tratados.

En este trabajo se utilizó la clasificación ascendente jerárquica para constituir grupos de individuos similares (clases) para un conjunto de variables cualitativas binarias (0/1) como es el caso de presencia o ausencia de un descriptor. El desarrollo de esta técnica generó un tipo de gráfico denominado dendrograma el cual representa la manera con la que el algoritmo procede para reagrupar los individuos y luego los subgrupos. La línea de puntos representa el truncamiento y permite visualizar que grupos homogéneos fueron identificados. Ver *figura 53*.

4.3.1.3 Verbalización sobre vinos modelizados y generación de clústers por el panel de expertos de Barcelona

Para realizar un análisis de clusterización aglomerativa jerárquica se elaboró una tabla de contingencia con los datos de verbalización generados en la fase B de la cata con presencia o ausencia de términos relacionados con el descriptor "mineralidad". El panel generó un total de 36 términos. El dendrograma resultante mostró la generación de 5 grupos mayoritarios, que son los siguientes:

- Grupo caracterizado por la palabra piedra.
- Grupo caracterizado por la palabra tierra.
- Grupo que relacionaba el descriptor "mineralidad" con términos como los ahumados, carbón y madera.
- Grupo definido con la palabra azufrado.

- Grupo que asocia el término "mineralidad" con sensaciones metálicas.

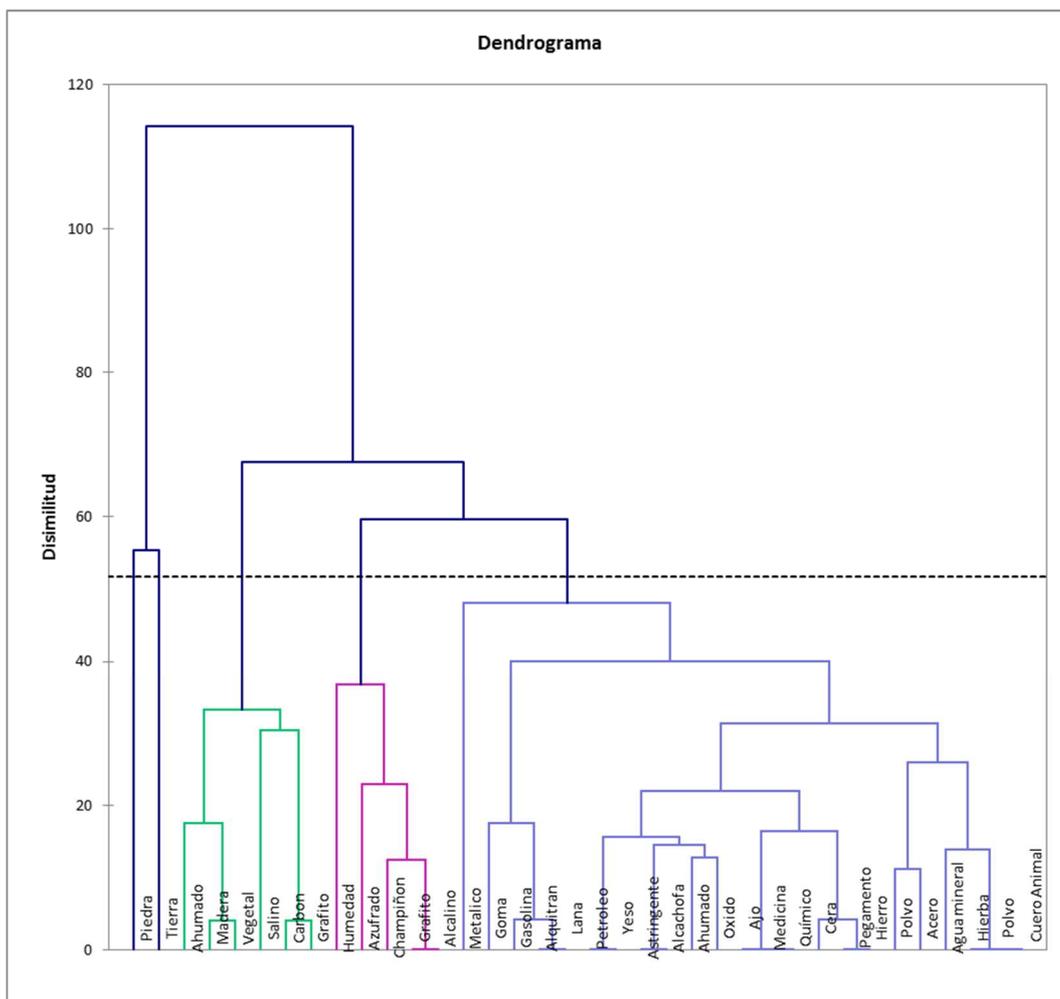


Figura 53. Clusterización Aglomerativa Jerárquica de los términos generados en la fase de cata B por el panel de expertos con relación al término "mineralidad".

La existencia de catadores que relacionaban principalmente el descriptor "mineralidad" con términos como piedra o con el suelo ya fue descrita por Deneluin *et col.* (2016) y Rodrigues *et col.* (2015). La asociación entre el término "mineralidad" y los estados reductivos o anóxicos producidos por cierres de rosca no es un concepto nuevo para los expertos del sector del vino, por lo que no sorprende que uno de los clústeres generados por el panel de expertos fuera el caracterizado por la palabra azufrado o reducido.

Tan sólo uno de los grupos de catadores estableció relaciones entre el término "mineralidad" y las sensaciones metálicas. Es posible por tanto que los expertos del sector no clasifiquen el término "mineralidad" como un aroma y/o sabor metálico, sino que lo relacionen con factores extrínsecos proporcionados por la información de la etiqueta o su procedencia asociándolo al concepto *terroir*.

4.3.1.4 Verbalización sobre vinos modelizados y generación de clústers por el panel de enólogos-elaboradores de La Rioja

Al igual que el análisis de datos realizado para el panel de expertos de Barcelona, se realizó un análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica para los datos obtenidos en la cata B por el panel de enólogos-elaboradores procedente de La Rioja. Para ello, se realizó una tabla de contingencia obteniéndose un total de 26 términos.

Al igual que lo sucedido con el panel de expertos el dendrograma mostró la generación de cinco clúster mayoritarios:

- Grupo caracterizado por la palabra tierra.
- Grupo cuyos términos mayoritarios fueron piedra o roca.
- Grupo definido con la palabra azufrado.
- Grupo que englobaba términos como animal, *Brettanomyces*, establo o sudor de caballo.
- Grupo que abarcaba una miscelánea de términos como yeso, tiza, ladrillo o arcilla.

Al igual que lo encontrado en los resultados del panel de cata de expertos de Barcelona, volvieron a aparecer las asociaciones del término "mineralidad" con términos como piedra y suelo. Las definiciones de los catadores incluyeron las características principales descritas por Casamayor (2013), así como las habituales subclases de los términos azufrados, salinidad y agua de mar, lo que parece corroborar que no existe un único concepto del término.

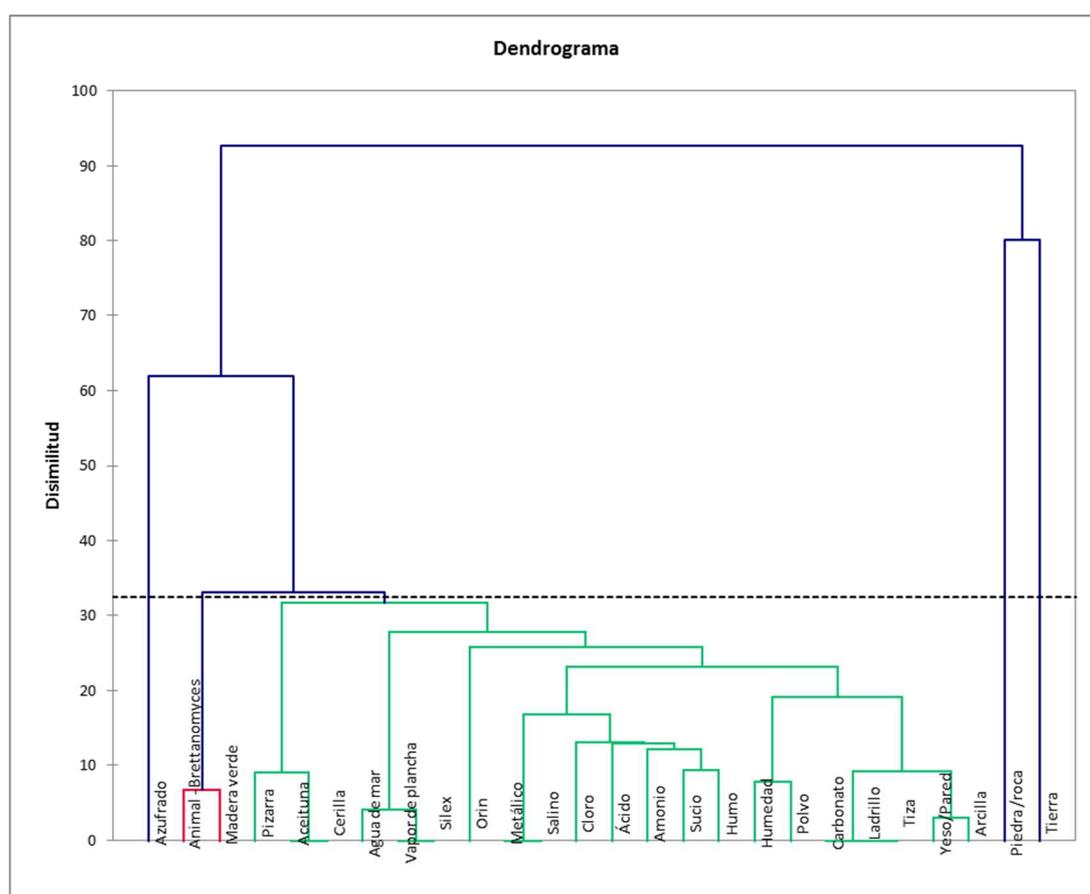


Figura 54. Clusterización Aglomerativa Jerárquica de los términos generados en la fase de cata B por el panel de elaboradores con relación al término "mineralidad".

Los dos paneles empleados en el presente estudio se eligieron partiendo de las posibles diferencias de concepción que pudieran existir para este término, desde el sector técnico de elaboradores al de expertos no elaboradores. Sin embargo, llama la atención que los resultados de clusterización aglomerativa

en ambos paneles muestren un consenso en la percepción del término "mineralidad", dado que 4 de los 5 grupos del clúster son coincidentes.

Los resultados del análisis sensorial mediante cata a ciegas, dirigidas y no dirigidas hacia la percepción de este término, muestran que una parte de su uso se debe a situaciones de familiaridad con el término, debido a que hubo cambios evidentes en el tipo de descriptores que los catadores emplearon en ambas sesiones de cata, apareciendo en la fase dirigida términos como olor a piedra, cantos rodados o sílex, que previamente no habían sido mencionados. Dicha familiaridad está relacionada con la experiencia cultural de los catadores y es por tanto un proceso de construcción cognitiva influenciada por el aprendizaje y la experiencia.

Por otra parte, los dos paneles incluyeron espontáneamente términos lingüísticos que pudieron relacionarse con el descriptor "mineralidad" en la fase de cata a ciegas no dirigida hacia la mineralidad (fase A), como tierra, terroso, yeso, cal, saino, polvo y alquitrán. Si bien es cierto que la aparición de términos más definidos como los de roca, pizarra o canto rodado sólo aparecieron en la segunda sesión (fase B). Esto puede ser debido a que el descriptor "mineralidad" es más bien el resultado de una mezcla de compuestos que a elementos simples o individuales.

Es importante por otra parte, añadir la relevancia que cobra la subjetividad en la percepción de la mineralidad de forma directa o indirecta. Así, los catadores parecen haber aprendido en el tiempo en el que este término se ha afincado en el sector, que los descriptores lingüísticos a emplear son aquellos relacionados con las piedras, la tierra o incluso con la sensación salobre del agua del mar.

Además, la propia marca comercial y su peso sobre el mercado puede ya estar vinculando sensorialmente el producto al término "mineral" gracias a su carga mediática.

4.3.2 INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTRÍNECOS: PRECIO E INFORMACIÓN DE ETIQUETA EN LA UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO "MINERALIDAD" EN VINOS BLANCOS

Los atributos que definen un vino pueden dividirse en intrínsecos y extrínsecos. Los primeros son descritos como aquellos inherentes al producto, mientras que los atributos extrínsecos son aquellos que pueden ser cambiados sin modificar la naturaleza del producto y no forman parte física de él. Los atributos extrínsecos más comunes son la marca, la información de la etiqueta y el precio entre otros.

El descriptor "mineralidad" se ha asociado frecuentemente a factores extrínsecos como elevados precios, la Denominación de Origen, clima, región de producción y variedades de uva empleadas. El acceso a estas iiinformaciones puede contribuir a la utilización de dicho término a la hora de describir un vino.

Para conocer la fortaleza de las características tanto sensoriales como algunas propiedades extrínsecas a la hora de definir un vino como mineral, se desarrolló un ejercicio tipo CATA (*Check-All-That-Apply*) en dos fases, que se corresponden a los siguientes objetivos:

- Explorar el efecto de la información contenida en la etiqueta (variedad de uva, denominación de origen, etc.).

- Explorar el efecto del precio del vino.

La técnica denominada CATA (*Check All That Apply*) es una metodología con gran potencial que ha sido ampliamente utilizada en el análisis sensorial y *marketing* en el campo de la alimentación. Sin embargo no existen muchas referencias previas del uso de dicha metodología en análisis sensorial de vinos.

Esta metodología emplea consumidores para la identificación de las características que tiene un producto concreto mediante la elección de atributos cuantitativos y cualitativos en un formulario, marcando todo aquello aplicable al producto.

Estas características o atributos pueden ser términos sencillos o incluso frases, también pueden tratarse de características sensoriales y/o hedónicas e incluso cualquier propiedad extrínseca del producto en cuestión, como por ejemplo los siguientes:

- Atributos sensoriales (muy dulce, salado, etc.).
- Términos hedónicos (bueno, desagradable, etc.).
- Términos no sensoriales (es de buena calidad, es de la marca X, etc.),
- Términos relativos a conceptos (es un producto bueno para...)
- Términos relativos a ocasiones de uso (producto para consumir en...).

Mediante un análisis estadístico adecuado se obtiene un mapa factorial en el que se representan los productos y todas sus características asociadas a los mismos. Esta técnica permite por tanto conocer cuáles son las características, tanto sensoriales como de otra índole, que el consumidor asocia a un producto,

así como las características sensoriales preferidas por parte de los consumidores en un imaginario o bien definido producto ideal.

En base a lo previamente expuesto, los ensayos CATA presentan una serie de ventajas muy claras:

- Es una metodología intuitiva y fácil de utilizar por consumidores y paneles semi-entrenados.
- Permite hacer cuestionarios en los que se combinan atributos del producto de diversa índole.
- Permite recoger información sobre la intensidad del atributo en el producto.
- Es una metodología más sencilla de utilizar que las que incluyen respuestas con escalas y requiere de un menor esfuerzo por parte de los jueces.

A los catadores se les presentaron 8 copas de vino blanco numeradas del 2 al 9. La muestra número 1 se correspondía con el producto ideal (vino ficticio que los catadores toman como su referencia ideal a nivel de vino mineral). En ésta primera muestra no se rellenó la parte correspondiente a la escala del grado de mineralidad. En las muestras de la 2 a la 9 se sirvieron en realidad tan sólo dos vinos diferentes presentados en algunas ocasiones con informaciones falsas:

- Vino R15MA: definido como mineral.
- Vino SB15RES: definido como no mineral.

En la *tabla 11* se muestra a modo de resumen la identificación de cada una de las muestras presentadas a los catadores:

-. Muestras 2 y 6, las cuales contenían los vinos R15MA y SB15RES respectivamente y que se presentaron sin información sobre sus etiquetas.

-. Muestra 3 servida con el vino mineral R15Ma presentado con su etiqueta real correspondiente a un vino de la variedad Riesling de la región de Mosela, Alemania.

-. Muestra 4 servida con el vino R15MA, que se presentó con etiqueta falsa de características teóricamente minerales, variedad Sauvignon blanc de Marlborough, Nueva Zelanda.

-. Muestra 5 servida con vino R15MA que se presentó con etiqueta falsa de características teóricamente no minerales, variedad Sauvignon blanc de Denominación de Origen La Mancha, España.

-. Muestra 7 servida con vino no mineral SB15RES presentada con su etiqueta real correspondiente a un vino de la variedad Sauvignon blanc de la denominación de origen Rueda, España.

-. Muestra 8 servida con vino SB15RES presentada con etiqueta falsa de características teóricamente minerales: variedad Silvaner de la región de Alsacia, Alemania.

-. Muestra 9 servida con vino SB15RES que se presentó con etiqueta falsa de características teóricamente no minerales: variedad Verdejo de la Denominación de Origen Rueda, España.

Debido a que las 8 muestras presentadas contenían solamente 2 vinos diferentes y para evitar que los catadores percibieran que se trataba tan sólo de dos vinos, el orden de presentación fue alterado siguiendo la secuencia: 2, 6, 4,

8, 3, 7, 5 y 9. De esta manera los catadores nunca probaban el mismo vino de manera consecutiva. El propósito de la presentación de muestras con etiquetas falsas fue saber si los factores extrínsecos determinados por la información contenida en la etiqueta del vino orientaban hacia un sentido u otro respecto al término "mineral".

Tabla 51. Identificación de las muestras empleadas en CATA (*Check-All-That-Apply*) sobre la influencia de la etiqueta en el uso del descriptor "mineralidad". (M-mineral; MN-no mineral).

CÓDIGO MUESTRA	RESUMEN	EXPLICACIÓN	REGIÓN Y PAÍS	VARIETA D DE UVA	AÑADA
1	Mineral ideal	Vino mineral: producto ideal	-	-	-
2	M no etiqueta	R15MA sin etiqueta	-	-	-
3	M etiqueta verdadera	R15MA con etiqueta verdadera	Mosela, Alemania	Riesling	2015
4	M etiqueta falsa M	R15MA con etiqueta falsa mineral	Marlborough, Nueva Zelanda	Sauvignon blanc	2015
5	M etiqueta falsa NM	R15MA con etiqueta falsa no mineral	La Mancha, España	Sauvignon blanc	2015
6	NM no etiqueta	SB15RES sin etiqueta	-	-	-
7	NM etiqueta verdadera	SB15RES con etiqueta verdadera	Rueda, España	Sauvignon blanc	2015
8	NM etiqueta falsa M	SB15RES con etiqueta falsa mineral	Franken (Alsacia), Alemania	Silvaner	2013
9	NM etiqueta falsa NM	SB15RES con etiqueta falsa no mineral	Rueda, España	Sauvignon blanc	2015

4.3.2.1 influencia de la información contenida en la etiqueta sobre el descriptor "mineralidad"

Para un atributo dado como es el grado de mineralidad, la prueba Q de Cochran permite comprobar si el efecto de una variable explicativa es percibida por los consumidores sobre ciertos atributos del producto. Un valor " p " bajo, más allá del umbral de significación, indica que los productos difieren significativamente entre sí. La *tabla 52* muestra la prueba la independencia entre filas y columnas. Puesto que el valor p es más bajo que el nivel de

significación (0,05), se puede concluir que con una alta probabilidad los catadores percibieron diferencias reales entre los productos.

Tabla 52. Resultados de la prueba de independencia entre atributos y productos para el estudio de la influencia de la etiqueta en el uso del descriptor "mineralidad".

Chi-cuadrado (Valor observado)	499,883
Chi-cuadrado (Valor crítico)	388,251
Valor-p	< 0,0001
Alfa (α)	0,05

Para verificar la calidad del análisis estadístico se realizó un análisis de correspondencias. La *figura 55* muestra como las dos primeras dimensiones explican el 60% de la inercia total. De acuerdo con el mapa de análisis, un vino idealmente mineral debería contener aroma a punta de lápiz, piedra de mechero y pólvora. Así mismo debería contener cierto gusto salino y mostrar una imagen de exclusividad. Por otra parte, no debería contener aromas a fruta blanca o cítrica ni tropical, así como tampoco notas vegetales. El producto 5 (vino mineral R15MA presentado bajo una etiqueta teóricamente no mineral) parece ser el producto más cercano a un vino idealmente mineral, así mismo los productos 4 (vino mineral R15MA presentado bajo una etiqueta teóricamente mineral) y 3 (vino mineral R15MA presentado bajo su etiqueta verdadera y teóricamente mineral) se encuentran también relativamente cerca del producto ideal.

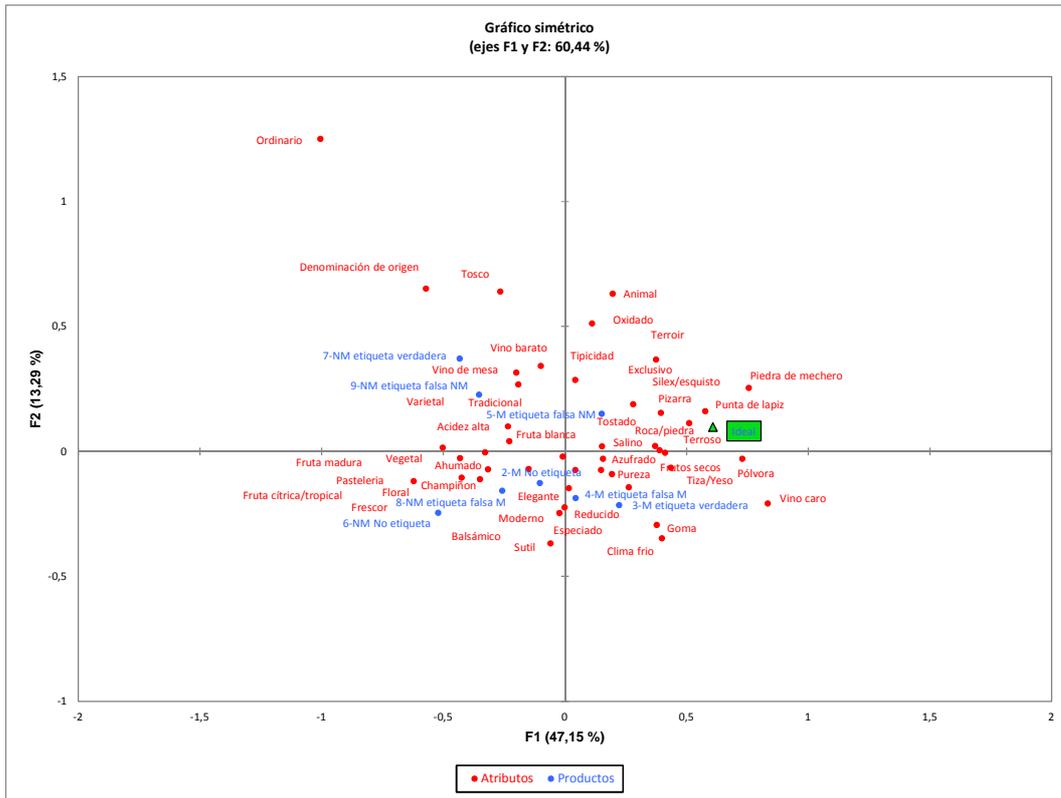


Figura 55. Análisis de correspondencias para el estudio de la influencia de la etiqueta en el uso del descriptor "mineralidad".

En el lado opuesto se localizan los productos 7 (vino no mineral SB15RES presentado bajo su etiqueta verdadera y teóricamente no mineral), 8 (vino no mineral SB15RES presentado bajo etiqueta teóricamente mineral) y 9 (vino no mineral SB15RES presentado bajo etiqueta verdadera teóricamente no mineral).

Con independencia de la etiqueta mostrada, se observa que el vino empleado como representativo de vino mineral está siempre proyectado en la zona más cercana al vino idealmente mineral.

Los productos presentados con la numeración 7, 8 y 9, que en realidad contenían siempre el vino SB15RES, fueron en todos los casos proyectados en el cuadrante más alejado del producto ideal, considerado baluarte de vino mineral por parte de los jueces.

Pasando a estudiar el análisis de tipo *penalty*, lo primero a descifrar son las incongruencias por las que un atributo está ausente en un determinado producto, pero no en el ideal. Este estudio permite identificar los atributos que debería tener un vino mineral "*must have*" o también llamados imprescindibles. Las dos situaciones que determinan que un atributo sea imprescindible ocurren cuando un atributo no se encuentra en el producto real pero sí en el ideal [P(No)|(Sí)] y cuando un atributo se encuentra en el producto real y en el ideal [P(Sí)|(Sí)].

Un segundo análisis permite identificar los atributos "*nice to have*" o deseables. Se basa en la incongruencia estadística en la que el atributo está ausente en el producto ideal pero no en el real.

Por último, un atributo que se encuentra sin marcar en el producto ideal y se prefiere o elige como mineral en aquellos productos que no tienen marcado ese atributo, entonces el atributo es un "*must not have*" o indeseable.

Para identificar claramente los indeseables y los deseables se puede analizar la *figura 56* que resume los resultados del análisis *penalty*. El eje Y corresponde a las diferencias entre la celda [0,0] y la celda [1,0] de la tabla de contingencia, correspondiente a atributos no marcados para el producto ideal y para el producto evaluado menos los marcados solamente para el producto evaluado.

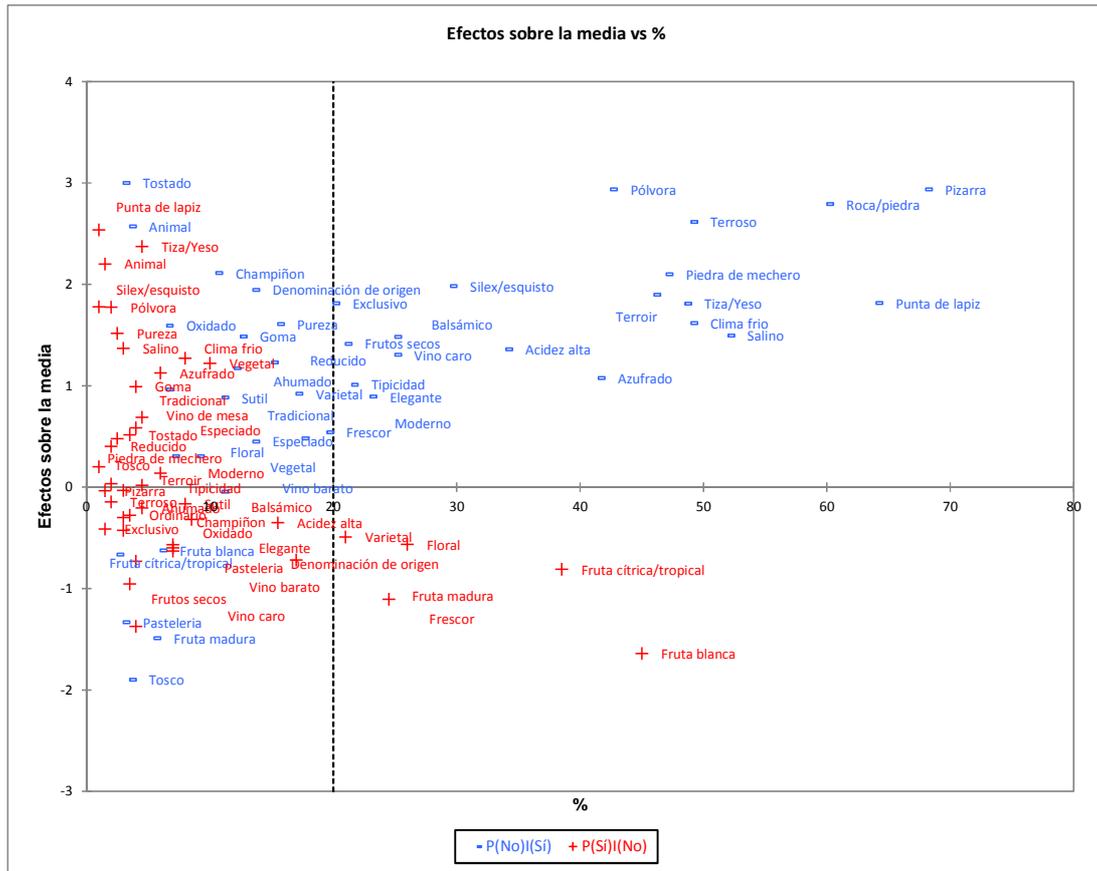


Figura 56. Análisis *penalty* para el estudio de la influencia de la etiqueta en el uso del descriptor "mineralidad".

En un atributo dado, si está marcado para el producto y así mismo en los productos con una mayor puntuación en el grado de mineralidad, entonces el atributo es un "must have" o imprescindible. De forma simétrica, si para otro atributo que se encuentra sin marcar en el producto ideal y se prefiere o elige como más mineral en aquellos productos que no tienen marcado ese atributo, entonces el atributo es un "must not have" o indeseable. Si el atributo no está marcado para el producto ideal y el grado de mineralidad para los productos que están marcados con ese atributo es aproximadamente el mismo que cuando no están marcados, entonces el atributo es un "does not harm" es decir ni daña ni molesta, es indiferente. Finalmente, si un atributo no está marcado en el producto ideal, pero si en los productos reales y provoca que esos

productos tengan un mayor grado de mineralidad que cuando no están marcados, entonces el atributo es un "nice to have" o deseable. La *tabla 53* muestra el resumen de la clasificación de los atributos en relación al grado de mineralidad.

Tabla 53. Efecto de los atributos incluidos en la ficha CATA para el estudio de la influencia de información la etiqueta en el uso del descriptor "mineralidad".

NECESARIO	INDIFERENTE		NEGATIVO
Acidez alta	Ahumado	Pastelería	Frescor
Clima frio	Animal	Pólvora	Fruta blanca
Piedra de mechero	Azufrado	Pureza	Fruta cítrica/tropical
Pizarra	Balsámico	Reducido	
Punta de lápiz	Champiñón	Sílex/esquisto	
Roca/piedra	Denominación de origen	Sutil	
Salino	Elegante	Tipicidad	
<i>Terroir</i>	Especiado	Tosco	
Terroso	Exclusivo	Tostado	
Tiza/Yeso	Floral	Tradicional	
	Fruta madura	Varietal	
	Frutos secos	Vegetal	
	Goma	Vino barato	
	Moderno	Vino caro	
	Ordinario	Vino de mesa	
	Oxidado		

De los 44 atributos contenidos en la ficha, los jueces identificaron 10 como imprescindibles, 3 como negativos y el resto (31) como indiferentes o no dañinos para la evaluación del producto. Los 10 atributos señalados como necesarios se corresponden en su totalidad con atributos que ya habían sido previamente identificados en el diseño experimental como estrechamente relacionados con la mineralidad, 6 de ellos corresponden a descriptores relacionados con la mineralidad aromática y/o retronasal (piedra de mechero, pizarra, punta de lápiz, roca, terroso y tiza), 2 descriptores hacían referencia a la mineralidad gustativa (salino y alta acidez) y por último, 2 términos hacían referencia a conceptos abstractos o no enmarcados en descriptores sensoriales (clima frio y *terroir*).

De la misma forma, entre los atributos identificados por los catadores como negativos a la hora de clasificar un vino como mineral se encontraban dentro de los candidatos a ser penalizadores ya en el diseño original. Dos de los tres descriptores hacían referencia a atributos de la fase olfativa y/o retronasal (fruta blanca, cítrica y tropical) y un descriptor correspondiente a la fase gustativa (frescor en boca).

Una segunda fase del análisis consistió en separar en dos bloques los resultados obtenidos y analizarlos siguiendo la misma estructura que la realizada con la totalidad de los datos.

- 1- Un bloque conteniendo los resultados de todos los catadores de los vinos que habían sido presentados bajo una etiqueta cuya información potencialmente podría clasificarlo como mineral, además del propio vino mineral, vinos 2, 3, 4 y 8.
- 2- El segundo bloque contenía los resultados de las copas que contenían el vino seleccionado inicialmente como no mineral, así como también las muestras, que si bien contenían el vino mineral, habían sido presentados bajo una etiqueta cuya información potencialmente podría clasificarlo como no mineral. Por tanto los vinos 5, 6, 7 y 9.

El análisis de correspondencias de las muestras minerales y/o presentadas con etiquetas de vinos minerales se muestra en la *figura 57*.

El análisis de los productos 2, 3, 4 y 8 repercute en una inercia total acumulada por las dos primeras dimensiones del 77%. Las cuatro muestras aparecen proyectadas en regiones cercanas a la muestra ideal. Sin embargo, se observaba como la muestra que fue presentada sin etiqueta se encuentra en

un cuadrante de manera aislada. Podemos concluir que el factor etiqueta está influyendo en alguna medida a la hora de clasificar a un vino como mineral, pero desde luego no de forma transcendental, ya que la información contenida en la etiqueta del vino no mineral SB15RES (vino 8) empuja a colocarlo en una posición cercana a las muestras 3 y 4, ambas conteniendo el vino mineral R15MA y presentadas bajo informaciones de etiqueta de vino mineral.

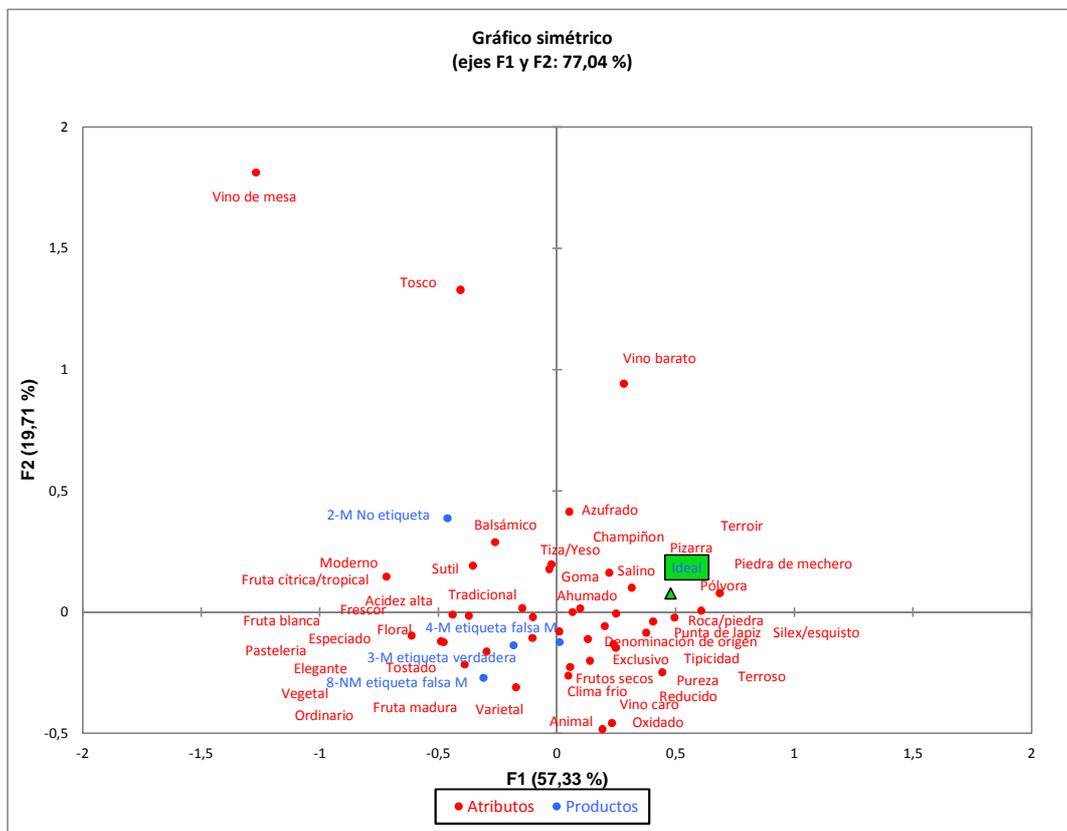


Figura 57. Análisis de correspondencias para el estudio de la influencia de la información de la etiqueta en el uso del descriptor "mineralidad" sobre las muestras presentadas como minerales.

Si se analizaba la tabla de contingencia (ver Anexo XXVII) de los atributos marcados en el caso de la muestra 6, (vino SB15RES sin información en la etiqueta), al presentarlo bajo una etiqueta "mineral" se observaba como se aumenta el marcaje de algunos atributos estrechamente relacionados con la

mineralidad. Este era el caso del atributo clima frío que aumenta su frecuencia de 2 a 12 veces, roca/piedra de 2 a 5 y salino de 5 a 9 veces. Esto indica que los catadores son influenciados por los factores extrínsecos contenidos en la etiqueta. Por tanto, podemos concluir que algunos catadores se inclinan a definir un vino con atributos más minerales una vez conocen la variedad de uva, procedencia y región.

El análisis de correspondencias de las muestras no minerales y/o presentadas como vinos no minerales del segundo bloque (5, 6, 7 y 9) se muestra en la *figura 58*. En este caso, el aumento de la inercia explicada es aún mayor que para el primer bloque, llegando a un total del 81% para las dos primeras dimensiones.

En éste caso las muestras no minerales se alejan del vino mineral ideal situándose en cuadrantes diferentes. Se puede apreciar sin embargo, que la muestra más cercana al producto ideal es la 5 (vino mineral R15MA presentado bajo una etiqueta no mineral). Observando la tabla de contingencias en el marcaje de dicho producto frente al 2 (mismo vino R15MA, pero presentado sin etiqueta), se observó una importante disminución en el marcaje de algunos atributos estrechamente relacionados con la mineralidad, este es el caso del atributo frescor, que disminuye de 13 a 3, pólvora de 7 a 2 y salino de 8 a 4. Por tanto, al igual que lo observado en el otro bloque de muestras, los resultados indican que existen catadores que son influenciados por los factores extrínsecos contenidos en la etiqueta, pero no tanto como puede parecer a priori, ya que el vino 5 mineral se separa claramente del resto de vinos no minerales, sea cual sea la etiqueta.

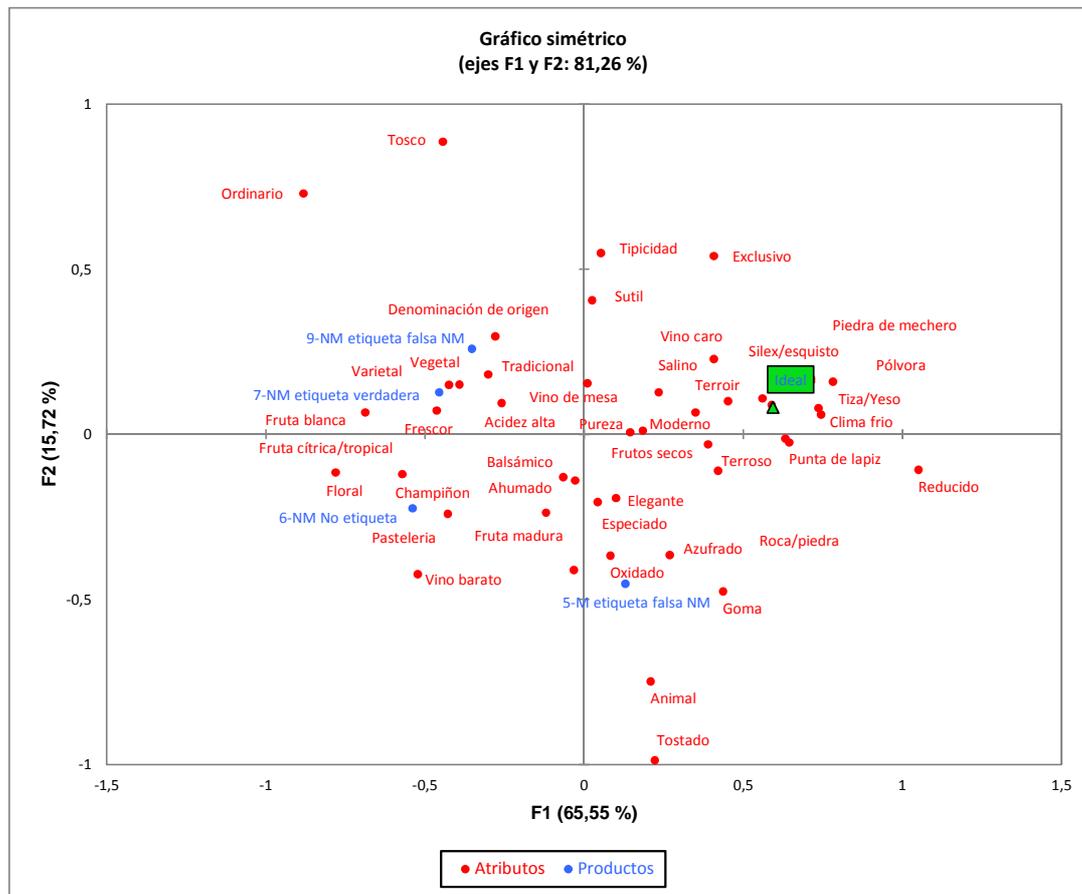


Figura 58. Análisis de correspondencias para el estudio de la influencia de la información de la etiqueta en el uso del descriptor "mineralidad" sobre las muestras presentadas como no minerales.

4.3.2.2 Estudio de la influencia del precio de la botella sobre el descriptor "mineralidad"

Hay numerosos alimentos, entre ellos el vino, de los que sólo se puede conocer su calidad intrínseca una vez hayan sido consumidos, no simplemente evaluándolos mediante observación antes de su adquisición.

En el mercado vitivinícola los problemas de falta de información objetiva son especialmente importantes. Al tratarse de un producto del que se desconoce a priori y en muchos casos su calidad, el consumidor utiliza señales extrínsecas que le permitan inferir o preconizar su calidad y los atributos a encontrarse en

el mismo. Hauck (1991) ya puso de manifiesto el elevado número de variables de calidad que influyen en la valoración de un vino (figura 12). La presente investigación tuvo como objetivo la evaluación del precio y su influencia en la utilización del atributo "mineralidad".

Para evaluar este factor, a los catadores se les presentaron 6 copas de vino blanco identificadas de la A a la F. La muestra A correspondía al producto ideal, o vino calificado como idealmente mineral, en la que no se rellenó la parte correspondiente al grado de mineralidad.

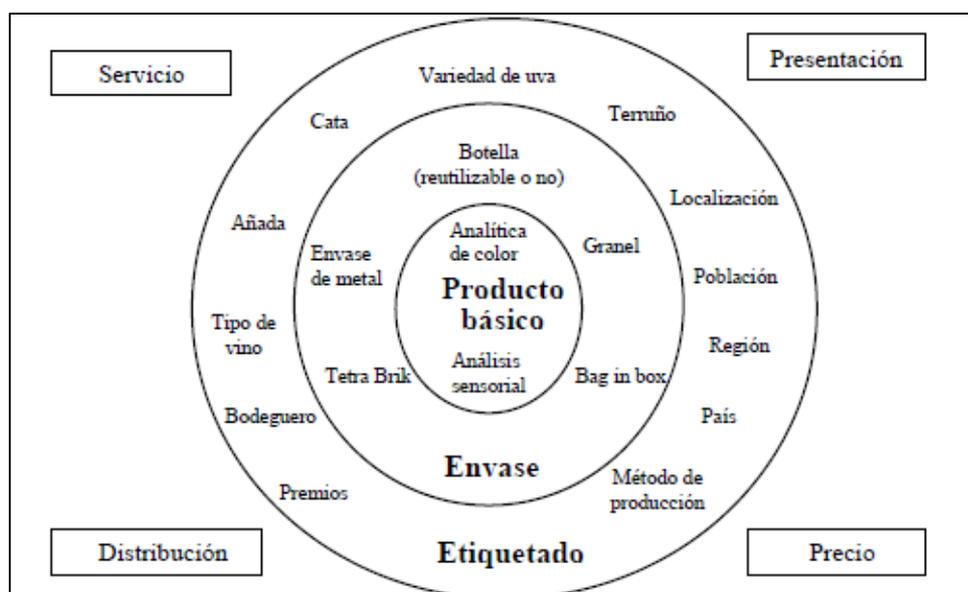


Figura 59. Atributos evaluados por los consumidores en la calidad de un vino, según Hauck (1991).

Las muestras se sirvieron conteniendo tan sólo dos tipos de vinos:

- Vino R15MA definido como mineral.
- Vino SB15RES definido como vino no mineral.

En la *tabla 54* se muestra a modo de resumen la identificación de cada una de las muestras presentadas a los catadores:

- Muestra A con el vino mineral R15MA presentado con información ficticia acerca de su precio, correspondiente a un precio bajo de 4 €.
- Muestra B con vino mineral R15MA que se presentó con la información real de su precio de 10 €.
- Muestra C con vino mineral R15MA que se presentó un precio alto 35 €.
- Muestra D con vino no mineral SB15RES que se presentó con información ficticia de su precio, correspondiente a un precio bajo de 7 €.
- Muestra E con vino no mineral SB15RES presentado con la información real de su precio de 10 €.
- Muestra F con vino no mineral SB15RES que se presentó con un precio alto de 32 €.

Tabla 54. Muestras del ejercicio CATA (*Check-All-That-Apply*) sobre la influencia del precio en el uso del descriptor "mineralidad". (M-mineral; NM- no mineral).

CÓDIGO MUESTRA	RESUMEN	EXPLICACIÓN	PRECIO
A	Mineral precio bajo	Vino R15MA presentado con un precio bajo	4,0 €
B	Mineral precio verdadero	Vino R15MA presentado con su precio real	10,0 €
C	Mineral precio alto	Vino R15MA presentado con un precio alto	35,0 €
D	NM precio bajo	Vino SB15RES presentado con un precio bajo	7,0 €
E	NM precio verdadero	Vino SB15RES presentado con su precio real	10,0 €
F	NM precio alto	Vino SB15RES presentado con un precio alto	32,0 €

Debido a que las 6 muestras presentadas contenían solamente dos vinos diferentes y para evitar que los consumidores percibieran que se trataba sólo de dos vinos, el orden de presentación fue alterado siguiendo la secuencia: A, E, C, D, B y F, de esta manera los catadores no probaban el mismo vino de manera consecutiva. El propósito fue el de estudiar si éste factor extrínseco podía influir en la calificación mineral del vino.

La *tabla 55* muestra la prueba de independencia entre atributos y productos. Puesto que el valor "*p*" es más bajo que el nivel de significación (0,05), se puede concluir que los catadores semi-entrenados percibieron diferencias reales en los productos en términos de sus perfiles sensoriales.

Tabla 55. Resultados de la prueba de independencia entre para el estudio de la influencia del precio en el uso del descriptor "mineralidad".

Chi-cuadrado (Valor observado)	324,941
Chi-cuadrado (Valor crítico)	283,586
Valor-p	0,001
Alfa (α)	0,05

Para verificar la calidad del análisis se realizó un análisis de correspondencias. La *figura 60* muestra como las dos primeras dimensiones explican el 69% de la inercia total. De acuerdo con el mapa de correspondencias, el precio no es un factor extrínseco determinante por sí sólo para poder caracterizar a un vino como mineral, dado que las muestras que contenían el vino mineral R15MA se proyectan muy próximas en el cuadrante con valores negativos de las componentes F1 y F2, independientemente del precio presentado a los catadores. En el cuadrante opuesto (región positiva de las componentes F1 y F2) se localizan las muestras con el vino no mineral SB15RES. La disposición de los vinos en cuadrantes opuestos muestra como las características organolépticas primaron a la hora de valorar el carácter mineral del vino.

De esta forma, la elevación del precio sobre el mismo vino no causó ningún efecto a la hora de proyectar las muestras de forma más cercana al vino ideal en términos de "mineralidad". Como puede apreciarse en el caso de la muestra A (vino mineral R15MA con precio bajo), localizada más cerca del producto ideal que la muestra C (vino mineral R15MA con precio elevado).

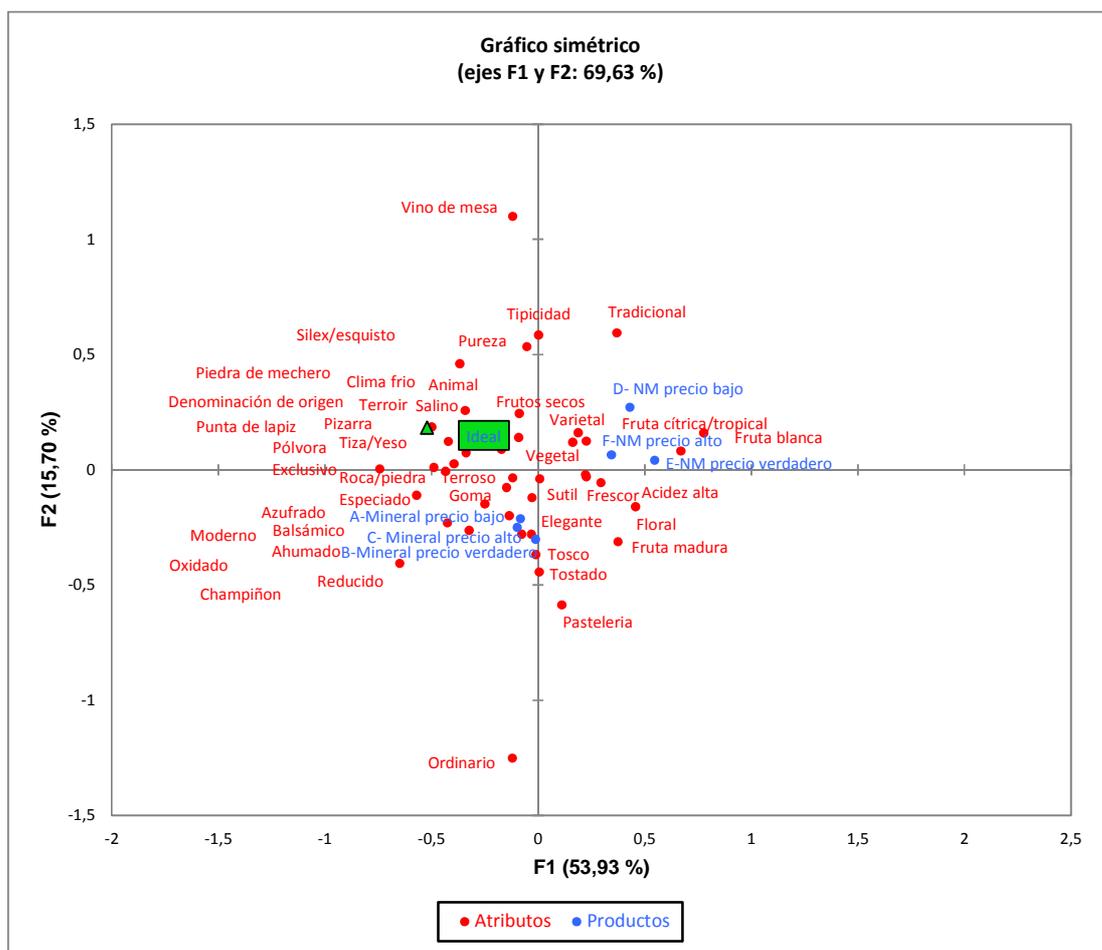


Figura 60. Análisis de correspondencias para el estudio de la influencia del precio en el uso del descriptor "mineralidad".

A continuación se realizó un análisis tipo *penalty*. En la figura 61 y la tabla 56 se muestra el resumen de la clasificación de los atributos en relación al grado de mineralidad en función del precio presentado.

De los 41 atributos contenidos en la ficha, los jueces identificaron 8 como imprescindibles, 2 negativos, 2 poco influyentes y el resto (29) como indiferentes o no perjudiciales. Los resultados obtenidos a nivel de atributos necesarios e innecesarios indican un gran grado de similitud con respecto a los atributos obtenidos en función de la información contenida en la etiqueta.

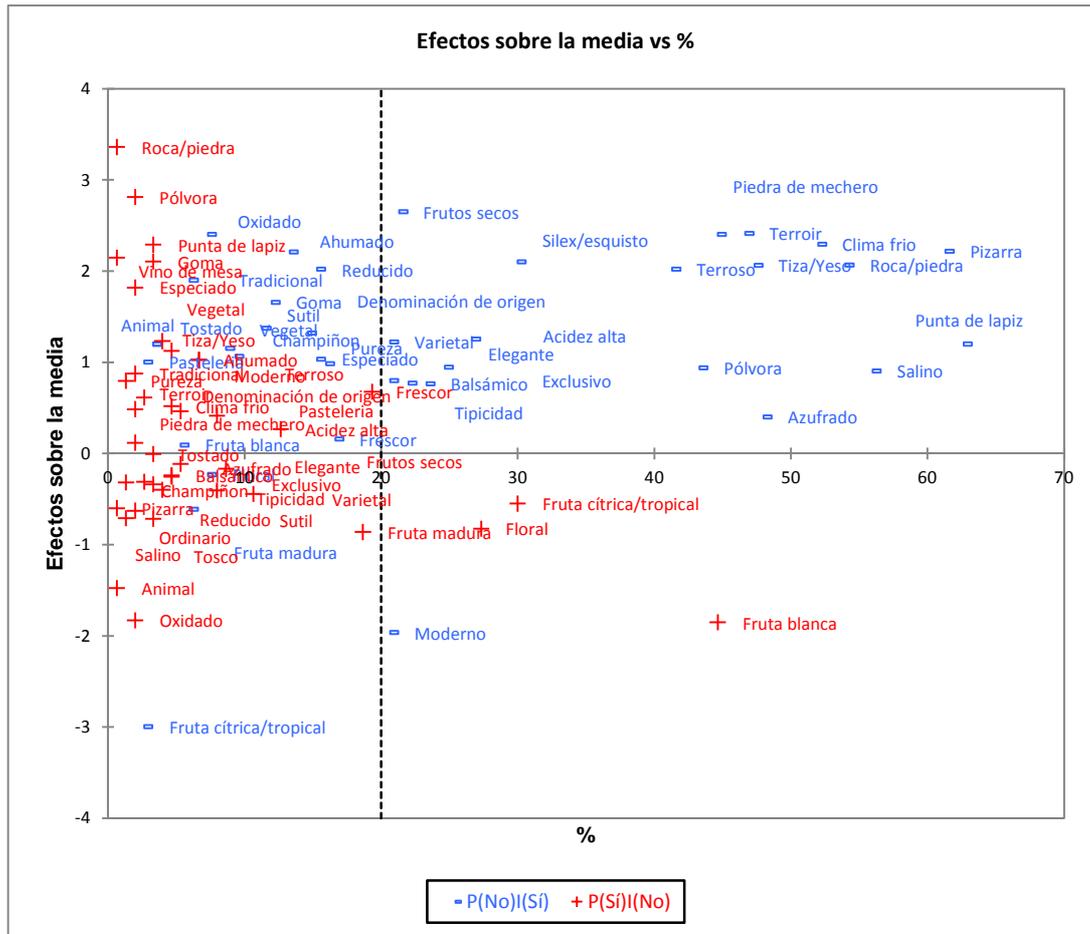


Figura 61. Análisis tipo *penalty* para el estudio de la influencia del precio en el uso del descriptor "mineralidad".

Los 8 atributos identificados como necesarios corresponden de nuevo en su totalidad con atributos que ya habían sido relacionados con la mineralidad, 6 de ellos corresponden a descriptores relacionados con la mineralidad aromática y/o retronasal (piedra de mechero, roca, terroso y tiza). Todos ellos además coincidían con los atributos imprescindibles seleccionados en el primer estudio de la influencia del término en función de la información de la etiqueta. Tan sólo uno de los descriptores hacía referencia a la mineralidad gustativa (alta acidez) y por último, un término hacía referencia a conceptos abstractos o no enmarcados en descriptores sensoriales (*terroir*). De la misma forma, los atributos identificados por los catadores como negativos a la hora de clasificar

un vino como mineral, se identificaron como penalizadores en el diseño original (aroma floral y de fruta blanca).

Todos estos resultados en su conjunto parecen indicar que no sólo los factores extrínsecos están influenciando en la descripción de un vino como mineral, si no que las características sensoriales del vino juegan un importantísimo papel, superior incluso a los anteriores factores.

Tabla 56. Efecto de cada uno de los atributos incluidos en CATA para el estudio de la influencia del precio en el uso del descriptor "mineralidad".

NECESARIO	BENEFICIOSO	INDIFERENTE	NEGATIVO
Acidez alta	Azufrado	Balsámico	Floral
Clima frío	Salino	Champiñón	Fruta blanca
Piedra de mechero		Denominación de origen	
Pizarra		Elegante	
Roca/Piedra		Exclusivo	
<i>Terroir</i>		Frescor	
Terroso		Fruta cítrica/tropical	
Tiza/Yeso		Fruta madura	
		Frutos secos	
		Ordinario	
		Pastelería	
		Pureza	
		Reducido	
		Sutil	
		Tipicidad	
		Tosco	
		Tostado	
		Tradicional	
		Varietal	

Como conclusión final, se puede hablar entonces de mineralidad sensorial aportada por las características intrínsecas de vino con fuerza propia, aunque también existe una mineralidad de origen psicológico que ayuda a acuñar el término "mineral" asociado a vinos por sus propiedades extrínsecas, como se ha mostrado en el caso de la información contenida en las etiquetas y el precio marcado del vino.

4.4 CONCLUSIONES

Mientras que en la primera parte del estudio se investigaron las características químicas y los factores intrínsecos de aquellos vinos considerados como minerales, en el segundo bloque experimental se focalizó la atención en investigar la realidad sensorial del término por parte de los consumidores cualificados y la influencia de los factores extrínsecos del término a nivel psicológico. De los resultados previamente descritos en este capítulo se muestra a continuación las conclusiones obtenidas.

➤ **EVALUACIÓN DEL IMPACTO SENSORIAL DE DIFERENTES COMPUESTOS QUÍMICOS EN VINOS MODELIZADOS SOBRE LA VERBALIZACIÓN DEL ATRIBUTO "MINERALIDAD"**

Se desarrollaron dos sesiones de cata (parte A y parte B). Durante la parte A se diseñaron 16 puestos de cata mediante prueba de tipo triangular con una batería de compuestos químicos que ya se habían relacionado previamente con la mineralidad del vino.

A los catadores se les solicitó que definieran con términos los aromas y gustos (sólo en el caso de algunos puestos de cata) que se encontraban en las muestras. La parte B consistió en una réplica de la primera parte, pero orientada hacia el término "mineralidad", evaluándose la concepción del término a través de la generación espontánea de palabras relacionadas con él.

El panel de expertos generó un total de 36 términos y el dendrograma resultante mostró la generación de 5 grupos mayoritarios:

- Grupo caracterizado por la palabra piedra.

- Grupo caracterizado por la palabra tierra.
- Grupo que relacionaba el descriptor "mineralidad" con términos como ahumados, carbón y madera.
- Grupo definido con la palabra azufrado.
- Grupo que asociaba el término mineralidad con las sensaciones metálicas.

A su vez, el panel de expertos generó un total de 26 términos distribuidos en un dendrograma con cinco clústers mayoritarios:

- Grupo caracterizado por la palabra tierra.
- Grupo cuyos términos mayoritarios fueron piedra o roca.
- Grupo definido con la palabra azufrado.
- Grupo que englobaba términos como animal, *Brettanomyces* o madera de roble.
- Grupo que abarcaba una miscelánea de términos como yeso, tiza, ladrillo o arcilla.

Los resultados de clusterización aglomerativa de ambos paneles de cata mostraron un consenso en la percepción y entendimiento del término mineralidad dado que 4 de los 5 clústers producidos por cada panel fueron coincidentes. Así, tanto los elaboradores como los expertos acordaron relacionar este término con cualidades organolépticas del vino similares a recuerdos terrosos, piedra, compuestos azufrados, ahumados o tostados.

Los resultados del análisis sensorial mediante cata a ciegas, dirigidas y no dirigidas hacia la percepción de este término, mostraron que una parte de su uso se debe a situaciones de familiaridad con el término una vez que éste es

claramente anunciado, debido a que hubo cambios evidentes en los descriptores que los catadores emplearon en ambas sesiones de cata, apareciendo en la fase dirigida términos como el olor a piedra, cantos rodados o sílex, que previamente no habían sido mencionados. Dicha familiaridad está relacionada con la experiencia de los catadores y es por tanto un proceso de construcción cognitiva influenciado por el aprendizaje y la experiencia.

Por otra parte, los dos paneles incluyeron espontáneamente en ciertas muestras términos lingüísticos que pudieran relacionarse con el descriptor "mineralidad" en la fase de cata a ciegas no dirigida (fase A), como tierra, terroso, yeso, cal, salino, polvo y alquitrán. Si bien, es cierto que la aparición de términos más definidos como los de roca, pizarra o canto rodado sólo aparecieron en la segunda sesión (fase B). Esto puede ser debido, como ya parecen sugerir los resultados de este estudio, a que el descriptor mineralidad no se encuentra ligado a la presencia de uno o dos compuestos químicos y es más bien el resultado de una mezcla de ellos.

➤ **INFLUENCIA DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA ETIQUETA SOBRE EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD"**

Sobre dos vinos blancos elegidos por un conjunto de catadores como vino mineral y no mineral se realizó un ensayo tipo CATA (*Check All That Apply*) mediante la presentación de diferentes etiquetas. Los resultados mostraron como como independientemente de la información contenida en la etiqueta el vino mineral se proyectaba en las zonas más cercanas a lo que el catador entendía como vino mineral.

Los 10 atributos identificados como necesarios se corresponden en su totalidad con atributos que ya habían sido previamente identificados en el diseño experimental como estrechamente relacionados con la mineralidad, 6 de ellos corresponden a descriptores relacionados con la mineralidad aromática y/o retronasal (piedra de mechero, pizarra, punta de lápiz, roca, terroso y tiza), 2 descriptores hacen referencia a la mineralidad gustativa (salino y alta acidez) y por último, 2 términos hacen referencia a términos abstractos o no enmarcados en descriptores sensoriales (clima frío y *terroir*).

De la misma forma, los atributos identificados por los catadores como negativos fueron tres descriptores hacían referencia a atributos de la fase olfativa y/o retronasal (fruta blanca y fruta cítrica y tropical) y un descriptor correspondiente a la fase gustativa (frescor).

➤ **INFLUENCIA DEL PRECIO DE LA BOTELLA SOBRE EL DESCRIPTOR "MINERALIDAD"**

El segundo ejercicio tipo CATA tuvo como objetivo la evaluación del precio y su influencia en la utilización del atributo "mineralidad". Durante el experimento a los catadores se les mostraron diferentes precios, sin embargo, el vino empleado fue de dos tipos, un vino blanco acordado por consenso como mineral y otro consensuado como no mineral.

Los resultados obtenidos revelaron que el precio no es un factor extrínseco determinante por sí sólo para poder caracterizar a un vino como mineral. Las muestras que contenían el vino mineral se proyectaron independientemente del precio presentado a los catadores. Las características organolépticas primaron

a la hora de valorar atributos intrínsecos por encima del precio mostrado. Igualmente, la elevación del precio sobre el mismo vino no causó efecto significativo a la hora proyectar las muestras hacia el vino ideal en términos de "mineralidad". Por tanto, el precio en sí mismo no parece indicar que constituya un factor de peso para la clasificación de los vinos como minerales.

5. CONCLUSIONES GLOBALES

1. Los resultados obtenidos muestran que la relación entre la composición química de los vinos y la identificación como mineral en cata no tiene un vínculo directo asociado a los minerales que componen el suelo del viñedo. Por tanto, esta conclusión contrasta con la creencia popular de que son las características químicas del suelo las que aportan una mayor concentración de minerales en el vino, siendo estos los responsables del carácter mineral a nivel sensorial.
2. Como puede desprenderse de la interpretación de los modelos matemáticos propuestos, la mineralidad del vino no se encuentra ligada a la presencia de tan sólo uno o dos compuestos químicos y es más bien el resultado de una mezcla de compuestos que aportan en ocasiones componentes gustativos y olfativos, o ambos a la vez.
3. Los resultados en composición química y sensoriales analizados estadísticamente sugieren que en el uso del término "mineralidad" actúan algunos compuestos químicos volátiles con mayor impacto sensorial que los metales, poseyendo un origen a partir del metabolismo de la planta y de la actividad fermentativa de levaduras y bacterias, así como es un término dependiente también de las técnicas e itinerarios enológicos aplicados en la elaboración del vino en bodega y durante el proceso de envejecimiento de los vinos.
4. A nivel olfativo y en base a los resultados obtenidos del análisis sensorial descriptivo del panel de expertos no elaboradores de Barcelona, se desarrolló un algoritmo matemático con una calidad predictiva del 64% en

la descripción de la mineralidad olfativa del vino, donde se incluyen los siguientes términos o compuestos químicos:

- Con aportación positiva: empireumáticos, ácido octanóico y β -feniletanol.
- Con aportación negativa: fruta pasificada, ácido isobutírico, acetato de etilo y alcohol isoamílico.

Respecto al análisis sensorial descriptivo del panel compuesto por enólogos-elaboradores de La Rioja, se desarrolló un algoritmo matemático con una calidad predictiva del 70% en la descripción mineralidad del vino a nivel olfativo, donde se incluyen los siguientes términos o compuestos químicos:

- Con aportación positiva: vegetal-clorofila, oxidación, ácido octanóico, decanoato de etilo, alcohol isoamílico y bencilmercaptano.
- Con aportación negativa: ácido isobutírico, β -feniletanol, acetato de isoamilo y acetato de etilo.

Ambos modelos matemáticos desarrollados por los dos paneles retienen una calidad entre un 60-70%, lo que puede considerarse aceptable. Los dos modelos coinciden en señalar al ácido octanoico como potenciador de la mineralidad olfativa y a los compuestos acetato de etilo, ácido isobutírico y alcohol isoamílico como obstaculizadores del mismo.

5. El modelo matemático obtenido mediante regresión por mínimos cuadrados parciales para la mineralidad gustativa en vinos blancos propuso una relación positiva entre los niveles de acidez total con el descriptor

“mineralidad” con una calidad de un 60%. Por otra parte y a modo de elementos que participan en las relaciones matemáticas, hay que tener en cuenta los siguientes:

- Con aportación positiva: ácido tartárico, glucosa, fructosa, magnesio, dulce (azúcar), nivel de acidez total, alcohol (dulcedumbre), cuerpo y amargo.
- Con aportación negativa: pH, potasio y equilibrio en boca.

6. En los vinos tintos el modelo matemático propuesto explica el 60% de la mineralidad gustativa. Dicho modelo se encuentra relacionado positivamente con ácidos orgánicos como el ácido succínico de sabor salado y con la concentración de tanino y negativamente con la sensación de frescor o de acidez bien integrada. Los factores a tener en cuenta en este caso son los siguientes:

- Con aportación positiva: alcohol (sensación de calidez), concentración de tanino, profundidad gustativa, persistencia en retronasal, ácido succínico y potasio.
- Con aportación negativa: acidez a nivel de sensación de frescor en boca, astringencia del tanino y manganeso.

7. Los resultados de clusterización aglomerativa mostraron un consenso en la percepción y entendimiento del término “mineralidad” por parte de los dos paneles, tanto el formado por enólogos-elaboradores como el de expertos no elaboradores. De los clústeres obtenidos por cada panel, 4 de un total de 5 fueron coincidentes, relacionando este término con cualidades

organolépticas similares a recuerdos terrosos, piedra, compuestos azufrados y ahumados/tostados.

- 8.** Existe una parte psicológica del uso del concepto mineralidad que puede ser más o menos importante dependiendo de la tipología del catador. Este término puede ser inducido como muestran los resultados del análisis sensorial mediante cata a ciegas dirigidas y no dirigidas hacia la percepción de este término. Se han observado cambios en el tipo de descriptores que los catadores emplearon en ambas sesiones de cata, apareciendo en la fase dirigida términos como olor a piedra, cantos rodados o sílex, que previamente no habían sido mencionados.
- 9.** De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de las puntuaciones de jueces semi-entrenados en pruebas tipo *penalti* del análisis CATA (*Check All That Apply*), un vino idealmente mineral debería contener los siguientes atributos sensoriales: aroma a punta de lápiz, piedra de mechero, pólvora, gusto salino y mostrar una imagen de exclusividad. Por otra parte, sería recomendable que contuviera cierto carácter azufrado y que no tuviera aromas a fruta blanca, ni cítrica, ni tropical.
- 10.** La información contenida en la etiqueta no condiciona completamente ni rebasa a nivel de influencia sobre el catador a las características sensoriales originadas por la composición química del vino. Así, los jueces fueron capaces de identificar de forma próxima las muestras que contenían un mismo vino mineral, independientemente de la información que se mostrase en las etiquetas. De la misma forma, al presentar el vino no

mineral con etiquetas pro minerales, las muestras se encontraron alejadas del producto mineral ideal.

- 11.** El precio por sí mismo tampoco parece indicar que constituya un factor de peso para la clasificación de los vinos como minerales. Los resultados del segundo ejercicio CATA reflejaron como las características organolépticas primaron a la hora de valorar la mineralidad del vino por encima del precio. Los catadores fueron capaces de identificar y disponer en ubicaciones alejadas en el plano factorial de correspondencias los vinos minerales y no minerales. Así, la elevación del precio sobre el mismo vino no causó ningún desplazamiento importante a la hora de proyectar las muestras hacia el vino ideal en términos de mineralidad. De haber sido así, cabría esperar haber encontrado los vinos presentados con precios altos proyectados más cercanos a los productos ideales y más alejados de los vinos con precios bajos, lo que no ocurrió.
- 12.** A nivel de análisis *“penalty”* existen coincidencias obvias entre los experimentos tipo CATA sobre la información contenida en la etiqueta y el precio de la botella, de manera que los descriptores *“must have”*, *“nice to have”* and *“musnt’have”* son en muchos casos similares.
- 13.** En base a los resultados obtenidos en los modelos predictivos se puede establecer una relación entre algunos compuestos químicos y la mineralidad, esta relación en compuestos pueden favorecerse con determinadas acciones en bodega que ayudarían a obtener vinos con un perfil más mineral:

- En el momento de la vendimia: convendría recoger uvas más pequeñas, con desarrollos vegetativos bajos, que contengan mayor extracto seco, uvas concentradas ricas en polisacáridos y proteínas. Realizar el prensado de las uvas sin despallillar para favorecer el carácter vegetal. Mantener una elevada relación de los ácidos L-málico/tartárico para obtener una acidez más alta. Evitar así mismo, las maceraciones prefermentativas en frío y el empleo de enzimas con actividad β -glicosidasa.
- A nivel fermentativo: el acetato de isoamilo es un predictor positivo para algunos consumidores del término mineralidad, así como el SO_2 libre y el ácido hexanoico. Mientras que el alcohol isoamílico y el isobutanol son negativos. El uso entonces de levaduras amílicas o de carácter reductivo pueden ser beneficioso en la elaboración de vinos con perfiles minerales. Convendría realizar una fermentación maloláctica parcial y extender la fase de latencia entre la fermentación alcohólica y maloláctica. El empleo de bacterias no productoras de diacetilo y la realización de la fermentación maloláctica sobre lías ayudaría a evitar la producción de aromas lácticos desfavorecedores del carácter "mineral". Así mismo, durante ambas fermentaciones convendría mantener la mayor parte de fracción libre del SO_2 . Por tanto, a este nivel habría que evitar aromas lácticos, hacer el perfil ácido más complejo, el paladar más viscoso y mejorar la complejidad aromática.
- A nivel de crianza del vino y embotellado: los resultados obtenidos indican que el perfil mineral de los vinos se vería favorecido por

acciones que evitaran la liberación de un catabolito frutal como la hidrólisis gradual de ésteres de fermentación o el mantenimiento de las condiciones reductoras en depósito y en botella. A nivel de embotellado convendría valorar la utilización de cierres de rosca también llamados *screw cap*, por el estado anóxico que ejercen en la botella.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, J., Williams, A., Lancaster, B., & Foley, M. (2007). Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. 7th Pangborn Sensory Science Symposium, 12–16 August 2007. Minneapolis, USA.
2. Alcalde-Eon, C., Boido, E., Carrau, F., Dellacassa, E., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2006). Pigment profiles in monovarietal wines produced in Uruguay. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 449-459.
3. Araujo, Ivan E. de, Rolls, Edmund T, Velazco, Maria Inés, Margot, Christian, Cayeux Isabelle, (2005) Cognitive Modulation of Olfactory Processing, *Neuron*. Vol 46, p 671-679.
4. Ares, G., Deliza, R., Barreiro, C., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2010). Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. *Food Quality and Preference*, 21, 417-426.
5. Arikawa, Y., Kuroyanagi, T., Shimosaka, M., Muratsubaki, H., Enomoto, K., Kodaira, R., & Okazaki, M. (1999). Effect of gene disruptions of the TCA cycle on production of succinic acid in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of bioscience and bioengineering*, 87 (1), 28-36.
6. Ashley, Rachel, Grapevine Nutrition-an Australian perspective, Fosters Wine Estates, <http://ucanr.org/sites/nm/files/76731.pdf>, (Accessed 18 May, 2012).
7. Aznar, M., López, R., Cacho, J. F., & Ferreira, V. (2001). Identification and quantification of impact odorants of aged red wines from Rioja. GC–

Olfactometry, quantitative GC-MS, and odor evaluation of HPLC fractions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49 (6), 2924-2929.

8. Ballester, J., Mihnea, M., Peyron, D., & Valentin, D. (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: a sensory approach with wine experts and trained panellists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19 (2), 140-152.

9. Baron, M., & Fiala, J. (2012). Chasing after minerality, relationship to yeast nutritional stress and succinic acid production. *Czech J. Food Sci.* Vol, 30 (2), 188-193.

10. Bécue-Bertaut, M., Álvarez-Esteban, R., & Pagès, J. (2008). Ratings of products through scores and free-text assertions: Comparing and combining both. *Food Quality and Preference*, 19, 122-134.

11. Bécue-Bertaut, M., & Pagès, J. (2008). Multiple factor analysis and clustering of a mixture of quantitative, categorical and frequency data. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52, 3255–3268.

12. Belancic, A. and E. Agosin (2009). Aromas varietales: Influencia de ciertas prácticas vitícolas y enológicas.

13. Biernacka, P., Plutowska, B., & Wardencki, W. (2009). Influence of geosmin, dimethyl trisulfide, 2-and 3-methylbutan-1-ol on raw spirits quality. *Nauka Przyroda Technologie*, 3(4), 136.

14. Bird, David, (2005) *Understanding Wine Technology*, DBQA Publishing, Newark, Nottinghamshire, UK.

- 15.** Boutou, S. and P. Chatonnet (2007). "Rapid headspace solid-phase microextraction/gas chromatographic/mass spectrometric assay for the quantitative determination of some of the main odorants causing off-flavours in wine". *Journal of Chromatography A*. 1141(1) 1-9.
- 16.** Britton, P. (1992). Packaging: graphic examples of consumer seduction. *Beverage Industry*, 83, 21.
- 17.** Buettner, A.; Schieberle, P., Evaluation of aroma differences between hand-squeezed juices from valencia late and navel oranges by quantitation of key odorants and flavor reconstitution experiments. *J.Agric. Food Chem.* 2001, 49, 2387-2394.
- 18.** Bryant, Jason, (2012) Can you taste minerals in wine? Unscrewed – The Independent New Zealand Wine Review, <http://www.unscrewed.co.nz/can-you-taste-minerals-in-wine/>.
- 19.** Campbell, Neil; Reece, Jane, (2004) *Biology*, 7th Edition, Pearson Education Publishing, Essex, UK.
- 20.** Carrau, F. (1997). The emergence of a new Uruguayan wine industry. *Journal of Wine Research*, 8, 179-185.
- 21.** Casamayor, P. (2013). *L'École de la dégustation: Le vin en 100 leçons*.
- 22.** Catania, C., & Avagnina, S. (2007). Los aromas responsables de la tipicidad y vinosidad. Curso superior de degustación de vinos, EEA Mendoza, INTA.
- 23.** Cattin, P., & Wittink, D. R. (1982). Commercial use of conjoint analysis: A survey. *Journal of Marketing*, 46, 44-53.

- 24.** Caves, R. E., & Greene, D. P. (1996). Brands' quality levels, prices, and advertising outlays: empirical evidence on signals and information costs. *International Journal of Industrial Organization*, 14 (1), 29-52.
- 25.** Chrea, C., Melo, L., Evans, G., Forde, C., Delahunty, C., & Cox, D. N. (2011). An investigation using three approaches to understand the influence of extrinsic product cues on consumer behavior: An example of Australian wines. *Journal of Sensory Studies*, 26 (1), 13-24.
- 26.** Cohen, J. M., Kamphake, L. J., Harris, E. K., & Woodward, R. L. (1960). Taste threshold concentrations of metals in drinking water. *Journal (American Water Works Association)*, 52 (5), 660-670.
- 27.** Concha Baeza. (2006). *ABC del vino*. Alcobendas, España. Editorial Libsa.
- 28.** Cox, Jeff, (2008). The Minerality in Wines, *Decanter.com*, <http://www.decanter.com/people-and-places/wine-articles/485746/the-Minerality-in-wines>, (Accessed 16 March, 2012).
- 29.** Culleré, L., *et al.* (2007). "An assessment of the role played by some oxidation-related aldehydes in wine aroma". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(3): 876-881.
- 30.** De Toda Fernández, F. M. (2016). Influencia del suelo y del clima en la "mineralidad" de los vinos. *La Semana vitivinícola*, (3466), 326-330.
- 31.** Deliza, R., & MacFie, H. J. H. (1996). The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: A review. *Journal of Sensory Studies*, 11, 103-128.

- 32.** Deliza, R., MacFie, H., & Hedderley, D. (2003). Use of computer-generated images and conjoint analysis to investigate sensory expectations. *Journal of Sensory Studies*, 18, 465-486.
- 33.** Deneulin, P., & Bavaud, F. (2016). Analyses of open-ended questions by renormalized associativities and textual networks: A study of perception of minerality in wine. *Food Quality and Preference*, 47, 34-44.
- 34.** Deneulin, P., Le Fur, Y., & Bavaud, F. (2016). Study of the polysemic term of minerality in wine: Segmentation of consumers based on their textual responses to an open-ended survey. *Food Research International*, 90, 288-297.
- 35.** Department of Health, Canada (1979) Taste, in the assessment of drinking water quality, <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/taste-gout/index-eng.php>, (Accessed 29 April, 2012).
- 36.** Driesener, C., & Romaniuk, J. (2006). Comparing methods of brand image measurement. *International Journal of Market Research*, 48, 681-698.
- 37.** Dry, P. R., Reed, S., & Potter, G. (1988). The effect of wind on the performance of Cabernet Franc grapevines. In *Australian Temperate Fruits Review Conference 240* (143-146).
- 38.** EcoChem Inc, (2012) Plant Micronutritional functions, http://www.ecochem.com/t_micronutrients.html.
- 39.** Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., & Ferreira, V. (2007). Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (11), 4501-4510.

40. Escudero, A., *et al.* (2002). "Sensory and chemical changes of young white wines stored under oxygen. An assessment of the role played by aldehydes and some other important odorants". *Food Chemistry* 77 (3): 325-331.
41. Falcão, L. D., de Revel, G., Perello, M. C., Moutsiou, A., Zanus, M. C., & Bordignon-Luiz, M. T. (2007). A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C13-norisoprenoids, and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(9), 3605-3612.
42. Ferdous, A. A., & Plake, B. S. (2005). Understanding the factors that influence decisions of panelists in a standard-setting study. *Applied Measurement in Education*, 18 (3), 257-267.
43. Ferreira, V., Fernández, P., Peña, C., Escudero, A., & Cacho, J. F. (1995). Investigation on the role played by fermentation esters in the aroma of young Spanish wines by multivariate analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67 (3), 381-392.
44. Ferreira González, V. (2007). La base química del aroma del vino: un viaje analítico desde las moléculas hasta las sensaciones olfato-gustativas. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza*, (62), 7-36.
45. Ferreira, V., Ortín, N., & Cacho, J. F. (2007). Optimization of a procedure for the selective isolation of some powerful aroma thiols: Development and validation of a quantitative method for their determination in wine. *Journal of Chromatography A*, 1143 (1), 190-198.

- 46.** Felipe V Laurie, Marcos A Hortellani. Ciencia e investigación agraria 2010. Analysis of mayor metallic elements in Chilean wines by atomic absorption spectroscopy.
- 47.** Gadd, G. M. (2010). Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology*, 156 (3), 609-643.
- 48.** García, A. T. P., & Núñez, I. F. (2016). Dime qué vino bebes y te diré cómo eres: influencia de los factores socioculturales y económicos en los gustos y preferencias de consumidores de vino tinto D.O. Ca. Rioja. *La Prensa del Rioja*, (215), 8-11.
- 49.** Gawel, R., Oberholster, A., & Francis, I. L. (2000). A 'Mouth-feel Wheel': terminology for communicating the mouth-feel characteristics of red wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6 (3), 203-207.
- 50.** Gilbert, Karen, (2006). The smell of metal can be deceiving, Virginia Tech, <http://phys.org/news82229855.html>.
- 51.** Gonzalvez, A., Armenta, S., Pastor, A., & De La Guardia, M. (2008). Searching the most appropriate sample pretreatment for the elemental analysis of wines by inductively coupled plasma-based techniques. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56 (13), 4943-4954.
- 52.** Goode, J. (2012). Minerality in wine. *Sommelier Journal*, (October Issue), 63-67.
- 53.** Goode J. (2010) Rescuing minerality. Jamie Goode discusses the concept of minerality in wine, and its relationship to *terroir*. <http://www.wineanorak.com/mineralityandterroirinwine.htm>.

- 54.** Goode, Jamie, (2009) Clangers and Clang: Minerality in Wine. The World of Fine Wine, Issue 24 2009, WFW, London UK.
- 55.** Goode, Jamie, (2005). The Science of Wine, From Vine to Glass, The Octopus Publishing Group Ltd. London UK.
- 56.** González, V. F. (2007). "La base química del aroma del vino: Un viaje analítico desde las moléculas hasta las sensaciones olfato-gustativas".
- 57.** Green, J. A., Parr, W. V., Breitmeyer, J., Valentin, D., & Sherlock, R. (2011). Sensory and chemical characterisation of Sauvignon blanc wine: Influence of source of origin. *Food Research International*, 44 (9), 2788-2797.
- 58.** Greenough, J. D., Mallory-Greenough, L. M., & Fryer, B. J. (2005). Geology and wine 9: Regional trace element fingerprinting of Canadian wines. *Geoscience Canada*, 32 (3).
- 59.** Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., *et al.* (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, 21. 255-233.
- 60.** Harrop S. (2015). Minerality-The great debate. <http://samharropwine.com/articles/minerality>.
- 61.** Hauck, R. (1991). Buying behavior and attitudes towards wine-findings of a field survey among younger consumers. *Acta Horticulture*, 295, 127-132.
- 62.** Heymann, H., Hopfer, H., & Bershaw, D. (2014). An exploration of the perception of minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis. *Journal of Sensory Studies*, 29 (1), 1-13.

- 63.** Hidalgo J.M. El mito de la mineralidad en los vinos. Planeta vino N°38.
- 64.** Hudelson, John, (2011), Wine Faults, Causes, Cures, Effects. The Wine Appreciation Guild, San Francisco, USA.
- 65.** Husson, F., Josse, J., Lê, S., & Mazet, J. (2007). FactoMineR: Factor Analysis and Data Mining with R. R package version 1.04, URL <http://cran.R-project.org/package=FactoMineR>.
- 66.** IMA (Industrial Minerals Association of North America (2012). What is Feldspar, <http://www.ima-na.org/feldspar>, (Accessed 1 May 2012).
- 67.** Jaeger, S. R. (2006). Non-sensory factors in sensory science research. *Food Quality and Preference*, 17, 132-144.
- 68.** Juan, F. S.; Cacho, J.; Ferreira, V.; Escudero, A., Aroma Chemical Composition of Red Wines from Different Price Categories and Its Relationship to Quality. *J. Agric. Food Chem.* 2012, 60, 5045-5056.
- 69.** Kamzolova, S. V., Yusupova, A. I., Vinokurova, N. G., Fedotcheva, N. I., Kondrashova, M. N., Finogenova, T. V., & Morgunov, I. G. (2009). Chemically assisted microbial production of succinic acid by the yeast *Yarrowia lipolytica* grown on ethanol. *Applied microbiology and biotechnology*, 83 (6), 1027-1034.
- 70.** Karakasis, Ioannis, (2012) Minerality in wine: taken for granite? <http://palatepress.com/2012/03/wine/Minerality-in-wine-taken-for-granite/> (Accessed 29 April, 2012).
- 71.** Kliewer, w.m and Gates, d. (1987) Wind effects on grapevine growth, yield and fruit composition. *Australia and New Zealand Wine Industry Journal*, 2, 30-37.

- 72.** Konhauser, K. (2007). Introduction to geomicrobiology, microbial weathering (pp. 192–235). UK: Blackwell Publishing.
- 73.** Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25 (1).
- 74.** Lewin, Benjamin MW, (2010). *Wine Myths and Reality*. Vendange Press, , Dover, UK.
- 75.** Lockshin, L., Jarvis, W., d'Hauteville, F., & Perrouty, J. P. (2006). Using simulations from discrete choice experiments to measure consumer sensitivity to brand, region, price, and awards in wine choice. *Food Quality and Preference*, 17, 166-178.
- 76.** Lopez, R., Ferreira, V., Hernandez, P., & Cacho, J. F. (1999). Identification of impact odorants of young red wines made with Merlot, Cabernet Sauvignon and Grenache grape varieties: a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (11), 1461-1467.
- 77.** López, R., *et al.* (2002) "Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection". *Journal of Chromatography A* 966 (1): 167-177.
- 78.** Lopez, R., Aznar, M., Cacho, J., & Ferreira, V. (2002). Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 966 (1–2), 167-177.

- 79.** López Vázquez, C. (2012). "Estudio del comportamiento de columnas de destilación en la elaboración de aguardientes de orujo. Características analíticas y sensoriales de los destilados".
- 80.** Lund, C. M., Jones, V. S., & Spanitz, S. (2009). Effects and influences of motivation on trained panelists. *Food quality and preference*, 20 (4), 295-303.
- 81.** McDevitt, V. L., *et al.* (1998). "Analysis of soft drinks: UV spectrophotometry, liquid chromatography, and capillary electrophoresis". *Journal of chemical education* 75 (5): 625.
- 82.** MacFie, H. J. H., Bratchell, N., Greenhoff, K., & Vallis, L. V. (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, 4, 129-148.
- 83.** Mcgee H & Patterson, D. 2007 New York Times.<http://www.nytimes.com/2007/05/06/style/tmagazine/06tdirt.html>
- 84.** Maltman, A. (2013). Minerality in wine: a geological perspective. *Journal of wine research*, 24 (3), 169-181.
- 85.** Maltman, Alex, (2008) The Role of Vineyard Geology in Wine Typicity, *Journal of Wine Research*, 2008, Volume 19, Pages 1-17, Abstract, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09571260802163998>, (Accessed - 18 March 2012).
- 86.** Martínez de Toda Fernández, F. (2011). Claves de la viticultura de calidad. Mundi-Prensa.
- 87.** Martínez de Toda Fernández, F. (1991). *Biología de la vid: fundamentos biológicos de la viticultura* (No. 634.81 M38).

- 88.** Mateo-Vivaracho, L., Zapata, J., Cacho, J., & Ferreira, V. (2010). Analysis, occurrence, and potential sensory significance of five polyfunctional mercaptans in white wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (18), 10184-10194.
- 89.** Meilgaard, M. C., Dalglish, C. E., & Clapperton, J. F. (1979). Beer flavour terminology. *Journal of the Institute of Brewing*, 85 (1), 38-42.
- 90.** Meullenet, J. F., Lee, Y., & Dooley, L. (2008). The application of check-all-that-apply consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *The 9th Sensometric Meeting*. T.
- 91.** Morales, M. L., Benitez, B., & Troncoso, A. M. (2004). Accelerated aging of wine vinegars with oak chips: evaluation of wood flavour compounds. *Food Chemistry*, 88(2), 305-315.
- 92.** Moreno, I. M., González-Weller, D., Gutierrez, V., Marino, M., Cameán, A. M., González, A. G., & Hardisson, A. (2007). Differentiation of two Canary DO red wines according to their metal content from inductively coupled plasma optical emission spectrometry and graphite furnace atomic absorption spectrometry by using Probabilistic Neural Networks. *Talanta*, 72 (1), 263-268.
- 93.** Moskowitz, H. R., & Silcher, M. (2006). The applications of conjoint analysis and their possible uses in sensometrics. *Food Quality and Preference*, 17, 145-165.
- 94.** Mtimet, N., & Albisu, L. M. (2006). Spanish wine consumer behavior: A choice experiment approach. *Agribusiness*, 22 (3), 343-362.

- 95.** Mueller, S., Lockshin, L., Saltman, Y., & Blanford, J. (2010). Message on a bottle: The relative influence of wine back label information on wine choice. *Food Quality and Preference*, 21 (1), 22-32.
- 96.** Mueller, S., Osidacz, P., Francis, I. L., & Lockshin, L. (2010). Combining discrete choice and informed sensory testing in a two-stage process: Can it predict wine market share?.. *Food Quality and Preference*, 21 (7), 741-754.
- 97.** Mueller, S., & Szolnoki, G. (2010). The relative influence of packaging, labelling, branding and sensory attributes on liking and purchase intent: Consumers differ in their responsiveness. *Food quality and preference*, 21 (7), 774-783.
- 98.** Mueller, S., Lockshin, L., & Louviere, J. (2009). What your see may not be what you get: Asking consumers what matters may not reflect what they choose. *Marketing letters*, Published online, doi: 10.1007/s11002-009-9098-x.
- 99.** Naes, T., Kubberod, E., & Sivertsen, H. (2001). Identifying and interpreting market segments using conjoint analysis. *Food Quality and Preference*, 12, 133–143.
- 100.** -Nickel, Ernest H. (1995), The definition of a mineral, *The Canadian Mineralogist*, Vol 33 pp689-690 <http://canmin.geoscienceworld.org/>; (Accessed 29 April, 2012).
- 101.** Nicolini G., Larcher R., Pangrazzi P. and Bontempo L., (2004) Changes in the contents of micro and trace-elements in wine due to winemaking treatments, *Vitis*, Volume 43, Pages 41-45, <http://www.vitis-vea.de/admin/volltext/e040707.pdf>.

- 102.** Noble, A. C., Arnold, R. A., Masuda, B. M., Pecore, S. D., Schmidt, J. O., & Stern, P. M. (1984). Progress towards a standardized system of wine aroma terminology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35 (2), 107-109.
- 103.** Núñez, I. F. (2016). Influencia de los factores socioculturales en los gustos y preferencias de consumidores de vino tinto D.O. Ca. Rioja (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).
- 104.** Nunez, M., Pena, R.M., Herrero, C., and Garcia-Martin S. (2000), Analysis of some metals in wine by means of electrophoresis. Application to the differentiation of Ribeira Sacra Spanish red wines, Facultad de Ciencias, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, Spain.
- 105.** Ortega, C., Lopez, R., Cacho, J., & Ferreira, V. (2001). Fast analysis of important wine volatile compounds. Development and validation of a new method based on gas chromatographic-flame ionisation detection analysis of dichloromethanemicroextracts. *Journal of Chromatography A*, 923(1-2), 205-214.
- 106.** Parr, W. V., Valentin, D., Breitmeyer, J., Peyron, D., Darriet, P., Sherlock, R., & Ballester, J. (2016). Perceived minerality in sauvignon blanc wine: Chemical reality or cultural construct?. *Food Research International*, 87, 168-179.
- 107.** Parr, W. V., Ballester, J., Peyron, D., Grose, C., & Valentin, D. (2015). Perceived minerality in Sauvignon wines: Influence of culture and perception mode. *Food Quality and Preference*, 41, 121-132.

- 108.** Parr, W. V., Ballester, J., Peyron, D., Grose, C., & Valentin, D. (2017). Il carattere minerale nel vino realta o costruzione mentale?. Il corriere Vinicolo N°16. ISSN 2531-9825.
- 109.** Peynaud, E. 1987. The taste of wine: The art and science of wine appreciation. The wine appreciation ghuild, San Francisco, CA.
- 110.** Puyares, V., Ares, G., & Carrau, F. (2010). Searching a specific bottle for Tannat wine using a check-all-that-apply question and conjoint analysis. *Food Quality and Preference*, 21(7), 684-691.
- 111.** R Development Core Team. (2007). R: A language and environment for statistical computing. ISBN 3-900051-07-0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- 112.** Rauhut, D., Beisert, B., Berres, M., Gawron-Scibek, M., & Kürbel, H. (2005). Pulse flame photometric detection: an innovative technique to analyse volatile sulfur compounds in wine and other beverages. *State of the art in flavour chemistry and biology*. Hofmann, T., Rothe, M., Schieberle, P. (eds.) *Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching, Germany*, 363-368.
- 113.** Riéreau-Gayon PA., Dubourdieu D., Doneche B., Lonvaud A. (2006) Handbook of enology. Volume II: The chemistry of wine and stabilization treatments. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester. of a mineral.
- 114.** Rocchi, B., & Stefani, G. (2005). Consumers' perception of wine packaging: A case study. *International Journal of Wine Marketing*, 18, 33-44.

- 115.** Rodrigues, H., Sáenz-Navajas, M. P., Franco-Luesma, E., Valentin, D., Fernández-Zurbano, P., Ferreira V. y Ballester, J. (2017). Sensory and chemical drivers of wine minerality aroma: An application to Chablis wines. *Food Chemistry*, 230, 553-562.
- 116.** Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., & Valentin, D. (2015). Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers. *Food Quality and Preference*, 46, 166-172.
- 117.** Rodríguez-Nogales, J. M., Fernández-Fernández, E., & Vila-Crespo, J. (2009). 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*, 89 (11), 1927-1935.
- 118.** Rodríguez Tarango, J. A. (2003). Introducción a la Ingeniería en Envase y Embalaje. In J. A. Rodríguez Tarango (Ed.), *Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje para la industria de los alimentos, farmacéutica, química y de cosméticos (1:1-1:6)*. México: Instituto Mexicano de Profesionales en Envase y Embalaje S.C.
- 119.** Roujou de Boubée, D., *et al.* (2000). "Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on red Bordeaux and Loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grapes during ripening". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(10): 4830-4834.
- 120.** Rychlik, M.; Bosset, J. O., Flavour and off flavour compounds of Swiss Gruyere cheese. Identification of key odorants by quantitative instrumental and sensory studies. *International Dairy Journal* 2001, 11, 903–910.

- 121.** San-Juan, F., Ferreira, V., Cacho, J., & Escudero, A. (2011). Quality and aromatic sensory descriptors (mainly fresh and dry fruit character) of Spanish red wines can be predicted from their aroma-active chemical composition. *Journal of agricultural and Food Chemistry*, 59 (14), 7916-7924.
- 122.** Schüttler, A., Friedel, M., Jung, R., Rauhut, D., & Darriet, P. (2015). Characterizing aromatic typicality of Riesling wines: merging volatile compositional and sensory aspects. *Food Research International*, 69, 26-37.
- 123.** Shacklette, H. T., & Boerngen, J. G. (1984). Element concentrations in soils and other surficial materials of the conterminous United States. Konhauser, K. (2007). *Introduction to geomicrobiology, microbial weathering (192-235)*. UK: Blackwell Publishing.
- 124.** Shepherd, G. M. (2006). Smell images and the flavour system in the human brain. *Nature*, 444 (7117), 316-321.
- 125.** Smallwood, D. E., & Conlisk, J. (1979). Product quality in markets where consumers are imperfectly informed. *The Quarterly Journal of Economics*, 93 (1), 1-23.
- 126.** Styger, G., Prior, B., & Bauer, F. F. (2011). Wine flavor and aroma. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 38 (9), 1145.
- 127.** Tenenhaus, M., Vinzi, V. E., Chatelin, Y. M., & Lauro, C. (2005). PLS path modeling. *Computational statistics & data analysis*, 48 (1), 159-205.
- 128.** Tominaga, T., Guimbertau, G., & Dubourdieu, D. (2003). Contribution of benzenemethanethiol to smoky aroma of certain *Vitis vinifera* L. wines. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51 (5), 1373-1376.

- 129.** Tuorila, H. M., Meiselman, H. L., Cardello, A. V., & Lesher, L. L. (1998). Effect of expectations and the definition of product category on the acceptance of familiar foods. *Food Quality and Preference*, 9, 421–430.
- 130.** Varela, P., & Gámbaro, A. (2006). Sensory descriptive analysis of Uruguayan Tannat wine: Correlation to quality assessment. *Journal of Sensory Studies*, 21, 203–217.
- 131.** Wold, S., Albano, C. W. J. D., Dunn III, W. J., Edlund, U., Esbensen, K., Geladi, P., & Sjöström, M. (1984). Multivariate data analysis in chemistry. In *Chemometrics (17-95)*. Springer Netherlands.
- 132.** Yang, H. H. L., & Lawless, H. T. (2005). Descriptive analysis of divalent salts. *Journal of sensory studies*, 20(2), 97-113.
- 133.** Zacarías, I., Yáñez, C. G., Araya, M., Oraka, C., Olivares, M., & Uauy, R. (2001). Determination of the taste threshold of copper in water. *Chemical senses* 26(1).
- 134.** Zaldívar, E., Molina, D., Zurbano, P. F., García, A. T. P. (2017). Bases sensoriales del carácter mineral en el vino a nivel olfativo y gustativo. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, N° 482, 2017, págs. 95-105.
- 135.** Zaldívar, E., Molina, D., Zurbano, P. F., García, A. T. P. (2015). Cómo describir la mineralidad de los vinos. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, (469), 49-54.

7. ANEXOS

Anexo I. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en el análisis descriptivo realizado para las muestras de vino blanco y tinto.

		OUTLOOK WINE - The Barcelona Wine School Laboratorios Excell-Iberica - La Rioja			
OUTLOOK WINE - The Barcelona Wine School - Copyright ©. All Rights Reserved. No part of the information might be copied or given to a third person or company by any method, mechanic, email, including photocopies or any recording database without previous permission of the author	PARAMETROS AROMATICOS POSITIVOS (0 a 5)		PARAMETROS GUSTATIVOS (0 a 5)		
	Pureza y Limpidez		Dulzor (azúcar)		
	Intensidad Aromática		Alcohol (calidez)		
	Herbáceo - Hierbas Aromáticas		Dulcedumbre (origen alcohol)		
	Vegetal - Pirazinas		Acidez		
	Floral		Percepción de Frescor (acidez)		
	Fruta Fresca		Concentración de Tanino		
	Fruta Madura		Astringencia		
	Fruta Pasificada		Calidad del Tanino (fibroso, granulado, fino)		
	Frutos Secos		Tanino de Roble		
	Lácteos		Tanino de Uva		
	Pastelería		Sensación de Volumen		
	Levadura		Cuerpo (Densidad o peso)		
	Mentolados		Amargor		
	Espicias Dulces		Profundidad Gustativa-Táctil		
	Espicias Punzantes		Persistencia Gustativa-Táctil		
	Roble		Intensidad Aromática Retro		
	Torrefacto		Persistencia Aromática Retro		
	Resinas		Complejidad o Expresividad Aromática		
	Madurez (Cuero, tabaco, champiñón)		Mineraliad (carácter)		
	Empireumáticos		Equilibrio Global Paladar		
	Animal				
	Mineralidad		SUMATORIO TOTAL PALADAR		
	Bouquet		SUMATORIO TOTAL AROMA Y PALADAR		
	PARAMETROS AROMATICOS NEGATIVOS (0 a -5)		VALORACION PERSONAL AROMA (0 a 5)		
	Puntúa en Negativo y restan en la valoración				
	Fenólico (Animal, cuero - Brett)		VALORACION PERSONAL PALADAR (0 a 5)		
	Reducción de carácter "Mineral"				
	Reducción Irreversible		VALORACION PERSONAL GLOBAL DEL VINO (0 a 5)		
	Vegetal - Pirazinas				
Vegetal - Carácter Herbáceo (Clorofila)		OBSERVACIONES PERSONALES			
Químicos					
TCA (Tricolo-anisoles)					
Maderas Defectuosas (Celulosa)					
Madera Verde					
Putrefacción (Aminas Biogenas)					
Acidez Volátil					
Oxidación					
COMPORTAMIENTO AROMA NASAL (0 a 5)					
Grado de Complejidad					
Sensación de Concentración Aromática (peso)					
Dinamismo Aromático (cambio secuencial)					
Valoración Personal del Aroma (calidad)					
SUMATORIO TOTAL AROMA					
		0 = Nulo o ninguno 5 = Máxima valoración			
WINE EDUCATION · COACHING & TRAINING · WINE & SPIRIT EDUCATION TRUST – LONDON www.outlookwine.com · info@outlookwine.com · Barcelona · Spain · T. +34 672 411 474 COPYRIGHT 2013 ©, TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS					

Anexo II. Puntuaciones medias para los 17 vinos usados en el estudio conferidas en el análisis descriptivo por el panel de expertos no elaboradores para la fase orthonasal.

Nº	Tipo de vino	Intensidad aromática	Floral	Fruta fresca	Fruta pasificada	Lacteos	Pastelería	Levadura	Mentolados	Espesias dulces	Espesias punzantes	Roble	Torrefacto	Madurez	Empireumáticos	Animal	Mineralidad	Vegetal	Químicos	concentración aromática
1	Vino blanco	2,9	1,1	1,9	0,0	2,4	1,2	0,3	0,2	1,0	0,6	1,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,8	-0,2	-0,8	2,1
2	Vino blanco	3,6	0,8	1,4	1,1	1,0	1,6	0,8	0,2	1,9	0,1	0,2	0,4	0,0	0,2	0,0	0,2	-0,8	0,0	2,4
3	Vino blanco	3,3	1,5	1,5	0,5	1,9	1,3	0,2	0,1	1,5	0,3	0,6	0,2	0,6	0,1	0,1	0,3	-0,1	0,0	3,0
4	Vino blanco	3,0	1,2	1,8	0,0	0,8	0,3	0,3	0,8	1,0	0,6	0,9	1,0	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	-1,1	2,4
5	Vino blanco	4,3	1,2	0,4	0,1	0,9	1,0	0,9	0,7	1,3	0,3	0,3	0,3	0,4	1,1	0,2	1,2	0,0	-1,1	2,3
6	Vino blanco	2,7	1,5	1,5	0,3	0,9	0,3	0,6	0,3	0,8	0,4	0,5	0,3	0,3	0,0	0,2	0,6	0,0	-0,5	2,5
7	Vino blanco	2,7	1,2	0,9	0,6	0,5	1,2	0,9	0,3	1,3	0,3	0,7	0,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	2,5
8	Vino blanco	1,7	1,1	1,0	0,4	0,6	0,1	1,3	0,2	0,8	0,0	0,4	0,8	0,3	0,0	0,0	0,4	0,0	-0,2	1,3
9	Vino blanco	3,7	2,0	1,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	1,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,7	0,0	1,5	0,0	-0,3	3,3
10	Vino blanco	4,1	0,9	0,6	0,4	0,4	0,9	0,8	0,4	1,8	0,3	0,2	0,4	0,7	1,0	0,2	0,7	0,0	-0,3	3,4
11	Vino blanco	1,9	0,2	0,0	0,0	0,6	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	2,0	0,0	1,5	0,0	0,0	3,4
12	Vino tinto	3,6	0,5	1,1	0,0	0,9	0,0	0,0	1,0	2,0	1,3	1,8	0,4	1,0	0,1	0,2	0,4	0,0	0,0	2,5
13	Vino tinto	3,6	0,0	0,5	0,6	0,1	0,0	0,1	1,1	1,6	2,1	2,4	1,8	1,1	0,1	0,1	0,2	0,0	-0,2	3,3
14	Vino tinto	2,0	0,4	0,5	1,4	0,0	0,0	0,7	0,6	1,4	0,8	0,4	0,9	1,2	0,1	0,7	0,1	0,0	-0,2	1,5
15	Vino tinto	3,3	0,5	0,8	0,6	0,4	0,0	0,0	1,1	2,9	0,9	2,2	1,1	0,4	0,2	0,3	0,4	-0,1	0,0	2,3
16	Vino tinto	2,9	0,0	0,0	2,5	1,3	0,0	0,0	0,7	2,0	1,6	2,4	1,8	2,6	0,3	1,1	0,2	0,0	0,0	2,5
17	Vino tinto	3,0	0,5	0,0	1,4	1,0	0,0	0,3	1,4	3,1	1,6	2,2	1,9	1,8	0,8	1,1	0,7	0,3	0,3	2,3

Anexo III. Puntuaciones medias para los 17 vinos usados en el estudio conferidas en el análisis descriptivo por el panel de expertos no elaboradores para la fase gustativa y retronasal.

Nº	Tipo de vino	Dulzor	Alcohol	Concentración de tanino	Astringencia	Calidad del tanino	Tanino de roble	Tanino de uva	Sensación de volumen	Cuerpo	Amargor	Profundidad gustativa-táctil
1	Vino blanco	0,8	2,0	0,3	0,7	0,6	0,6	0,0	2,0	2,4	0,8	2,4
2	Vino blanco	0,8	1,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	1,3	1,5	0,5	1,6
3	Vino blanco	0,9	2,6	0,2	0,3	0,0	0,4	0,1	2,0	2,4	1,0	1,6
4	Vino blanco	0,7	1,9	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	2,3	2,3	1,2	2,8
5	Vino blanco	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
6	Vino blanco	0,4	2,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	1,8	2,1	1,2	2,3
7	Vino blanco	1,1	1,9	0,1	0,5	0,2	0,3	0,6	2,1	2,5	1,0	2,0
8	Vino blanco	0,6	1,6	0,1	0,4	0,0	0,0	0,3	1,4	1,9	1,0	2,0
9	Vino blanco	2,9	1,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	2,6	2,9	0,2	2,8
10	Vino blanco	1,9	1,9	0,2	0,2	0,1	0,0	0,3	3,3	3,3	1,5	2,9
11	Vino blanco	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,4	0,7	3,0
12	Vino tinto	0,2	2,8	1,6	2,0	2,0	2,1	2,0	2,8	2,6	1,7	2,4
13	Vino tinto	0,4	2,6	2,9	2,3	2,4	2,2	1,8	2,9	3,0	1,3	2,9
14	Vino tinto	0,6	2,0	0,8	1,0	0,7	0,9	0,5	1,5	1,5	0,5	1,8
15	Vino tinto	0,9	3,4	2,8	2,4	2,0	2,0	2,4	2,9	2,9	1,3	2,6
16	Vino tinto	0,8	2,6	2,4	1,5	2,6	2,1	1,6	2,1	2,6	1,3	2,6
17	Vino tinto	0,9	2,6	2,7	2,0	2,7	2,4	1,8	2,8	3,0	2,0	3,1

Anexo IV. Puntuaciones medias para los 17 vinos usados en el estudio conferidas en el análisis descriptivo por el panel de elaboradores para la fase orthonasal.

Nº	Tipo de vino	Limpidez	Floral	Fruta tropical	Fruta madura	Fruta pasificada	Fruta de hueso	Pastelería	Resinas	Roble	Empireumático	Animales	Mineral	Fenolado	Reducción	Oxidación	Acidez volátil	Vegetal clorofila	Vegetal	Acidez	Tanino concentración	Astringencia	Tanino Uva	Tanino Roble
1	Vino blanco	3,5	0,9	1,4	0,4	1,5	0,9	0,4	1,0	1,5	0,4	0,4	1,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-1	-1	3,0	0,5	0,5	0,4	0,5
2	Vino blanco	3,5	2,0	2,0	0,4	2,0	0,4	0,9	1,5	0,4	0,9	0,4	1,9	0,0	-0,5	-1	0,0	0,0	0,0	3,5	0,4	1,4	0,4	0,4
3	Vino blanco	2,5	2,5	1,5	3	2,5	3	0,4	1,9	0,4	3,0	0,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,5	0,0	3,0	1,4	0,9	0,4	0,4
4	Vino blanco	1,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	2,0	0,0	-2	-1,0	0,0	-1,5	0,0	2,0	0,4	0,9	0,4	0,4
5	Vino blanco	3,0	2,5	0,4	0,4	0,9	1,0	0,4	0,9	0,4	1,9	0,4	2,0	0,0	-0,5	0,0	0,0	-1,0	-1,5	2,5	0,4	0,4	0,4	0,4
6	Vino blanco	3,5	1,9	2,0	1,4	1,4	1,5	0,4	0,4	0,4	1,4	0,4	0,9	0,0	-0,5	-3,5	0,0	-1,0	0,0	2,0	0,9	0,4	0,4	0,4
7	Vino blanco	2,5	0,4	0,4	1,0	1,0	1,0	0,4	3	2,5	0,4	0,9	0,9	0,0	0,0	-3,5	-2,5	0,0	0,0	1,5	0,5	1,0	0,4	1,5
8	Vino blanco	3,5	0,4	2,0	1,9	1,4	3,0	3,0	0,4	0,9	0,4	0,4	3,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,4	0,4	0,4	0,4
9	Vino blanco	3,0	2,0	0,4	0,9	1,9	0,4	0,4	1,4	0,4	3,5	0,4	3	0,0	-2,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,4	0,4	0,4	0,4
10	Vino blanco	3,0	2,5	1,9	1,4	0,4	2,0	0,4	0,4	0,4	1,5	0,9	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,9	0,4	2,4	0,4
11	Vino blanco	2,5	2,0	1,4	0,4	0,4	1,5	1,4	0,9	0,4	3,0	0,4	3,0	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,4	0,4	0,4	0,4
12	Vino tinto	4,0	0,4	0,4	1,5	0,4	1,9	1,6	2,5	2,0	0,4	0,5	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	3,5	2,0	3,5	2,0
13	Vino tinto	3,5	0,4	0,4	0,4	1,4	1,0	1,9	0,9	2,5	0,9	1,5	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,5	2,5	3,0	2,0
14	Vino tinto	4,0	0,4	0,4	0,4	0,9	1,4	0,4	1,7	2,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	2,0	3,0	2,0
15	Vino tinto	1,5	0,4	0,4	0,4	0,9	0,4	0,4	1,4	1,5	0,4	3,0	0,4	-2,5	-1,0	-1,5	0,0	-1,5	0,0	1,5	1,0	1,0	1,9	0,4
16	Vino tinto	3,5	0,4	0,4	2,5	2,0	1,9	2,0	2,5	1,5	1,0	0,4	1,4	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,5	2,0	3,5	2,0
17	Vino tinto	3,5	0,9	0,4	3,5	2,5	1,4	2,0	0,4	2,0	0,4	1,0	1,4	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	0,0	1,5	3,0	1,0	3,0	2,0

Anexo V. Puntuaciones medias para los 17 vinos usados en el estudio conferidas en el análisis descriptivo por el panel de elaboradores para la fase gustativa y retronasal.

Nº	Tipo de vino	Volumen	Cuerpo	Amargo	Profundidad	Fruta cítricos	Fruta tropical	Fruta pasificada	Pastelería	Frutos Secos	Espicias dulces	Espicias secas	Balsámico	Roble	Torrefactos	Empíreumático	Bouquet	Animales	Mineral	Vegetal	Pirazina	Químicos
1	Vino blanco	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	1,5	1,5	0,4	1,0	0,4	2,0	-1,0	0,0	0,0
2	Vino blanco	1,4	2,5	2,5	1,4	1,9	2,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-1,5	-2,5	0,0
3	Vino blanco	3,0	2,0	3	3,0	2,5	2,0	1,4	0,4	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,0	1,4	0,4	-1,0	-1,0	0,0
4	Vino blanco	0,9	1,5	2,5	2,0	1,4	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,5	0,4	2,0	-0,5	0,0	0,0
5	Vino blanco	2,5	2,0	1,0	2,0	2,0	1,4	0,4	0,4	2,5	0,4	0,4	1,4	0,4	0,4	0,9	1,0	0,4	1,0	-0,5	0,0	0,0
6	Vino blanco	2,5	2,0	3,0	1,5	1,0	1,9	0,4	0,4	1,4	0,4	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,4	-1,0	0,0	-1,0
7	Vino blanco	1,5	2,5	2,0	2,0	0,4	0,9	3,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,5	0,4	1,9	0,4	0,4	0,4	-1,5	-0,5	-0,5
8	Vino blanco	3,5	2,5	1,5	2,5	2,0	0,4	0,4	2,5	2,0	1,4	0,4	0,4	0,9	1,9	0,4	2,5	0,4	2,4	-0,5	0,0	0,0
9	Vino blanco	2,5	2,0	1,0	2,0	4,0	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,4	0,4	2,5	0,4	0,4	0,9	0,0	0,0	-1,0
10	Vino blanco	3,5	2,5	3,0	2,5	1,5	0,9	0,4	0,4	1,5	0,4	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,4	0,4	1,0	-1,0	0,0	-1,5
11	Vino blanco	3,5	3,5	0,9	3,0	3,5	1,9	1,5	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	2,0	2,0	0,4	2,0	-0,5	0,0	0,0
12	Vino tinto	3,0	3,5	1,0	3,5	2,5	0,4	0,9	2,0	1,5	1,0	2,5	2,1	2,5	1,2	0,4	2,5	1,0	1,9	0,0	0,0	0,0
13	Vino tinto	3,0	3,0	1,5	3,0	3,0	0,4	0,4	1,4	0,9	0,4	3,0	1,4	2,0	1,9	1,0	2,0	0,4	1,9	0,0	0,0	-0,5
14	Vino tinto	1,5	1,5	1,0	1,0	1,9	0,4	0,9	0,9	1,9	1,4	4,0	3,5	2,0	1,9	0,4	0,4	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0
15	Vino tinto	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,4	0,4	1,4	0,4	0,4	0,5	0,4	1,0	0,4	0,4	0,9	2,0	0,9	0,0	0,0	-0,5
16	Vino tinto	4,0	4,0	1,0	2,0	3,5	0,4	0,9	2,0	1,9	2,0	2,0	1,4	3,0	2,5	0,4	0,4	0,4	3,0	-0,5	0,0	0,0
17	Vino tinto	2,5	2,0	1,5	2,5	1,4	0,4	2,5	0,9	0,9	0,4	2,5	0,4	1,5	1,4	0,4	0,4	1,0	0,9	0,0	0,0	-0,5

Anexo VI. Detalle de la composición química de parámetros enológicos de los 17 vinos usados en el estudio. IPT- índice de polifenoles totales; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	% Vol	Acidez Total	Acidez volátil (g/L)	pH	Acido L-láctico (g/L)	Acido L-málico (g/L)	Acido succínico (g/L)	Acido tartárico (g/L)	Glucosa + Fructosa (g/L)	SO ₂ libre (mg/L)	SO ₂ total (mg/L)	Acetaldehído (mg/L)	Glicerol (g/L)	Intensidad colorante	IPT
1	Vino blanco	11,9	7,51	0,52	3,12	0,1	1,6	0,33	1,7	3,0	3,0	112,0	76,0	7,12	-	-
2	Vino blanco	10,0	8,69	0,49	3,11	0,2	3,0	0,38	2,6	0,7	13,0	91,0	45,0	7,6	-	-
3	Vino blanco	13,3	6,37	0,29	3,38	0,6	1,6	0,44	1,5	0,9	3,0	64,0	51,0	7,4	-	-
4	Vino blanco	12,5	6,3	0,3	3,14	0,1	1,4	0,35	2,9	1,4	14,0	83,0	42,0	6,6	-	-
5	Vino blanco	11,7	6,4	0,3	3,22	1,2	0,8	0,53	2,0	1,6	3,0	56,0	35,0	8,4	-	-
6	Vino blanco	13,2	5,2	0,17	3,26	0,1	0,8	0,71	2,1	0,5	6,0	67,0	38,0	9,2	-	-
7	Vino blanco	12,8	7,54	1,00	3,61	1,78	0,1	0,71	0,9	0,19	3,0	53,0	33,0	5,7	-	-
8	Vino blanco	11,9	4,00	0,22	3,28	1,1	0,2	0,59	2,0	0,2	3,0	91,0	60,0	6,1	-	-
9	Vino blanco	11,0	10,97	0,38	3,46	1,2	4,4	0,34	0,7	15,5	6,0	93,0	51,0	7,5	-	-
10	Vino blanco	12,3	4,84	0,24	3,44	1,6	0,6	0,59	1,7	4,9	6,0	70,0	32,0	9,8	-	-
11	Vino blanco	7,5	9,58	0,46	3,12	0,1	2,8	0,53	2,7	73,3	3,0	104,0	75,0	8,9	-	-
12	Vino tinto	13,3	4,25	0,76	3,68	1,3	0,1	0,59	2,7	0,7	3,0	6,0	4,0	11,1	10,3	68,6
13	Vino tinto	12,4	6,12	0,6	3,67	1,7	0,1	0,53	1,9	1,0	3,0	21,0	16,0	8,1	8,7	51,9
14	Vino tinto	13,4	7,01	0,84	3,63	2,1	0,1	0,52	2,3	0,1	3,0	11,0	5,0	8,9	57,0	57,0
15	Vino tinto	10,8	6,18	0,66	3,44	1,8	0,1	0,67	2,0	0,2	3,0	13,0	6,0	7,7	24,6	24,6
16	Vino tinto	13,9	5,46	0,62	3,6	0,6	0,1	0,56	2,9	0,1	3,0	21,0	24,0	8,8	62,0	62,0
17	Vino tinto	13,8	4,84	0,51	3,62	1,0	0,1	0,88	2,3	0,6	3,0	9,0	16,0	11,8	58,5	58,5

Anexo VII. Composición química en aromas varietales y prefermentativos de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	GRUPO VARIETAL										GRUPO PREFERMENTATIVO			
		Linalol (µg/L)	β-Citronelol (µg/L)	Geraniol (µg/L)	α-Terpineol (µg/L)	α-Ionona (µg/L)	β-Ionona (µg/L)	β-Damascenona (µg/L)	Acetato de linalol (µg/L)	δ-decalactona (µg/L)	1-Hexanol (mg/L)	cis-3-hexen-1-ol (mg/L)	1-butanol (mg/L)	Metionol (mg/L)	m-cresol (µg/L)
1	Vino blanco	5,91	nd	nd	9,32	nd	0,33	5,81	0,54	nd	1,05	0,06	0,99	0,33	0,50
2	Vino blanco	1,37	nd	0,49	11,65	nd	0,27	261,00	0,42	nd	1,24	0,34	0,72	0,44	nd
3	Vino blanco	20,02	3,20	5,78	34,76	0,18	0,31	5,47	0,45	nd	1,77	0,08	0,75	0,59	0,78
4	Vino blanco	5,30	nd	nd	18,27	nd	0,22	3,41	0,46	nd	1,16	0,07	0,61	0,49	0,33
5	Vino blanco	1,07	nd	nd	26,68	nd	0,19	6,15	0,42	nd	1,01	0,03	0,87	0,42	1,33
6	Vino blanco	3,96	nd	nd	13,91	nd	0,32	3,93	0,57	nd	0,54	0,07	0,68	0,53	nd
7	Vino blanco	20,87	5,51	7,19	20,29	0,32	0,32	6,95	0,58	nd	1,70	0,07	0,46	0,48	3,38
8	Vino blanco	4,16	nd	nd	7,22	nd	0,36	5,62	0,58	nd	0,86	0,15	0,36	0,58	nd
9	Vino blanco	6,18	nd	nd	44,14	nd	0,29	6,36	0,50	nd	1,28	0,04	0,45	0,20	0,70
10	Vino blanco	22,88	nd	nd	169,97	nd	0,27	5,92	0,53	nd	1,20	0,03	0,66	0,68	0,82
11	Vino blanco	1,13	nd	nd	25,71	nd	0,21	3,28	0,25	nd	0,94	0,02	0,36	0,12	nd
12	Vino tinto	2,10	1,64	nd	8,56	nd	0,24	2,08	0,24	nd	1,85	0,18	1,23	0,75	0,67
13	Vino tinto	11,87	4,61	3,46	12,15	0,15	0,25	2,39	0,27	nd	1,65	0,02	1,09	1,66	1,00
14	Vino tinto	8,28	2,53	nd	17,68	0,05	0,30	1,66	0,28	nd	1,19	0,18	0,70	1,97	1,51
15	Vino tinto	7,79	3,84	0,83	21,31	nd	0,23	5,19	0,22	nd	1,05	0,11	0,43	0,95	1,69
16	Vino tinto	6,59	5,11	nd	5,83	0,18	0,25	4,37	0,25	nd	0,49	0,01	1,13	1,15	0,65
17	Vino tinto	12,87	3,24	nd	33,40	nd	0,30	3,55	0,22	nd	2,37	0,18	3,98	0,91	0,60

Anexo VIII. Composición química en aromas fermentativos de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Acido butírico (mg/L)	Acido isobutírico (mg/L)	Acido hexanoico (mg/L)	Acido octanóico (mg/L)	Acetato feniletilo (mg/L)	Acetato de hexilo (mg/L)	Succinato de dietilo (mg/L)	Isovalerato de etilo (µg/L)	β-Feniletanol (mg/L)	Alcohol bencílico (mg/L)	Acetato isoamilo (mg/L)	Butirato de etilo (mg/L)	γ-Butirolactona (mg/L)	Decanoato de etilo (mg/L)
GRUPO FERMENTATIVO I															
1	Vino blanco	2,07	1,92	5,92	7,21	0,12	0,02	3,48	49,87	14,10	0,02	0,63	0,33	5,42	0,15
2	Vino blanco	0,80	1,06	2,69	4,91	0,28	nd	7,22	50,49	15,01	nd	0,07	0,15	6,01	0,17
3	Vino blanco	2,85	1,05	4,50	5,93	0,10	0,03	3,80	36,10	17,86	0,03	0,60	0,45	9,12	0,14
4	Vino blanco	1,32	0,95	3,92	6,43	0,09	0,01	4,73	53,15	18,88	0,01	0,30	0,24	7,77	0,23
5	Vino blanco	1,15	1,04	3,98	11,44	0,28	nd	8,20	50,48	96,05	nd	0,06	0,22	7,25	0,23
6	Vino blanco	1,72	1,17	4,43	4,71	0,10	nd	6,60	73,00	25,42	0,01	0,22	0,25	5,01	0,09
7	Vino blanco	1,41	1,56	4,26	4,77	0,02	nd	6,10	22,97	24,60	0,08	0,28	0,25	6,21	0,14
8	Vino blanco	0,95	1,05	3,60	5,36	0,05	nd	4,17	52,83	28,84	0,01	0,24	0,18	6,79	0,19
9	Vino blanco	0,77	0,75	3,24	6,41	0,03	0,02	2,80	38,16	28,30	nd	0,19	0,22	5,31	0,23
10	Vino blanco	0,97	1,08	2,55	8,18	0,16	nd	8,18	53,36	125,64	nd	0,11	0,30	8,02	0,43
11	Vino blanco	0,51	0,23	2,93	5,93	0,05	nd	3,73	21,93	73,98	nd	0,05	0,11	4,30	0,15
12	Vino tinto	1,49	2,21	2,01	1,74	0,25	nd	21,89	71,23	30,44	0,01	0,19	0,23	10,45	0,38
13	Vino tinto	1,04	2,82	1,85	1,62	0,11	nd	9,88	42,82	29,29	0,04	0,19	0,15	14,71	0,28
14	Vino tinto	0,84	4,02	1,13	1,15	0,14	nd	14,05	49,53	34,97	nd	0,31	0,11	38,23	0,12
15	Vino tinto	0,84	2,21	1,35	1,64	0,09	nd	11,32	13,41	27,82	0,01	0,23	0,13	13,86	0,06
16	Vino tinto	1,09	2,46	1,02	0,81	0,06	nd	8,32	45,12	37,54	0,01	0,31	0,14	20,22	0,09
17	Vino tinto	1,55	2,49	1,79	1,07	0,36	nd	22,80	84,59	28,08	nd	0,17	0,24	11,10	0,37

Anexo IX. Composición química en aromas fermentativos de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Acetaldehído (mg/L)	Acetato de etilo (mg/L)	Propanoato de etilo (mg/L)	Diacetilo (mg/L)	Isobutanol (mg/L)	Alcohol isoamílico (mg/L)	Hexanoato de etilo (mg/L)	Acetoina (mg/L)	Lactato de etilo (mg/L)	Octanoato de etilo (mg/L)	Ácido acético (mg/L)	Ácido decanoico (mg/L)	Isovalerianico (mg/L)	Isobutirato de etilo (µg/L)
GRUPO FERMENTATIVO I I															
1	Vino blanco	16,70	93,76	0,10	nd	23,97	164,95	0,80	2,10	23,25	0,81	312,15	1,13	1,04	29,90
2	Vino blanco	6,05	77,58	0,10	nd	28,41	112,79	0,46	2,18	17,67	0,46	260,62	1,30	0,65	21,37
3	Vino blanco	11,10	59,63	0,09	nd	22,44	160,33	0,74	1,03	91,96	0,57	222,02	1,11	0,85	27,41
4	Vino blanco	4,73	63,78	0,10	nd	21,01	154,34	0,63	1,37	23,35	0,92	239,77	1,43	0,82	30,73
5	Vino blanco	10,04	53,63	0,06	0,52	21,81	105,71	0,60	10,05	177,73	0,94	179,55	2,22	0,44	25,09
6	Vino blanco	15,88	47,11	0,16	nd	19,52	189,70	0,49	1,39	17,63	0,46	125,23	0,73	1,54	29,57
7	Vino blanco	17,79	145,92	0,19	4,34	16,49	155,97	0,52	70,81	189,75	0,54	492,86	0,77	0,83	34,39
8	Vino blanco	36,83	43,45	0,09	1,75	24,16	159,86	0,48	25,24	87,42	0,70	127,44	0,91	1,01	31,13
9	Vino blanco	11,93	60,61	0,09	0,27	16,57	90,92	0,52	5,44	134,60	0,67	127,19	1,53	0,43	42,48
10	Vino blanco	4,92	58,38	0,07	nd	25,78	141,37	0,54	8,65	227,21	0,80	138,35	1,96	0,58	22,15
11	Vino blanco	10,82	44,23	0,07	nd	10,34	68,46	0,31	11,73	5,96	0,38	132,34	1,29	0,29	70,33
12	Vino tinto	17,96	121,01	0,20	1,67	35,69	214,97	0,27	26,00	211,09	0,14	424,87	0,45	1,38	243,81
13	Vino tinto	13,04	73,21	0,08	11,15	68,41	302,19	0,22	34,26	198,82	0,13	302,96	0,74	1,51	224,31
14	Vino tinto	19,56	103,86	0,09	0,85	113,42	282,05	0,15	10,07	268,16	0,16	407,15	0,39	1,44	296,09
15	Vino tinto	12,79	88,80	0,04	1,83	71,19	213,17	0,15	18,65	212,56	0,15	288,44	0,39	0,42	83,70
16	Vino tinto	21,33	74,82	0,08	4,20	47,31	245,88	0,13	1,06	53,46	0,16	345,55	0,22	2,57	189,56
17	Vino tinto	26,76	83,24	0,24	5,90	35,92	246,55	0,25	4,95	180,13	0,12	335,00	0,30	1,49	26,66

Anexo X. Composición química en aromas fermentativos de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Acetato de isobutilo (µg/L)	2-metilbutirato de etilo (µg/L)	Acetato de butilo (µg/L)	Furoato de etilo (µg/L)	Dihidrocinnamato de etilo (µg/L)	Cinnamato de etilo (µg/L)
GRUPO FERMENTATIVO III							
1	Vino blanco	34,70	29,68	10,13	30,45	0,53	1,26
2	Vino blanco	26,35	42,04	3,86	28,05	nd	nd
3	Vino blanco	35,09	25,93	5,04	40,73	0,51	1,39
4	Vino blanco	23,47	37,04	4,56	25,76	0,50	nd
5	Vino blanco	18,37	54,06	4,09	33,16	0,68	2,91
6	Vino blanco	14,61	54,11	4,89	12,11	0,73	nd
7	Vino blanco	32,49	15,58	4,48	8,98	1,69	1,61
8	Vino blanco	19,02	36,91	3,63	20,25	nd	nd
9	Vino blanco	21,51	34,70	3,10	14,89	nd	0,62
10	Vino blanco	23,87	55,76	4,50	30,53	nd	1,35
11	Vino blanco	8,97	31,74	nd	13,10	0,53	0,95
12	Vino tinto	40,28	47,30	nd	11,21	0,88	1,28
13	Vino tinto	67,07	30,02	nd	7,61	0,55	1,05
14	Vino tinto	119,17	71,39	nd	11,26	0,66	0,87
15	Vino tinto	61,98	13,82	nd	20,72	2,04	1,52
16	Vino tinto	44,40	89,36	nd	4,69	0,56	0,63
17	Vino tinto	34,92	62,72	10,43	9,81	1,27	0,67

Anexo XI. Composición química en aromas procedentes de la fase de envejecimiento de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Guayacol (µg/L)	4-Etil guayacol (µg/L)	trans-whisky lactona (µg/L)	cis - whisky lactona (µg/L)	Eugenol (µg/L)	4-Etilfenol (µg/L)	Benzal dehído (µg/L)	δ-octa lactona (µg/L)	o-cresol (µg/L)	γ-nona lactona (µg/L)	4-propil guayacol (µg/L)	γ-deca lactona (mg/L)	4-vinil guayacol (µg/L)	2,6-dimetoxi fenol (µg/L)
GRUPO DE ENVEJECIMIENTO I															
1	Vino blanco	28,78	0,84	90,19	116,72	15,12	0,48	17,29	1,88	1,29	4,22	nd	5,42	66,94	47,48
2	Vino blanco	6,14	nd	25,70	36,28	5,68	0,34	10,24	0,86	nd	1,88	nd	6,01	15,85	10,15
3	Vino blanco	11,92	0,33	1,56	1,33	5,97	1,00	38,67	0,68	1,13	7,03	nd	9,12	85,13	10,29
4	Vino blanco	6,90	nd	2,94	4,12	1,57	0,32	8,43	1,18	0,52	3,08	nd	7,77	39,44	3,80
5	Vino blanco	10,80	0,37	2,34	nd	1,09	1,18	71,19	3,23	0,57	7,21	nd	7,25	88,42	nd
6	Vino blanco	9,28	nd	2,17	nd	0,89	0,82	14,73	0,70	0,65	3,11	nd	5,01	61,41	4,34
7	Vino blanco	32,36	13,57	57,49	97,26	17,46	8,42	44,83	0,59	2,58	6,88	0,01	6,21	48,90	89,47
8	Vino blanco	10,60	119,45	nd	nd	2,02	101,74	10,43	0,61	0,55	1,93	nd	6,79	30,55	5,29
9	Vino blanco	11,29	0,23	nd	nd	0,74	0,53	44,88	0,81	0,44	4,55	nd	5,31	121,31	3,94
10	Vino blanco	15,05	0,25	1,64	nd	0,83	0,59	53,57	3,77	0,44	12,38	nd	8,02	140,55	8,25
11	Vino blanco	11,38	0,28	nd	3,79	1,03	0,63	25,76	nd	0,48	7,80	nd	4,30	75,68	6,09
12	Vino tinto	30,80	0,69	87,87	224,59	31,83	2,22	12,76	1,13	1,29	10,62	nd	10,45	20,18	84,00
13	Vino tinto	44,22	15,52	144,58	183,14	37,55	28,06	70,21	1,12	1,74	6,85	0,03	14,71	29,56	87,13
14	Vino tinto	41,37	91,50	116,81	147,74	24,92	773,76	29,91	1,10	1,92	23,02	0,04	38,23	50,51	67,25
15	Vino tinto	16,93	105,38	27,95	52,04	7,70	259,62	44,58	0,57	1,31	9,85	0,01	13,86	22,05	21,21
16	Vino tinto	16,27	74,29	89,25	127,84	19,84	652,64	8,56	0,70	1,42	18,09	0,08	20,22	145,50	50,67
17	Vino tinto	41,50	14,06	80,80	114,82	20,43	71,46	10,95	1,13	2,02	12,33	0,01	11,10	74,09	72,33

Anexo XII. Composición química en aromas procedentes de la fase de envejecimiento de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Isoeugenol II (µg/L)	4-vinilfenol (µg/L)	4-alil-2,6-dimetoxifen (µg/L)	Vanillato de metilo (µg/L)	Vanillato de etilo (µg/L)	Acetovainillina (µg/L)
GRUPO DE ENVEJECIMIENTO I I							
1	Vino blanco	nd	158,93	13,13	8,53	15,67	41,35
2	Vino blanco	nd	51,28	3,24	7,31	1,51	11,92
3	Vino blanco	nd	230,64	15,70	9,06	18,08	57,27
4	Vino blanco	nd	54,85	3,21	10,72	3,69	17,20
5	Vino blanco	nd	162,44	1,46	97,79	5,36	62,80
6	Vino blanco	nd	94,25	1,58	30,13	15,35	76,06
7	Vino blanco	nd	221,36	30,54	28,78	32,02	70,45
8	Vino blanco	nd	73,20	3,06	2,86	2,98	41,19
9	Vino blanco	nd	201,87	nd	99,94	5,99	52,24
10	Vino blanco	1,60	193,12	1,10	146,15	19,84	64,73
11	Vino blanco	nd	114,27	0,77	97,60	6,49	52,74
12	Vino tinto	nd	154,35	26,95	10,34	163,19	75,24
13	Vino tinto	nd	44,15	38,92	62,04	950,58	175,16
14	Vino tinto	nd	150,29	23,29	60,66	451,68	84,45
15	Vino tinto	nd	53,05	5,21	85,89	106,43	182,51
16	Vino tinto	nd	127,17	16,22	25,31	243,49	92,18
17	Vino tinto	nd	121,19	17,87	44,48	343,05	62,27

Anexo XIII. Composición química en tiólicos de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	2-Metil-3-furantiol	2-Furfuriltiol	4-Mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona	Acetato de 3-mercaptohexilo	3-Mercaptohexanol	Bencilmercaptano
GRUPO DE TIOLES AROMÁTICOS							
1	Vino blanco	340,4	16,6	14,4	13,9	113,5	5,0
2	Vino blanco	154,9	3,8	28,3	12,6	81,1	5,4
3	Vino blanco	465,7	4,1	34,1	10,7	312,8	4,5
4	Vino blanco	148,2	3,8	8,4	2,9	43,5	2,7
5	Vino blanco	587,4	5,8	92,5	4,0	341,4	8,1
6	Vino blanco	370,1	1,2	12,3	3,4	67,6	4,3
7	Vino blanco	427,5	3,4	18,7	5,0	73,4	3,8
8	Vino blanco	241,8	2,0	15,7	4,5	140,8	5,1
9	Vino blanco	257,5	2,2	18,7	2,1	217,3	10,6
10	Vino blanco	432,0	3,0	110,1	2,6	863,7	15,6
11	Vino blanco	199,9	0,9	69,5	3,7	371,0	8,0
12	Vino tinto	843,5	19,5	75,4	7,4	1406,8	4,3
13	Vino tinto	341,5	12,2	20,9	14,1	109,6	11,5
14	Vino tinto	89,7	5,2	20,7	13,1	76,8	6,7
15	Vino tinto	88,0	8,0	17,9	6,9	109,9	5,7
16	Vino tinto	97,7	2,5	11,4	1,5	102,7	1,7
17	Vino tinto	234,5	4,1	20,3	4,5	393,4	5,2

Anexo XIV. Composición química en aromas asociados con defectos organolépticos de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Acetato de etilo mg/L	1-Octen3ol µg/L	(+) Fenchona µg/L	(+) Fenchol µg/L	Guayacol µg/L	2MIB ng/L	Geosmina ng/L	2M35DP ng/L	IPMP ng/L	IBMP ng/L	TCA ng/L	TeCA ng/L	TBA ng/L	PCA ng/L
GRUPO DE COMPUESTOS RESPONSABLES DE DEFECTOS ORGANOLÉPTICOS I															
1	Vino blanco	112,0	2,6	nd	nd	6,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	Vino blanco	114,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	Vino blanco	94,7	10,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	Vino blanco	108,0	4,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	Vino blanco	78,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	Vino blanco	99,0	6,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	Vino blanco	128,0	8,5	nd	nd	20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	Vino blanco	52,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	Vino blanco	111,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
10	Vino blanco	88,0	9,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
11	Vino blanco	104,0	17,4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
12	Vino tinto	110,0	nd	nd	nd	37,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
13	Vino tinto	98,0	8,5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
14	Vino tinto	118,0	nd	nd	nd	20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
15	Vino tinto	113,0	7,2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
16	Vino tinto	108,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
17	Vino tinto	102,0	16,6	nd	nd	47,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

TCA: 2,4,6-tricloroanisol; TeCA: 2,3,4,6-tetracloroanisol; PCA: pentacloroanisol; TBA: 2,4,6-tribromoanisol; 2MIB: 2-metilisoborneol; IBMP: 3-isobutil-2-metoxipirazina; IPMP: 3-isopropil-2-metoxipirazina; 2M35DP: 2-metoxi-3,5-dimetilpirazina.

Anexo XV. Composición química en aromas asociados con defectos organolépticos de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	4EF µg/L	4EG µg/L	4VF µg/L	4VG µg/L	Diacetilo mg/L	2-Amino acetofenona µg/L	Dimetilsulfuro µg/L	2-etoxi-3,5- hexadieno µg/L	Estireno µg/L	Indol µg/L
GRUPO DE COMPUESTOS RESPONSABLES DE DEFECTOS ORGANOLÉPTICOS I I											
1	Vino blanco	nd	7,0	8,0	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
2	Vino blanco	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
3	Vino blanco	nd	nd	217	42,0	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
4	Vino blanco	nd	nd	112	46,0	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
5	Vino blanco	nd	nd	144	58,0	nd	nd	nd	nd	1,5	nd
6	Vino blanco	nd	nd	97	56,0	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
7	Vino blanco	nd	16,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
8	Vino blanco	102,0	139,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
9	Vino blanco	nd	nd	150,0	71,0	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
10	Vino blanco	nd	nd	150,0	71,0	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
11	Vino blanco	nd	nd	143,0	70,0	nd	nd	nd	nd	1,1	nd
12	Vino tinto	nd	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
13	Vino tinto	26,0	21,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
14	Vino tinto	997,0	117,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
15	Vino tinto	254,0	106,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,0	nd
16	Vino tinto	762,0	90,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
17	Vino tinto	74,0	23,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd

4EF: 4-etilfenol; 4EG: 4-etilguayacol; 4VF: 4-vinilfenol; 4VG: 4-vinilguayacol.

Anexo XVI. Composición química en compuestos asociados con defectos organolépticos causados por compuestos azufrados de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Metanotiol (µg/L)	Etanotiol (µg/L)	Dimetilsulfuro (µg/L)	Dietilsulfuro (µg/L)	Metiltioacetato (µg/L)	Etiltioacetato (µg/L)	Dimetildisulfuro (µg/L)	Dietildisulfuro (µg/L)	Dimetiltrisulfuro (µg/L)	Benzotiazol (µg/L)
GRUPO DE COMPUESTOS AZUFRADOS RESPONSABLES DE DEFECTOS ORGANOLÉPTICOS											
1	Vino blanco	nd	nd	26,1	nd	nd	4,1	nd	nd	nd	nd
2	Vino blanco	nd	nd	84,4	nd	nd	4,0	nd	nd	nd	nd
3	Vino blanco	nd	nd	18,8	nd	nd	3,6	nd	nd	nd	nd
4	Vino blanco	nd	nd	11,1	nd	6,3	5,2	nd	nd	nd	nd
5	Vino blanco	nd	nd	27,4	nd	0,0	3,4	nd	nd	nd	nd
6	Vino blanco	nd	nd	2,5	nd	4,4	3,8	nd	nd	nd	nd
7	Vino blanco	nd	nd	17,0	nd	4,1	8,4	nd	nd	nd	nd
8	Vino blanco	nd	nd	7,1	nd	4,8	2,6	nd	nd	nd	nd
9	Vino blanco	nd	nd	27,6	nd	nd	17,9	nd	nd	nd	nd
10	Vino blanco	nd	nd	11,9	nd	3,6	4,2	nd	nd	nd	nd
11	Vino blanco	nd	nd	17,1	nd	10,0	2,9	nd	nd	nd	nd
12	Vino tinto	nd	nd	36,5	nd	4,5	5,4	nd	nd	nd	nd
13	Vino tinto	nd	nd	27,6	nd	9,8	6,3	nd	nd	nd	nd
14	Vino tinto	nd	nd	37,5	nd	nd	4,1	nd	nd	nd	nd
15	Vino tinto	nd	nd	14,1	nd	4,4	3,4	nd	nd	nd	nd
16	Vino tinto	nd	nd	24,5	nd	nd	4,4	nd	nd	nd	nd
17	Vino tinto	nd	nd	77,9	nd	nd	4,3	nd	nd	nd	nd

Anexo XVII. Composición química en metales de los 17 vinos del estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Aluminio (mg/L)	Arsenico (mg/L)	Boro (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cobre (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Niquel (mg/L)	Plomo (mg/L)	Zinc (mg/L)
GRUPO DE METALES I											
1	Vino blanco	0,78	< 0,1	1,88	< 0,01	0,09	0,69	2,24	< 0,1	< 0,05	0,65
2	Vino blanco	0,82	< 0,1	4,23	< 0,01	0,09	0,49	0,37	< 0,1	< 0,05	0,50
3	Vino blanco	1,16	< 0,1	2,61	< 0,01	0,09	1,34	2,10	< 0,1	< 0,05	0,40
4	Vino blanco	0,67	< 0,1	1,59	< 0,01	0,09	0,49	2,13	< 0,1	< 0,05	0,65
5	Vino blanco	1,33	< 0,1	4,45	< 0,01	0,14	0,83	0,67	< 0,1	< 0,05	0,95
6	Vino blanco	0,93	< 0,1	2,35	< 0,01	0,09	0,86	2,86	< 0,1	< 0,05	0,59
7	Vino blanco	1,44	< 0,1	4,58	< 0,01	0,14	1,68	1,42	< 0,1	< 0,05	0,94
8	Vino blanco	0,49	< 0,1	4,30	< 0,01	0,09	0,58	0,48	< 0,1	< 0,05	0,30
9	Vino blanco	2,28	< 0,1	3,70	< 0,01	0,09	1,92	2,53	< 0,1	< 0,05	1,06
10	Vino blanco	0,82	< 0,1	4,50	< 0,01	0,09	0,66	2,03	< 0,1	< 0,05	0,81
11	Vino blanco	3,05	< 0,1	4,04	< 0,01	0,40	1,64	1,34	< 0,1	< 0,05	0,75
12	Vino tinto	0,49	0,09	3,84	< 0,01	0,09	0,89	1,67	< 0,1	< 0,05	0,27
13	Vino tinto	0,49	0,09	7,02	< 0,01	0,13	1,32	0,93	< 0,1	< 0,05	0,55
14	Vino tinto	0,49	0,09	7,34	< 0,01	0,15	0,62	1,58	< 0,1	< 0,05	1,05
15	Vino tinto	0,76	0,09	4,29	< 0,01	0,15	1,90	0,57	< 0,1	< 0,05	0,61
16	Vino tinto	0,49	0,09	4,94	< 0,01	0,09	3,12	0,86	< 0,1	< 0,05	0,25
17	Vino tinto	0,49	0,09	9,92	< 0,01	0,09	1,11	1,36	< 0,1	< 0,05	0,93

Anexo XVIII. Composición química en metales de los 17 vinos usados en el estudio; (nd- no detectado).

Nº	Tipo de vino	Mercurio (mg/L)	Calcio (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Magnesio (mg/L)	Potasio (mg/L)	Sodio (mg/L)
GRUPO DE METALES II							
1	Vino blanco	< 0,01	74,2	189,0	88,0	338,0	22,7
2	Vino blanco	< 0,01	59,3	55,3	54,5	558,0	12,6
3	Vino blanco	< 0,01	65,9	153,0	72,4	811,0	24,5
4	Vino blanco	< 0,01	66,3	107,0	84,7	419,0	47,7
5	Vino blanco	< 0,01	96,4	125,0	84,0	418,0	14,5
6	Vino blanco	< 0,01	61,6	116,0	93,8	625,0	59,5
7	Vino blanco	< 0,01	55,7	214,0	78,8	893,0	14,9
8	Vino blanco	< 0,01	61,3	77,0	75,7	487,0	16,8
9	Vino blanco	< 0,01	141	181,0	93,9	1033,0	21,1
10	Vino blanco	< 0,01	94,1	193,0	84,1	761,0	13,7
11	Vino blanco	< 0,01	119	235,0	89,6	736,0	16,5
12	Vino tinto	< 0,01	42,2	130,0	98,4	893,0	21,6
13	Vino tinto	< 0,01	53,8	215,0	89,6	1232,0	9,99
14	Vino tinto	< 0,01	80,6	226,0	114,0	1181,0	12,6
15	Vino tinto	< 0,01	69,9	140,0	60,3	792,0	9,99
16	Vino tinto	< 0,01	57,0	219,0	106	1060,0	17,2
17	Vino tinto	< 0,01	51,6	197,0	118	118,0	42,7

Anexo XIX. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en la evaluación del impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados sobre la verbalización del atributo "mineralidad".

FICHA DE CATA

Catador		Fecha	
----------------	--	--------------	--

PARTE A: CATA TRIANGULAR

- Dos de las muestras presentados son idénticas. Por favor pruebe olfativamente las copas de izquierda a derecha y marque con un a cruz el código de aquella copa que le parezca diferente en cada serie. Para los puestos marcados en rojo además de la cata olfativa realice una cata gustativa. Enjuague la boca después de cada degustación y espere treinta segundos.
 - De las copas que son diferentes apunte el código de aquella/s de su preferencia y responda a las preguntas anteadas.

✓ **Puesto 1:**

1
2
3

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Copa de preferencia.....
3. Defina el aroma:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....

✓ **Puesto 2:**

4
5
6

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Copa de preferencia.....
3. defina el aroma:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....
4. Defina el sabor:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....

✓ **Puesto 3:**

7
8
9

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Copa de preferencia.....
3. Defina el aroma:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....

✓ **Puesto 4:**

10
11
12

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Copa de preferencia.....
3. Defina el aroma:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....
4. Defina el sabor:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....

✓ **Puesto 5:**

13
14
15

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Copa de preferencia.....
3. Defina el aroma:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....

✓ **Puesto 6:**

16
17
18

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Copa de preferencia.....
3. Defina el aroma:
 A Copas iguales.....
 B Copa diferente.....



Asesoría y Análisis



The Bakkerwinckel Wine School
WSEF - Groningen

1

Anexo XX. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en la evaluación del impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados sobre la verbalización del atributo "mineralidad".

FICHA DE CATA

PARTE A: CATA TRIANGULAR

<p>✓ Puesto 7:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 19 20 21 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... <p>✓ Puesto 8:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 22 23 24 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... <p>✓ Puesto 9:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 25 26 27 </div> <ol style="list-style-type: none"> 4. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 5. Copa de preferencia..... 6. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... 	<p>✓ Puesto 10:</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center;"> 28 29 30 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... 4. Defina el sabor: A Copas iguales..... B Copa diferente..... <p>✓ Puesto 11:</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center;"> 31 32 33 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... 4. Defina el sabor: A Copas iguales..... B Copa diferente..... <p>✓ Puesto 12:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 34 35 36 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente.....
---	--



Asesoría y Análisis



The Barcelona Wine School
WSET - London

2

Anexo XXI. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en la evaluación del impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados sobre la verbalización del atributo "mineralidad".

FICHA DE CATA

PARTE A: CATA TRIANGULAR

<p>✓ Puesto 13:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 37 38 39 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... 	<p>✓ Puesto 16:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 46 47 48 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente.....
<p>✓ Puesto 14:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 40 41 42 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... 4. Defina el sabor: A Copas iguales..... B Copa diferente..... 	<p>✓ Puesto 17:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 49 50 51 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el sabor: A Copas iguales..... B Copa diferente.....
<p>✓ Puesto 15:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 43 44 45 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente..... 	<p>✓ Puesto 18:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 52 53 54 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente.....
	<p>✓ Puesto 19:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 55 56 57 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Copa de preferencia..... 3. Defina el aroma: A Copas iguales..... B Copa diferente.....



Asesoría | Análisis



The Barcelona Wine School
WSET - London

3

Anexo XXII. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en la evaluación del impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados sobre la verbalización del atributo "mineralidad".

Catador		Fecha	
PARTE B: DESCRIPTOR MINERALIDAD			
<p>- Dos de las copas presentados son idénticas. Por favor pruebe olfativamente las copas de izquierda a derecha y marque con un a cruz el código de aquella copa que le parezca diferente en cada serie. Para los puestos marcados en rojo además de la cata olfativa realice una cata gustativa. Enjuague la boca después de cada degustación y espere treinta segundos.</p>			
<p>✓ Puesto 1:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 1 2 3 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente: 3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralizad 	<p>✓ Puesto 3:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 7 8 9 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente: 3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad 		
<p>✓ Puesto 2:</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 4 5 6 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente y gustativamente: 3. Describa el tipo de aromas/ sabores asociados a esa mineralidad 	<p>✓ Puesto 4:</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 10 11 12 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente y gustativamente: 3. Describa el tipo de aromas/ sabores asociados a esa mineralidad 		



Asesoría y Análisis



The Barcelona Wine School
WSET - London

4

Anexo XXIII. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en la evaluación del impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados sobre la verbalización del atributo "mineralidad".

FICHA DE CATA

<p>✓ Puesto 5:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 13 14 15 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente: 3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad 	<p>✓ Puesto 8:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 22 23 24 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente: 3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
<p>✓ Puesto 6:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 16 17 18 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente: 3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad 	<p>✓ Puesto 9:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 25 26 27 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente: 3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
<p>✓ Puesto 7:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 19 20 21 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente: 3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad 	<p>✓ Puesto 10:</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 28 29 30 </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas. 2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente y gustativamente: 3. Describa el tipo de aromas/sabores asociados a esa mineralidad

Anexo XXIV. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en la evaluación del impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados sobre la verbalización del atributo "mineralidad".

FICHA DE CATA

PARTE B: DESCRIPTOR MINERALIDAD

✓ **Puesto 11:**

31
32
33

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente y gustativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas/sabores asociados a esa mineralidad
.....
.....

✓ **Puesto 13:**

37
38
39

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
.....
.....

✓ **Puesto 12:**

34
35
36

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
.....
.....

✓ **Puesto 14:**

40
41
42

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente y gustativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas/sabores asociados a esa mineralidad
.....
.....



Asesoría + Análisis



The International Wine School
WSET - London

6

Anexo XXV. Ficha de cata utilizada por los paneles de jueces sensoriales en la evaluación del impacto sensorial de diferentes compuestos en vinos modelizados sobre la verbalización del atributo "mineralidad".

FICHA DE CATA

PARTE B: DESCRIPTOR MINERALIDAD

✓ **Puesto 15:**

43	44	45
----	----	----

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente y gustativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralizad
.....
.....

✓ **Puesto 16:**

46	47	48
----	----	----

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
.....
.....

✓ **Puesto 17:**

49	50	51
----	----	----

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
.....
.....

✓ **Puesto 18:**

52	53	54
----	----	----

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
.....
.....

✓ **Puesto 19:**

55	56	57
----	----	----

1. Marque con un a cruz la copa diferente de entre las tres presentadas.
2. Cual de ellas es la que aprecia más mineral olfativamente:
.....
3. Describa el tipo de aromas asociados a esa mineralidad
.....
.....

Defina el concepto mineralidad en vinos:

.....

.....

.....

.....

Anexo XXVI. Ficha entregada a los jueces en el ejercicio CATA (Check-All-That-Apply).



Asesoría y Análisis



The Barcelona Wine School

NOMBRE CONSUMIDOR: _____

EDAD: _____

SEXO (M/F): _____

FECHA: _____

CÓDIGO MUESTRA: _____

1.- Pruebe la muestra que le presentamos e indique en que escala la clasificaría como mineral:

0	10
Nada mineral	Muy mineral

2.- Pruebe nuevamente la muestra y marque con una cruz los atributos que haya notado en ella:

<input type="checkbox"/> Acidez alta	<input type="checkbox"/> Fruta madura	<input type="checkbox"/> Silex/esquisto
<input type="checkbox"/> Ahumado	<input type="checkbox"/> Frutos secos	<input type="checkbox"/> Sutil
<input type="checkbox"/> Animal	<input type="checkbox"/> Goma	<input type="checkbox"/> Terroir
<input type="checkbox"/> Azufrado	<input type="checkbox"/> Moderno	<input type="checkbox"/> Terroso
<input type="checkbox"/> Balsámico	<input type="checkbox"/> Ordinario	<input type="checkbox"/> Tipicidad
<input type="checkbox"/> Champiñon	<input type="checkbox"/> Oxidado	<input type="checkbox"/> Tiza/Yeso
<input type="checkbox"/> Clima frío	<input type="checkbox"/> Pastelería	<input type="checkbox"/> Tosco
<input type="checkbox"/> Denominación de origen	<input type="checkbox"/> Piedra de mechero	<input type="checkbox"/> Tostado
<input type="checkbox"/> Elegante	<input type="checkbox"/> Pizarra	<input type="checkbox"/> Tradicional
<input type="checkbox"/> Especiado	<input type="checkbox"/> Pólvora	<input type="checkbox"/> Varietal
<input type="checkbox"/> Exclusivo	<input type="checkbox"/> Punta de lapiz	<input type="checkbox"/> Vegetal
<input type="checkbox"/> Floral	<input type="checkbox"/> Pureza	<input type="checkbox"/> Vino barato
<input type="checkbox"/> Frescor	<input type="checkbox"/> Reducido	<input type="checkbox"/> Vino caro
<input type="checkbox"/> Fruta blanca	<input type="checkbox"/> Roca/piedra	<input type="checkbox"/> Vino de mesa
<input type="checkbox"/> Fruta cítrica/tropical	<input type="checkbox"/> Salino	

Anexo XXVII. Tablas de contingencia sobre frecuencia de citación de atributos marcados por los catadores en el estudio de la influencia de la información contenida en la etiqueta sobre el descriptor "mineralidad".

Productos\Dimensiones	Acidez alta	Ahumado	Animal	Azufrado	Balsámico	Champiñon	Clima frío	Denominación de origen	Elegante	Especiado	Exclusivo	Floral	Frescor	Fruta blanca	Fruta cítrica/tropical	Fruta madura	Frutos secos	Goma	Moderno	Ordinario	Oxidado
2-M No etiqueta	11	3	0	10	7	1	4	1	5	3	1	9	13	14	13	4	1	2	7	1	0
3-M etiqueta verdadera	8	3	0	5	8	0	11	1	5	2	1	8	10	9	7	3	1	5	2	0	1
4-M etiqueta falsa M	7	2	0	3	5	1	5	1	6	4	2	7	6	11	5	3	4	3	5	0	0
5-M etiqueta falsa NM	6	2	2	9	3	1	2	2	5	3	0	6	3	6	5	6	2	3	2	0	3
6-NM No etiqueta	12	2	0	5	7	3	2	1	5	2	0	13	13	13	17	8	0	1	2	0	0
7-NM etiqueta verdadera	11	3	1	3	3	1	0	6	3	2	2	8	12	19	11	6	1	0	1	4	2
8-NM etiqueta falsa M	12	1	1	3	2	1	12	2	7	3	3	7	14	15	9	5	3	0	3	0	2
9-NM etiqueta falsa NM	16	1	0	3	4	1	2	5	4	2	2	12	11	15	13	4	1	1	3	2	1
Ideal	15	4	1	14	9	3	15	4	9	5	6	4	9	3	1	2	6	4	6	0	2

Productos\Dimensiones	Pastelería	Piedra de mechero	Pizarra	Pólvora	Punta de lapiz	Pureza	Reducido	Roca/piedra	Salino	Silex/esquistos	Sutil	Terroir	Terroso	Tipicidad	Tiza/Yeso	Tosco	Tostado	Tradicional	Varietal	Vegetal	Vino barato	Vino caro	Vino de mesa
2-M No etiqueta	2	1	4	1	2	1	0	6	8	1	5	2	2	2	4	2	1	1	4	3	2	2	2
3-M etiqueta verdadera	1	3	4	7	5	4	3	13	8	1	3	3	8	3	6	0	1	2	10	1	0	4	0
4-M etiqueta falsa M	3	1	4	1	3	1	1	8	8	4	4	3	6	2	3	0	2	1	8	5	0	5	0
5-M etiqueta falsa NM	2	2	4	2	5	1	1	11	4	2	0	5	5	1	2	0	3	1	5	1	3	1	1
6-NM No etiqueta	2	0	2	1	1	2	0	2	5	1	1	1	3	0	2	0	0	1	6	3	2	1	0
7-NM etiqueta verdadera	2	2	2	1	4	2	0	3	4	2	1	4	3	3	2	1	1	3	11	5	2	2	0
8-NM etiqueta falsa M	2	2	3	1	5	2	1	5	9	2	2	1	3	4	3	0	1	1	8	5	0	5	0
9-NM etiqueta falsa NM	2	1	4	1	1	1	0	8	8	2	2	5	4	7	2	4	0	2	12	3	1	2	2
Ideal	1	13	20	12	19	5	4	22	19	9	3	14	16	7	14	1	1	2	7	3	3	8	1